

La protection de l'environnement, une compétence numérique: conception, mise en œuvre et évaluation d'une éducation à la sobriété numérique

À l'heure où les usages numériques s'intensifient dans l'éducation tout en accentuant les crises environnementales, cette thèse explore la protection de l'environnement comme compétence numérique, telle qu'identifiée dans le cadre européen DigComp. Inscrite dans le contexte de l'Anthropocène, elle interroge les conditions de son enseignement afin de former des apprenants capables de comprendre les impacts environnementaux du numérique, d'adopter un regard critique sur leurs pratiques et d'agir de manière plus responsable. En articulant les cadres DigComp et GreenComp et en mobilisant la transposition didactique, la recherche montre comment la sobriété numérique peut être traduite en un objet d'enseignement structuré et évaluable.

Fondée sur une démarche de recherche-action et une méthodologie mixte, la thèse s'appuie sur des études menées dans l'enseignement secondaire, supérieur et auprès d'acteurs éducatifs. Elle met en évidence le potentiel de dispositifs pédagogiques variés pour renforcer connaissances, conscience environnementale, pratiques numériques sobres et sentiment de compétence, et propose des repères pour intégrer durablement la sobriété numérique dans les curricula, la formation des enseignants et les politiques d'établissement.

Sarah Descamps

Depuis 2018, Sarah Descamps est assistante de recherche à l'Université de Mons (UMONS) et participe à des projets nationaux et internationaux sur l'intégration du numérique en éducation et la formation des enseignants. Ses travaux portent sur la protection de l'environnement comme une compétence numérique, l'éducation à la sobriété numérique et les usages numériques éco-responsables. Elle est la conceptrice du guide pédagogique *EducoNetImpact*, lauréat du Prix UNESCO Roi Hamad Bin Isa Al-Khalifa 2023 pour l'utilisation des TIC en éducation.



Université de Mons
20, Place du Parc, B-7000 Mons – Belgique
Tél.: +32 (0) 65 37 31 11
Courriel: info.mons@umons.ac.be
www.umons.ac.be



Université de Mons

Faculté de Psychologie et des Sciences de l'éducation



La protection de l'environnement, une compétence numérique : conception, mise en œuvre et évaluation d'une éducation à la sobriété numérique

Sarah Descamps

Thèse soutenue le 6 mars 2026 pour l'obtention du grade académique
de doctorat en sciences de l'éducation et enseignement

Jury

Dr. Dimitri Cauchie (Président), Université de Mons

Prof. Anne-Sophie Collard, Université de Namur

Prof. Bruno De Lièvre (Co-promoteur), Université de Mons

Dr. Joachim De Stercke (Secrétaire), Université de Mons & Université
du Luxembourg

Prof. Gaëtan Temperman (Promoteur), Université de Mons

Prof. Geneviève Therriault, Université du Québec à Rimouski

Remerciements

Cette thèse n'aurait pas pu voir le jour sans les nombreuses personnes qui m'ont accompagnée, soutenue et fait avancer ma réflexion tout au long de ce parcours. Je souhaite remercier ici celles et ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la rendre possible.

Je remercie tout d'abord Bruno De Lièvre, co-directeur de cette thèse, le premier à avoir cru en cette problématique de recherche. Merci d'avoir cru en moi en tant que chercheuse et de m'avoir accompagnée avec constance et confiance. Tes conseils, ton regard et ton soutien ont été déterminants à de nombreuses étapes de ce travail.

Je tiens ensuite à remercier Gaëtan Temperman, directeur de cette thèse. Merci pour tes précieux conseils, pour ton accompagnement toujours bienveillant et pour les éclairages méthodologiques. Merci également pour tes relectures attentives et constructives, qui m'ont permis de gagner en rigueur tout au long de ce parcours.

Mes remerciements vont également à Dimitri Cauchie et Joachim De Stercke pour leurs conseils toujours pertinents et leur bienveillance lors de chaque comité d'accompagnement. Leurs retours ont constitué des points d'appui précieux pour faire évoluer cette recherche.

Je remercie Anne-Sophie Collard (Université de Namur) et Geneviève Therriault (Université du Québec à Rimouski) d'avoir accepté de faire partie de mon jury et pour leur regard complémentaire sur l'éducation.

Je souhaite remercier chaleureusement mes collègues du service d'Ingénierie Pédagogique et du Numérique éducatif : Audrey, Anne-Cécile, Sabrin, Pauline et Cédric. Merci pour votre présence, votre soutien, votre aide, vos conseils, vos échanges et votre bonne humeur, qui ont rendu ce parcours doctoral plus léger et plus humain au quotidien.

Mes remerciements s'adressent également à l'ensemble des collègues avec qui j'ai eu l'occasion de collaborer à l'UMONS ou dans le cadre des différents projets auxquels j'ai participé. Il m'est impossible de toutes et tous vous citer ici, mais chacun de ces échanges a compté. Au détour d'une conversation, d'un échange informel ou d'un travail commun, vous avez nourri ma réflexion professionnelle ou alors porté un intérêt sincère à mes travaux.

Merci à mes compatriotes belges de l'Eurometropolitan e-campus, de Technofutur, de l'ISIT-BE, de WBE, du Consortium 6 et du Consortium 8, mais aussi, à travers le monde, aux collègues français, suisses, libanais, malagasy, marocains et vietnamiens. Chaque rencontre, chaque expérience m'a fait grandir, tant sur le plan professionnel que personnel.

Je souhaite également remercier les étudiantes et étudiants en sciences de l'éducation qui ont contribué à la conception et/ou à l'expérimentation de ce travail sur le terrain : Anaëlle, Arnaud, Céraphin, Christelle, Claire, Elisa, Emma, Flau, Gloria, Julie, Maxime, Stanislas et Théo. Leur implication a donné une dimension concrète à cette recherche.

Merci à toutes les personnes, élèves, étudiants, enseignants, citoyens, qui ont accepté de participer à l'une de mes études. Merci également à chaque utilisateur et utilisatrice d'EducoNetImpact, à toutes celles et ceux qui ont porté un intérêt à mes travaux ou qui les ont diffusés.

Je remercie enfin les membres du jury du *Prix UNESCO - Roi Hamad Bin Isa Al-Khalifa pour l'utilisation des TIC* dans l'éducation pour la reconnaissance accordée à mes travaux en 2024. Cette distinction a constitué un encouragement précieux, un dernier élan pour finaliser cette thèse, ainsi qu'une visibilité importante pour mes recherches. Elle a également été l'occasion de rencontres, dont les échanges et le soutien ont été précieux en fin de parcours doctoral. Une pensée spéciale à Min Chul Shin, Xianglei Zheng, Patricia Corieri, Martin Ouaklani et Amandine van Zuylen.

Je tiens à adresser une pensée toute particulière à mes proches, qui me soutiennent au quotidien, et dont le regard, empreint de fierté, m'a accompagnée à chaque étape et a donné du sens à ce parcours.

Merci à mes parents, Françoise Dardenne et Pascal Descamps, ainsi qu'à mes grands-parents, Monique Thomas et Marcel Dardenne, qui m'ont transmis, depuis toute petite, le goût de la curiosité, une qualité indispensable lorsque l'on fait de la recherche.

Merci à ma sœur Manon, à Jérôme, à Emma, à Carine ainsi qu'à Giorgio, Josette et Mirko, pour leur soutien, leur présence et leurs encouragements.

Enfin, un merci tout particulier à mon formidable mari, Diego Ardenghi. Tu contribues bien plus que tu ne le penses à mes réussites. Tu es celui qui m'a encouragée à me lancer dans ce parcours doctoral, celui qui a toujours été fier de ce que j'accomplissais, petit ou grand. Merci pour nos longues conversations, pour ta présence indéfectible, pour ta patience et pour le soutien discret, mais tellement essentiel, que tu m'apportes chaque jour.

Pour conclure, je souhaite remercier par avance chaque personne qui prendra le temps de lire ces travaux et qui contribuera, à sa manière, à faire vivre et à diffuser cette éducation à la sobriété numérique, si chère à mon cœur.

"You aren't going to save the world on your own. But you might inspire a generation of kids to save it for all of us. You would be amazed at what inspired children can do."

« Tu ne sauveras pas le monde tout seul. Mais tu pourrais inspirer une génération d'enfants à le sauver pour nous tous. Tu serais étonné de ce que des enfants inspirés peuvent accomplir. »

Jane Goodall (1934 - 2025)

Introduction Générale	1
I. Présentation de la dissertation et thèse développée.....	3
II. Présentation des éléments méthodologiques.....	11
1. Introduction des éléments méthodologiques	11
2. Typologie des démarches méthodologiques mobilisées	12
3. Instruments et outils méthodologiques	16
4. Choix et présentation des tests statistiques mobilisés.....	18
5. Considérations éthiques.....	20
 Chapitre 1: La protection de l’environnement, une compétence numérique : élaboration d’un cadre didactique.....	 21
I. Introduction du chapitre 1	23
II. Article n° 1 : Qualitative analysis of the importance of protecting the environment within digital competence frameworks	27
1. Introduction.....	28
2. Literature Review	29
2.1. Digital competences in digital education	29
2.2. Competences for sustainability in Green Education.....	33
2.3. Protecting the environment, a digital competence	37
3. Methodology.....	41
3.1. Review of frameworks.....	42
3.2. Description of the frameworks reviewed.....	44

3.3. Qualitative analysis process of the frameworks.	45
4. Results.....	47
4.1. A digital competence that is sometimes absent.	47
4.2. Understanding the environmental impact of technology.	48
4.3. Adopting responsible digital behaviours.	51
4.4. Using technology to support sustainable development.....	54
4.5. Considering the ethical, social, economic, and health aspects of digital technology.....	56
4.6. Role of teachers and the educational community.....	58
5. Discussion and Conclusion.....	61
6. Bibliographie.	63
 III. Article n°2 : Vers une éducation à la sobriété numérique.	69
1. Introduction.....	70
2. Les concepts pour éduquer à la sobriété numérique	71
2.1. Un numérique responsable.....	71
2.2. La sobriété numérique	72
2.3. Green IT, low-tech, écoconception : des concepts associés à la sobriété numérique.....	74
3. Les raisons d'établir une éducation à la sobriété numérique	75
3.1. Le contexte d'émergence : urgence climatique et accélération de l'impact du numérique sur l'environnement.....	75
3.2. La sobriété numérique, un sujet émergent dans l'actualité mais pas encore dans l'enseignement.....	77
3.3. Éduquer les citoyens de demain	78
4. Vers une littératie de la sobriété numérique : théorie et pratique	80

4.1. Les trois composantes d'une littératie de la sobriété numérique	81
4.2. Des pistes pour enseigner cette compétence.....	91
4.3. Ne pas oublier les principes de l'éducation relative à l'environnement.....	92
4.4. Un carrefour de disciplines et de didactiques.....	94
5. Conclusion	95
6. Bibliographie.....	96
IV. Conclusion du chapitre 1	103

Chapitre 2 : Développer la protection de l'environnement comme une compétence numérique chez les élèves 107

I. Introduction du chapitre 2	109
II. Article n°3 : Teaching digital sobriety with WALL·E: an educational sequence for 12-14 year olds.....	113
1. Introduction.....	115
2. Literature Review	115
2.1. L'éducation à la sobriété numérique	116
2.2. The role of socio-constructivism in Green Education.....	118
2.3. The use of the film WALL·E to raise awareness of ecological issues.....	120
3. Methodology	122
3.1. Context et methodological approach	122
3.2. Research Questions	127
3.3. Sample	127
4. Results.....	129
4.1. Pupils' knowledge progression	129

4.2. Evolution of self-reported digital behaviours.....	131
4.3. La perception de l'utilité et la satisfaction des élèves	135
5. Discussion and conclusion	137
6. Bibliography.....	139
III. Article n°4 : Éduquer à la sobriété numérique via un media social : effets d'une campagne de sensibilisation sur Instagram auprès d'élèves de 1ère secondaire.	145
1. Introduction.....	146
2. Revue de la littérature	148
2.1. Sobriété numérique et enjeux éducatifs	148
2.2. Les jeunes, le numérique et les réseaux sociaux	149
2.3. Sensibiliser par les médias sociaux : stratégies et conditions d'efficacité.....	151
3. Méthodologie	155
3.1 Questions de recherche	155
3.2. Plan expérimental	157
3.3. Échantillon.....	160
4. Résultats	162
4.1. Effet d'une campagne Instagram sur les connaissances des élèves en matière d'empreinte écologique des technologies et du concept de sobriété numérique.....	162
4.2. Effet des médiations pédagogiques en classe en complément d'une campagne Instagram sur la compréhension de l'impact environnemental des technologies	164
4.3. Effet d'une campagne de sensibilisation Instagram sur la progression des usages numériques déclarés des élèves en lien avec la sobriété numérique.....	166

4.4. Perception quant à l'utilité, la satisfaction et la motivation des élèves face à une campagne Instagram sur la sobriété numérique	171
5. Discussion	175
6. Conclusion	178
7. Bibliographie.....	180

IV. **Article n°5** : Développer l'esprit critique en éducation relative à l'environnement en décryptant le greenwashing 187

1. Introduction.....	188
2. Revue de la littérature	190
2.1. Le greenwashing	190
2.2. L'éducation relative à l'environnement pour décrypter le greenwashing	193
2.3. L'esprit critique face à l'information en éducation aux médias	196
3. Méthodologie	198
3.1. Contexte et démarche méthodologique	198
3.2. Questions de recherche	202
3.3. Échantillon.....	203
4. Résultats.	205
4.1. L'acquisition de notions écologiques par les élèves.	205
4.2. Le niveau de maîtrise des élèves à la fin du dispositif d'apprentissage.....	206
4.3. La capacité des élèves à repérer le greenwashing en ligne	208
4.4. La capacité de transfert des élèves.....	210
5. Discussion et conclusion	211

6. Bibliographie.....	214
V. Conclusion du chapitre 2.....	221

Chapitre 3 : Développer la protection de l'environnement comme une compétence numérique chez les étudiants du supérieur 225

I. Introduction du chapitre 3.....	227
II. Article n°6 : Développement et validation psychométrique d'une échelle de mesure de la maturité à la sobriété numérique.....	231
1. Introduction.....	232
2. Revue de la littérature	233
2.1. Une mesure de la maturité de la sobriété numérique	234
2.2. Le sentiment de compétences	237
2.3. Les usages écoresponsables.....	241
3. Développement et validation psychométrique	244
3.1. Élaboration d'items préliminaires.....	244
3.2. Validation psychométrique	249
3.3. Proposition de questionnaire réduit.....	257
4. Passation du questionnaire réduit	260
4.1. Présentation de l'échantillon	260
4.2. Présentation des résultats.....	261
5. Discussions et perspectives	263
5.1. Discussions méthodologiques et limites de l'EMSN	263
5.2. Perspectives d'implications pratiques, éducatives et de recherche de l'EMSN	266
6. Bibliographie.....	269

III. Article n°7 : Effects of two scenario approaches for digital sobriety education among higher education students.	277
1. Introduction.....	278
2. Literature Review	280
2.1. Digital sobriety education and green digital education.....	280
2.2. The role of green education in higher education	283
2.3. Game-based learning for educating on digital sobriety	286
3. Methodology	289
3.1. Research questions.....	289
3.2. Experimental Design	290
3.3. Sample	294
4. Results.....	296
4.1. Effects of two learning scenarios on digital sobriety maturity	296
4.2. Effects of two learning scenarios on motivation to adopt more responsible digital behaviours.....	297
4.3. Effects of two learning scenarios on perceived collective efficacy.....	299
5. Discussion	301
6. Conclusion	305
7. References.....	306
IV. Conclusion du chapitre 3	313

Chapitre 4 : Développer la protection de l'environnement comme une compétence numérique chez les acteurs de l'éducation..... 317

I. Introduction du chapitre 4	319

II. Article n°8 : Sobriété numérique et acteurs de l'éducation : analyse croisée de leur sentiment de compétence et leurs usages déclarés.....	323
1. Introduction.....	324
2. Revue de la littérature	325
2.1. La sobriété numérique et sa place dans l'éducation	325
2.2. Le sentiment de compétences relatives à la sobriété numérique.....	327
2.3. Les usages	330
3. Méthodologie	334
3.1. Questions de recherche	336
3.2. Échantillon.....	336
4. Analyse des résultats	339
4.1. Analyse du sentiment de compétence des enseignants concernant la sobriété numérique	339
4.2. État des lieux des usages écoresponsables des technologies des enseignants	343
5. Conclusion et recommandations	351
6. Bibliographie.....	355

III. Article n°9 : Analyse qualitative d'actions pour une sobriété numérique dans les établissements scolaires	361
1. Introduction.....	361
2. Ancrage théorique	362
2.1. Les stratégies numériques dans l'éducation	363
2.2. Les usages numériques des acteurs de l'éducation.....	364
2.3. La place de la sobriété numérique dans le monde de l'éducation.....	366

3. Méthodologie	369
3.1. Contexte	369
3.2. Choix méthodologiques.....	371
3.3. Échantillon.....	372
4. Résultats	373
4.1. Des actions pour une stratégie de gouvernance de sobriété numérique	374
4.2. Des usages numériques plus responsables dans la communauté éducative.....	375
4.3. Des actions pour former à la sobriété numérique.....	383
4.4. Des actions pour une stratégie de communication interne et externe	384
4.5. Des actions pour une gestion des équipements écoresponsable dans les établissements.....	385
5. Discussion	387
6. Conclusion	390
7. Bibliographie.....	391
IV. Conclusion du chapitre 4	397

Discussion générale et Conclusion..... 401

I. Discussion Générale	403
1. La protection de l'environnement, une compétence numérique à développer dès que possible.....	403
2. La protection de l'environnement, une compétence numérique pour les citoyens.....	406
3. La protection de l'environnement, bien plus qu'une compétence numérique à enseigner	409
4. Des recommandations didactiques et pédagogiques	413

5. Des perspectives pour la recherche.....	417
6. Limites, Perspectives et Prolongements.....	420
II. Conclusion Générale	431
 Bibliographie Générale	 435
 Annexes.....	 449

Table des figures

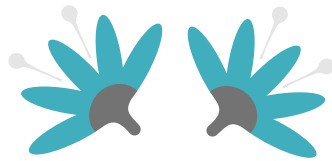
Figure 1 : Structure de cette recherche doctorale en articles	7
Figure 2 : Représentation de l'analyse du cycle de vie.....	83
Figure 3 : Adaptation de l'éducation relative à l'environnement de Sauvé (1994) pour concevoir une éducation relative à la sobriété numérique	93
Figure 4 : Timeline of the case study and learning sequence design	124
Figure 5 : Evolution of eco-friendly online navigation behaviours	131
Figure 6 : Evolution of eco-friendly online communication behaviours	132
Figure 7 : Evolution of eco-friendly actions related to digital environment management.....	133
Figure 8 : Evolution of eco-friendly actions related to technology consumption.....	133
Figure 9 : Satisfaction by pedagogical modality	135
Figure 10 : Schéma du plan expérimental	157
Figure 11 : Déroulement des semaines de la campagne de sensibilisation	159
Figure 12 : Perceptions concernant l'acquisition de connaissances.	172
Figure 13 : Perceptions concernant les contenus les plus utiles.	173
Figure 14 : Perceptions concernant la motivation à appliquer des pratiques de sobriété numérique.	174
Figure 15 : Perceptions sur l'intérêt de la campagne.....	175
Figure 16 : Déroulement de l'étude et du scénario d'apprentissage	199
Figure 17 : Exemples des publicités greenwashées produits par les élèves.....	201
Figure 18 : Exemple de site web analysé par les élèves	202
Figure 19 : �valuation de la maturité numérique.....	236
Figure 20 : Processus de développement et de validation de l'EMSN	244

Figure 21 : Répartition du nombre de sujets en fonction de leur score de maturité à la sobriété numérique.....	263
Figure 22 : Overview of the experimental procedure	291
Figure 23 : Illustration of the Escape Game	292
Figure 24 : Examples of student-created digital eco-gesture charters ...	293
Figure 25 : Graphique répartissant les répondants selon leur fonction dans l'enseignement	337
Figure 26 : Le degré de sensibilité des acteurs de l'éducation en fonction des différentes thématiques : le numérique, l'écologie et la sobriété numérique.	338
Figure 27 : Le sentiment de compétence des acteurs de l'éducation en matière de sobriété numérique (%)	340
Figure 28 : Les usages écoresponsables en matière de consommation numérique des acteurs de l'éducation (%).....	344
Figure 29 : Les usages écoresponsables en matière de gestion d'environnement numérique des acteurs de l'éducation (%)	346
Figure 30 : Les usages écoresponsables en matière de navigation en ligne des acteurs de l'éducation (%).....	348
Figure 31 : Les usages écoresponsables en matière de communication numérique des acteurs de l'éducation (%).....	349
Figure 32 : Exemples de Chartes d'éco-gestes numériques élaborées par les acteurs de l'éducation	370
Figure 33 : Répartition des actions identifiées dans les chartes selon les cinq dimensions du référentiel Numérique Responsable dans l'éducation (%) (N= 220).....	373
Figure 34 : Répartition des usages numériques écoresponsables pour la communauté éducative (%) (N= 128).....	376
Figure 35 : EducoNetImpact.....	428

Table des tableaux

Tableau 1 : Méthodes statistiques mobilisées dans le cadre de la thèse	18
Table 2 : Digital compétences in <i>DigComp</i> (Ferrari, 2013, p. 5)	30
Table 3 : Sustainability Competences in <i>GreenComp</i> (Bianchi et al., 2022, pp. 14–15)	35
Table 4 : Proficiency levels for the “Protecting the environment” competence (Carretero & al., 2017, p. 39)	38
Table 5 : Knowledge, skills and attitudes relating to the « Protecting the environment » (Vuorikari et al., 2022, p. 47)	39
Table 6 : Description of the frameworks reviewed	45
Table 7 : Characteristics of the sample	128
Table 8 : Relative gains in knowledge of digital sobriety	129
Tableau 9 : Caractéristiques de l'échantillon	161
Tableau 10 : Gains relatifs des scores concernant les connaissances sur l'empreinte écologique des technologies et la sobriété numérique	163
Tableau 11 : Temps d'écran déclaré	167
Tableau 12 : Temps consacré aux pratiques de loisir : jeux vidéo et streaming	169
Tableau 13 : Possession d'objets connectés inutilisés	171
Tableau 14 : Typologie des techniques de <i>greenwashing</i> selon Kim et Lyon (2015)	191
Tableau 15 : Analyse de l'acquisition de notions écologiques par les élèves	206
Tableau 16 : Analyse du niveau de maîtrise des élèves (N = 16)	207
Tableau 17 : Observations sur les communications en ligne (N = 16)	209
Tableau 18 : Critères de <i>greenwashing</i> utilisés dans les publicités réalisées en groupe (N = 10)	211
Tableau 19 : Matrice de l'échelle de mesure de la maturité à la sobriété numérique (EMSN).	246
Tableau 20 : Coefficients α de Cronbach pour les items relatifs au sentiment de compétence numérique	252

Tableau 21 : Coefficients α de Cronbach pour les items relatifs au sentiment de compétence écologique	252
Tableau 22 : Coefficients α de Cronbach pour les items relatifs au sentiment de compétence en sobriété numérique.....	254
Tableau 23 : Coefficients α de Cronbach pour les items relatifs aux écogestes numérique pour naviguer en ligne	254
Tableau 24 : Coefficients α de Cronbach pour les items relatifs aux écogestes numérique pour communiquer du contenu en ligne	255
Tableau 25 : Coefficients α de Cronbach pour les items relatifs aux écogestes numérique pour gérer un environnement numérique.....	256
Tableau 26 : Coefficients α de Cronbach pour les items relatifs aux écogestes pour consommer du numérique	257
Tableau 27 : Items du questionnaire en version réduite en fonction des deux dimensions et des sept composantes	257
Tableau 28 : Résultats des composantes lors de la passation du questionnaire en format réduit	262
Table 29 : Sensitivity before the pedagogical intervention	295
Table 30 : Relative gains in digital sobriety maturity scores	296
Table 31 : Learner Motivation to adopt more responsible digital behaviours	297
Table 32 : Comparison of motivation to adopt more responsible digital behaviours	298
Table 33 : Relative gains in terms of feeling competent to act collectively	299
Table 34 : Comparison of relative gains in the feeling of competence to act collectively	300
Tableau 35 : Le label « Numérique Responsable dans l'éducation » (DRANE de Lyon, 2022).....	368



Introduction Générale

I. Présentation de la dissertation et thèse développée

Cette dissertation doctorale s'inscrit dans le champ des sciences de l'éducation et se propose d'explorer un objet encore largement émergent : la protection de l'environnement comme une compétence numérique. À travers ce travail, il s'agit d'interroger à la fois les conditions de son enseignement et les modalités de son développement, dans un contexte marqué par une urgence climatique désormais indiscutable, souvent qualifiée d'Anthropocène¹.

En 2021, l'ADEME estimait que le numérique représentait déjà 4 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre, soit davantage que le trafic aérien. Ce chiffre, calculé avant la diffusion massive des intelligences artificielles, illustre l'ampleur croissante de l'impact écologique du secteur. Comme le rappelle le sixième rapport du GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat) (IPCC, 2021), la digitalisation peut contribuer à la diminution des émissions, mais elle risque d'avoir des effets négatifs si elle n'est pas encadrée de manière adéquate.

Ce même rapport place la sobriété au cœur des stratégies d'atténuation, en la définissant comme un ensemble de pratiques visant à réduire la demande en énergie, matériaux, terres et eau, tout en préservant le bien-être humain (Ibid.). Dans cette perspective, la

¹ L'Anthropocène désigne une époque géologique caractérisée par l'impact déterminant des activités humaines sur les systèmes terrestres, notamment climatiques et écologiques (Bonneuil & Fressoz, 2016).

sobriété numérique apparaît comme une réponse concrète aux effets rebond et à la croissance exponentielle des usages technologiques.

De nombreux auteurs soulignent l'urgence de sensibiliser aux impacts environnementaux du numérique et de développer des gestes écoresponsables (Amichaud, 2021 ; Bordage, 2019 ; Dufort, 2023 ; Giannini, 2024 ; Mercier & Trichet, 2023). Ces constats rejoignent ceux de l'ONU (2015), qui identifie l'éducation comme un levier central pour atteindre les *Objectifs de Développement Durable* (ODD). Parmi ceux-ci, l'ODD 4 (éducation de qualité) et l'ODD 12 (consommation et production responsables) offrent un cadre particulièrement pertinent.

Dionne et Lefebvre le rappellent :

Une des clés pour changer les comportements consiste à éduquer à l'environnement et au changement climatique. [...]

L'éducation doit préparer les enfants à assumer les responsabilités de la vie dans une société libre, dans un esprit de compréhension, de paix, de tolérance, d'égalité et d'amitié entre tous les peuples (Dionne & Lefebvre, 2022, paragr. 4).

C'est précisément à partir de ce constat que ce travail doctoral s'est intéressé à **la protection de l'environnement comme une compétence numérique, et plus largement au déploiement d'une éducation à la sobriété numérique**. Cette démarche visait à concilier deux dynamiques majeures au sein des politiques éducatives contemporaines :

- d'une part, le *DigComp*, cadre de référence de la Commission européenne sur les compétences numériques, qui inclut explicitement la capacité à « être attentif à l'impact des technologies

numériques et à leurs usages sur l'environnement » (Carretero et al., 2017) ;

- d'autre part, le *GreenComp*, qui met l'accent sur les compétences de durabilité, en particulier la conscience critique, l'agentivité et la capacité à adopter des comportements responsables (Bianchi et al., 2022).

L'enjeu n'est toutefois pas uniquement curriculaire, mais bien didactique : il s'agit de comprendre comment ces compétences peuvent être enseignées, appropriées et mises en œuvre dans les pratiques effectives d'éducation au numérique.

Si la protection de l'environnement figure bien parmi les 21 compétences numériques identifiées par le *DigComp*, elle reste très peu étudiée en sciences de l'éducation. Alors que de nombreuses recherches portent sur l'apprentissage de la recherche d'information, de la programmation ou encore de la création de contenus numériques, aucune étude n'avait véritablement exploré cette compétence spécifique. De plus, les enseignants se déclarent peu outillés et expriment un faible sentiment de compétence pour l'enseigner (Mannila et al., 2018). La sobriété numérique constitue donc un objet éducatif émergent, à la fois nécessaire à institutionnaliser et encore dépourvu de références didactiques établies.

Cette situation soulève des questions fondamentales :

- Comment penser et enseigner la sobriété numérique dans un cadre scolaire et citoyen ?
- Quels savoirs et quelles démarches didactiques permettent de traduire cette thématique en contenus enseignables ?

Pour y répondre, cette recherche doctorale mobilise le concept de didactique, entendu comme l'étude des processus d'enseignement et d'apprentissage relatifs à des contenus spécifiques (Chevallard, 1985 ;

1991). Le cadre théorique de la transposition didactique, introduit par Chevallard, est ici central. Il constitue le fil directeur de l'ensemble de la thèse, en permettant de penser la transformation d'un enjeu socio-technique complexe en objet d'enseignement structuré et progressif. La transposition didactique désigne le passage du savoir savant (connaissances scientifiques et expertes) au savoir enseigné (contenus transmis en classe). Cette dynamique distingue une transposition externe (des savoirs scientifiques vers les programmes) et une transposition interne (leur appropriation par les enseignants pour concevoir des activités pédagogiques). C'est sur ce concept que repose cette recherche doctorale : dans une perspective d'apprentissage, comment transformer en contenus accessibles des notions complexes telles que l'empreinte carbone du numérique ?

Cette recherche doctorale s'inscrit dans une démarche de recherche-action, exploratoire et ancrée dans le terrain, dans laquelle la production de connaissances scientifiques est indissociable de la conception, de l'expérimentation et de l'analyse de dispositifs éducatifs. Elle vise à la fois à conceptualiser un cadre de littératie en sobriété numérique et à outiller les acteurs éducatifs en concevant et en expérimentant des dispositifs d'apprentissage. L'originalité de ce travail réside dans le fait qu'il constitue, à notre connaissance, la première recherche doctorale en sciences de l'éducation à traiter de la protection de l'environnement comme une compétence numérique. Ses apports sont à la fois théoriques, avec l'élaboration d'un cadre conceptuel et la mise en œuvre d'une transposition didactique, et pratiques, avec l'expérimentation sur le terrain de dispositifs pédagogiques et la création d'outils concrets.

Cette dissertation doctorale adopte le format de la thèse par articles, tel que défini par Papy (2016). Ce modèle exige une rigueur particulière concernant la structure du manuscrit et la cohérence entre les

publications. Les articles sont présentés dans leur version publiée ou soumise à des revues scientifiques². La Figure 1 illustre l'architecture générale du manuscrit, organisé en quatre chapitres regroupant neuf articles scientifiques. Chaque chapitre est introduit et conclu par des sections rédigées spécifiquement pour cette thèse, permettant de tisser des liens entre les articles et de maintenir une continuité tout au long du manuscrit.

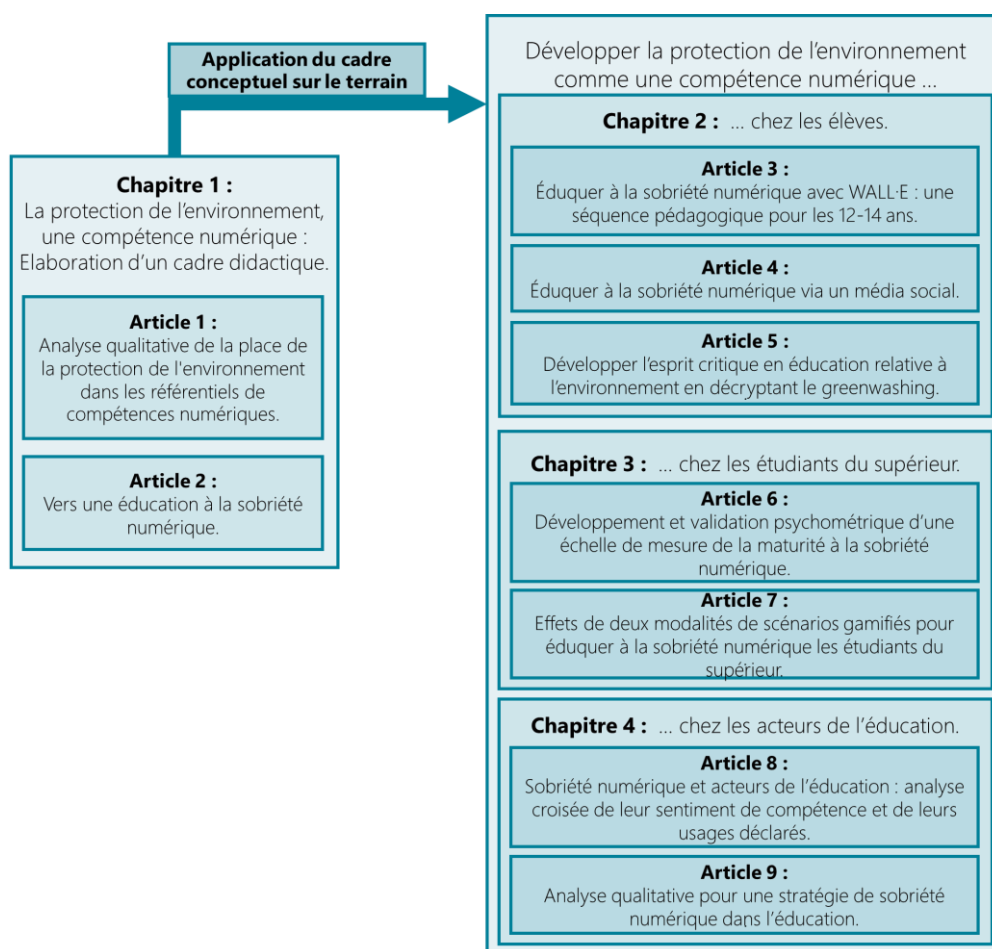


Figure 1. Structure de cette recherche doctorale en articles

² Certains articles ayant été publiés ou soumis dans des revues en anglais, ils apparaissent donc en anglais. Cependant, une traduction française est à chaque fois disponible dans les annexes de ce manuscrit.

Comme indiqué précédemment, l'objectif central de cette recherche était d'élaborer un cadre conceptuel et didactique pour développer la protection de l'environnement comme une compétence numérique, et ainsi poser les bases d'une éducation à la sobriété numérique. Le **chapitre 1** est consacré à ce travail d'élaboration. L'**article n°1** propose une analyse qualitative de la place de la protection de l'environnement et des enjeux de durabilité dans différents référentiels de compétences numériques à travers le monde. Cette première étape a permis d'identifier les connaissances et capacités à acquérir. Ces résultats ont conduit à la formulation d'un cadre conceptuel et didactique, présenté dans l'**article n°2** : *Vers une éducation à la sobriété numérique*.

Une fois ce cadre de transposition didactique posé, nous avons souhaité l'expérimenter sur le terrain auprès de différents publics. Le **chapitre 2** explore ainsi le développement de la protection de l'environnement comme compétence numérique chez **les élèves** de l'enseignement obligatoire, en particulier les adolescents de 11 à 14 ans, en Fédération Wallonie-Bruxelles (Belgique). Trois études de cas sont présentées. L'**article n°3** décrit un dispositif d'apprentissage mobilisant une approche socio-constructiviste et s'appuyant sur le film de fiction *WALL-E*. L'**article n°4** analyse les effets d'une campagne de sensibilisation menée via Instagram, conçue comme un dispositif de *micro-learning*. Enfin, l'**article n°5** s'intéresse au développement de l'esprit critique des élèves à travers le décryptage du greenwashing technologique.

Le **chapitre 3** porte sur un autre public : les **étudiants de l'enseignement supérieur**, qui constituent également des citoyens en devenir face aux enjeux environnementaux. Il comprend deux articles complémentaires. L'**article n°6** présente la conception et la validation de l'Échelle de Maturité à la Sobriété Numérique (EMSN), développée comme outil d'évaluation et de positionnement. Cet outil est ensuite

mobilisé dans l'**article n°7**, qui évalue les effets de deux scénarios gamifiés visant à éduquer les étudiants à la sobriété numérique.

Le **chapitre 4** se concentre quant à lui sur les **acteurs de l'éducation**, à savoir les enseignants, les technopédagogues, les directeurs d'établissement scolaire ou encore les animateurs éducatifs. L'**article n°8** propose une analyse croisée de leurs représentations, de leurs usages déclarés et de leur sentiment de compétence. À partir de ces besoins identifiés, des ateliers de sensibilisation ont été conçus, dans lesquels les enseignants ont élaboré des chartes de sobriété numérique. Ces productions constituent la base de l'**article n°9**, qui analyse qualitativement ces pistes d'action pour proposer une stratégie de sobriété intégrée à l'éducation.

Enfin, cette dissertation doctorale se clôt par une **discussion générale et une conclusion**. La discussion met en avant trois constats centraux : la nécessité de développer cette compétence numérique le plus tôt possible, son rôle en tant que compétence citoyenne, et sa portée systémique, bien au-delà d'un simple objet à enseigner. Elle formule également des **recommandations didactiques et pédagogiques** à destination de l'ensemble des acteurs de l'éducation, ainsi que des **recommandations pour la recherche**, ouvrant la voie à de nombreuses perspectives et prolongements.

La conclusion propose une lecture réflexive de la thèse soutenue : **la protection de l'environnement peut être enseignée comme une compétence numérique, à condition de la traduire par une transposition didactique et de l'outiller par des dispositifs pédagogiques adaptés.**

II. Présentation des éléments méthodologiques

1. Introduction des éléments méthodologiques

Dans le cadre de cette dissertation doctorale rédigée sous la forme d'articles, l'élaboration d'une note méthodologique transversale apparaît nécessaire. En effet, si chacun des articles répond à des objectifs spécifiques en mobilisant une méthodologie propre, l'ensemble de la dissertation doit néanmoins témoigner d'une cohérence scientifique globale. La présentation de ces éléments méthodologiques vise ainsi à expliciter les choix opérés et à les mettre en perspective, tout en soulignant la complémentarité des approches retenues.

La recherche en sciences de l'éducation se caractérise par une pluralité méthodologique qui constitue à la fois sa spécificité et sa richesse (Isambert-Jamati, 2020). Analyses documentaires, expérimentations pédagogiques, enquêtes quantitatives ou encore études qualitatives peuvent être combinées pour appréhender des objets complexes (Mialaret, 2009). L'éducation à la sobriété numérique, qui constitue le fil conducteur de cette recherche doctorale, illustre particulièrement ce besoin d'une approche plurielle, articulant exploration théorique, observation de terrain, expérimentations pédagogiques et développement d'outils de mesure.

Dans cette perspective, la présente note méthodologique poursuit un double objectif. Il s'agit, d'une part, de mettre en lumière la diversité des démarches qui structurent les neuf articles constituant cette dissertation. D'autre part, il convient d'analyser leur cohérence interne,

en montrant comment ces choix méthodologiques, parfois hétérogènes en apparence, participent d'une stratégie cumulative et complémentaire de production de savoirs (Anadón, 2019).

2. Typologie des démarches méthodologiques mobilisées

Cette dissertation s'articule autour de neuf études qui mobilisent des démarches méthodologiques variées. Il est possible de regrouper ces démarches en six grandes catégories.

2.1. Approches documentaires et conceptuelles (Articles n°1 et n°2)

Les deux premiers articles s'inscrivent dans une logique d'analyse documentaire et de revue conceptuelle. L'article n°1 mobilise la méthodologie de *scoping review* (Arksey & O'Malley, 2005) afin de cartographier la place accordée à la protection de l'environnement dans les cadres de compétences numériques. L'article n°2, quant à lui, propose une revue de littérature théorique visant à élaborer un cadre conceptuel de l'éducation à la sobriété numérique. Comme le rappellent Sacré et al. (2021), ce type de démarche permet de clarifier des concepts encore émergents et d'identifier les lacunes persistantes dans la littérature existante.

2.2. Études de cas et analyses de l'effet d'interventions pédagogiques (Articles n°3, n°4 et n°5)

Les articles n°3, n°4 et n°5 adoptent une posture exploratoire en expérimentant des dispositifs pédagogiques en contexte scolaire. Inscrites dans une logique de recherche-action, ces études mobilisent des approches mixtes (Pinard et al., 2004), combinant données quantitatives (pré-test/post-test, calculs de gains relatifs, tests

statistiques non paramétriques) et qualitatives (analyse de contenu des questions ouvertes et d'entretiens, observations indirectes). Ces démarches permettent d'évaluer à la fois la faisabilité et l'efficacité de séquences d'enseignement sur la sobriété numérique, dans une logique de quasi-expérimentation.

Pour analyser les dispositifs technopédagogiques, nous avons mobilisé le cadre proposé par Temperman (2013), qui distingue trois dimensions:

- le produit, permettant d'évaluer la progression de l'individu, son niveau de maîtrise, le transfert des apprentissages et l'équité ;
- le processus, qui analyse l'environnement d'apprentissage à partir de différentes traces (réalisations, temps engagé, interactions, etc.);
- la perception, portant sur la satisfaction, l'utilité, l'utilisabilité, l'efficacité et la motivation ressenties par les apprenants.

Dans chacune des études, ces dimensions ont été utilisées comme grille de lecture pour concevoir la méthodologie qui permet de répondre aux questions de recherche ainsi que de structurer la collecte et l'analyse des données.

2.3. Recherche instrumentale et psychométrie (Article n°6)

L'article n°6 adopte une perspective instrumentale, visant à élaborer et à valider un outil de mesure de la maturité à la sobriété numérique des citoyens destiné à être mobilisé dans les travaux ultérieurs. La méthodologie employée s'inspire de la démarche de développement et de validation proposée par Nleme Ze et Molinari (2022) pour la construction d'échelles psychométriques.

Conformément aux standards de la psychométrie (André et al., 2015 ; Gehlbach & Brinkworth, 2011), la démarche a combiné analyses factorielles exploratoires et confirmatoires, tests de fiabilité interne

(alpha de Cronbach) et étude des corrélations entre les différentes dimensions. Cette orientation témoigne d'une volonté de rigueur méthodologique en proposant un instrument robuste et transférable dans d'autres contextes de recherche.

2.4. Démarches quasi-expérimentales (*Articles n°4 et n°7*)

Deux études reposent sur des dispositifs quasi-expérimentaux, une méthodologie utilisée, depuis longtemps, dans la recherche en éducation, car elle permet de tester des interventions dans des contextes réels (De Landsheere, 1982). La quasi-expérimentation reprend la logique de l'expérimentation, en manipulant une ou plusieurs variables indépendantes (ex. : une méthode pédagogique) afin d'observer ses effets sur une variable dépendante, mais sans randomisation complète ni contrôle total des variables parasites (Tricot, 2007). Cette démarche est particulièrement adaptée aux contextes scolaires, où les groupes sont préexistants.

L'article n°4 met en œuvre une quasi-expérimentation visant à comparer deux groupes d'élèves : l'un ayant bénéficié d'une médiation pédagogique après une campagne de sensibilisation sur les réseaux sociaux, l'autre n'ayant pas participé à cette médiation. L'objectif était de mesurer les effets différentiels sur l'acquisition des connaissances.

L'article n°7, pour sa part, propose une expérimentation pédagogique comparée en confrontant deux scénarios éducatifs distincts, centrés respectivement sur l'action individuelle et sur l'action collective. Inspiré des travaux de Temperman et al. (2012), le dispositif mobilise un design pré-test/post-test avec répartition aléatoire des participants en deux groupes. L'analyse s'appuie sur des traitements statistiques afin de mesurer les effets différentiels sur la motivation, la maturité numérique et le sentiment d'efficacité collective. Dans cette démarche quasi-

expérimentale, les dimensions de la perception et du produit, identifiées par Temperman (2013), ont été privilégiées.

2.5. Enquête par questionnaire (*Article n°8*)

L'article n°8 adopte une méthodologie classique en sciences de l'éducation : l'enquête par questionnaire. Cette approche quantitative permet de recueillir des données auprès d'un large échantillon de participants et d'analyser les corrélations entre différents facteurs (Parizot, 2012).

Dans le cadre de cette étude, l'enquête visait à recueillir le sentiment de compétence en matière de sobriété numérique ainsi que les usages numériques écoresponsables déclarés par les acteurs de l'éducation. L'objectif était de dégager des tendances générales et d'identifier les variables explicatives des comportements, contribuant ainsi à une meilleure compréhension des conditions d'appropriation de la sobriété numérique.

2.6. Analyses qualitatives appliquées (*Articles n°1 et n°9*)

Deux articles mobilisent une méthodologie d'analyse qualitative de contenu, permettant d'interroger et d'interpréter en profondeur les données, afin de favoriser l'émergence de catégories et de mieux comprendre les phénomènes étudiés (Wanlin, 2007). Les deux études se distinguent toutefois par le type de codage employé : inductif ou déductif (Niang, 2022).

L'article 1 repose sur un codage inductif. L'analyse d'un corpus documentaire constitué de 63 référentiels de compétences numériques a permis de dégager des catégories émergentes sans schéma préalable.

L'article 9, quant à lui, mobilise une analyse qualitative de chartes produites lors d'ateliers de sensibilisation. Cette démarche s'inscrit

dans une perspective d'analyse des traces d'apprentissage (Romero, 2019), où les productions écrites sont considérées comme des artefacts révélateurs de représentations et d'engagements (Albero, 2013). Dans ce cas, un codage thématique déductif a été appliqué, en s'appuyant sur la grille du label Numérique Responsable dans l'éducation (DRANE de Lyon, 2022). Cette méthode, qui consiste à appliquer un schéma de codage préétabli aux données (Niang, 2022), illustre une approche de recherche appliquée et participative, attentive aux traces laissées par les acteurs éducatifs dans un processus de co-construction.

3. Instruments et outils méthodologiques

Une large palette d'instruments de collecte de données a été mobilisée dans le cadre de cette recherche doctorale, reflétant la diversité des démarches adoptées. Ces instruments relèvent à la fois d'approches quantitatives (questionnaires standardisés, échelles de mesure, tests de connaissances) et qualitatives (analyses de contenu, productions d'élèves, chartes collaboratives).

3.1. Questionnaires et tests de connaissances

Dans plusieurs articles (n°3, n°4 et n°5), des questionnaires administrés en pré- et post-tests ont été utilisés afin d'évaluer l'évolution des connaissances et les pratiques des apprenants en lien avec la sobriété numérique. Ces questionnaires, adaptés au public visé, comprenaient :

- des tests de connaissances sur l'impact environnemental du numérique ;
- des questions fermées sur les pratiques numériques ;
- des questions ouvertes permettant de recueillir représentations et perceptions subjectives.

Ces instruments visaient à mesurer l'évolution des apprentissages, notamment à l'aide du calcul des gains relatifs (D'Hainaut, 1975),

largement utilisé en sciences de l'éducation pour apprécier la progression des élèves et étudiants (Temperman, 2013).

3.2. Échelles de mesure validées

La recherche doctorale s'appuie également sur des échelles psychométriques et éduométriques, permettant une mesure fine et fiable de dimensions latentes :

- **L'Échelle de Maturité à la Sobriété Numérique (EMSN)**, développée et validée dans l'article n°6, constitue un des outils. Elle évalue à la fois la compétence perçue (numérique, écologique et sobriété numérique) et les pratiques responsables (navigation, communication, gestion, consommation).
- **L'Échelle de Motivation vis-à-vis des Comportements Écologiques (EMCE)** (Pelletier et al., 1997), mobilisée dans l'article n°7, permet d'analyser la diversité des formes de motivation (intrinsèque, identifiée, intégrée, extrinsèque, amotivation) dans l'adoption de comportements numériques écoresponsables.

3.3. Données qualitatives relatives à la perception

Dans certains articles (n°3, n°4, n°5 et n°9), des entretiens semi-directifs et des réponses ouvertes ont été mobilisés. Ces outils visent à :

- recueillir le ressenti des enseignants et des étudiants sur les dispositifs pédagogiques ;
- identifier les obstacles rencontrés et les leviers d'engagement ;
- enrichir l'analyse par des données qualitatives venant compléter les mesures quantitatives.

L'articulation de ces données permet de croiser des dimensions objectives (tests, scores, indicateurs) et subjectives (perceptions, interprétations), renforçant ainsi la validité des résultats (Pinard et al., 2004).

3.4. Productions d'élèves et d'enseignants

Plusieurs dispositifs pédagogiques (articles n°5 et n°9) ont conduit les participants à produire des artefacts éducatifs (Albero, 2013), tels que des chartes d'éco-gestes numériques ou des affiches publicitaires collaboratives. Ces documents constituent de véritables traces d'apprentissage, qu'il est possible d'analyser comme des indicateurs de compréhension ou des leviers de conscientisation.

4. Choix et présentation des tests statistiques mobilisés

La diversité des objets et des designs de recherche mobilisés dans cette recherche doctorale a nécessité le recours à une variété de traitements statistiques. Ceux-ci ont été réalisés à l'aide du logiciel JASP 0.16.4.0.

Le tableau 1 synthétise les principales méthodes statistiques mobilisées dans les neuf articles, en explicitant pour chacune leur finalité.

Tableau 1 : Méthodes statistiques mobilisées dans le cadre de la thèse

Méthodes d'analyse mobilisées	Description et usage
Statistiques descriptives (moyennes, écarts-types, fréquences, pourcentages)	Utilisées dans la quasi-totalité des articles, elles permettent de résumer et présenter l'ensemble des données recueillies (profil des échantillons, niveaux de sensibilité écologique, pratiques numériques). Elles constituent une étape préalable incontournable avant des analyses plus complexes.
Test de Shapiro–Wilk	Permet de vérifier la normalité de la distribution des données quantitatives (Kinneer & Gray, 2010). Cette étape est déterminante pour décider de l'usage de tests paramétriques ou non paramétriques.
t de Student (apparié ou indépendant)	Test paramétrique comparant les moyennes de deux échantillons (Kinneer & Gray, 2010). La version appariée s'applique aux mesures répétées (pré-test/post-test), tandis que la version indépendante

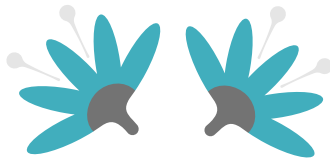
	compare deux groupes distincts. Il suppose la normalité et l'homogénéité des variances.
Test U de Mann-Whitney	Alternative non paramétrique au test t de Student pour échantillons indépendants. Il compare les rangs des valeurs entre deux groupes lorsque les données ne respectent pas la normalité (Kinnear & Gray, 2010).
Corrélation de Pearson (r)	Mesure l'association linéaire entre deux variables quantitatives. Le coefficient varie entre -1 et +1, indiquant la direction et la force de la relation (Kinnear & Gray, 2010).
Analyse en composantes principales (ACP)	Méthode de réduction de dimension permettant d'identifier des facteurs latents dans un ensemble d'items corrélés. En psychométrie, elle est utilisée pour explorer la structure factorielle d'un instrument et vérifier sa validité (Costello & Osborne, 2019).
Alpha de Cronbach (α)	Indice de cohérence interne évaluant la fiabilité d'une échelle (Cronbach, 1951). Une valeur supérieure à 0,70 est généralement jugée acceptable, tandis qu'une valeur trop élevée (>0,90) peut signaler une redondance excessive entre items.
Cohen's Kappa (κ)	Indice de concordance inter-juges prenant en compte l'accord dû au hasard (Landis & Koch, 1977). Il est utilisé dans les articles mobilisant un codage qualitatif par plusieurs évaluateurs.
Gain relatif (ou perte relative)	Indicateur pédagogique permettant d'évaluer l'efficacité d'un dispositif d'apprentissage entre pré-test et post-test. Le calcul neutralise les effets de plafond et de plancher. La formule du gain relatif, selon d'Hainaut (1975) : $\text{Gain} = \frac{(\text{Score final} - \text{Score initial})}{(\text{Score maximum} - \text{Score initial})} \times 100$ En cas de baisse de performance, on utilise la formule de perte relative. $\text{Perte} = \frac{(\text{Score initial} - \text{Score final})}{\text{Score initial}} \times 100$

5. Considérations éthiques

L'ensemble des recherches menées dans le cadre de cette recherche doctorale a été conduit dans le strict respect des principes éthiques propres aux sciences de l'éducation et en conformité avec le Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD). Les participants ont systématiquement été informés des objectifs de la recherche et ont donné leur consentement éclairé avant de prendre part aux enquêtes, expérimentations ou ateliers proposés. Dans les cas impliquant des mineurs, l'accord institutionnel de l'établissement scolaire a été obtenu en amont, garantissant ainsi une démarche respectueuse et encadrée.

Toutes les données recueillies ont fait l'objet d'un processus d'anonymisation et de pseudonymisation : chaque participant a été identifié par un code unique, sans conservation d'informations nominatives, ce qui assure la confidentialité des données. Aucune donnée à caractère sensible (par exemple, relative à la santé, aux convictions ou à l'orientation des participants) n'a été collectée. De plus, les évaluations de performance réalisées dans le cadre des dispositifs expérimentaux n'ont eu aucune conséquence sur le parcours scolaire, académique ou professionnel des participants, ce qui garantit une participation libre de toute pression.

Enfin, un Data Management Plan (DMP) a été élaboré via la plateforme DMPonline.be et validé par la Déléguée à la Protection des Données (DPO) de l'Université de Mons. Ce document précise l'ensemble des procédures mises en place pour protéger les données personnelles, encadrer leur stockage et assurer un traitement rigoureusement conforme aux exigences du RGPD.



Chapitre 1

La protection de l'environnement, une compétence numérique : élaboration d'un cadre didactique

I. Introduction du chapitre 1

Dans un contexte marqué par l'aggravation de la crise climatique, il devient essentiel de repenser nos rapports au numérique à la lumière des enjeux environnementaux. La question de la durabilité ne peut plus être pensée indépendamment des usages technologiques contemporains. La transition écologique et la transition numérique, longtemps considérées comme deux dynamiques parallèles, tendent aujourd'hui à se croiser (Monnoyer-Smith, 2017), notamment dans les domaines de l'éducation et de la formation (Giannini, 2024). Cette convergence soulève une question centrale à laquelle ce chapitre tente d'apporter des éléments de réponse : le numérique peut-il, et doit-il, participer à la construction d'une citoyenneté écoresponsable ?

Cette interrogation prend appui sur un constat déjà présent dans certains référentiels institutionnels. Ainsi, dans le cadre européen de compétence numérique (*DigComp*), la protection de l'environnement est identifiée comme une composante à part entière parmi l'ensemble des compétences numériques à développer (Carretero et al., 2017). Cette reconnaissance implique que les citoyens soient non seulement sensibilisés à l'impact écologique de leurs usages numériques, mais également en mesure d'adopter des comportements plus sobres, critiques et responsables.

Ce chapitre s'ouvre sur une analyse des cadres de compétences numériques existants à travers une revue systématique de soixante-trois référentiels produits à différentes échelles, nationale et internationale. En s'inspirant de la méthodologie proposée par Tremblay et Poellhuber (2022), notre premier article adopte une approche qualitative pour examiner la place accordée à la protection de l'environnement dans ces documents de référence. Trois dimensions

principales se dégagent de cette analyse : la compréhension des impacts environnementaux des technologies, l'adoption de comportements numériques responsables, et l'usage du numérique comme levier pour soutenir des formes de développement plus durables. Cette étude vise à clarifier les contours encore flous d'une compétence numérique écoresponsable, dont l'intégration reste inégale selon les contextes éducatifs.

Notre deuxième article, publié dans la revue *Humanités numériques*³, prolonge cette réflexion en l'inscrivant dans une perspective plus didactique. Il s'appuie sur le concept de transposition didactique, tel que défini par Chevallard (1985), qui désigne le processus de transformation d'un savoir savant (ici, les connaissances scientifiques relatives à l'impact du numérique sur l'environnement) en savoirs à enseigner, puis en savoirs enseignés. Intitulé « *Vers une éducation à la sobriété numérique* » et publié en 2022, cet article propose de conceptualiser une nouvelle compétence du XXI^e siècle, située à la croisée des humanités numériques et des sciences de l'environnement. À partir du constat d'une empreinte numérique croissante, souvent invisible et socialement peu discutée, il défend l'idée d'une éducation orientée vers l'émergence de gestes écoresponsables, fondée sur une approche critique, systémique et engagée. Dans une démarche holistique, l'éducation à la sobriété numérique y est pensée comme une réponse pédagogique et politique à la double transformation (écologique et numérique) qui affecte nos sociétés.

Pour envisager la transposition didactique de cette compétence, qui fera l'objet des chapitres suivants, il convient d'identifier et d'articuler un ensemble de savoirs scientifiques, de notions technologiques ainsi

³ Descamps, S., Temperman, G. et De Lièvre, B. (2022). Vers une éducation à la sobriété numérique. *Humanités numériques*, 5. <https://doi.org/10.4000/revuehn.2858>.

que de concepts civiques et éthiques. Ces éléments doivent ensuite être intégrés dans un cadre d'enseignement cohérent et pertinent (Reuter, 2004). En articulant ces deux contributions, l'une analytique et l'autre conceptuelle, ce chapitre vise à poser les bases d'un cadre théorique et éducatif de la protection de l'environnement comme compétence numérique. Il ambitionne ainsi de fournir aux acteurs de l'éducation des repères pour former les futurs citoyens.

II. Article n° 1 : Qualitative analysis of the importance of protecting the environment within digital competence frameworks.

Citation : Sarah Descamps, Gaëtan Temperman et Bruno De Lièvre, « Qualitative analysis of the importance of protecting the environment within digital competence frameworks », soumis à la revue « Discover Education », le 12 octobre 2025 (en cours de relecture).



Abstract: In a context of climate emergency and increasing digitalization of societies, this article analyzes how environmental issues are integrated into digital competence frameworks. Drawing on a scoping review methodology (Arksey & O'Malley, 2005) combined with an inductive analysis (Miles et al., 2023), 63 frameworks were examined. The results of our analyses show a notable evolution: while sustainability was rarely mentioned before 2013, since 2020 it has become a systematic theme. Three main dimensions emerge: understanding the environmental impact of technologies, adopting responsible digital behaviours, and using technologies to support sustainable development. This competence also intersects with ethical, social, economic, and health-related issues. The study highlights the strategic role of teachers in increasing the consideration of sustainability in digital competences, while emphasising the need to improve this integration in educational practices.

Keywords: DigComp, GreenComp, Protecting the environment, Scoping review, Digital literacy.

⁴ La traduction de l'article est aussi disponible dans les annexes (p. [V](#)).

Résumé (en français) : Dans un contexte d'urgence climatique et de numérisation croissante des sociétés, cet article analyse comment les référentiels de compétences numériques intègrent les enjeux environnementaux. En mobilisant une méthodologie de scoping review (Arksey & O'Malley, 2005) combinée à une analyse inductive (Miles et al., 2023), 63 référentiels ont été examinés. Les résultats issus de nos analyses montrent une évolution notable : si avant 2013 la durabilité était rarement évoquée, depuis 2020 elle est devenue une thématique systématique. Trois dimensions principales émergent : la compréhension de l'impact environnemental des technologies, l'adoption de comportements numériques responsables, et l'utilisation des technologies au service du développement durable. Cette compétence croise également les enjeux éthiques, sociaux, économiques et de santé. L'étude souligne le rôle stratégique des enseignants pour une prise en compte croissante de la durabilité dans les compétences numériques, tout en soulignant la nécessité d'améliorer cette intégration dans les pratiques éducatives.

Mots-clés : Compétence numérique, Compétence durabilité, Protection de l'environnement, Scoping review, Littératie numérique.

1. Introduction

The climate emergency, along with the establishment of clear objectives to address environmental challenges (particularly through the Sustainable Development Goals, UN, 2015), combined with the pervasive presence of digital technologies in contemporary societies, compels a rethinking of the competences expected of 21st-century citizens (Ferrari, 2013 ; Vuorikari, Kluzer & Punie, 2022 ; Bianchi et al., 2022). Long considered as two separate domains, digital technology and sustainability are increasingly converging, especially in educational discourse and competence frameworks. For instance, environmental

protection is listed as one of the 21 digital competences in the *DigComp* framework (Ferrari, 2013, Vuorikari, Kluzer, & Punie, 2022).

However, while the integration of digital technologies into educational curricula is now well documented (Tremblay & Poellhuber, 2022), the way in which environmental issues are addressed remains largely unexplored. How is environmental protection integrated into digital competences? Is it treated as a marginal aspect or as a structuring dimension?

This article aims to shed light on these questions through a qualitative analysis of digital competence frameworks, using a scoping review methodology (Arksey & O'Malley, 2005, Munn et al., 2022) combined with an inductive analysis approach (Miles, Huberman, & Saldaña, 2023). By examining the discourse and content related to the environmental implications of digital technology, the objective is to better understand how this digital competence is being constructed.

2. Literature Review

2.1. Digital competences in digital education

Over the past few decades, digital tool proficiency has gradually evolved from a peripheral technical skill to a central competence within contemporary educational systems. As early as the late 20th century, Gilster (1997) introduced the concept of digital literacy, defined as the set of knowledge and skills required to use computers and the Internet effectively. He already identified several key competences, such as critical evaluation of information, hyperlink navigation, information retrieval, and the ability to organize knowledge.

In 2006, the European Commission recognized digital competence as one of the eight key competences for lifelong learning. This recognition

was accompanied by a definition that went beyond mere technical ability, referring to the safe and critical use of technology (European Commission, 2006), thereby signalling a shift toward a more holistic approach.

During the 2010s, the notion of digital competence expanded to include cognitive, critical, and creative dimensions. Ferrari (2013) proposed a broader definition: “confident, critical and creative use of ICT to achieve goals related to work, employability, learning, leisure, inclusion and/or participation in society” (p. 2). This formulation highlights the user's ability to engage with technology autonomously, judiciously, and inventively. It is in this context that the European *DigComp* reference framework was developed. In its first area, titled “Information,” we find competences similar to those described by Gilster (1997), alongside additional dimensions such as “Communication,” “Content creation,” “Safety,” and “Problem solving” (see Table 2).

Table 2 : Digital competences in DigComp (Ferrari, 2013, p. 5)

Competence areas	Competence
1. Information	1.1. Browsing, searching and filtering information
	1.2. Evaluating Information
	1.3. Storing and retrieving information
2. Communication	2.1. Interacting through technologies
	2.2. Sharing information and content
	2.3. Engaging in online citizenship
	2.4. Collaborating through digital channels
	2.5. Netiquette
	2.6. Managing digital identity

3. Content creation	3.1. Developing content
	3.2. Integrating and re-elaborating
	3.3. Copyright and Licences
	3.4. Programming
4. Safety	4.1. Protecting devices
	4.2. Protecting personal data
	4.3. Protecting health
	4.4. Protecting the environment
5. Problem solving	5.1. Solving technical problems
	5.2. Identifying needs and technological responses
	5.3. Innovating and creatively using technology
	5.4. Identifying digital competence gaps

In parallel, several researchers in the field of education (Brotcorne & Valenduc, 2009, Papi, 2012, Gallardo-Echenique et al., 2015) emphasize the increasing complexity of digital competences. Papi (2012) in particular highlights that, in the 21st century, most professional and educational activities require rapid adaptation to a variety of digital uses. He warns against the illusion of competence: although younger generations are familiar with technologies, this does not guarantee true mastery, particularly regarding critical and ethical uses, thereby reinforcing new forms of inequality.

According to Brotcorne & Valenduc (2009), this shift from simple “technical skill” to a genuine “digital culture” therefore involves not only know-how but also attitudes (soft skills) and critical awareness (critical thinking and ethical consciousness).

In a literature review, Pettersson (2018) observes that the concepts of digital competence, digital pedagogy, digital literacy, and ICT competence are often used interchangeably. This semantic proliferation tends to blur conceptual boundaries while reflecting the

strategic importance of the topic in educational policies. Other authors (Tremblay & Poellhuber, 2022) identify a relative consensus around 21st-century competences, which include collaboration, communication, citizenship, critical thinking, creativity, problem-solving, digital literacy, and information literacy (Chalkiadaki, 2018, van Laar et al., 2020).

At the European level, the identification of a common framework has become a key driver for digital education. Version 2.1 of *DigComp*, published in 2017, outlines eight proficiency levels ranging from beginner (A1) to expert (C2) (Carretero et al., 2017). The most recent version, *DigComp 2.2* (Vuorikari et al., 2022), includes current developments contextualised to emerging technologies, such as artificial intelligence, connected objects and big data, in order to maintain the relevance of the framework in a constantly changing environment.

DigComp has thus become a central reference in education and training policies across Europe. It informs the development of assessment tools, training pathways, and national action plans, such as the “*Brevet Informatique et Internet*” in France (Ministère éducation nationale jeunesse vie associative, 2011), the Common Digital Competence Framework for Teachers (CDCFT) in France (INTEF, 2017), and the framework for Manual, Technical, Technological, and Digital Education (FMTTN) in Belgium (Fédération Wallonie-Bruxelles, 2022). In parallel, a specific framework has been developed for education professionals: *DigCompEdu* (Punie & Redecker, 2017). This framework identifies 22 digital competences that teachers should master, organized into six areas: (1) Professional Engagement, (2) *Digital Resources*, (3) *Teaching and Learning*, (4) *Assessment*, (5) *Learner Empowerment*, (6) and “*Facilitating Learners’ Digital Competence*.”

2.2. Competences for sustainability in Green Education

Green Education gradually emerged in the 1970s, in a context of growing global awareness of ecological issues. Unlike digital literacy, which is more recent, Green Education has a longer history within the educational field. Villemagne (2010) retraces the major stages of its development. The Stockholm Conference (1972) marked a turning point by officially recognizing the global scope of environmental problems and emphasizing the need for an international educational response (Kiss & Sicault, 1972). Three years later, the Belgrade Charter (1975) clarified the goals and founding principles of Green Education by establishing close links between environmental protection, social justice, and economic development, while asserting the deeply political nature of environmental education (Gough, 2006). The Intergovernmental Conference in Tbilisi (1977) consolidated these foundations by defining the main pedagogical orientations and calling for a transition from awareness to action.

Green Education gradually developed into a fully-fledged educational field, aiming to transform individuals' relationships with their environment (Villemagne, 2010). In the 1980s and 1990s, it increasingly aligned with the concept of sustainable development. The Moscow Conference (1987) proposed an action plan in this direction, while also highlighting the challenges of institutionalizing Green Education within traditional education systems (Gough, 2006). This conceptual shift toward Education for Sustainable Development (ESD) marked a significant evolution: the approach moved from a nature-centered vision to a systemic perspective that integrates the ecological, social, and economic dimensions of sustainability (Villemagne, 2010).

Following major international conferences, numerous initiatives were launched to strengthen ESD at a global scale. The United Nations

Decade of Education for Sustainable Development (2005–2014), coordinated by UNESCO (2005), aimed to mobilize both formal and informal education systems around sustainability principles. This momentum is now part of the 2030 Agenda and the 17 Sustainable Development Goals (SDGs). Target 4.7 states that, by 2030, all learners should acquire the knowledge and skills needed to promote sustainable development (UN, 2015). In this perspective, green education is both a distinct training domain and a transversal lever to achieve the SDGs (Akinsemolu & Onyeaka, 2025).

In the wake of this international mobilization, the concept of competences for sustainability has gained prominence in educational discourse. The goal is no longer limited to the transmission of environmental knowledge, but aims to foster an integrated set of skills, attitudes, and values that enable learners to act in support of the ecological transition (Gough, 2005, Rieckmann, 2018). As early as the 2000s, researchers in education and sustainability proposed key competence frameworks. Wiek et al. (2011) identified five core competences: systems thinking, anticipatory thinking, normative thinking, strategic capacity, and collaboration. These proposals have since been taken up and expanded in subsequent work.

UNESCO (2017) proposes a widely recognized synthesis, structured around eight cross-cutting competences considered essential in addressing contemporary challenges:

1. Systems thinking: the ability to understand interrelationships within social, economic, and natural systems.
2. Critical thinking: the analysis of unsustainable norms, values, and practices.
3. Anticipatory competence: the ability to envision possible futures and alternative scenarios.

4. Normative competence: the identification and clarification of sustainability values.
5. Strategic competence: the planning of concrete and transformative actions.
6. Collaboration competence: the ability to cooperate and solve problems collectively.
7. Self-awareness: reflexivity regarding one's actions, attitudes, and values.
8. Integrated problem-solving: a creative and holistic approach to complex, multidimensional situations.

According to Rieckmann (2018), these competences form the foundation enabling individuals to become critical and systemic thinkers, endowed with agency and capable of designing innovative responses to socio-ecological challenges.

Based on this theoretical framework, several reference models have been developed at both national and international levels. In Europe, the European Commission launched the creation of a sustainability competence framework: *GreenComp*, published in January 2022 (Bianchi et al., 2022). This framework defines sustainability competences as an integrated set of knowledge, skills, and attitudes that enable individuals to live, work, and act in a sustainable way. It identifies 12 competences grouped into four interdependent, non-hierarchical areas (see Table 3).

Table 3 : Sustainability Competences in *GreenComp* (Bianchi et al., 2022, pp. 14–15)

Area	Competence
1. Embodying sustainability values	1.1. Valuing sustainability
	1.2. Supporting fairness
	1.3. Promoting sustainability

2. Embracing complexity in sustainability	2.1. Systems thinking
	2.2. Critical thinking
	2.3. Problem framing
3. Envisioning sustainable futures	3.1. Futures literacy
	3.2. Adaptability
	3.3. Exploratory thinking
4. Acting for sustainability	4.1. Political agency
	4.2. Collective action
	4.3. Individual initiative

In education, the preferred approach remains the cross-curricular integration of sustainability themes into existing subjects, rather than the implementation of dedicated ESD courses. However, this “*curricular infusion*” strategy has its limitations: it risks diluting content by spreading ESD across multiple disciplines without clear visibility or pedagogical coherence (Villemagne, 2010). Researchers thus emphasize the need to train teachers in interdisciplinarity, project-based pedagogy, and transformative approaches (Mappin & Johnson, 2005). In this perspective, Sezen-Barrie et al. (2025) stress the emotional dimension of learning in ESD, integrating not only interdisciplinary approaches but also spaces for cultivating learners’ hope and well-being.

Educational research today reveals a wide diversity of currents in Environmental Education (EE), which Sauvé (2017) identifies in detail: naturalist, conservationist, problem-solving, systemic, scientific, mesological, moral/ethical, holistic, ethnographic, eco-formative, bioregionalist, praxical, social-critical, feminist, sustainability-focused, and eco-citizenship-centered.

From a pedagogical perspective, the literature highlights the importance of active, participatory, and experiential approaches

(Sezen-Barrie et al., 2025, Akinsemolu & Onyeaka, 2025). These competences cannot be transmitted through traditional didactic instruction: they are developed through concrete experiences, collective projects, critical reflection, and meaningful action. Several studies confirm that learner-centered, action-oriented approaches grounded in authentic contexts foster the development of competences such as critical thinking, collaboration, agency, and creative problem-solving (Rieckmann, 2018).

2.3. Protecting the environment, a digital competence

The integration of “*Protecting the environment*” into digital competence frameworks illustrates the gradual convergence between the two domains discussed previously. From its first version, the European *DigComp* framework includes an explicit environmental dimension. In *DigComp 1.0* (Ferrari, 2013), the fourth competence area, titled “*Safety*,” is not limited to cybersecurity or privacy protection issues. It also includes a competence entitled “*Protecting the environment*,” defined as the ability to “*be aware of the impact of ICT on the environment*” (Ferrari, 2013, p. 31). Alongside competences such as “*protecting devices*,” “*protecting personal data*,” and “*protecting health and well-being*,” this competence reflects a holistic approach to digital safety that incorporates ecological awareness.

In practical terms, in *DigComp 1.0* (Ferrari, 2013), the competence is associated with still modest expectations: users are expected to recognize that digital technology usage consumes energy and natural resources, and to adopt a few simple behaviours to limit this impact, such as switching off unused devices to save energy. The emphasis at this stage is mainly on general awareness of the negative environmental effects of information and communication technologies (ICT).

Over successive updates to the framework, the “*Protecting the environment*” competence has undergone significant development, reflecting growing awareness of the importance of digital sobriety and eco-responsibility. Starting with *DigComp 2.1* (Carretero et al., 2017), the framework introduces a more refined structure of competence levels, distinguishing eight proficiency levels, from level 1 (foundation) to level 8 (highly advanced). This progression allows for a more precise modelling of how environmental competence can develop, from a beginner user aware of basic issues to an expert user capable of designing and implementing eco-responsible digital practices (see Table 4).

Table 4 : Proficiency levels for the “Protecting the environment” competence (Carretero & al., 2017, p. 39)

Foundation	1	At basic level and with guidance, I can: recognise simple environmental impacts of digital technologies and their use.
	2	At basic level and with autonomy and appropriate guidance where needed, I can: recognise simple environmental impacts of digital technologies and their use.
Intermediate	3	On my own and solving straightforward problems, I can: indicate well-defined and routine environmental impacts of digital technologies and their use.
	4	Independently, according to my own needs, and solving well-defined and non-routine problems, I can: discuss ways to protect the environment from the impact of digital technologies and their use.
Advanced	5	As well as guiding others, I can show different ways to protect the environment from the impact of digital technologies and their use.
	6	At advanced level, according to my own needs and those of others, and in complex contexts, I can: choose the most appropriate solutions to protect the environment from the impact of digital technologies and their use

Highly Specialised	7	At highly specialised level, I can: - create solutions to complex problems with limited definition that are related to protecting the environment from the impact of digital technologies and their use. - integrate my knowledge to contribute to professional practice and knowledge and guide others in protecting the environment
	8	At the most advanced and specialised level, I can: - create solutions to solve complex problems with many interacting factors that are related to protecting the environment from the impact of digital technologies and their use. - propose new ideas and processes to the field.

Finally, *DigComp 2.2* (Vuorikari et al., 2022) introduced an update of the descriptors related to knowledge, skills, and attitudes for each competence. This revised version aims to reflect recent technological developments, such as artificial intelligence, while explicitly reinforcing the dimension of digital sustainability by addressing issues such as planned obsolescence and low-tech solutions. The environmental competence is thus reframed within a systemic perspective, encouraging citizens to integrate ecological thinking at the core of their technological practices.

Table 5 : Knowledge, skills and attitudes relating to the « Protecting the environment » (Vuorikari et al., 2022, p. 47)

Knowledge	203. Aware of the environmental impact of everyday digital practices (e.g. video streaming that rely on data transfer), and that the impact is composed of energy use and carbon emissions from devices, network infrastructure and data centres.
	204. Aware of the environmental impact of the manufacturing of digital devices and batteries (e.g. pollution and toxic by-products, consumption of energy) and that at the end of their life, such devices must be appropriately disposed of to minimise their

	environmental impact and to enable reuse of rare and expensive components and natural resources. 205. Aware that some components of electronic and digital devices can be replaced to extend their life or performance, however, some might be purposefully designed to stop functioning correctly after a certain period (planned obsolescence). 206. Knows 'green' behaviours to follow when buying digital devices, e.g. choose products with less energy consumption during use and stand-by, less polluting (products easier to dismantle and recycle) and less toxic (limited use of substances harmful to the environment and health). 207. Knows that e-commerce practices such as purchasing and delivery of physical goods have an impact on the environment (e.g. carbon footprint of transport, generation of waste). 208. Aware that digital technologies (including AI-driven ones) can contribute to energy efficiency, for example through monitoring the need for heating at home and optimising its management. 209. Aware that certain activities (e.g. training AI and producing cryptocurrencies like Bitcoin) are resource intensive processes in terms of data and computing power. Therefore, energy consumption can be high which can also have a high environmental impact. (AI)
Skills	210. Knows how to apply efficient low-tech strategies for protecting the environment, e.g. shutting down devices and switching off Wi-fi, not printing out documents, repair and replace component to avoid the unnecessary replacement of digital devices. 211. Knows how to reduce the energy consumption of devices and services used, e.g. change the quality settings of video streaming services, using Wi-fi rather than data connectivity when at home, closing apps, optimising email attachments). 212. Knows how to use digital tools to improve the environmental and social impact of one's consumer behaviour (e.g. by looking for local produce, by searching for collective deals and car-pooling options for transportation).

Attitudes	213. Seeks out ways in which digital technologies could help live and consume in a way which respects the sustainability of human society and the natural environment. 214. Seeks out information regarding the environmental impact of technology to influence one's behaviour and that of others (e.g. friends and family) to be more eco-responsible in their digital practices. 215. Considers product's overall impact on the planet when choosing digital means over physical products, e.g. reading a book online does not need paper and thus transport costs are low, however, one should consider digital devices including toxic component and needed energy to be charged. 216. Considers the ethical consequences of AI systems throughout their life-cycle: they include both the environmental impact (environmental consequences of the production of digital devices and services) and societal impact, e.g. platformisation of work and algorithmic management that may repress workers' privacy or rights; the use of low-cost labour for labelling images to train AI systems. (AI)

Thus, this competence in *DigComp* is no longer limited to mere individual awareness. It becomes an essential component of informed digital citizenship, requiring critical, informed, and action-oriented engagement to address contemporary socio-ecological challenges.

3. Methodology

Following this literature review, it appears that digital competences and sustainability competences, although historically developed along distinct trajectories, are now increasingly converging, particularly through the evolution of European competence frameworks. In this perspective, our study aims to qualitatively analyze the place given to environmental protection within major digital competence frameworks.

3.1. Review of frameworks

This research draws on the scoping review methodology developed by Arksey and O'Malley (2005), an approach increasingly used to explore broad fields of knowledge, particularly in studies similar to that of Tremblay and Poellhuber (2022). In our context, this methodology aims to systematically examine the attention given to environmental issues within digital competence frameworks. As Munn et al. (2022) note, a scoping review allows for the mapping of a knowledge domain, offering a broad overview while identifying existing gaps in the literature. This approach is particularly relevant to our objective, which is to analyze how contemporary digital competence frameworks incorporate awareness of the environmental impact of technology, as well as the promotion of eco-responsible practices.

The first step of the method, according to Arksey and O'Malley (2005), is to clearly define the research question. In the context of this study, the question focuses on the explicit presence of environmental protection as a digital competence (Carretero et al., 2017 ; Descamps et al., 2022), as well as the associated learning content.

The second step involves identifying and selecting relevant sources. Three main databases were used. First, the UNESCO database (2023)⁵, established in 2022 and updated in 2023, served as a key source for identifying digital competence frameworks targeting teachers, learners, and citizens at the international level. Second, the database compiled by Tremblay and Poellhuber (2022) was used, offering a comprehensive inventory based on several major academic sources (ERIC, APA, PsycNET) as well as Google Scholar, using keywords such as *“digital literacy”*, *“information literacy,”* and *“21st century competences.”*

⁵ UNESCO Database : <https://unevoc.unesco.org/home/Digital+Competence+Frameworks>

Third, an additional search was conducted to identify frameworks published between 2022 and 2025, ensuring the relevance and currency of the corpus. This triangulation of sources led to the initial selection of 110 documents.

The third step involved applying inclusion and exclusion criteria, inspired by those proposed by Tremblay and Poellhuber (2022), in order to refine the corpus. We retained only documents that explicitly described a digital competence framework or standard in the strict sense. For example, although the UNESCO database includes a study by McKinsey & Company (Dondi et al., 2019), it was excluded because it is more of an assessment of labor market competences than a competence framework. In addition, only frameworks published from 2008 onward were included, as this date marks the introduction of the concept of digital sobriety by Bordage (2008), which highlighted the environmental impact of technological use. Finally, inaccessible documents were excluded. After this selection process, 63 national and international frameworks were retained for analysis.

The fourth step consisted of a systematic extraction of information related to ecological practices and environmental awareness. The analysis focused on examining the lexical field used in the frameworks concerning environmental protection, the ecological impact of digital technology, and eco-responsible behaviours.

Finally, in accordance with the methodological recommendations of Arksey and O'Malley (2005), the extracted data were organized and synthesized. The qualitative analysis thus conducted, which will be detailed in the following section, highlights the main trends observed in the integration of environmental issues into digital competence frameworks.

3.2. Description of the frameworks reviewed

Table 6 presents the frameworks identified and analyzed, categorized using a classification inspired by that proposed by Tremblay and Poellhuber (2022). Of the 63 frameworks selected, the majority were published between 2014 and 2019, representing 42.85% of the sample.

Regarding the original language, English clearly predominates: 68.25% of the documents were initially published in English, often to ensure international relevance. From a geographical standpoint, more than half of the frameworks (55.55%) were developed at the national level, primarily by countries such as Canada, France, Switzerland, or Spain. A proportion of 12.69% corresponds to frameworks produced at the European level, while one-third (31.74%) were designed at the international level, initiated by organizations such as UNESCO or multinational companies like Microsoft.

Concerning target audiences, the frameworks are mainly intended for students and learners (50.79%), followed by teachers and trainers (34.92%), and, to a lesser extent, the general public (26.98%). An “other” category includes frameworks designed for specific professional audiences, such as librarians.

Finally, 57.14% of the documents analyzed (36 out of 63) include an explicit reference to sustainability and environmental responsibility issues. This subset constitutes the corpus on which the in-depth qualitative analysis presented in the next section will focus. The diachronic analysis also reveals a notable trend: environmental issues were scarcely present in frameworks published before 2013, but their inclusion has become systematic in more recent documents, since 2020.

Table 6 : Description of the frameworks reviewed

		Link to environmental issues		Total
		Yes	No	
Year of publication	2008-2013	9	12	21
	2014-2019	14	13	27
	2020-2025	13	2	15
Original language	French	7	5	12
	English	25	18	43
	Other	3	5	8
Type of institution	International or multinational	10	10	20
	European	5	3	8
	National	21	14	35
Target audience of the competences	Students/ Learners	20	12	32
	Teachers/ Trainers	14	8	22
	Citizens	10	7	17
	Others		2	2
Total		36	27	63

3.3. Qualitative analysis process of the frameworks

A systematic content analysis was conducted, based on the methodology proposed by Tremblay and Poellhuber (2022), itself inspired by the work of Miles and Huberman (2023). This approach was chosen for its capacity to structure qualitative analysis while allowing emerging trends to be identified from a broad documentary corpus.

The first step consisted of identifying a lexical field specific to environmental issues related to digital technology. This field was defined using the “*Protecting the environment*” competence from the *DigComp 2.2* framework (Vuorikari et al., 2022) and was further enriched through alignment with the knowledge framework for eco-responsible digital practices developed by Boulet et al. (2020). Following this preparatory work, the following list of terms was established:

carbon emission, CO₂, climate, critical use, responsible use, digital detox, ecological, e-commerce, eco-responsible, eco-friendly, energy, energy efficiency, energy consumption, environment, environmental impact, ethic, ethical, footprint, green, green economy, lifespan, low tech, green tech, obsolescence, pollution, recycle, reduce, repair, responsible, responsibility, reuse, sustainable, sustainability, sustainable development, waste.

These terms were used to conduct a systematic search across all 63 frameworks reviewed. The analysis was performed manually using the *Taguette* software, which allowed for the identification of occurrences and the context in which the selected terms were used.

Data processing followed an inductive approach, in which classification categories emerged directly from the material analyzed, without a predefined theoretical framework. This preliminary analysis led to the identification of three main thematic categories:

- Understanding the environmental impact of technology ;
- Adopting responsible behaviours in the use of digital tools
- Using technology in support of sustainable development

These categories formed the basis for developing a coding grid applied to the entire set of selected frameworks. To ensure the reliability of the analysis process, double coding was conducted by two independent coders. The calculation of Cohen's Kappa coefficient ($\kappa = 0.85$), indicating almost perfect agreement (Landis & Koch, 1977), attests to the robustness and consistency of the coding process.

4. Results

4.1. A digital competence that is sometimes absent

As mentioned in our theoretical framework, the “*Protecting the environment*” competence is recognized as a component of digital competences (Carretero et al., 2017, Vuorikari et al., 2022). However, the analysis of the frameworks reveals that 27 out of 63 documents (42.85%) make no mention whatsoever of environmental issues related to digital technology.

Among these frameworks, several national and international models stand out for their complete absence of reference to the ecological impact of technology. This is the case, for instance, with the *ICT Competency Framework for Teachers* (UNESCO, 2018), the *National Digital Literacy Mission (NDLM) Scheme* developed in India (Ministry of Electronics and Information Technology of India, 2015), and the *Digitales Kompetenzmodell für Österreich* developed in Austria (Federal Ministry for Digital and Economic Affairs of Austria, 2021). Certain frameworks produced by major technology companies, such as Microsoft, also illustrate this trend. Their *Digital Literacy* program (Microsoft, 2022) contains no explicit reference to environmental concerns.

A notable feature of these 27 frameworks is their predominantly Anglophone origin: 66.67% of them (18 out of 27) were written in English, suggesting a possible contextual trend linked to the educational priorities of English-speaking countries regarding digital competences.

It is nevertheless interesting to note that some of these documents use the terms *sustainability* or *sustainable*, without explicitly connecting them to sustainable development as defined by the United Nations Sustainable Development Goals (UN, 2015). In such cases, the term

refers more to durability or long-term viability than to an environmental dimension.

For example, in the Spanish *Common Digital Competence Framework for Teachers (CDCFT)* (INTEF, 2017), it is stated that teachers should be able to “*transmit, share and promote the need for sustainable use of technology among members of the education community*” (p. 56). Here, the term *sustainable* is used in the sense of durability in technological usage, without any explicit reference to ecological impacts.

A similar observation emerges concerning the terms *responsible* and *responsibility*, which were part of the lexical field identified for this study. For example, in the *Information Literacy Framework for Wales: Finding and Using Information in 21st Century Wales* (Cardiff University, 2011), responsibility is addressed from an ethical and informational perspective, as illustrated by the following excerpts: “use information found ethically and responsibly” (p. 29) and “demonstrate personal responsibility to share and curate information and data” (p. 37). Here, the notion of responsibility refers to the ethical management of information, with no connection to environmental sustainability.

Finally, it is worth noting that some frameworks addressing digital citizenship still fail to incorporate any reflection on the ecological impact of technology. This is the case with the *Enabling e-Learning* document published by the Ministry of Education of New Zealand (2020), which covers the social and ethical dimensions of digital technology without mentioning associated environmental concerns.

4.2. Understanding the environmental impact of technology

The analysis of the frameworks reveals a significant presence of content aimed at raising awareness about the environmental impacts of digital technology. Indeed, 21 frameworks explicitly address this theme,

representing 58.33% of the documents that include an environmental dimension (21 out of 36). Terms related to these issues were found 29 times across the analyzed documents, indicating a growing level of awareness.

Some frameworks, such as the *Cadre de Référence des Compétences Numériques (CRCN)* (Ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports, 2020) in France or *Digi.komp* in Austria (eEducation Austria, 2022), refer to this awareness on multiple occasions. This recognition is based on the acknowledgment of the environmental consequences of everyday digital practices, such as streaming, data storage, or the manufacturing of devices.

For example, in France, the *Brevet Informatique et Internet, école* (Ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et de la Vie associative, 2011) emphasizes the importance of “*becoming aware of the civic issues related to the use of computers and the Internet*” (p. 4). This ecological awareness approach aligns with the definition proposed by Cesarman and Méndez (2013), who describe it as the ability of an individual or society to recognize the environmental impact of its actions and gradually adopt more ecosystem-respectful behaviours.

The analysis shows that this awareness is built on a foundation of knowledge regarding the ecological impacts associated with the production, use, and end-of-life of digital devices. *DigComp 2.2* (Vuorikari, Kluzer, & Punie, 2022) incorporates these notions extensively, highlighting concepts such as digital pollution, energy consumption, and the extraction of rare resources. Similarly, the *Common Digital Competence Framework for Teachers (CDCFT)* (INTEF, 2017) emphasizes the importance of understanding the life cycle of digital equipment: “I have information on the environmental problems associated with their manufacture, use, and disposal” (p. 55).

Another key area involves raising awareness of one's own digital footprint. The *Digital Literacy Skills Framework (DLSF)* in Australia (Australian Department for Education, Skills and Employment, 2021) encourages individuals to “*begin to recognise your own digital footprint*” (p. 21). Similarly, the *Cadre de Compétence Numérique du Québec* (Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur, 2019) urges users to “*faire une évaluation réfléchie et honnête de sa propre utilisation de la technologie numérique*” [conduct a thoughtful and honest assessment of their own use of digital technology] (p. 23). This awareness extends beyond the individual to include a collective dimension, as emphasized in the French CRCN: “*comprendre ses responsabilités individuelles et collectives*” [understand one's individual and collective responsibilities] (Ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports, 2020).

The issue of energy consumption is also highlighted in several frameworks. The CRCN notably reminds users of the need to “*prendre conscience des enjeux énergétiques*” [become aware of energy-related issues] (ibid.). This reflection extends to new, energy-intensive technologies, such as artificial intelligence (AI). The AI Competency Framework for Teachers by UNESCO (2024) addresses this concern, noting: “*Focus on the environmental costs of AI, in particular how its lifecycle and value chain can harm the environment and exacerbate the climate crisis.*”

Lastly, planned obsolescence is identified as a key element of environmental awareness. The *Continuum de développement de la compétence numérique du Québec* (Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur, 2019) stresses the need to “*développer sa pensée critique à l'égard du numérique, notamment par rapport à l'obsolescence programmée et aux impacts environnementaux des appareils numériques*” [develop critical thinking about digital

technology, particularly in relation to planned obsolescence and the environmental impacts of digital devices]. This critical approach is also present in the Spanish CDCFT, which encourages users to “have an informed opinion on the positive and negative aspects of the use of technology on the environment” (INTEF, 2017, p. 55).

Thus, understanding the environmental impact of digital technologies emerges as a structuring axis in many frameworks, reflecting a growing awareness and a clear intention to integrate sustainability into 21st-century digital competences.

4.3. Adopting responsible digital behaviours

Our analysis reveals that adopting responsible digital behaviours is a theme widely addressed in frameworks that engage with environmental issues. Indeed, 20 frameworks explicitly reference this theme, representing 63.88% (23 out of 36) of the frameworks that incorporate an environmental dimension. Furthermore, the concept appears 63 times in our analysis, underscoring its growing importance.

Several frameworks emphasize the need for more responsible use of digital technologies. For example, the *Digital Teaching Professional Framework* (Education and Training Foundation, 2019) in the United Kingdom highlights the need for educators “to encourage learners to use digital technologies safely and responsibly” (p. 75). Similarly, *Developing Mobile Digital Skills in Low-and Middle-Income Countries* (Jacobs, 2021) explicitly refers to “a responsible use of digital technologies” (p. 15). From a broader perspective, *The Global Framework for Educational Competence in the Digital Age* (ProFuturo, 2020) stresses the importance of minimizing the negative effects of technology (p. 20).

The reviewed frameworks address various practices aimed at reducing the environmental impact of digital technology through concrete eco-actions:

- Adopting low-tech strategies: This includes actions such as turning off unused devices, optimizing energy settings, or reducing printing. *BC's Digital Literacy Framework* (British Columbia, 2013), for example, emphasizes the need for eco-responsible online research: “a digitally competent person uses the Internet to carry out research effectively and responsibly” (p. 1).
- Choosing more sustainable equipment: Some frameworks raise awareness of responsible purchasing criteria, highlighting eco-design, the limitation of toxic substances, and the recyclability of devices. The *CDCFT* (INTEF, 2017) addresses this issue by recommending “the acquisition of efficient digital equipment in an appropriate way” (p. 56).
- Promoting reuse and repair: Extending the lifespan of digital devices is also emphasized, particularly in the *CDCFT* (INTEF, 2017) and *DigComp 2.2* (Vuorikari, Kluzer & Punie, 2022), which mention the repair of equipment to prolong its usability.
- Optimizing energy consumption: The importance of reducing the energy consumption of digital services is strongly emphasized across several frameworks. For example, the Spanish *CDCFT* (ibid.) highlights the need to “reduce energy consumption and optimise the use of devices.” Likewise, the Austrian *Digi.komp* (eEducation Austria, 2022) proposes simple actions to help conserve energy.
- Recycling obsolete equipment: Several frameworks stress the importance of responsible e-waste management. The Spanish *CDCFT* (INTEF, 2017) recommends to “properly dispose of obsolete equipment” and to “participate in the recycling of equipment” (p.

56). Similarly, the Belgian framework for *Manual, Technical, Technological and Digital Education* (FMTTN) (Fédération Wallonie-Bruxelles, 2022) states that “*the student uses consumables and energy rationally. They strive to limit the ecological impact of their activities, particularly by sorting and recovering waste.*”

The adoption of responsible digital behaviours is not limited to implementing eco-friendly actions but also involves a broader stance of digital responsibility. For example, the *DQ Global Standard on Digital Literacy, Digital Skills and Digital Readiness* (DQ Institute, 2019) introduces the concept of “*digital intelligence,*” which enables individuals to use technology “*to provide access to affordable, reliable and sustainable energy for all*” (para. 8). This notion reflects an integrated approach to digital technology, where individual and collective responsibility plays a key role.

Finally, the importance of strategic and thoughtful use of technology is emphasized in *Mapping Digital Competence: Towards a Conceptual Understanding* (Ala-Mutka, 2011), which states:

« As well as the skills to use the tools, people must have the motivation and competence to apply these tools strategically and innovatively in different work and life contexts, for their own benefit, as well as that of their community, the economy and the environment.» (p. 7).

Thus, the adoption of responsible digital behaviours relies both on the implementation of concrete practices to reduce the ecological impact of digital technology and on the development of a reflective, critical, and engaged attitude toward its use.

4.4. Using technology to support sustainable development

The integration of digital technologies in support of sustainable development remains relatively limited in the frameworks analyzed. Only 8 out of 36 frameworks (22.22%) that address environmental issues make explicit reference to this theme. The occurrence of this topic is also low, with only 14 mentions recorded across the entire corpus.

Despite its limited presence, some frameworks emphasize the role of technology in promoting more sustainable development. The *Framework for Student Learning* (Government of Alberta, 2011), for example, highlights learners' responsibility in preserving their environment and society, stating that “*Alberta learners are responsible and contribute positively to the quality and sustainability of their environment, communities and society*” (p. 4). Similarly, *Mapping Digital Competence* (Ala-Mutka, 2011) stresses the importance of encouraging digital innovations that address ecological and societal challenges, asserting that “*ICTs play a special role in fostering innovation and developing new solutions to societal challenges such as sustainability*” (p. 9).

This perspective is also adopted in the *CRCN* (Ministère de l'Éducation Nationale, de la Jeunesse et des Sports, 2020), which highlights the potential of digital technologies to enhance collective well-being, stating that it is essential to “*leverage the potential of ICT to support personal development, care, social inclusion, and quality of life, for oneself and others.*” This need for concrete action is reinforced by the *ETF READY Model* (European Training Foundation, 2022), which affirms that “*educators provide opportunities for learners to participate in learning activities that promote sustainable thinking and action, and that reflect societal, environmental and economic challenges.*”

The application of technology to the Sustainable Development Goals (SDGs) is a growing area, as emphasized in *Artificial Intelligence and Digital Transformation Competencies for Civil Servants* (UNESCO, 2022). According to this framework, “a growing number of studies show that digital solutions developed by governments can positively influence the SDGs” (p. 48), particularly by facilitating waste management or reducing greenhouse gas emissions.

DigComp 2.2 (Vuorikari, Kluzer, & Punie, 2022) offers a concrete illustration of how citizens can use technology to optimise their energy consumption and enhance the sustainability of their practices. It emphasizes the importance of “*plan[ning] a strategy using several IoT and mobile devices to carry out a task*” (p. 48), such as optimizing energy use through a smartphone that adjusts screen brightness. The same framework also highlights the role of digital platforms in fostering civic engagement around environmental issues, stressing the need for “*creating opportunities for joint action between different communities, sectors and regions with varying interests in sustainability issues*” (p. 34).

Other frameworks, such as Austria’s *Digi.komp* (eEducation Austria, 2022), also encourage the use of technology to reduce ecological footprints, recommending to “*use technology to take measures to save energy and resources*” (p. 16). This can include practices such as using apps to find local products, organizing carpooling, or setting up group purchases to minimize transport-related impacts.

However, several frameworks also emphasize the importance of adopting a critical stance toward both the positive and negative effects of digital technology on sustainable development. *INTEF* (2017) stresses the need to hold “*an informed opinion on the positive and negative aspects of the use of technology on the environment*” (p. 55), while Ala-

Mutka (2011) reminds us of the importance of “*a critical and thoughtful attitude to the information available and responsible use of interactive media*” (p. 34).

Thus, although less frequently addressed in the frameworks analyzed, the use of digital technology in support of sustainable development reveals significant potential. These uses underscore the importance of adopting a balanced approach, one that is conscious of both the opportunities provided by technology and the challenges it poses in terms of sustainability.

4.5. Considering the ethical, social, economic, and health aspects of digital technology

Ethical, social, economic, and health issues related to digital technology are closely connected to environmental concerns. However, within the analyzed frameworks, only six explicitly mention ethical dimensions of digital technology, representing 16.66% (6 out of 36) of the documents reviewed. This attention to the ethical consequences of digital practices aligns with the definition of ethics proposed by Hadot et al. (2001), which involves examining moral judgments and normative questions about what individuals ought to do. Ethics thus encompasses a set of principles and standards that guide behaviour to ensure integrity and respect for human rights. In the digital domain, this includes topics such as working conditions in rare-earth mineral mines and child labor (Courboulay, 2021).

Some frameworks emphasize the adoption of ethical and responsible behaviour. For example, the framework of the Commission scolaire des Sommets (2016) stresses the importance of respectful conduct, while the Idaho Department of Education (2010) asks teachers to adopt a reflective practice that includes “*an ethical, legal and responsible use of technology*” (p. 5).

DigComp 2.2 (Vuorikari, Kluzer & Punie, 2022) deepens this topic by stressing the need to “*take account of the ethical consequences of artificial intelligence systems throughout their lifecycle, integrating both their environmental and societal impacts.*” It highlights issues such as “*platformisation of work and algorithmic management that may infringe privacy or workers' rights, or the use of cheap labour for labelling images to train AI systems.*” This framework also underscores the dual potential of digital technologies, which can serve as levers for social inclusion while simultaneously reinforcing certain forms of exclusion.

This reflection aligns with the concept of *responsible digital technology* (Courboulay, 2021), which calls for critical analysis of the digital sector’s impact on global crises (environmental, social, and economic). In Quebec, the *Continuum de développement de la compétence numérique* (Ministère de l’Éducation et de l’Enseignement supérieur, 2019) addresses this issue through the theme “*Acting as an ethical citizen in the digital age,*” incorporating social, economic, and environmental contexts. It specifically recommends including the topic of the green economy within digital education.

Social and economic concerns are also explored in other frameworks. For example, the *Digital Skills Framework* (Gekara et al., 2019) in Australia highlights the social implications of digital technologies, while *UNESCO* (2022) adds an economic perspective by addressing socioeconomic inequalities and the need to understand “the increase in socio-economic inequalities and the growing threat of pandemics.”

Some frameworks also emphasize legal and regulatory aspects. For instance, the *Teacher Educator Technology Competencies* (Foulger et al., 2017) mention the importance of a “*legal, ethical and socially responsible use of technology.*”

The health impacts of digital technology are addressed by seven frameworks, representing 19.44% (7 out of 36) of the documents analyzed. In Belgium, the *FMTTN* (Fédération Wallonie-Bruxelles, 2022) states that *“students must be able to characterize digital tools also based on their impact on health and the environment.”* Similarly, in France, the *CRCN* (Ministère de l’Éducation Nationale, de la Jeunesse et des Sports, 2020) emphasizes the importance of *“preventing and limiting risks caused by digital technology to health, well-being and the environment,”* by developing *“knowledge of the effects of digital technology on physical and mental health and on the environment, as well as of digital practices, services and tools related to well-being, health and accessibility.”*

This concern is also reflected in other frameworks, notably Austria’s *Digi.komp* (eEducation Austria, 2022) and Norway’s *Professional Digital Competence Framework for Teachers* (Kelentric et al., 2017). Additionally, the *OECD* framework (2009) introduces the concept of digital detox, recommending *“learning how to manage digital stress, workload and distractions; taking account of the human and natural environment when using digital tools”* (p. 2).

Although these issues remain underrepresented in the analyzed frameworks, their importance is increasingly recognized. Ethics, social and economic impacts, and health represent essential dimensions that must be integrated into a holistic reflection on digital technology use.

4.6. Role of teachers and the educational community

Among the frameworks analyzed, thirteen highlight the role of teachers and the broader educational community in promoting more responsible digital practices and raising ecological awareness within schools, representing 38.88% (14 out of 36) of the documents reviewed.

First and foremost, teachers play a key role in raising awareness about the environmental impacts of digital technology. The *Global Framework for Educational Competence in the Digital Age* (ProFuturo, 2020) emphasizes that “*educators promote environmental awareness, both for themselves and for those around them*” (p. 8). This perspective is also present in *DigCompEdu* (Punie & Redecker, 2017), which considers environmental protection a component of digital competence. Teachers are thus expected to raise learners' awareness of the environmental impacts of digital technology and to promote more responsible use of it.

Beyond awareness-raising, the goal is also to promote responsible digital competences within educational communities. The *CDCFT* (INTEF, 2017) recommends that teachers apply “*educational suggestions with students to recycle and reuse end-of-life equipment in the educational community to raise awareness of the need to respect the environment*” (p. 56). This approach illustrates the importance of concrete actions, such as recycling and reusing digital technologies.

In the same vein, the *ETF READY Model* (European Training Foundation, 2022) stresses the importance of integrating sustainability principles into pedagogical practices. It states that educators should offer learners “*opportunities to participate in learning activities that promote sustainable thinking and action, and that reflect societal, environmental and economic challenges.*” It also notes that “*educators act as role models by promoting and adopting environmentally sustainable behaviour and practices.*”

Beyond raising awareness, it is essential to integrate more responsible digital pedagogical practices that take into account the environmental impact of technologies. This is not only about educating students on

digital impacts but also about adopting more sustainable practices at the institutional level to reduce the school's ecological footprint.

The CDCFT (INTEF, 2017) outlines several concrete measures that teachers can implement, including:

- Knowing about good practices that help save energy when using digital devices in educational settings.
- Applying specific energy-saving measures when using digital equipment in the classroom.
- Choosing environmentally friendly equipment and services in their teaching practices.
- Understanding that efficient use of supplies (equipment, ink, paper) can reduce costs, consumption, and carbon emissions.

In this context, the *Global Framework for Educational Competence in the Digital Age* (ProFuturo, 2020) recommends that teachers use sustainable tools and encourage the transformation of learning spaces into ecological, environmentally respectful environments.

Similarly, the *Framework for Student Learning* in Alberta (Government of Alberta, 2011) states that teachers should adopt responsible behaviours and contribute positively to the protection of their environment and community.

Finally, several frameworks emphasize the need for an institution-wide strategy led by the school as a whole. The *Professional Development Framework for Digital Learning* (Department of Basic Education Republic of South Africa, 2019) states that a sustainable school must have “a sustainability and scalability plan to maintain and extend digital tools and resources to a greater number of learners in a variety of contexts.” This plan should be regularly updated and integrated into the school's overall strategy, aligned with its educational and financial priorities.

Meaningful change occurs when guidelines supporting responsible digital use are shared across the entire educational community: teachers, students, administrative staff, and parents. Awareness then becomes part of a systemic approach, engaging all school stakeholders in building an ethical and sustainable digital education.

5. Discussion and Conclusion

The qualitative analysis of 63 digital competence frameworks reveals a clear evolution in the consideration of environmental issues. Prior to 2013, very few frameworks included these dimensions, which corresponds to a period during which digital literacy was primarily understood in technical terms, as formulated by Gilster (1997), who emphasized the ability to navigate and evaluate online information. This finding aligns with the shift initiated by the first version of the European *DigComp* framework (Ferrari, 2013), which gradually introduced the concept of environmental protection into the field of digital competences. Since 2020, environmental concerns have become a systematic component, even within frameworks addressing emerging themes such as artificial intelligence (UNESCO, 2024).

Three major areas emerge from our analysis. The first concerns understanding the environmental impact of technology, which expands the traditional definition of digital literacy to include awareness of socio-ecological systems. This dimension echoes the competences outlined in *GreenComp* (Bianchi et al., 2022), particularly systems thinking and critical thinking, by encouraging learners to understand the interconnectedness between digital uses and ecosystems.

The second area involves adopting responsible digital behaviours, reflecting a deepening of the soft skills associated with digital practices. This approach directly aligns with the “*Acting for sustainability*” domain

of *GreenComp* (ibid.), especially the sub-competences related to individual initiative and collective action. By promoting concrete actions, such as reducing energy consumption, recycling devices, and favoring sustainable technologies, the frameworks encourage an ethic of responsibility at both the individual and community levels.

The third and still-developing area focuses on the use of technology in support of sustainable development. This mobilizes digital literacy not only as a functional skill but also as a means of *exploratory thinking* and *futures literacy* (*GreenComp*, ibid.), enabling the projection of more sustainable digital futures. Some frameworks emphasize the role of technology in optimizing energy use or enabling civic engagement for ecological transition (Vuorikari, Kluzer, & Punie, 2022).

Furthermore, the analysis shows that the integration of environmental issues is part of a broader dynamic that includes ethical, social, economic, and health dimensions. Contemporary digital literacy, as redefined by Tremblay and Poellhuber (2022), no longer revolves solely around technical mastery but also requires a critical and ethical stance toward digital practices. This convergence between ethics and sustainability is fully aligned with the values promoted by *GreenComp*, particularly the support for equity and the embodiment of sustainability values.

As Mercier and Trichet (2023) have already demonstrated, the role of teachers and the educational community emerges as a strategic lever for developing this competence. Many frameworks assign educators the responsibility of serving as role models and as key agents of awareness for digital sustainability (ProFuturo, 2020; INTEF, 2017), thereby calling on teachers to act and engage learners in sustainable transformation processes.

Looking ahead, it seems advisable for digital competence frameworks to integrate environmental issues in an even more transversal and systematic manner, not as peripheral elements, but as core components of 21st-century competences. Strengthening the ethical dimension, systematically accounting for the ecological footprint of digital practices, and training educators on these topics appear to be priority areas.

In conclusion, this study highlights an encouraging evolution toward greater integration of sustainability into digital competences. However, this shift must continue to solidify in order to effectively accompany ongoing digital and environmental transformations. The development of an eco-responsible digital citizenship represents a major challenge for contemporary education, requiring the sustained commitment of the entire educational community.

6. References

- Akinsemolu, A. A., & Onyeaka, H.** (2024). The role of green education in achieving the sustainable development goals : A review. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 210, 115239. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.115239>
- Arksey, H., & O'Malley, L.** (2005). Scoping studies: towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19-32. <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>.
- Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera Giraldez, M.** (2022). *GreenComp – The European sustainability competence framework*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/13286>
- Bordage, Frédéric.** (2008). Glossaire [Billet de blog]. *GreenIT.fr*. <https://www.greenit.fr/2008/05/21/glossaire/>.

Boulet, P., Bouveret, S., Bugeau, A., Frenoux, E., Ligozat, A.-L., Marquet, K., Marquet, P., Michel, O. et Ridoux, O. (2020). *Référentiel de connaissances pour un numérique écoresponsable* [Rapport de recherche]. EcolInfo. <https://hal.science/hal-02954188>.

Brotcorne, P. et Valenduc, G. (2009). Les compétences numériques et les inégalités dans les usages d'internet : Comment réduire ces inégalités ? *Les Cahiers du numérique*, 5(1), 45-68. <https://shs.cairn.info/revue-les-cahiers-du-numerique-2009-1-page-45?lang=fr>.

Cardiff University. (2011). *Information Literacy Framework for Wales: Finding and Using Information in 21st Century Wales*. Librairies Wales. https://libraries.wales/wp-content/uploads/2016/06/Information_Literacy_Framework_Wales.pdf.

Cesarman, F. et Mendèz, R. (2013) . Prise de conscience écologique. *Le Coq-héron*, 213(2), 17-23. <https://doi.org/10.3917/cohe.213.0017>

Chalkiadaki, A. (2018). A Systematic Literature Review of 21st Century Skills and Competencies in Primary Education. *International Journal of Instruction*, 11(3), 1-16.

Commission européenne. (2006). *Recommandation du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre 2006 relative aux compétences clés pour l'éducation et la formation tout au long de la vie*. Journal officiel de l'Union européenne. [http://data.europa.eu/eli/reco/2006/143\(1\)/oj](http://data.europa.eu/eli/reco/2006/143(1)/oj)

Courboulay, V. (2021). Vers un numérique responsable. Repensons notre dépendance aux technologies digitales. Actes Sud Éditions.

Descamps, S., Temperman, G. et De Lièvre, B. (2022). Vers une éducation à la sobriété numérique. *Humanités numériques*, 5. <https://doi.org/10.4000/revuehn.2858>.

Dondi, M., Klier, J., Panier, F., & Schubert, J. (2019). *Defining the skills citizens will need in the future world of work*. McKinsey & Company.

<https://www.mckinsey.com/industries/public-sector/our-insights/defining-the-skills-citizens-will-need-in-the-future-world-of-work>

Gallardo-Echenique, E. E., de Oliveira, J. M., Marqués-Molias, L., Esteve-Mon, F., Wang, Y., & Baker, R. (2015). Digital competence in the knowledge society. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 11(1).

Gilster, P. (1997). *Digital literacy*. Wiley Computer Pub.

Gough, A. (2006). A Long, Winding (and Rocky) Road to Environmental Education for Sustainability in 2006. *Australian Journal of Environmental Education*, 22(1), 71–76. doi:10.1017/S0814062600001671

Kiss, A. C., & Sicault, J. (1972). La Conférence des Nations Unies sur l'environnement (Stockholm, 5/16 juin 1972). *Annuaire Français de Droit International*, 18(1), 603-628. <https://doi.org/10.3406/afdi.1972.1717>

Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159-174. <https://doi.org/10.2307/2529310>

Mappin, M. J. & Johnson, E. A. (2005). *Environmental education and advocacy: Changing perspectives of ecology and education*. Cambridge University Press.

Mercier, C., & Trichet, F. (2023). Accompagner les formateurs et les étudiants à la sobriété numérique. *Distances et Médiations des Savoirs*, 43. <https://doi.org/10.4000/dms.9449>

Microsoft. (2022). *Digital Literacy Curriculum*. Microsoft. <https://www.microsoft.com/en-us/digital-literacy>.

Ministry of Education of New Zealand. (2020). *Enabling e-Learning - New Zealand Curriculum*. Te Poutahu Curriculum Center. <https://newzealandcurriculum.tahurangi.education.govt.nz/new-zealand-curriculum-online/learning-content-resources/technology/5637144652>.

Ministry of Electronics and Information Technology of India. (2015). *National Digital Literacy Mission (NDLM) Scheme*. Government of India. <https://nielit.gov.in/ajmer/content/national-digital-literacy-mission>

Munn, Z., Pollock, D., Khalil, H., Alexander, L., McInerney, P., Godfrey, C. M., Peters, M., & Tricco, A. C. (2022). What are scoping reviews? Providing a formal definition of scoping reviews as a type of evidence synthesis. *JBI Evidence Synthesis*, 20(4), 950-952. <https://doi.org/10.11124/JBIES-21-00483>

Papi, C. (2012). Des référentiels à la validation des compétences numériques : questionnements et dispositifs. *Questions vives – Recherches en éducation*, 7(17). <http://journals.openedition.org/questionsvives>

Pettersson, F. (2018). Sur les enjeux de la compétence numérique dans les contextes éducatifs – Revue de littérature. *Éducation et technologies de l'information*, 23, 1005-1021. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9649-3>

Rieckmann, M. (2018). Learning to transform the world: key competencies in Education for Sustainable Development. In A. Leicht, J. Heiss & W. J. Byun (Éds.), *Issues and trends in Education for Sustainable Development* (p. 39-59). UNESCO.

Sauvé, L. (2017). Une diversité de courants en éducation relative à l'environnement. In A. Barthes, A. & J.M Lange. (Dirs.), *Dictionnaire critique des enjeux et concepts des Éducatons à.* (113-124).L'Harmattan

Sezen-Barrie, A., Windschitl, M. and Nxumalo, F. (2025), Transformative Climate and Environmental Education for a Just Future. *Science Education*. <https://doi.org/10.1002/sce.21963>

Tremblay, C., & Poellhuber, B. (2022). Analyse qualitative de référentiels de compétences du XXIe siècle, numériques et informationnelles : tendances mondiales observées. *Formation et profession*, 30(2), 1-26. <https://doi.org/10.18162/fp.2022.648>

UN. (2015). Sustainable Development Goals. United Nations Development Programme. <https://www.undp.org/sustainable-development-goals>

UNESCO. (2005). *United Nations Decade of Education for Sustainable Development (2005-2014): international implementation scheme*. UNESCO Education Sector. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000148654>

United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. <https://sdgs.un.org/2030agenda>

van Laar, E., van Deursen, A. J. A. M., van Dijk, J. A. G. M. et de Haan, J. (2020). Determinants of 21st-Century Skills and 21st-Century Digital Skills for Workers: A Systematic Literature Review. *SAGE Open*, 10(1). <https://doi.org/10.1177/2158244019900176>

Villemagne, C. (2010). Regard historique sur le développement de l'éducation relative à l'environnement. In S. La Branche & N. Milot (Eds.), *Enseigner les sciences sociales de l'environnement* (pp. 17-10). Lille : Presses universitaires du Septentrion. <https://doi.org/10.4000/books.septentrion.15352>

III. Article n°2 : Vers une éducation à la sobriété numérique.

Citation : Sarah Descamps, Gaëtan Temperman et Bruno De Lièvre, « Vers une éducation à la sobriété numérique », Humanités numériques [En ligne], 5 | 2022, mis en ligne le 01 juin 2022, consulté le 02 juillet 2024. URL : <http://journals.openedition.org/revuehn/2858> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/revuehn.2858>⁶

Résumé : La transition écologique et la transition numérique ont donné naissance à un nouvel enjeu sociétal : la sobriété numérique. C'est une problématique au croisement des humanités numériques et des sciences de l'environnement, qui consiste à comprendre nos impacts technologiques sur l'environnement et à les modérer. De fait, l'empreinte numérique est aujourd'hui de 4 % et ce pourcentage aura doublé en 2023. L'ambition de cet article est que l'enseignement obligatoire et supérieur s'empare de cette tension pour initier une éducation à la sobriété numérique. Partant du constat que les « natifs du numérique » (digital natives) peuvent être la source d'un changement durable et d'une diffusion des gestes écoresponsables, nous essayerons de conceptualiser cette nouvelle compétence du XXI^e siècle, qu'il est possible d'organiser en trois dimensions : la compréhension de l'impact des technologies de l'information et de la communication (TIC), l'identification de solutions numériques pour protéger l'environnement et l'utilisation responsable des technologies.

Mots-clés : enseignement, littératie numérique, études environnementales, sobriété numérique

⁶ Les références bibliographiques de cet article respectent le style Citation Style Language (CSL) de la revue.

1. Introduction

Bourgatte (2017, 4) le déclare : « Les humanistes numériques sont préoccupés par la transmission d'un socle fondamental de compétences et de connaissances pour que chacun puisse évoluer dans la société contemporaine. » C'est pourquoi les référentiels de compétences fleurissent dans les pays occidentaux. Au demeurant, la Commission européenne au travers de son Digital Competence Framework (*DigComp*) (Carretero, Vuorikari et Punie 2017) a identifié la protection de l'environnement comme l'une des compétences numériques du XXI^e siècle. Ainsi, il s'agit d'être conscient de l'impact environnemental des technologies et de leur utilisation.

Pourquoi et comment enseigner la protection de l'environnement dans une société envahie par le digital ? Dans cette contribution, une éducation pour un numérique écoresponsable et sobre, une thématique sous-jacente des humanités numériques, sera valorisée. En croisant différents champs disciplinaires (sciences de l'environnement, sciences de l'éducation, philosophie, sciences sociales, humanités numériques), l'objectif est, d'une part, de développer un cadre conceptuel afin d'éduquer à la sobriété numérique et, d'autre part, de mettre en évidence les raisons de former à cette thématique. L'organisation d'une littératie de la sobriété numérique a comme visée d'identifier des pistes pour enseigner cette nouvelle compétence et de développer une proposition d'approche pédagogique pour éduquer de manière efficiente à la sobriété numérique.

2. Les concepts pour éduquer à la sobriété numérique

2.1. Un numérique responsable

Tout d'abord, la sobriété numérique s'inscrit dans une thématique plus large, celle du numérique responsable. Étymologiquement, le mot « numérique » se rapporte au nombre en référence au code binaire. Ensuite, ce terme s'est élargi pour qualifier toute technologie de l'information et la communication (Boullier 2016 ; Courboulay 2021). La deuxième particule de ce concept, « responsable », signifie « qui doit répondre de ses actes »⁷. Il s'agit également d'une personne qui se comporte de manière responsable, quelqu'un de « réfléchi, sérieux et qui sait peser le pour et le contre »⁸. Aujourd'hui, quand on utilise le concept de numérique responsable, c'est vers cette signification que l'on tend.

Dans son ouvrage, Courboulay (2021) démontre que les nouvelles technologies ont provoqué des changements et des débats dans l'ensemble de notre société : l'e-santé, l'e-surveillance, les GAFAM⁹, l'e-commerce, l'e-monnaie, les impacts du numérique sur l'environnement ou encore l'obsolescence programmée. Cependant, pour le moment, l'humanité ne tire pas encore pleinement profit de ces technologies dans la mesure où les citoyens n'identifient pas les aspects positifs et négatifs de chacun de leurs usages.

Le numérique est perçu comme un outil magique qui est également le coupable de tous nos maux. Cependant, Courboulay (2021, 30) l'affirme

⁷ Définition donnée par le Centre national de ressources textuelles et lexicales (CNRTL) : <https://www.cnrtl.fr/definition/responsable>.

⁸ *Ibid*

⁹ GAFAM est l'acronyme de Google, Apple, Facebook, Amazon et Microsoft, qui sont considérés comme les géants du Web.

: « Le numérique en soi n'est pas bon ou mauvais. Il doit trouver sa place comme simple auxiliaire permettant aux citoyens de mieux vivre et non pas de se développer dans nos sociétés tel un parasite. » Comme Doueihy (2011) le met en évidence, soulignons que les transformations numériques ont introduit de nouvelles pratiques et perspectives à l'humanité. Comme cela a été envisagé dans d'autres domaines, l'Homo numericus a besoin de modifier son regard sur l'environnement pour surmonter les obstacles du numérique.

2.2. La sobriété numérique

Installer une démarche de sobriété numérique, c'est s'inscrire dans un numérique responsable. En effet, étymologiquement, la sobriété signifie la tempérance, la modération, la mesure. L'emploi de ce terme, réservé initialement à l'alimentation, s'est élargi à d'autres secteurs comme l'énergie ou le numérique.

Bordage (2008) est le premier à utiliser ce concept pour désigner une approche de conception de services numériques plus sobres et une modération quotidienne des usages. L'objectif de la sobriété numérique : la réduction de l'empreinte écologique des technologies de l'information et de la communication (TIC). En 2019, Bordage précise sa définition dans son ouvrage où il donne des clés pour agir dans le sens d'une sobriété numérique. Ainsi, il déclare qu'il s'agit d'un usage proportionné et raisonnable du numérique et met en avant la question de la nécessité. L'auteur introduit ainsi deux nouveaux sens à la sobriété : une utilisation du numérique dictée par la raison et lorsque c'est nécessaire. Toujours selon Bordage (2019), la sobriété numérique, c'est aussi prendre conscience des impacts de nos usages quotidiens en ayant un regard critique. Il s'agit de développer une posture globale de sobriété dans ses comportements et ses conceptions en mettant en place des gestes quotidiens. Déjà en 1979, le philosophe Hans Jonas

interrogeait le principe de responsabilité sous le prisme de la pensée écologique et du progrès technologique. Selon lui, l'humain doit faire preuve de responsabilité pour reprendre de manière raisonnée le contrôle des technologies. Pour le philosophe, nous avons aujourd'hui à gérer une emprise technoscientifique. L'humanité perdurera si elle effectue un changement de posture et si elle fait progresser les technologies pour qu'elles deviennent des solutions et non des obstacles.

Vidalenc (2019) utilise quant à lui un autre concept, celui d'« écologie numérique » qui se situe au croisement de la transition écologique et la transition numérique. Deux transitions qui ont en commun leur processus de « transformation au cours duquel un système passe d'un régime d'équilibre à un autre » (Bourg et Papaux 2015, cités par Monnoyer-Smith 2017). Cette idée de convergence entre ces deux transitions est soulignée dans la feuille de route Numérique et environnement du gouvernement français¹⁰ (Flipo 2021) qui a pour volonté de remettre le numérique à sa place en le sortant des espaces où il est inutile et en établissant les limites d'utilisation. Selon Vidalenc (2019), un changement peut s'opérer en réfléchissant aux usages, en apprenant à se passer des technologies, en sortant de la course du « toujours plus » et en adaptant les pratiques. En tirant profit des avantages des TIC et en développant une souveraineté numérique¹¹,

¹⁰ <https://www.economie.gouv.fr/environnement-numerique-feuille-de-route-gouvernement/>.

¹¹ La souveraineté se définit comme un ensemble de lois communes sur un territoire donné, dont l'objectif est de garantir la liberté de ce territoire. La souveraineté numérique consiste donc à appliquer ces principes dans le domaine des TIC. Les affaires Snowden ou Facebook-Cambridge Analytica ont mis en évidence la puissance du numérique et des géants du Web, en particulier aux États-Unis et donc à l'extérieur à nos propres systèmes politiques.

nous apprivoiserons la transition numérique. Une souveraineté numérique rendrait possible une gestion du numérique plus respectueuse de nos lois nationales et européennes.

2.3. Green IT, low-tech, écoconception : des concepts associés à la sobriété numérique

De nombreux concepts gravitant autour de la sobriété numérique et du numérique responsable ont été définis par différents experts (Bordage 2019 ; Vidalenc 2019 ; Martin-Pascual 2020 ; Courboulay 2021). Ainsi, le terme anglophone, Green IT, ou encore l'informatique verte, désigne les techniques dont l'objectif est de réduire l'empreinte du numérique aussi bien sur l'environnement, l'économie et la dimension sociale (Dignocourt 2019).

Les démarches Green IT s'intègrent dans les 17 Objectifs de développement durable (ODD¹²) établis par l'Organisation des Nations unies. Ces objectifs, à atteindre en 2030, doivent assurer à tous un développement inclusif, durable et juste. Parmi les cibles des ODD associées au numérique responsable, il y a le recours à des énergies renouvelables, la lutte contre le changement climatique ou encore l'organisation d'une consommation et d'une production responsable.

Toujours en rapport avec le développement durable et sa dimension citoyenne, on trouve d'autres termes anglo-saxons comme le tech for good qui se traduit par un numérique pour le bien collectif, ou encore le civic tech qui a pour but d'améliorer la transparence et le système démocratique à l'aide des technologies.

Une posture de sobriété numérique peut également s'exprimer dans l'écoconception ou ecodesign, c'est-à-dire une démarche de

¹² <https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/objectifs-de-developpement-durable/>.

conception d'un produit ou d'un service qui prend en compte les aspects environnementaux du numérique (Bordage 2019). Ainsi, les concepteurs ciblent les besoins majeurs des utilisateurs et suppriment le superflu (Bordage, Bordage et Chatard 2019). À ce sujet, la Commission européenne a d'ailleurs mis en place une directive en matière d'écoconception en 2009¹³ et un label énergétique en 2017. En accord avec cette idée d'écoconception, les low-tech sont régulièrement mises en avant (Bordage 2019 ; Vidalenc 2019 ; Courboulay 2021). Contrairement aux high-tech trop complexes et grandes consommatrices d'énergie, elles se distinguent par leur simplicité, mais aussi leur solidité et leur efficacité. Bordage (2019) donne un exemple très parlant pour expliquer que les low-tech sont tout aussi efficaces que les high-tech : en 1969, lors de la mission Apollo 11, les données de l'ordinateur ne faisaient que 70 ko, l'équivalent d'un courriel. Preuve que l'instauration de la sobriété numérique est possible et ne diminuera pas notre confort de vie.

3. Les raisons d'établir une éducation à la sobriété numérique

3.1. Le contexte d'émergence : urgence climatique et accélération de l'impact du numérique sur l'environnement

Tout d'abord, il existe une urgence climatique à s'intéresser à la sobriété numérique. En effet, selon l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME 2019a), 4 % des gaz à effet de serre sont

¹³ Directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 octobre 2009 établissant un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'écoconception applicables aux produits liés à l'énergie : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0125&from=BG>

engendrés par les technologies informatiques et d'ici 2023, ce pourcentage devrait doubler. En outre, le rapport Pour une sobriété numérique de The Shift Project (Ferreboeuf 2018) stipule que notre consommation énergétique augmente de 9 % chaque année. Mais, en s'inscrivant dans une démarche de modération, ce chiffre pourrait diminuer en atteignant 1,5 % par an selon ce même rapport. Signe de la multiplication de nos usages numériques, selon le rapport Digital 2021, l'internaute passe en moyenne 6 heures et 54 minutes par jour à utiliser Internet, c'est-à-dire environ 42 % de sa vie éveillée (Kemp 2021).

Par ailleurs, selon le dernier rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (IPCC 2021), il est encore possible de limiter l'augmentation de la température moyenne planétaire à 2 °C si notre société s'inscrit dans un processus de forte décarbonisation, c'est-à-dire de réduction de sa consommation d'énergies émettrices de gaz à effet de serre. Cependant, pour le moment, l'essor des TIC ne favorise pas cette décarbonisation. De surcroît, comme le stipule Massé (2020), notre passage au « tout numérique » pendant la crise de Covid-19, notamment via le télétravail ou l'enseignement à distance, indique que l'environnement est le grand oublié de cette épidémie.

Comme le déclare Bordage (2019, 9) : « Il y a urgence : tous les signaux montrent qu'Homo numericus est littéralement hypnotisé par sa découverte. [...] Cette prise de recul est indispensable, car, tandis que les écosystèmes terrestres s'effondrent et que le dérèglement climatique s'amplifie chaque jour un peu plus, les décideurs des pays dits développés ne jurent plus que par le numérique et par la tech pour sauver la planète. » À ce sujet, Gibert (2020) invoque une éducation à l'urgence climatique pour enseigner les enjeux du climat et de l'écocitoyenneté. Selon elle, cette éducation s'affirme par une littératie

climatique et une identification des défis du changement climatique, car il est urgent de réagir.

3.2. La sobriété numérique, un sujet émergent dans l'actualité mais pas encore dans l'enseignement

Comme le révèle la littérature scientifique récente (Ferreboeuf 2018 ; Bordage 2019 ; Dignocourt 2019 ; Vidalenc 2019 ; Martin-Pascual 2020 ; ADEME 2019a ; Courboulay 2021), la sobriété numérique est un enjeu émergent dans les recherches. L'enjeu éducatif est d'autant plus important qu'il y a souvent un décalage d'une dizaine d'années entre l'apparition d'une thématique dans la sphère politique et scientifique et son arrivée effective dans le milieu scolaire (curricula, séquences d'apprentissage, etc.). En effet, l'éducation relative à l'environnement, comme domaine de recherche, est née dans les années 1970 et l'éducation au développement durable, à la fin des années 1980 (Gibert 2020). Or, leur intégration dans les programmes scolaires et dans les séquences d'apprentissage par les acteurs éducatifs est relativement récente. Il est donc fondamental que l'enseignement s'empare de la thématique de sobriété numérique. Courboulay (2021, 18) le souligne : « Sa nature oblige plus que jamais à comprendre le numérique. Il faut savoir ce que l'on doit garder, ce que l'on doit faire évoluer et ce à quoi il faut renoncer. C'est une nécessité démocratique, environnementale, sociétale. » C'est donc cela qu'il faut enseigner.

Par ailleurs, il est conseillé que l'éducation au développement durable et à la citoyenneté s'instaure en prenant en compte l'actualité (Albe 2011). Pourtant, la sobriété numérique n'est pas encore intégrée, ou très peu, en contexte scolaire et dans les nouveaux référentiels francophones relatifs aux compétences numériques dans l'enseignement obligatoire. De même, dans l'enseignement supérieur, selon un des rapports publié par The Shift Project, seulement 35 % des

formations françaises abordent les enjeux environnementaux des technologies (Amichaud 2021).

3.3. Éduquer les citoyens de demain

La sensibilisation aux impacts environnementaux du numérique passe par une éducation et une responsabilisation des digital natives, cette génération née dans un monde numérique. Comme en témoignent les nombreux synonymes pour nommer ces jeunes, génération Google, Net generation, smartphone natives, il est suggéré que tous vivent avec les TIC. L'essor technologique a provoqué un changement en matière de comportement et de communication en comparaison à la génération précédente (Plantard et Le Boucher 2020). Cependant, il est trompeur de penser que les jeunes ont tous les mêmes pratiques numériques (Balley 2017). Il est donc nécessaire de considérer le rôle de l'enseignant dans l'apprentissage d'une digital culture (Fluckiger 2008). C'est pourquoi de nombreux pays occidentaux ont réfléchi à des stratégies pour promouvoir ces nouvelles compétences du XXI^e siècle en concevant des référentiels et en formant les enseignants à l'intégration des technologies dans leurs pratiques pédagogiques (Fourgous 2011). Comme pour la culture numérique ou l'éducation aux médias (Lehmans 2019), l'éducation à la sobriété numérique n'est pas spontanée chez les digital natives et s'effectue en repensant la posture des enseignants.

Une instruction à la sobriété numérique est rare (Amichaud 2021). Pour le moment, à notre connaissance, aucune étude n'a interrogé les citoyens au sujet de la sobriété numérique et des impacts environnementaux des TIC. En revanche, des recherches (DeWaters et Powers 2013 ; Gibert 2020) révèlent que les jeunes n'ont qu'une faible connaissance en matière de littératie énergétique et par conséquent du coût énergétique de leurs usages numériques. Pourtant, les digital

natives (15 à 24 ans) sont de grands consommateurs. « [Ils] constituent la tranche d'âge la plus connectée. À l'échelle mondiale, 71 % d'entre eux utilisent Internet, contre 48 % pour la population totale. [De plus], un internaute sur trois dans le monde est un enfant ou un adolescent de moins de 18 ans » (UNICEF 2017, 1). Ce même rapport de l'UNICEF met également en lumière que les jeunes pensent que les TIC peuvent contribuer à un changement social et climatique.

Pour The Shift Project (Ferreboeuf 2018), la conscientisation des citoyens à la sobriété numérique doit devenir une priorité. En introduisant cette thématique dans l'éducation dès aujourd'hui, les futurs consommateurs auront des gestes plus responsables dans leurs achats, dans leurs comportements et dans leurs conceptions, car comme l'exprime Perrenoud (2003, 5) : « Apprendre, c'est changer ! »

L'éducation est vectrice de changement, mais pas uniquement chez les apprenants (Perrenoud 2003). Les premiers bénéficiaires, après les jeunes, seront les enseignants, car qui enseigne, s'enseigne. Dans un principe d'isomorphisme¹⁴, en formant les enseignants à intégrer le numérique responsable à leur pratique éducative, par une écoconception lors de la création de documents pédagogiques par exemple, il est possible de provoquer un effet « boule de neige » en déployant des gestes collectifs, et non individuels, de sobriété numérique.

Ensuite, former les élèves, c'est aussi sensibiliser les familles. En effet, les gestes du quotidien installés à l'école pourront être développés à la maison. On a d'ailleurs déjà vu ce type de phénomène en enseignant aux enfants le recyclage ; une fois de retour chez eux, les enfants

¹⁴ L'isomorphisme est un principe pédagogique selon lequel « les enseignants ne font jamais avec leurs élèves ce qu'on leur dit de faire, mais ce que l'on fait avec eux » (Meirieu 2015).

sensibilisent leurs parents (Gottesdiener et Davallon 1999). Une hypothèse est de voir se répéter ce phénomène avec des gestes numériques écoresponsables. Enfin, en faisant de cette problématique une priorité éducative, ce sont tous les acteurs gravitant autour de l'école qui pourraient être sensibilisés.

4. Vers une littératie de la sobriété numérique : théorie et pratique

Les transformations apportées par le numérique ont changé notre rapport au savoir et comme le souligne Doueïhi (2011), le défi est de développer une digital literacy. Gibert définit la littératie comme étant « l'aptitude à lire, comprendre et utiliser l'information écrite au quotidien, pour rendre capables les individus de participer pleinement à la société, en lien avec des valeurs » (2020, 2). On peut d'ailleurs distinguer différentes formes de littératie. Le Deuff (2012, 14) le dit : « La littératie médiatique est [quant à elle] la capacité à accéder, analyser, évaluer et à créer des médias dans une variété de formes. » La littératie numérique se compose, selon Newman (2009), de la conscience sociale, la pensée critique et la connaissance des outils numériques. « La littératie écologique est [...] une façon de penser tout en prenant en considération les répercussions de l'activité humaine sur les milieux naturels et les interactions avec ces milieux » (CPE Joli-Cœur 2018). La littératie climatique se distingue en répondant « à l'urgence de relever les défis du changement climatique » (Gibert 2020, 2). La littératie énergétique, quant à elle, reprend les connaissances et comportements permettant « de faire des choix appropriés et d'adopter des changements dans la façon de produire et consommer l'énergie » (DeWaters et Powers 2011 cités par Gibert 2020, 4). En croisant ces différentes formes de littératies avec la littérature du numérique

responsable, l'objectif de cette contribution est de proposer une littératie de la sobriété numérique.

4.1. Les trois composantes d'une littératie de la sobriété numérique

Plusieurs acteurs du numérique responsable s'accordent pour dire qu'il est incontournable que l'éducation s'empare de la sobriété numérique (Faucheux, Hue et Nicolaï 2015 ; Bordage 2019 ; Puyou 2019 ; Vorreux, Berthault et Renaudin 2019 ; Cauche 2020 ; Boulet et al. 2020 ; Amichaud 2021). Selon Bordage (2019), les formations accélèrent le changement et il est essentiel d'instruire dès aujourd'hui les enseignants sur cette thématique. Cette éducation passe, certes, par une diffusion des connaissances, mais également par un développement de compétences environnementales et une prise de conscience générale (Faucheux, Hue et Nicolaï 2015). Nous décrivons dans la suite de ce texte les trois composantes de cette nouvelle compétence (Carretero, Vuorikari et Punie 2017) qu'est la sobriété numérique.

4.1.1. Axe 1 : analyser l'impact de nos modes de vie numériques sur l'environnement

Une sensibilisation au numérique responsable s'opère par une compréhension des impacts environnementaux des TIC (Boulet et al. 2020). En effet, le numérique représente 4 % des gaz à effet de serre (Bordage 2019) et, selon l'étude de The Shift Project, la croissance annuelle de l'empreinte énergétique des technologies est de 9 à 10 % (Ferreboeuf 2018).

Pour comprendre ce phénomène, The Shift Project (Ferreboeuf 2018) a mis en lumière quatre sources principales de l'augmentation de l'empreinte numérique :

- le phénomène smartphone qui s'explique par une croissance du parc d'appareils. Depuis 2007, 10 milliards de téléphones portables ont été achetés dans le monde (ADEME 2019b) ;
- la multiplication des périphériques de la vie quotidienne, comme les montres connectées ou encore les écouteurs sans fil ;
- l'essor de l'Internet des objets industriels qui pousse les entreprises à investir davantage dans des technologies communicantes collectant facilement des informations sur les consommateurs ;
- l'explosion du trafic de données qui a été engendrée par une hausse des utilisateurs équipés, du nombre de terminaux connectés entre eux, du visionnage de vidéos en ligne de plus grande qualité.

Nos modes de vie numériques ont des conséquences, directes ou indirectes, sur le changement climatique : 47 % des gaz à effet de serre produits par les technologies sont dus aux équipements des consommateurs (ADEME 2019a). À titre d'exemple, le visionnage d'une vidéo en haute définition consomme plus qu'un four électrique (Ferreboeuf 2018) et une recherche sur Google produit 5 à 7 g de CO₂ (Bordage 2019). Cependant, la complexité de la conscientisation à la pollution numérique se situe dans le fait que cette pollution n'est pas visible à l'œil nu (Vidalenc, 2019). Un consommateur peut se rendre compte facilement qu'il possède de nombreux emballages plastiques, mais il ne verra pas la multitude de données transportées pour lui permettre de visionner un film sur Netflix. Pourtant, selon Efoui-Hess (2019, 14), « le recours à des services de VoD¹⁵ [...] engendre autant d'émissions de gaz à effet de serre à l'échelle mondiale que [...] le Chili. »

Afin d'examiner l'empreinte numérique, de nombreux auteurs (Caillet 2003 ; Berthoud 2017 ; Bordage 2019 ; Boulet et al. 2020 ; ADEME 2019a

¹⁵ Il s'agit de services de vidéos à la demande en streaming comme *Netflix*, *Amazon Prime* ou encore *Disney +*.

; Courboulay 2021) proposent d'utiliser l'analyse du cycle de vie (ACV). Courboulay (2021, 33) va même jusqu'à écrire qu'il s'agit de l'« outil le plus abouti en matière d'évaluation globale et multicritère des impacts environnementaux ». Ainsi, cet outil d'analyse prend en compte les retombées sur l'ensemble des composantes de notre écosystème.

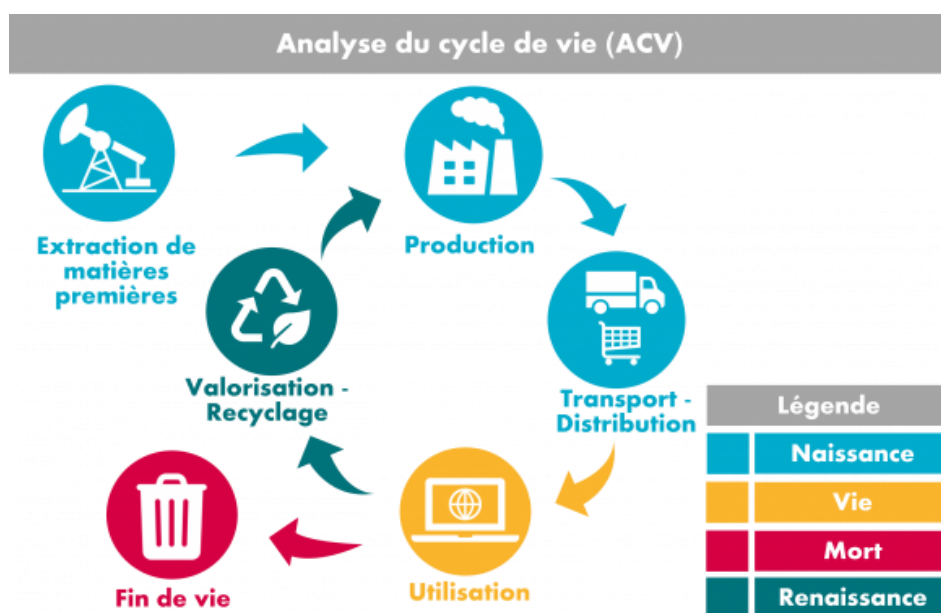


Figure 2. Représentation de l'analyse du cycle de vie

En croisant les différentes approches des analyses du cycle de vie, il est possible d'identifier trois moments pour comprendre l'impact de nos modes de vie numériques.

- **La naissance** est la première phase de l'ACV. L'empreinte numérique débute bien avant l'utilisation des objets numériques (Courboulay 2021). Le premier impact est l'extraction de matières premières. En effet, les appareils numériques ont besoin de métaux rares (le tantale, le cobalt ou encore le lithium) dont les mines sont situées dans des pays en voie de développement comme le Congo (Bordage 2019). L'extraction de ces métaux a des conséquences néfastes aussi bien sur les populations locales que sur l'environnement : pollution

de l'eau, des sols et de l'air. Après l'extraction, il y a les étapes de production : le transport des matières premières ; la production des composants ; l'assemblage et aussi l'emballage. À titre d'exemple, 600 kg de matières premières sont utilisés pour produire un ordinateur de 2 kg (ADEME 2019a). Cette phase de production des équipements « occupe une part très significative, environ 45 % en 2020, dans l'empreinte énergétique totale du numérique » (Vorreux, Berthault et Renaudin 2019, 19). Prenons l'exemple des smartphones, 90 % de leur empreinte environnementale se situe durant la production. Courboulay (2021, 40) signale également que la fabrication est étrangère et s'effectue « presque toujours en Asie du Sud-Est où les normes sanitaires et sociales sont encore trop souvent ignorées ». Enfin, avant l'utilisation, une dernière étape est à prendre en compte : le transport et la distribution de ces technologies.

- **La phase de vie** est celle de l'utilisation par le consommateur. En effet, de l'électricité est produite afin d'assurer l'usage des appareils, le fonctionnement des réseaux (la fibre optique, la 3G ou encore la 4G), l'alimentation des centres de données et leurs refroidissements. D'ailleurs, « les internautes représentent environ 50 % de l'électricité consommée sur la phase d'utilisation » (Bordage, Bordage et Chatard 2019, 21). Cette phase d'utilisation recouvre aussi la conception des services numériques, leurs déploiements, leur administration ou encore leur maintenance. Plus de la moitié des gaz à effet de serre est due aux flux et aux stockages des données (ADEME 2019a). L'utilisation d'un cloud, l'envoi d'un courriel, une recherche sur Internet, le visionnage d'une vidéo en streaming ou encore le téléchargement d'un jeu vidéo engendrent un transit de données et donc une pollution numérique. L'ACV prend en compte les data centers qui, outre leur consommation

énergétique, ont besoin d'une autre ressource naturelle, l'eau, pour leur refroidissement (Courboulay 2021).

- **La mort**, comme son nom l'indique, est le dernier stade du cycle de vie d'un appareil numérique. Durant cette étape, les ressources consommées lors de la collecte et du transport sont prises en compte. Quand un objet « tech » n'est plus utilisable, deux trajectoires s'offrent à lui : soit il est valorisé, soit il est abandonné. Bordage (2019) identifie différents types de valorisation et de recyclage (phase de renaissance dans la figure 2) : la réutilisation de l'équipement, la réutilisation d'un ou de plusieurs composants, le recyclage matière (récupération de certaines matières premières), ou encore la valorisation énergétique (incinération). Cependant, la renaissance est rare à cause des difficultés de recyclage qui peut être coûteux et dangereux (ADEME 2019a). En outre, le nombre de déchets numériques augmente chaque année (Vidalenc 2019) et les déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) sont bien souvent envoyés à l'étranger. C'est ainsi que Agbogbloshie, au Ghana, avec ses 40 000 tonnes de DEEE par an, est devenu « le lieu le plus pollué au monde, devant Tchernobyl » (Courboulay 2021, 59). Seulement 20 % des déchets numériques sont recyclés. Par ailleurs, le phénomène d'obsolescence programmée¹⁶ raccourcit la durée de vie des appareils (Courboulay 2021). Pour le consommateur, il est souvent moins coûteux d'acheter un nouvel appareil que de le faire réparer.

¹⁶ L'obsolescence programmée est un procédé qui a pour but de raccourcir de manière délibérée la durée de vie d'un appareil, afin de pousser le consommateur à le remplacer par un neuf.

4.1.2. Axe 2 : rechercher des solutions numériques pour protéger l'environnement

Comme le souligne Soares (2013), une sensibilisation des jeunes à l'écologie s'opère aussi en montrant que des solutions existent. En effet, l'objectif n'est pas de les culpabiliser ou de créer un climat anxiogène, défavorable à l'apprentissage. Il est possible d'apprendre aux jeunes à trouver des solutions numériques pour protéger l'environnement (Clifford et al. 2020). Par exemple, le développement des médias sociaux a permis l'essor de réseaux qui œuvrent pour la transition écologique, comme les réseaux de producteurs locaux. Les réseaux sociaux et les plateformes de vidéos peuvent être des outils de mobilisation. Ainsi, en 2018, des youtubeurs, avec le mouvement *On est prêt*¹⁷, se sont rassemblés pour appeler les jeunes à manifester et mettre en place des actions pour le climat.

L'utilisation des TIC peut servir des initiatives qui s'inscrivent dans une démarche de développement durable, « en témoigne l'émergence des plateformes de financement participatif [ou] l'invention des nouvelles formes de transport partagées » (Monnoyer-Smith 2017, 6). De même, Vidalenc (2019) a listé une série d'usages numériques qui favorisent l'optimisation des systèmes énergétiques :

- les maisons intelligentes qui, grâce aux thermostats, aux éclairages ou aux objets connectés, offrent 15 % d'économie d'énergie
- les réseaux communicants, qui rendent possible la vente de production solaire
- l'industrie 4.0 qui, par son système du « sur-mesure » et l'essor des imprimantes 3D, favorise une production sur commande
- les champs numériques et l'alimentation connectée, qui, par une analyse des données et l'intelligence artificielle (IA), aident à

¹⁷ <https://www.onestpret.com>

optimiser les exploitations agricoles, à répondre aux besoins des sols, à réduire le gaspillage, à identifier les dégâts environnementaux provoqués par le secteur agroalimentaire

- les villes smart qui tirent profit des technologies et de l'exploitation des données pour optimiser les services urbains : une diminution des coûts énergétiques, une gestion appropriée des déchets, de la mobilité et de la sécurité
- les voitures branchées et les véhicules électriques, qui permettent, par l'écoconduite ou la suggestion d'itinéraires, d'économiser 10 %, de la consommation énergétique. L'essor de l'électronique dans l'automobile a également rendu possibles les véhicules en libre-service, réduisant ainsi les achats de voitures en tant que biens personnels.

Cependant, pour un essor du numérique responsable, il est essentiel d'être vigilant au greenwashing¹⁸, car les technologies ont aussi fait miroiter des opportunités (Vidalenc 2019). Reprenons l'exemple des voitures connectées et électriques, même si elles ne consomment pas de carburant, elles ont un impact environnemental par leur consommation énergétique, par leur production et par la difficulté de recyclage des batteries. De nombreuses entreprises peuvent utiliser cette méthode de communication afin de tromper les consommateurs, en focalisant leur discours sur leurs activités en faveur de la protection de la planète et en passant sous silence les autres activités préjudiciables à l'environnement (Bordage 2019).

¹⁸ Selon Bordage (2008), le greenwashing est une méthode de marketing et de communication que les entreprises utilisent pour donner une image flatteuse de leurs engagements en faveur de l'écologie.

4.1.3. Axe 3 : utiliser les technologies de manière responsable et agir collectivement pour une sobriété numérique

Vidalenc (2019) précise qu'il ne faut pas voir le numérique comme l'unique solution pour réussir la transition écologique. Comme l'écrivait Bordage (2019, 9) : « Nous ne devons pas nous laisser dominer par [la transformation numérique], mais plutôt en tirer le meilleur. Il s'agit de comprendre en quoi et comment un usage raisonné du numérique peut-être bénéfique. » Selon les recherches effectuées par l'*European Digital Competence Framework for Citizens (DigComp)* (Clifford et al. 2020), il y a des comportements verts lors de l'achat ou de l'utilisation d'appareils technologiques à développer chez les citoyens. Afin d'y parvenir, Bordage (2019) invoque la règle des 4R (réduire, réparer, réemployer, recycler) auxquels Courboulay (2021) y ajoute un « R » supplémentaire : refuser. Ces recommandations pour assurer une transition écologique s'appliquent à l'ensemble de nos usages, notamment à nos modes de vie numériques.

1. « **Refusez** l'achat de matériel ou de service numérique quand vous le pouvez » (Courboulay 2021, 188). Ce commandement se traduit par la mise en place d'usages numériques dans des proportions raisonnables, ainsi que par une réflexion sur la nécessité de posséder des outils techs, car en n'achetant pas, on ne produit pas. Le consommateur peut se poser la question suivante : en ai-je besoin ? Cependant, cette préconisation est difficile à instaurer chez le consommateur comme en témoignent les 88 % de Français qui achètent un nouveau téléphone alors que l'ancien est encore utilisable (ADEME 2019b).
2. Afin d'amoindrir son impact sur l'environnement, un citoyen responsable **réduit** sa « consommation de biens digitaux au strict minimum » (Courboulay 2021, 188). Selon l'ADEME (2019a), les Européens occidentaux possèdent en moyenne 9 équipements.

Pourtant, il est possible de privilégier les appareils multifonctions, l'achat d'appareils plus résistants ou encore la location. Ce concept de réduction inclut aussi la diminution de la consommation énergétique personnelle en éteignant les appareils inutilisés ou en privilégiant les modes d'économie d'énergie.

3. « **Réparez** vos équipements en priorisant les artisans de proximité » (Courboulay 2021, 188). Même si la réparation personnelle des appareils peut être difficile, souvent à cause des constructeurs, il s'agit comme le stipule Bordage (2019) d'un geste fondamental. D'ailleurs, cette pratique se développe d'une manière prometteuse comme en atteste l'essor des repair cafés¹⁹. Pour avertir les consommateurs, Courboulay (2021) annonce qu'un indice de réparabilité a été instauré en 2021 en France pour un certain nombre de produits (smartphones, ordinateurs...), ce qui permet de privilégier l'achat d'équipements réparables. Outre la réduction des impacts environnementaux, la réparation s'inscrit dans une démarche de développement durable. En effet, elle fait aussi fonctionner des emplois locaux.
4. Lié à la recommandation précédente, il y a le réemploi : « **réutilisez** tout ce qui peut l'être » (Courboulay 2021, 188). Ces dernières années, en particulier durant la crise sanitaire du Covid-19, le marché de l'occasion et du reconditionnement a progressé. Ce phénomène permet, d'une part, de prolonger la durée de vie d'un équipement et, d'autre part, d'éviter l'ensemble des impacts liés à la naissance, comme l'extraction de nouveaux minerais et la phase de fabrication. Selon Bordage (2019), 100 millions de téléphones sont ainsi inutilisés au fond d'un placard. La réutilisation participe à

¹⁹ Il s'agit de lieux où des particuliers peuvent venir réparer leurs objets aidés par d'autres particuliers.

une économie solidaire et réduit une fracture numérique liée aux aspects financiers.

5. Si la prescription antérieure n'a pu être mise en place, alors « **recyclez** correctement ce qui ne peut pas être réutilisé » (Courboulay 2021, 188). Comme nous l'avons déjà abordé dans la partie sur l'ACV, le recyclage reste difficile et rare. Cependant, il est possible de recycler les matériaux précieux présents dans les équipements électroniques et de réduire ainsi l'impact de l'extraction de nouvelles ressources (Bordage 2019).

Dans les ouvrages ou guides cités précédemment (Ferreboeuf 2018 ; Bordage 2019 ; Vidalenc 2019 ; ADEME 2019a ; Courboulay 2021), les auteurs proposent également des gestes simples, quotidiens et faciles à appliquer en fonction de nos usages. En voici quelques-uns.

- Lors de la navigation sur Internet, certains comportements peuvent réduire l'empreinte numérique : l'utilisation d'un moteur de recherche responsable comme Ecosia ou Lilo, le recours aux favoris ou le choix de mots-clés plus précis pour une recherche plus rapide permettent de diminuer le flux de données.
- Lors de la gestion de sa messagerie électronique, il est conseillé de se désabonner des newsletters, de ne pas joindre de gros fichiers mais de les transférer par des services en ligne ou encore de vider régulièrement sa boîte. Cependant, concernant ce dernier point, Bordage (2019) apporte une nuance. L'empreinte numérique des courriels se situe davantage dans le flux d'informations, donc dans les échanges de courriels et la quantité de données transférées, plutôt que dans leur stockage.
- Enfin, certains gestes, qui pourraient en particulier toucher les jeunes, sont à envisager lors des moments de divertissement : écouter de la musique en streaming au lieu de regarder un clip vidéo

et diminuer la qualité d'une vidéo atténuent de manière significative la quantité de flux de données.

4.2. Des pistes pour enseigner cette compétence

L'éducation à la sobriété numérique ne peut être abordée sans s'intéresser à la question de « comment enseigner ? ». Commençons par mettre en évidence des pistes pédagogiques qui s'articulent autour des trois dimensions de la littératie de la sobriété numérique citées précédemment.

- Pour comprendre et analyser l'impact de nos modes de vie numériques sur l'environnement, l'analyse du cycle de vie est un outil permettant à l'enseignant de donner une lecture complète des impacts environnementaux. Il est également conseillé de partir des usages des élèves (les smartphones, le visionnage de vidéos, les réseaux sociaux).
- Pour identifier des solutions numériques pour protéger l'environnement, l'enseignant a la possibilité de demander à ses élèves de réaliser une recherche d'informations. Afin d'exercer leur esprit critique, les élèves peuvent travailler sur une solution, comme les maisons intelligentes, et identifier les incidences environnementales positives et négatives.
- Pour utiliser de manière responsable les technologies et agir collectivement pour une sobriété numérique, le groupe classe peut mettre en place une campagne pour sensibiliser l'ensemble de la communauté éducative. Ce type de projet pédagogique demande d'identifier en amont les usages responsables que l'on souhaite diffuser et élabore la citoyenneté de chaque élève.

4.3. Ne pas oublier les principes de l'éducation relative à l'environnement

Lorsque l'on identifie la protection de l'environnement comme une compétence numérique, l'ensemble des travaux qui ont été réalisés en matière d'éducation relative à l'environnement sont à prendre en compte. Même si cette compétence est nouvelle, la sensibilisation aux enjeux du réchauffement climatique ne l'est pas. Dès 1972, la Charte de Belgrade promeut une éducation relative à l'environnement (ERE) et dans les années 1980, une dimension de développement durable (EDD) y est ajoutée. Cette dernière se situe au croisement de l'ERE et de l'éducation à la citoyenneté. Le développement durable est composé de trois piliers : l'écologie, le social et l'économie (Lange 2014). Lorsqu'on aborde l'environnement avec les jeunes, il est donc primordial de prendre en compte les relations qui existent entre ces trois piliers.

Aujourd'hui, nous connaissons également l'essor de l'éducation au changement climatique qui est un « domaine spécifique de l'éducation à l'environnement visant à concevoir et à développer des réponses éducatives cohérentes avec les objectifs d'atténuation des gaz à effet de serre et avec la nécessité de s'adapter aux conséquences inévitables d'un changement climatique » (Meira Cartea 2019, cité par Gibert 2020). D'autres formes d'éducation gravitent pareillement autour de cette problématique comme apprendre l'urgence climatique (Gibert 2020), la conscientisation écologique (Legros, Delplanque et Latouche 2009), l'écocitoyenneté (Soares 2013) ou encore l'éducation à l'énergie (DeWaters et Powers 2013).

Dans son modèle, Sauvé (1994, 42) identifie trois dimensions à l'ERE :

- « l'éducation au sujet de l'environnement », quand le concept d'environnement est étudié afin d'acquérir des connaissances sur le sujet
- « l'éducation par l'environnement » quand l'environnement, en tant que thème transversal, est une ressource et un milieu d'apprentissage qui permet d'aborder différentes matières
- « l'éducation pour l'environnement » qui requiert une responsabilisation, un engagement et une adoption de comportements vis-à-vis de l'environnement

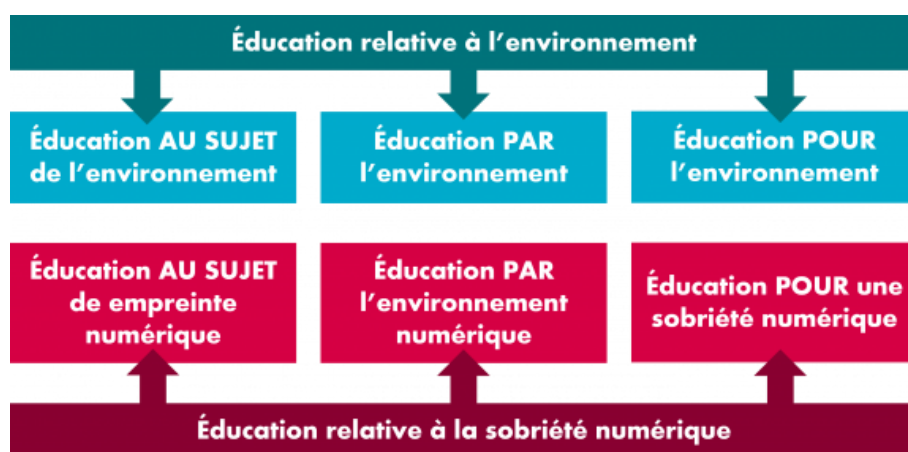


Figure 3. Adaptation de l'éducation relative à l'environnement de Sauvé (1994) pour concevoir une éducation relative à la sobriété numérique

En s'appuyant sur la littérature de la sobriété numérique, il est possible d'adapter ce modèle à notre thématique (figure 3). Ainsi l'ajustement de ce modèle s'articule autour des trois dimensions suivantes.

- « L'éducation au sujet de l'empreinte numérique » : derrière cette dimension, il est question de comprendre l'impact environnemental des technologies, notamment en utilisant l'ACV.
- Ensuite, une composante numérique est ajoutée à l'éducation par l'environnement. En effet, comme nous l'avons déjà spécifié, les TIC peuvent être au service d'une éducation au changement climatique

(UNICEF 2017). De plus, des environnements numériques, comme la réalité augmentée, apportent une réelle plus-value (Piot et al. 2018). L'immersive learning peut faire tomber les limites de la pratique du terrain. Ainsi, il est possible pour des élèves d'analyser directement en classe un environnement fragile et inaccessible.

- Enfin, dans la dernière dimension, il s'agit de développer des comportements, des gestes, une charte écoresponsable pour une sobriété numérique.

4.4. Un carrefour de disciplines et de didactiques

Dacos (2011, 2) le déclare : « Les digital humanities désignent une transdiscipline. » Il est donc cohérent d'appliquer cette transdisciplinarité pour éduquer à une thématique qui découle des humanités numériques et donc de croiser les formes didactiques. Comme déjà exposé, il y a d'abord toutes les dimensions de l'éducation relative à l'environnement et au développement durable qui s'inscrivent dans une démarche d'éducation à la citoyenneté (Glomeron et al. 2017). Ensuite, l'expansion des gestes écoresponsables en matière de technologies se manifesterà chez les élèves par une compréhension de leur propre consommation énergétique et de l'impact des gaz à effet de serre sur le réchauffement climatique, des concepts déjà enseignés dans les cours de sciences, mais dont les élèves ont encore trop peu de connaissances opérationnelles (Gibert 2020).

Les humanités numériques se situent au croisement des sciences humaines et des TIC. Ainsi, l'enseignement des sciences humaines se retranscrit par des problématiques faites d'enjeux et de tensions qui se travaillent et se questionnent en classes du primaire et du secondaire (Ravez 2020). Pour The Shift Project (Efoui-Hess 2019), chacun de nos usages numériques doit être bien analysé pour pouvoir nuancer ses impacts. Par exemple, la numérisation permet de réduire la production

de papier, mais engendre une pollution invisible. Il y a des arguments favorables et défavorables à l'utilisation des technologies. D'ailleurs, cette problématique se prête à l'exercice du débat et au développement de l'esprit critique. Il s'agit d'installer une pensée nuancée chez les jeunes, en particulier avec l'essor du greenwashing.

Enfin, la protection de l'environnement doit être perçue comme une compétence numérique. Pour une implémentation de gestes écoresponsables optimaux et durables, il faut qu'elle soit déployée dans l'exercice des autres compétences numériques. En fonction des axes du *DigComp* (Carretero, Vuorikari et Punie 2017, 11), on peut mettre en évidence différents gestes efficaces.

- ***Information and data literacy*** : lors d'une recherche d'informations en ligne par l'utilisation d'un moteur de recherche responsable et l'utilisation des favoris
- ***Communication and collaboration*** : par une gestion responsable des courriels en privilégiant l'utilisation d'un service en ligne pour partager des documents
- ***Digital content creation*** : par une application des principes d'écoconception en évitant les données superflues
- ***Safety et problem solving*** : en protégeant son ordinateur et en résolvant les problèmes techniques pour garder son matériel informatique le plus longtemps possible

5. Conclusion

L'essor des usages numériques, en particulier chez les jeunes, et l'urgence climatique ont donné naissance à un nouvel enjeu éducatif : la sobriété numérique. Cette problématique est au carrefour des humanités numériques et de l'écologie. L'objectif de cette contribution

a été de développer une littérature de la sobriété numérique et de donner ainsi des pistes pédagogiques pour traiter cette thématique.

Nous posons qu'il existe trois dimensions de l'éducation à la sobriété numérique. La première porte sur la compréhension et l'analyse de l'impact du numérique. Elles peuvent s'effectuer en prenant en main une méthode complète et visuelle telle que l'analyse du cycle de vie. Concernant la deuxième dimension, l'identification de solutions numériques pour l'environnement doit se traduire par une conscientisation du greenwashing, un aiguisement de l'esprit critique et une analyse nuancée des impacts du numérique. Enfin, le troisième axe consiste à utiliser les technologies et à agir collectivement en appliquant par exemple la règle dite des 5 R : refuser, réduire, réparer, réutiliser, recycler.

6. Bibliographie

ADEME. 2019a. *La Face cachée du numérique. Réduire les impacts du numérique sur l'environnement.* ADEME. <https://librairie.ademe.fr/cadic/4932/guide-pratique-face-cachee-numerique.pdf?modal=false>.

ADEME. 2019b. *Les Impacts du smartphone. Un téléphone pas si « smart » pour l'environnement.* ADEME. <https://www.ademe.fr/impacts-smartphone>.

Albe, Virginie. 2011. « Changements climatiques à l'école : pour une éducation sociopolitique aux sciences et à l'environnement ». *Éducation relative à l'environnement* 9. <https://doi.org/10.4000/ere.1508>.

Amichaud, Damien. 2021. *Former l'ingénieur du xxi^e siècle. Intégrer les enjeux socioécologiques dans les formations du Groupe INSA.* Paris : The Shift Project. <https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2021/02/Rapport-intermediaire-Former-lingenieur-du-XXIe-siecle.pdf>.

Balleys, Claire. 2017. « Socialisation adolescente et usages des médias sociaux : la question du genre ». *Revue des politiques sociales et familiales* 125 (1) : 33-44. <https://doi.org/10.3406/caf.2017.3241>.

Berthoud, Françoise. 2017. « Numérique et écologie ». *Annales des Mines – Responsabilité et environnement* 87 (3) : 72-75. <https://doi.org/10.3917/re1.087.0072>.

Bordage, Frédéric. 2008. « Glossaire ». *GreenIT.fr* (blog). <https://www.greenit.fr/2008/05/21/glossaire/>.

Bordage, Frédéric. 2019. *Sobriété numérique. Les clés pour agir*. Paris : Buchet-Chastel.

Bordage, Frédéric, Stéphane Bordage et Jérémy Chatard. 2019. *Écoconception Web/Les 115 bonnes pratiques. Doper son site et réduire son empreinte écologique*. Paris : Eyrolles.

Boulet, Pierre, Sylvain Bouveret, Aurélie Bugeau, Emmanuelle Frenoux, Anne-Laure Ligozat, Kevin Marquet, Philippe Marquet, Olivier Michel et Olivier Ridoux. 2020. *Référentiel de connaissances pour un numérique éco-responsable*. EcoInfo. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02954188>.

Boullier, Dominique. 2016. *Sociologie du numérique*. Paris : Armand Colin. <https://doi.org/10.3917/arco.boull.2016.01>

Bourg, Dominique et Alain Papaux, éd. 2015. *Dictionnaire de la pensée écologique*. Paris : Presses universitaires de France.

Bourgatte, Michaël. 2017. « Pour un humanisme numérique en éducation ». *Revue française des sciences de l'information et de la communication* 10. <https://doi.org/10.4000/rfsic.2652>.

Caillet, Renaud. 2003. « Analyse multicritère : étude et comparaison des méthodes existantes en vue d'une application en analyse de cycle de vie ». Montréal : Cirano. <https://depot.erudit.org/id/000057dd>.

Carretero, Stephanie, Riina Vuorikari et Yves Punie. 2017. *DigComp 2.1. The Digital Competence Framework for Citizens with Eight Proficiency Levels and Examples of Use*. Luxembourg : Publications Office of the European Union. <http://dx.doi.org/10.2760/38842>.

Cauche, Jean-François. 2020. « Sobriété numérique et continuité pédagogique : use the HTML5, Luke... ». Educavox. 19 mars. <https://www.educavox.fr/accueil/debats/sobriete-numerique-use-the-html5-luke>.

Clifford, Ian, Stefano Kluzer, Sandra Troia, Mara Jakobsone, Uldis Zandbergs, Riina Vuorikari, Yves Punie, Isabel Clara Centeno Mediavilla, William O’Keeffe et Marcelinp Cabrera Giraldez. 2020. *DigCompSat. A Self Reflection Tool for the European Digital Framework for Citizens*. Luxembourg : Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/77437>.

Courboulay, Vincent. 2021. *Vers un numérique responsable. Repensons notre dépendance aux technologies digitales*. Arles : Actes Sud.

CPE Joli-Cœur, 2018. « L’écolittératie ». CPE Joli-Cœur. 19 juillet. <https://cpejolicoeur.ca/blogues-pedagogiques/lecoliteratie>.

Dacos, Marin. 2011. « Manifeste des Digital Humanities ». *THATCamp Paris* (blog). <https://tcp.hypotheses.org/318>.

DeWaters, Jan et Susan Powers. 2011. « Energy Literacy of Secondary Students in New York State (USA) : A Measure of Knowledge, Affect, and Behaviour ». *Energy Policy* 39 (3) : 1699-1710. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.12.049>.

DeWaters, Jan et Susan Powers. 2013. « Establishing Measurement Criteria for an Energy Literacy Questionnaire ». *The Journal of Environmental Education* 44 (1) : 38-55. <https://doi.org/10.1080/00958964.2012.711378>. DOI : [10.1080/00958964.2012.711378](https://doi.org/10.1080/00958964.2012.711378)

Dignocourt, Sandrine. 2019. « Le green IT, un marché à créer en Belgique ». *Le Soir*. 3 juin. <https://www.lesoir.be/280147/article/2019-06-03/le-green-it-un-marche-creer-en-belgique>.

Doueih, Milad. 2011. « Un humanisme numérique ». *Communication & langages* 167 : 3-15. <https://doi.org/10.4074/S033615001101101X>. DOI : [10.4074/S033615001101101X](https://doi.org/10.4074/S033615001101101X)

Efoui-Hess, Maxime. 2019. *Climat : l'insoutenable usage de la vidéo en ligne. Un cas pratique pour la sobriété numérique*. Paris : The Shift Project. <https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2019/07/2019-01.pdf>.

Faucheux, Sylvie, Christelle Hue et Isabelle Nicolaï. 2015. *TIC et développement durable. Les conditions du succès*. Bruxelles : De Boeck Sup.

Ferreboeuf, Hugues. 2018. *Pour une sobriété numérique*. Paris : The Shift Project. <https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2018/11/Rapport-final-v8-WEB.pdf>.

Flipo, Fabrice. 2021. « Que penser de la feuille de route “Numérique et environnement” ? ». *The Conversation*. 28 février. <https://theconversation.com/que-penser-de-la-feuille-de-route-numerique-et-environnement-156065>.

Fluckiger, Cédric. 2008. « L'école à l'épreuve de la culture numérique des élèves ». *Revue française de pédagogie*, 163 : 51-61. <https://doi.org/10.4000/rfp.978>.

Fourgous, Jean-Michel. 2011. *Réussir à l'école avec le numérique. Le guide pratique*. Paris : Odile Jacob.

Gibert, Anne-Françoise. 2020. « Éduquer à l'urgence climatique ». *Dossier de veille de l'IFÉ* 133. <https://edupass.hypotheses.org/2033>.

Glomeron, Frédéric, Evelyne Bois, Mandarine Hugon et Françoise Maguin. 2017. « Citoyenneté et développement durable : pratiques familiales et

scolaires chez les adolescents ». *La revue internationale de l'éducation familiale* 41 (1) : 69-94. <https://doi.org/10.3917/rief.041.0069>.

Gottesdiener, Hana et Jean Davallon. 1999. « Éducation pour l'environnement : l'enfant catalyseur du changement ». *Villes en parallèle* 28-29 (1) : 232-247. <https://doi.org/10.3406/vilpa.1999.1283>.

IPCC [Intergovernmental Panel on Climate Change], 2021. *Climate Change 2021 : The Physical Science Basis*. Cambridge : Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.

Jonas, Hans. 1979. *Das Prinzip Verantwortung : Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation*. Frankfurt : Neuauflage als Suhrkamp Taschenbuch.

Kemp, Simon. 2021. « Digital 2021 : Global Overview Report ». *Datareportal* (blog). 27 janvier. <https://datareportal.com/reports/digital-2021-global-overview-report>.

Lange, Jean-Marc. 2014. « Éducation au développement durable : intérêts et limites d'un usage scolaire des investigations multiréférentielles d'enjeux ». *Éducation et socialisation* 36. <https://doi.org/10.4000/edso.959>.

Le Deuff, Olivier. 2012. « Littératies informationnelles, médiatiques et numériques : de la concurrence à la convergence ? ». *Études de communication* 38 : 131-147. <https://doi.org/10.4000/edc.3411>.

Legros, Bernard, Jean-Noël Delplanque et Serge Latouche. 2009. *L'enseignement face à l'urgence écologique*. Bruxelles : Aden.

Lehmans, Anne. 2019. « Pour éduquer à l'information, être un "digital native" ne suffit pas ». *The Conversation*. 17 mars. <https://theconversation.com/pour-eduquer-a-linformation-etre-un-digital-native-ne-suffit-pas-111240>.

Martin-Pascual, Noémie. 2020. « Face à la pollution numérique : la sobriété ». *Verdamano.com*. Avril. <https://verdamano.com/ebook-face-a-la-pollution-numerique-la-sobriete/>.

Massé, Bruno. 2020. « L'environnement, le grand oublié de 2020 », *Ledevoir*. 16 décembre. <https://www.ledevoir.com/opinion/idees/591776/l-environnement-le-grand-oublie-de-2020>.

Meira Cartea, Pablo Ángel. 2019. « Climate Change and Education ». Dans *Climate Action. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals*, édité par Walter Leal Filho, Anabela Marisa Azul, Luciana Brandli, Pinar Gökcin Özüyar et Tony Wall. Cham : Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95885-9_27.

Meirieu, Philippe. 2015. « Former les enseignants en établissement : un impératif ». Le café pédagogique. 3 avril. <http://www.cafepedagogique.net/lexpresso/Pages/2015/04/03042015Article635636383758830418.aspx>.

Monnoyer-Smith, Laurence. 2017. « Transition numérique et transition écologique ». *Annales des Mines – Responsabilité et environnement* 3 (87) : 5-7. <https://doi.org/10.3917/re1.087.0005>.

Newman, Tabettha. 2009. « Digital Literacy Literature Review : From Terminology to Action ». Communication présentée à *Digital Literacy : Shock of the Old 2009*, Oxford, 4 avril.

Perrenoud, Philippe. 2003. « Qu'est-ce qu'apprendre ? » *Enfance & Psy* 24 : 9-17. <https://doi.org/10.3917/ep.024.0009>.

Piot, David, Olivier Ertz, Jens Ingensand et Sarah Composto. 2018. « BioSentiers, une application de réalité augmentée pour se reconnecter à la nature ». Communication présentée à *Ludovia#ch*, Yverdon-les-Bains, 27-29 mars. <http://hdl.handle.net/20.500.12162/1995>.

Plantard, Pascal et Caroline Le Boucher. 2020. « Les digital natives... Ils sont encore là ?! » *Bulletin de veille Canopé* 1. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-02901060/document>.

Puyou, Jacques. 2019. « Sobriété numérique ! ». Educavox. 5 décembre. <https://www.educavox.fr/accueil/reportages/sobriete-numerique>.

Ravez, Claire. 2020. « Enseigner les sciences humaines et sociales : entre savoirs et société ». *Dossier de veille de l'IFÉ* 135. <http://veille-et-analyses.ens-lyon.fr/DA-Veille/135-juin-2020.pdf>.

Sauvé, Lucie. 1994. *Pour une éducation relative à l'environnement : éléments de design pédagogique. Guide de développement professionnel à l'intention des éducateurs*. Montréal : Guérin.

Soares, Aurore. 2013. *Comment parler d'écologie aux enfants ?* Paris : Le Baron perché.

UNICEF. 2017. *Les Enfants dans un monde numérique*. New York : Fonds des Nations unies pour l'enfance. https://www.unicef.org/media/48586/file/SOWC_2017_FR.pdf.

Vidalenc, Éric. 2019. *Pour une écologie numérique*. Paris : Les Petits Matins.

Vorreux, Clémence, Marion Berthault et Audrey Renaudin. 2019. « Mobiliser l'enseignement supérieur pour le climat. Former les étudiants pour décarboner la société ». Paris : The Shift Project. https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2019/04/Rapport_ClimatSup_TheShiftProject-2019.pdf.

IV. Conclusion du chapitre 1

Ce premier chapitre a mis en lumière l'émergence progressive de la protection de l'environnement comme composante significative des compétences numériques. À travers une analyse qualitative de soixante-trois référentiels nationaux et internationaux, il apparaît qu'une **inflexion nette s'est opérée à partir de 2020. Les enjeux environnementaux**, longtemps périphériques dans les politiques éducatives en matière de numérique, **tendent désormais à être pris en compte de manière plus explicite**. Cette évolution reflète une prise de conscience croissante des impacts écologiques du numérique, et interroge la manière dont ces préoccupations peuvent s'intégrer dans la formation d'une citoyenneté écoresponsable.

Trois axes structurants émergent de l'analyse menée et contribuent à définir ce que l'on peut désormais envisager comme les fondements d'une éducation à la sobriété numérique. **Le premier** axe concerne la **compréhension des impacts environnementaux des technologies**, qu'il s'agisse de leur fabrication, de leur usage ou de leur fin de vie. **Le second** porte sur **l'adoption de comportements numériques responsables**, s'inscrivant dans une logique de sobriété, à travers la mise en œuvre de gestes concrets visant à réduire l'empreinte écologique (réduction de la consommation énergétique, recours à des solutions low-tech, allongement de la durée de vie des équipements). Enfin, **le troisième axe explore l'usage du numérique comme levier d'action** au service du développement durable, en mobilisant les technologies pour sensibiliser, informer et engager des actions concrètes.

Ces dimensions ne relèvent pas d'une simple sensibilisation. Elles mobilisent **un ensemble de savoirs, de compétences pratiques et**

d'attitudes critiques, à la croisée de la pensée systémique, de l'éthique numérique et de l'engagement environnemental. Elles participent ainsi à la reconfiguration des finalités éducatives autour de la notion de compétence numérique écoresponsable.

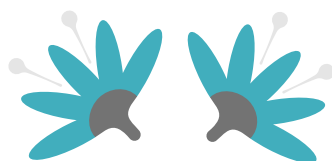
Le second article, consacré à l'éducation à la sobriété numérique et inscrit dans une perspective didactique, vient enrichir cette réflexion en proposant une conceptualisation plus approfondie de cette compétence. Mobilisant le cadre de la **transposition didactique** (Chevallard, 1985), il met en évidence les conditions nécessaires à la transformation de savoirs experts en contenus enseignables, et souligne la portée transformative de cette éducation. **La sobriété numérique y est envisagée** non comme une simple réduction quantitative des usages, mais **comme une capacité à interroger, à ajuster et à réorienter ses pratiques technologiques à partir de leur impact écologique**. Cette posture engage à la fois la responsabilité individuelle et l'action collective, particulièrement dans les contextes éducatifs.

En écho à cette conceptualisation, **la note de lecture** de ce second article proposée **par Dufort (2023) apporte un éclairage critique et complémentaire**. Elle met en évidence la pertinence de penser la sobriété numérique à la croisée des littératies numérique, énergétique et écologique, tout en soulignant **deux leviers** encore insuffisamment explorés : **la formation des enseignants et l'implication des familles**. Ces dimensions élargissent le cadre initial en insistant sur la **nécessité de communautés éducatives apprenantes**, où enseignants, élèves et parents co-construisent des pratiques responsables et contextualisées.

Malgré des avancées notables, **cette compétence reste encore absente ou marginale dans la majorité des curricula**. Pour qu'elle puisse pleinement contribuer à la formation des citoyens de demain, elle doit

être explicitement nommée, enseignée et structurée. Cette structuration repose sur plusieurs leviers : la formation des enseignants aux enjeux environnementaux liés au numérique, la conception de situations pédagogiques contextualisées et en prise avec le vécu technologique des apprenants, ainsi qu'une **approche interdisciplinaire croisant les apports des sciences du numérique, de l'écologie, de l'éducation et de l'éthique.**

Ce chapitre pose ainsi les bases d'un cadre théorique et didactique permettant de penser la protection de l'environnement comme une compétence numérique à part entière. **Il ouvre la voie à une réflexion plus opérationnelle qui sera développée dans les chapitres suivants.** Ceux-ci exploreront les modalités concrètes de développement de cette compétence chez trois publics clés du système éducatif : les élèves, les étudiants et les enseignants.



Chapitre 2

Développer la protection de l'environnement
comme une compétence numérique **chez**
les élèves

I. Introduction du chapitre 2

Le chapitre 1 a permis de poser les fondements théoriques d'une compétence numérique écoresponsable, en analysant la manière dont la protection de l'environnement commence à s'intégrer, de façon encore inégale, dans les référentiels de compétences numériques. Cette première étape a mis en évidence une triple dynamique : comprendre les impacts environnementaux du numérique, adopter des comportements responsables et mobiliser les technologies comme leviers d'action au service du développement durable. Ces dimensions ont également été envisagées dans une perspective didactique, soulignant l'importance de transformer un savoir scientifique en savoirs enseignables (Chevallard, 1985), afin de permettre leur appropriation par les acteurs éducatifs.

Le présent chapitre s'inscrit dans la continuité de cette réflexion, en évaluant l'intégration de ce cadre conceptuel dans l'enseignement obligatoire. Comme l'a montré le chapitre précédent, les enjeux environnementaux du numérique constituent désormais un domaine de savoir émergent. Selon Reuter (2014), la didactique étudie précisément la manière dont un domaine de savoir se scolarise, c'est-à-dire devient un objet d'enseignement légitime, en s'adaptant aux contraintes et aux réalités de la classe. Ce premier chapitre de mise en pratique vise ainsi à examiner concrètement comment l'éducation à la sobriété numérique peut être mise en œuvre auprès des élèves, à travers des dispositifs pédagogiques contextualisés et expérimentés en milieu scolaire. Cette démarche s'inscrit dans une logique de transposition didactique (Reuter, 2004 ; Chevallard, 1985), en interrogeant la manière dont les connaissances relatives à la sobriété numérique peuvent être mobilisées, transformées et adaptées à l'âge, au vécu numérique et aux intérêts des apprenants.

L'attention se porte ici sur l'enseignement obligatoire, et plus particulièrement sur les adolescents de 11 à 14 ans. De nombreux travaux ont montré que cette tranche d'âge constitue une période charnière dans l'évolution des usages numériques, marquée par des transformations identitaires, sociales et familiales (Danias-Uraga et Lannegrand, 2020 ; Arfaoui et Elbaz, 2025). Les adolescents s'orientent alors vers une plus grande autonomie numérique et diversifient leurs activités, qu'il s'agisse de création de contenus, de recherche d'informations ou de communication en ligne (Fluckiger, 2010). Cette phase apparaît donc particulièrement propice pour engager une réflexion sur l'impact environnemental des usages numériques et pour développer des pratiques plus responsables.

Ce chapitre rassemble trois études de cas menées dans l'enseignement obligatoire de la Fédération Wallonie-Bruxelles en Belgique. Ces travaux s'inscrivent dans le cadre prescrit par les référentiels du Tronc Commun du *Pacte pour un Enseignement d'Excellence*, et en particulier par le référentiel de *Formation Manuelle, Technique, Technologique et Numérique (FMTTN)*, qui précise que les élèves doivent être « *conscients de l'impact écologique de certains usages du numérique* » (Fédération Wallonie-Bruxelles, 2022, p. 68).

Le premier article analyse un dispositif d'apprentissage destiné à sensibiliser les élèves de 12 à 14 ans à la sobriété numérique, à travers une approche socio-constructiviste fondée sur l'exploitation d'une œuvre de fiction. Inspirée de la théorie de l'apprentissage socio-constructiviste (Vygotski, 1978), cette séquence pédagogique, construite autour du film d'animation *WALL·E* (Stanton, 2008), invite les élèves à développer une compréhension critique et sensible des liens entre technologie, consommation et environnement. Loin d'une simple transmission descendante, elle favorise l'interaction, le débat et la co-construction de savoirs dans une perspective d'engagement.

Le deuxième article examine les effets d'une campagne de sensibilisation aux enjeux environnementaux du numérique menée sur le réseau social Instagram auprès d'élèves de 12 à 13 ans. Ce dispositif, testé sur une période de quinze semaines, repose sur une approche plus transmissive et utilise des supports courts tels que des vidéos et des quiz, relevant de la logique du *micro-learning* (Mongin et al., 2018). L'étude interroge le potentiel des médias sociaux comme leviers d'apprentissage, en comparant deux groupes : l'un exposé uniquement aux contenus en ligne, l'autre ayant bénéficié d'une médiation pédagogique en classe.

Enfin, le troisième article, publié dans *Éducation Relative À L'Environnement* en 2024²⁰, traite de la question du développement de l'esprit critique face aux discours environnementaux portés par les marques et les institutions, en particulier à travers la problématique du greenwashing. Inscrite dans l'approche critique de l'éducation relative à l'environnement (Sauvé, 1997), cette recherche prolonge une dimension centrale identifiée dans l'article Vers une éducation à la sobriété numérique (Descamps et al., 2022), à savoir la capacité à analyser et déconstruire les stratégies de communication des grandes entreprises technologiques. Elle insiste sur la nécessité de former des élèves capables de repérer les formes de récupération marketing des enjeux écologiques, afin de soutenir un engagement lucide et informé.

Bien que reposant sur des approches pédagogiques distinctes, ces trois études poursuivent un même objectif : tester et affiner les conditions de développement de l'éducation à la sobriété numérique dès l'enseignement obligatoire. En articulant construction de savoirs, expériences vécues et développement de l'esprit critique, elles proposent des pistes concrètes pour ancrer cette compétence dans les

²⁰ Descamps, S., Degand, S., Temperman, G., Boumazguida, K., & De Lièvre, B. (2024). Développer l'esprit critique en éducation relative à l'environnement en décryptant le greenwashing. *Éducation Relative À L'Environnement*, 19 (2). <https://doi.org/10.4000/14fmu>

pratiques éducatives. Ce chapitre contribue ainsi à identifier les enjeux et les leviers d'une didactisation contextualisée de la sobriété numérique chez les élèves, c'est-à-dire la transformation d'un savoir ou d'une compétence en contenu enseignable. Il s'agit ainsi d'une étape essentielle vers une intégration plus large de cette compétence tout au long du parcours éducatif.

II. Article n°3 : Teaching digital sobriety with WALL·E: an educational sequence for 12-14 year olds.

Citation : Sarah Descamps, Gaëtan Temperman et Bruno De Lièvre, « Teaching digital sobriety with WALL·E: an educational sequence for 12-14 year olds. », soumis à la revue « *Irish Journal of Technology Enhanced Learning* », le 12 décembre 2025 (en cours de relecture).



En français ²⁰

Abstract: In response to the growing imperative of digital sobriety, its integration into educational practices remains limited, particularly at the secondary school level. This case study aims to evaluate the effects of a pedagogical intervention focused on digital sobriety, implemented with 81 pupils aged 12 to 14 in the Fédération Wallonie-Bruxelles, Belgium. Grounded in a socio-constructivist approach, the teaching sequence relied on active learning strategies and incorporated the animated film WALL·E as a narrative and emotional trigger to foster ecological awareness. Three core dimensions were analyzed: the development of pupils' knowledge, the evolution of responsible digital practices, and learners' perceptions of the pedagogical approach. The results reveal a significant improvement in pupils' understanding of digital sobriety, with an average relative gain of 51.58%. This progression was consistent across both educational levels (1st and 2nd year of secondary school). Findings also indicate positive changes in self-reported digital behaviours, especially regarding energy management, technology consumption, and communication practices. According to pupils, the WALL·E excerpts and educational games were

²¹ La traduction de l'article est aussi disponible dans les annexes (p. [XLIII](#)).

among the most appreciated components. While the study presents certain methodological limitations (absence of a control group, self-reported data), it highlights the potential of a pedagogical approach rooted in active participation, dialogue, and co-construction to foster education for digital sobriety from early secondary education onward.

Keywords: Digital sobriety; WALL·E; Socio-constructivist approach; Green education; Educational case study

Résumé (en français) : Face à l'impératif de sobriété numérique, son intégration dans les dispositifs éducatifs reste encore marginale, en particulier dans l'enseignement secondaire. Cette étude de cas vise à évaluer les effets d'un dispositif pédagogique d'éducation à la sobriété numérique, mis en œuvre auprès de 81 élèves de 12 à 14 ans de la Fédération Wallonie-Bruxelles, en Belgique. Ancré dans une approche socio-constructiviste, le dispositif mobilise des activités actives, en intégrant le film d'animation WALL·E comme levier narratif et émotionnel pour favoriser la conscientisation écologique. Trois dimensions ont été analysées : l'évolution des connaissances, des pratiques numériques responsables et la perception pédagogique du dispositif. Les résultats indiquent une progression significative dans la maîtrise des connaissances relatives à la sobriété numérique, avec un gain relatif moyen de 51,58 %. Cette progression est homogène entre les deux niveaux scolaires étudiés (1^{re} et 2^e secondaire). Les données révèlent également une amélioration des comportements numériques déclarés, en particulier dans la gestion énergétique, la consommation d'équipements et la communication numérique. Du point de vue des élèves, les extraits du film WALL·E et les jeux pédagogiques figurent parmi les modalités les plus appréciées. Bien que la recherche présente certaines limites méthodologiques (absence de groupe témoin, auto-déclaration), elle souligne le potentiel d'une approche pédagogique

fondée sur l'implication active, le débat et la co-construction pour éduquer à la sobriété numérique dès le secondaire inférieur.

Mots-clés : Sobriété numérique ; WALL·E ; Approche socio-constructiviste ; éducation relative à l'environnement ; Étude de cas pédagogique

1. Introduction

While the environmental impacts of digital technologies are now better documented (Berthoud, 2017; Cellard & Marquet, 2025), their integration into educational approaches remains largely unexplored, particularly within compulsory education. Yet, the ability to understand and mitigate these effects is explicitly listed among the key competencies in the European Digital Competence Framework (*DigComp*), which calls for a conscious adaptation of digital practices in response to ecological challenges (Redecker & Punie, 2017).

This study aims to evaluate the effects of a learning intervention that incorporates the animated film *WALL·E* (Andrew Stanton, 2008) on the knowledge, self-reported practices, and perceptions of pupils aged 12 to 14 regarding digital sobriety. Grounded in a socio-constructivist perspective, this research seeks to explore the combined contributions of popular culture, active pedagogy, and environmental education in fostering critical and responsible awareness. The objective is to analyze to what extent such a pedagogical sequence can lead pupils to adopt more sustainable digital behaviours while enhancing their understanding of contemporary ecological issues.

2. Literature Review

This literature review outlines the main theoretical and empirical foundations that guided the design of the learning intervention

evaluated in this study. Three key dimensions are addressed: the challenges of educating for digital sobriety, the role of socio-constructivism in environmental education, and the pedagogical value of the animated film *WALL-E* in raising pupils' awareness of ecological issues. This theoretical framework serves to ground the intervention presented in the following section.

2.1. Education in digital sobriety

According to Descamps et al. (2022), the concept of digital sobriety lies at the intersection of two major dynamics: ecological transition and digital transformation. It refers to a reasoned use of technology that is mindful of its environmental externalities. In a context where digital practices are becoming widespread from an early age, it is essential to educate citizens, including adolescents, toward more sustainable behaviours (Caron & Maurel, 2023; Ripoll, 2025). Pupils aged 12 to 14, who are heavy users of digital tools and still in the process of identity development, represent a strategic audience for initiating awareness that may ripple through their social environments. This is why, in the *Formation Manuelle, Technique, Technologique et Numérique* (FMTTN) framework of the Fédération Wallonie-Bruxelles in Belgium, one of the expected outcomes for second-year secondary pupils is: *"He/she becomes aware of the ecological impact of certain digital uses"* (Fédération Wallonie-Bruxelles, 2022, p.68).

To structure this education in digital sobriety, Descamps et al. (2022) propose a three-axis model drawing on insights from environmental education, energy education, sustainable development, digital literacy, and citizenship education:

- Axis 1 - Understanding the environmental impacts of digital technology: Through life cycle analysis of devices (Berthoud, 2017), students are encouraged to identify the ecological effects of each

phase (manufacturing, usage, end-of-life, and recycling) using concrete and visual supports.

- Axis 2 - Identifying digital solutions that support the environment: This dimension aims to show that digital technologies can also be a driver of ecological transition, for instance, through carpooling platforms or short supply chain services. The approach emphasizes positive uses without resorting to guilt-based messaging.
- Axis 3 - Adopting responsible digital practices: The final axis focuses on application, such as co-constructing a classroom charter of eco-friendly digital behaviours (disabling auto-play videos, limiting large attachments, prioritizing refurbished equipment, etc.).

Several pedagogical recommendations can help make this approach accessible to adolescents. On the one hand, it is crucial to maintain a non-judgmental stance that values individual efforts rather than stigmatizing certain digital habits (Soares, 2013). On the other hand, using tangible and visual materials (diagrams, images, film excerpts) helps make the invisible digital infrastructure (servers, data centers, electronic waste) more visible, elements often absent from students' mental representations.

Finally, actively involving students through a socio-constructivist approach is essential: engaging in research, debate, hypothesis-building, and critical reflection on their own practices contributes to the construction of critical and lasting knowledge.

Recent studies confirm the importance of this awareness. Ripoll (2025), in a study on digital sobriety training within the digital humanities, shows that students implement technically sober practices (image compression, lightweight hosting, minimalist websites), yet do not always recognize their environmental significance. She underscores the value of making digital sobriety an explicit learning objective that combines technical skills, critical reflection, and digital ethics.

2.2. The role of socio-constructivism in Green Education

The learning intervention implemented in this study is grounded in a socio-constructivist perspective. This pedagogical approach is based on the idea that learners actively construct their knowledge through interactions with their environment and collaboration with others (Ouellet, 2005). Rather than viewing the student as a passive recipient of pre-established knowledge, socio-constructivism emphasizes cognitive engagement, dialogue, critical thinking, and connections with lived experiences (Garnier et al., 2009).

This theoretical orientation aligns closely with the contemporary goals of green education, which now go beyond the simple transmission of ecological knowledge to promote participatory and reflective learning processes (Legendre, 2008). For several decades, numerous scholars (Bader, 1998; Fortin-Debart, 2013; Robottom, 2004) have advocated for a socio-constructivist form of green education aimed at empowering citizens to understand, question, and act upon the complexity of environmental issues.

As Bader (1998) points out, one of the core challenges of green education is to lead students to “*complexify their representations of science and the environment*” by incorporating ethical, social, and political dimensions, while recognizing “*the inherent uncertainty in all scientific knowledge.*” From this perspective, the environment is not presented as a static object to be preserved, but as an evolving socio-cultural construct in constant collective negotiation.

Fortin-Debart (2013) similarly stresses the importance of viewing the environment as a “*community project,*” which implies favoring cooperative classroom strategies where students “*learn with and from each other.*” Environmental knowledge is thus co-constructed in dynamic interaction between students and teachers. Rooney and

Laroche (1998–1999, cited in Fortin-Debart, 2013) go even further, asserting that the environmental crisis itself is socially constructed, and that human interactions are a central factor in transforming both representations and behaviours. In this view, cooperative learning becomes a key driver for developing critical thinking and metacognitive skills essential to an emancipatory green education.

Robottom (2004) also emphasizes that adopting a socio-constructivist posture requires acknowledging that learners do not merely absorb knowledge, they actively build it based on their prior knowledge, lived experiences, and the specific contexts they encounter. This implies treating environmental knowledge not as a fixed body of facts, but as a continually evolving set of content to be explored and discussed with students.

This principle is particularly relevant in the context of education for digital sobriety, an emerging topic whose content evolves rapidly due to ongoing changes in technology and digital practices (Descamps et al., 2022). Addressing the environmental impact of digital technologies through a socio-constructivist approach allows students to root their learning in their own technological realities, while fostering critical reflection on their digital habits.

Many active learning methods used in green education fall within this socio-constructivist framework: problem-based learning, class projects, field investigations, role-playing, structured debates, or simulations. These approaches share the goal of generating meaning through experience, exchange, and the confrontation of viewpoints, rather than through passive content reception (Arik & Yilmaz, 2020; Robottom, 2004).

Empirical research supports the effectiveness of these methods in both knowledge acquisition and attitude transformation. A meta-analysis by

Arik and Yilmaz (2020), covering 57 studies published between 2000 and 2015, shows that constructivist and active learning-based interventions have a significant positive effect on pupils' learning outcomes in green education, with an overall effect size of $g \approx 1.46$. This robust result is observed across various educational levels (from primary to secondary school) and a wide range of instructional formats (interdisciplinary projects, problem-based modules, etc.).

Socio-constructivism also appears to foster deeper learner engagement with environmental issues. A study by Yustina et al. (2011), conducted with 13- to 14-year-old pupils, found that those who participated in a socio-constructivist learning sequence significantly improved their attitudes toward environmental management compared to a control group that received more traditional instruction. The authors emphasize that this pedagogical approach helps strengthen ecological sensitivity and the motivation to take concrete action in favor of the environment.

2.3. The use of the film WALL·E to raise awareness of ecological issues

In the context of a global ecological crisis, teachers are increasingly turning to resources from popular culture to raise students' awareness of sustainable development challenges. Among these resources, the animated film *WALL·E* by Andrew Stanton (2008), produced by *Pixar*, holds a unique place. This film is often cited as an effective pedagogical tool for addressing complex environmental issues with younger audiences (Hamalosmanoğlu et al., 2020; Korfiatis et al., 2020).

WALL·E presents a dystopian world in which Earth has become uninhabitable, a direct consequence of overconsumption, massive waste production, and environmental degradation. The story follows a small robot left alone on the planet, tasked with cleaning up the

remnants of a humanity that has exiled itself into space. This ecological dystopia, where technology gradually replaces humanity, offers a critical lens on our contemporary lifestyles, marked by consumerism, digital dependency, and a growing disconnection from nature (López Fuentes, 2022).

Classified among “*eco-animations*” (Brereton, 2014), *WALL·E* belongs to a genre of cultural productions designed to awaken environmental consciousness in young viewers. The film juxtaposes contrasting depictions, a devastated planet on one side, a dehumanized society overwhelmed by technology on the other, to emphasize that the survival of human societies depends on the preservation of life. Many scholars acknowledge the film’s strong educational value, particularly due to its accessibility.

Several studies in education sciences have explored the impact of watching *WALL·E* on young people’s environmental perceptions. Korfiatis et al. (2020), for example, examined the film’s influence on 9- to 12-year-old pupils in Cyprus by measuring associations related to ecological concepts before and after viewing. Their results reveal a significant transformation in pupil representations: after watching the film, children more frequently associated Earth with notions like waste and pollution. Older pupils made explicit connections between human activity and waste production, while younger ones developed more positive associations involving recycling or waste reduction. The authors note that conceptual impact was stronger among the younger group, likely due to their more limited prior exposure to environmental issues.

While these findings should be interpreted cautiously due to the small sample sizes, they nonetheless confirm the film’s potential to shape pupils’ conceptions of the human-nature relationship. Other studies

support these observations. Thanya and Suganthan (2023) used *WALL·E* with older pupils and found that the film facilitated understanding of concepts such as deforestation, pollution, and climate change.

The film's impact is not limited to knowledge acquisition. It also appears to influence attitudes and behavioural intentions. Hamalosmanoğlu et al. (2020) conducted a study with 130 pre-service teacher education pupils who viewed *WALL·E* as part of an environmental education course. The results showed a significant improvement in self-reported ecological behaviours and attitudes toward recycling following the intervention. Another study highlights that the film sparked renewed interest in environmental issues and served as an emotional and motivational trigger, particularly when integrated into a structured pedagogical framework (Thanya & Suganthan, 2023).

Taken together, these studies suggest that *WALL·E* is a valuable educational tool for initiating critical reflection on environmental issues and promoting more responsible attitudes. However, most of the existing research using this film focuses on themes such as waste, recycling, or nature preservation. To our knowledge, no study has yet explored the use of *WALL·E* from an educational perspective centered on contemporary technological issues, and more specifically on digital sobriety. This is precisely the perspective adopted in the present research.

3. Methodology

3.1. Context et methodological approach

The aim of this study is to assess the effectiveness of a technopedagogical intervention designed to raise awareness among 12- to 14-year-old pupils about the challenges of digital sobriety. This experiment

is grounded in a civic and critical educational perspective, drawing on the principles of socio-constructivist learning (Ouellet, 2005), in which pupils are invited to actively construct knowledge through peer interaction, reflective activities, and collaborative productions. Far from being a top-down content delivery, the intervention emphasizes co-construction of meaning, critical analysis of digital practices, and the search for practical solutions.

In this spirit, the pedagogical approach aims to establish a participatory and engaging learning environment, built around reflection, structured discussion, and content creation. This approach aligns with recommendations on socio-constructivist pedagogy (Garnier et al., 2009), as well as those promoting education for digital sobriety (Descamps et al., 2022). The choice of an active pedagogy also addresses the need to align with the lived experiences of adolescents, who are often caught between contradictory digital imperatives, intensive consumption on one hand, and calls for sobriety on the other.

The study adopts an exploratory framework. We chose to conduct a case study without a control group, given that the topic in question, digital sobriety education, is not yet formally and systematically integrated into school curricula. As Yin (2014) notes, the case study method is particularly suited to in-depth exploration of emerging or innovative phenomena within their real-world context. However, this approach carries inherent limitations, including the inability to generalize findings to a broader population (Bédard, 2005).

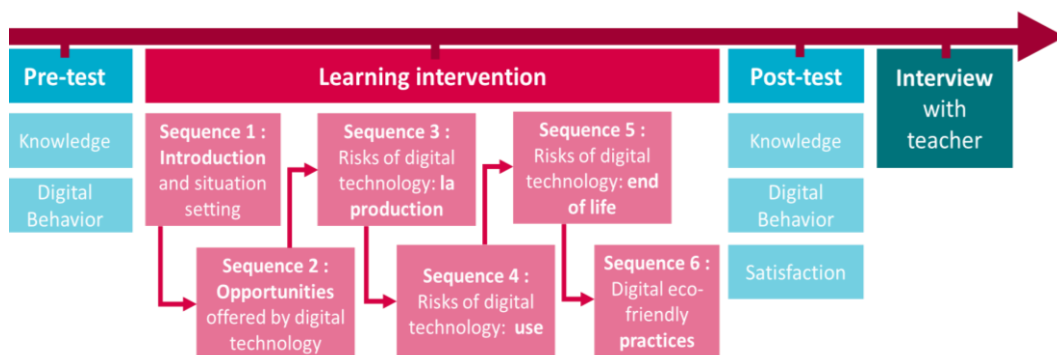


Figure 4. Timeline of the case study and learning sequence design

The intervention was carried out over six weeks, using a pre-test/post-test design without a control group. It was structured into three phases:

3.1.1. Pre-test (week 0)

Before the start of the learning sequence, participating pupils were invited to complete an online questionnaire. The purpose of this pre-test was to establish a baseline based on two complementary dimensions:

- First, pupils' knowledge of digital sobriety and the environmental footprint of digital technologies;
- Second, their self-reported digital practices, including web browsing, online communication, management of their digital environment, and technology consumption habits. From among the responsible behaviours identified in the study by Descamps et al. (2023), only the eco-actions suited to our young adolescent audience were selected.

3.1.2. Learning intervention (weeks 1 to 6)

The learning sequence was designed in alignment with the model developed by Descamps et al. (2022), which interconnects three dimensions: understanding environmental impacts, using digital tools as drivers of ecological transition, and identifying concrete courses of action. The overall objective was to guide pupils toward an informed

awareness of the environmental impact of digital technologies, while engaging them in critical reflection on their own practices.

The learning scenario unfolded over six weeks, each corresponding to a thematic session:

1. In the first session, pupils were invited to reflect on their representations of digital technologies. Image analysis and group discussions led to a central question: Are technologies a risk or an opportunity for the environment? A first excerpt from the animated film *WALL·E* (Stanton, 2008) served as a reflective trigger, facilitating debate around this question.
2. The second session had pupils work in pairs to analyze documents on the positive contributions of digital technology. Cross-presentations in class led to a collective synthesis of identified opportunities.
3. A second excerpt from *WALL·E* was used to introduce the concept of the life cycle of digital devices, focusing on the production phase. Using a set of documents, pupils conducted research to better understand the environmental impacts of this stage.
4. In the fourth session, pupils were asked to reflect on their daily digital habits, particularly related to energy consumption and device usage time.
5. Based on a documentary corpus, pupils first conducted individual research and then compared their findings in small groups, engaging in peer discussion and collaborative validation. A graphic synthesis illustrating the various stages of a device's life cycle was produced.
6. To conclude the sequence, pupils first participated in a knowledge consolidation game. Then, using various resources, they were invited to identify eco-friendly digital habits they could adopt. Each pupil also created their own personal charter for responsible digital use.

The integration of *WALL·E* excerpts represents a distinctive feature of this learning sequence. This accessible and evocative narrative support enables a sensitive and critical exploration of complex topics such as overconsumption, technological dependency, resource depletion, and waste management. Its use was intended to foster pupil engagement and stimulate their ability to make connections between fiction, personal experience, and environmental realities. As recommended by Thanya and Suganthan (2023), the film was embedded within a structured pedagogical sequence. This was not a simple film screening.

3.1.3. Post-test (week 7)

At the end of the learning sequence, a final questionnaire was administered to pupils under conditions similar to the pre-test. This post-test aimed to assess self-reported changes in knowledge and practices related to digital sobriety. In addition to the original questions, new items were included to gauge pupils' satisfaction with the learning experience. These items used Likert scales to collect feedback on various learning activities (e.g., film excerpts, debates, games).

The questionnaire concluded with three open-ended questions, inviting pupils to share their personal impressions of the sequence, identify the key elements of their learning, and express their views on how these lessons might influence their future digital behaviours.

In parallel, a non-directive interview was conducted with the teacher who implemented the intervention. This qualitative component aimed to gather feedback on how the pupils received the sequence, any adjustments made during the sessions, and any levers or obstacles identified for potential future implementation.

3.2. Research Questions

Several studies have highlighted the educational value of the animated film *WALL-E* in the context of environmental education (Hamalosmanoğlu et al., 2020; Korfiatis et al., 2020). These works demonstrate that this fictional medium can foster ecological awareness, encourage responsible behaviours related to recycling, and promote critical thinking about the relationship between human societies and the planet, particularly among children aged 9 to 12.

In the present study, however, *WALL-E* was used within a different analytical framework: that of digital sobriety. The objective is to assess the effects of a pedagogical intervention rooted in a socio-constructivist approach and focused on the environmental impacts of digital technologies, aimed at pupils aged 12 to 14. This involves combining awareness-raising, critical reflection, and the adoption of eco-responsible digital behaviours.

Designed as a case study, this exploratory research seeks to answer the following three questions:

- **Q1:** To what extent does the learning intervention support pupil progress in understanding the ecological footprint of digital technologies and the concept of digital sobriety?
- **Q2:** Does the intervention lead to a change in pupils' self-reported digital practices toward more sober and responsible behaviours?
- **Q3 :** How do pupils perceive the different pedagogical components (activities, games, film excerpts, debates) used to raise their awareness of digital sobriety?

3.3. Sample

This study is based on a convenience sample of first- and second-year secondary school pupils, adolescents aged 12 to 14 (average estimated

age: 13.57 years), enrolled in a school located in a disadvantaged urban area of the Federation Wallonie-Bruxelles (Belgium). The participating school has a socio-economic index of 2 out of 20, indicating a socially vulnerable environment marked by significant inequalities. This context may significantly influence pupils' digital practices as well as their relationship to ecological and technological issues.

The pedagogical intervention was implemented during geography class across eight pupil groups: five in the first year of secondary school and three in the second year. In total, 140 pupils were exposed to the intervention, 96 in the first year and 44 in the second year.

Of these, 81 pupils completed the full research protocol by participating in both the pre-test and the post-test. This group constitutes the final sample used for analysis. The pupil breakdown within this sample is as follows:

- 59 first-year pupils (72.8%)
- 22 second-year pupils (27.2%)

Table 7 below presents the main characteristics of the final sample, including distribution by school level, gender, and average age:

Table 7 : Characteristics of the sample

	Gender		n	N	Average Age
	Female	Male			
First year	45.76 % (27/59)	54.24 % (32/59)	n1 = 59	81	13.57 years ($\sigma = 0.79$)
Second year	54.55 % (12/22)	45.45 % (10/22)	n2 = 22		

4. Results

4.1. Pupils' knowledge progression

This section addresses the first research question: To what extent does the learning intervention support pupil progress in understanding the ecological footprint of digital technologies and the concept of digital sobriety?

To measure this progression, pupils completed a 20-point knowledge test before (pre-test) and after (post-test) the learning sequence. The resulting scores were used to calculate relative learning gains and relative losses, using the formula proposed by d'Hainaut (1975):

$$\text{Gain} = (\text{Final score} - \text{Initial score}) / (\text{Maximum score} - \text{Initial score}) \times 100.$$

$$\text{Loss} = (\text{Initial score} - \text{Final score}) / \text{Initial score} \times 100$$

This formula estimates the pedagogical effectiveness of the intervention while accounting for each pupil's initial knowledge level. In accordance with methodological recommendations, only gains were analyzed, there was no need to assess relative losses.

Table 8 : Relative gains in knowledge of digital sobriety

	N	Pre-test (/20)		Post-test (/20)		Relative Gain (%)	
		$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	σ
First year	59	8.20	1.70	14.36	1.64	52.21	12.46
Second year	22	8.50	1.77	14.18	1.49	49.90	8.41
All pupils	81	8.28	1.72	14.30	1.60	51.58	11.54

Table 8 presents the average relative gains per level (first and second year of secondary school) as well as for the full sample. The overall average relative gain is 51.58%, which clearly exceeds the 30%

threshold set by d'Hainaut (1975) to consider a learning gain as significant. These results suggest that the learning sequence, grounded in a socio-constructivist approach and incorporating the animated film *WALL-E*, had a positive effect on pupils' knowledge of digital sobriety and the environmental footprint of digital technologies.

The comparison between school levels reveals minimal differences. First-year pupils achieved an average gain of 52.21%, compared to 49.90% for second-year pupils. This similarity was confirmed statistically. A Shapiro-Wilk normality test indicated a normal distribution for first-year data ($p = 0.236$), but not for second-year data ($p = 0.008$). As a result, a Mann-Whitney test was conducted, showing no statistically significant difference between the two groups ($U = 798.0$; $p = 0.367$).

These findings suggest that school year did not influence the effectiveness of the intervention. In other words, knowledge acquisition appears to be independent of grade level, which supports the pedagogical transferability of the sequence to both first and second-year pupils. This opens promising perspectives for broader integration of digital sobriety education from the early years of secondary school.

These quantitative results are also supported by the analysis of open-ended responses collected in the post-test. Pupils spontaneously expressed what had particularly struck them during the sequence. Many comments reflect a clear awareness of the environmental impact of digital technologies: *"I didn't know my phone polluted that much"* ; *"Global warming because of internet searches"*. Some pupils also mentioned the social and ethical aspects of device production: *"Children or adults working in horrible conditions in Africa"* ; *"People sacrificing their health for electronics"*. The excerpt from *WALL-E* appears to have made a strong emotional impression, particularly

through images of “*Earth covered in trash*” ; “*What the world could become*”. This variety of responses reflects not only a personal appropriation of the content, but also the effectiveness of an active, visual, and contextualized pedagogy in fostering reflective engagement among pupils.

4.2. Evolution of self-reported digital behaviours

This section addresses the second research question: To what extent does the learning intervention lead to changes in pupils’ self-reported digital behaviours related to digital sobriety?

To explore this dimension, pupils were asked to indicate, before and after the learning sequence, the eco-responsible behaviours they reported practicing in their daily lives. The analysis is based on the four axes identified in the study by Descamps et al. (2023): online navigation, digital communication, management of the digital environment, and technology consumption. The following results reflect self-reported practices, which are more indicative of intention and awareness than of directly observed behaviours.

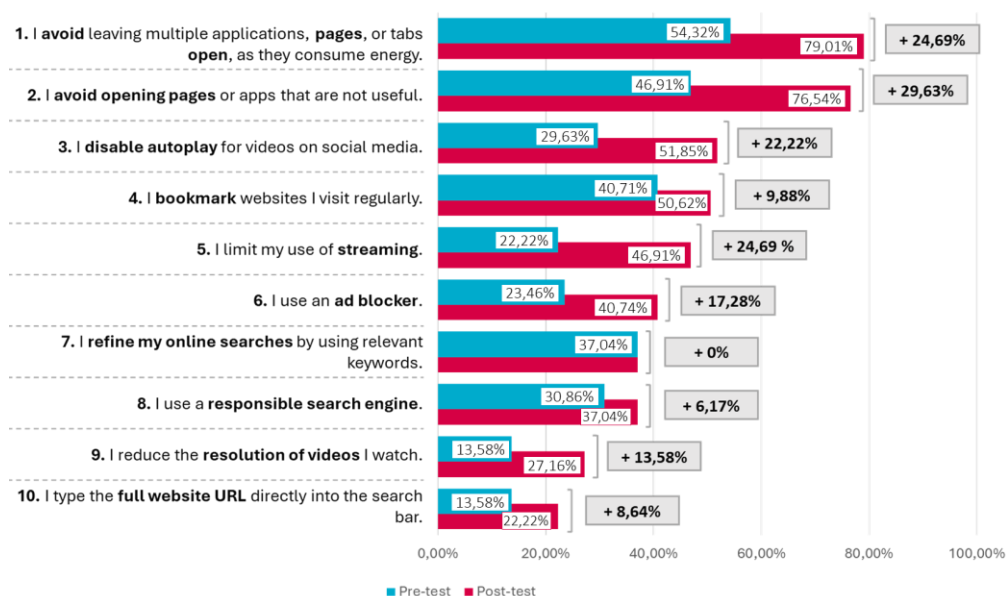


Figure 5. Evolution of eco-friendly online navigation behaviours

As illustrated in Figure 5, pupils reported having adopted several behaviours to reduce their environmental impact while browsing online. The behaviour with the largest increase was avoiding opening unnecessary pages or apps, with a gain of +29.63% between pre- and post-test (reported by 76.54% of pupils after the intervention). Two other behaviours increased by +24.69%: avoiding leaving tabs or apps open unnecessarily (79.01% post-intervention) and limiting streaming (46.91%). Similarly, disabling auto-play videos on social media rose by +22.22%.

In contrast, using keywords to refine online searches showed no change (+0.00%), likely because it was already optimised or perceived as routine. Given that this behaviour relates to digital information literacy, it may require specific pedagogical attention to be further developed among pupils of this age (Kumps, 2024).

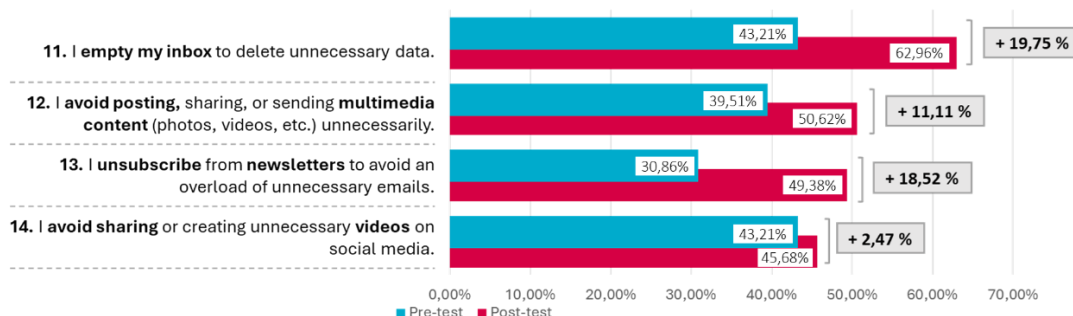


Figure 6. Evolution of eco-friendly online communication behaviours

Figure 6 shows the evolution of communication-related practices. Two behaviours stand out: unsubscribing from unnecessary newsletters (+18.52%) and regularly cleaning out email inboxes (+19.75%). The latter is now practiced by 62.96% of pupils, explicitly for ecological reasons. Additionally, 50.62% of pupils reported avoiding sending or sharing unnecessary multimedia content, with a gain of +11.11%.

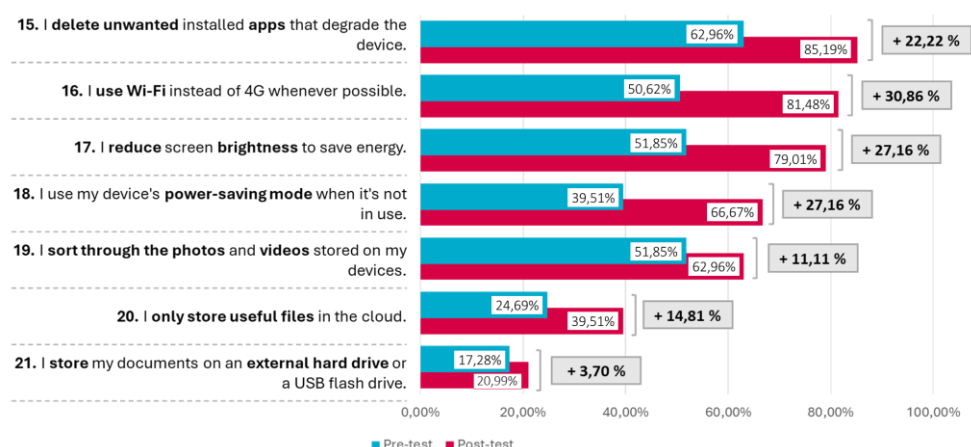


Figure 7. Evolution of eco-friendly actions related to digital environment management

The results in Figure 7 indicate that pupils also adopted various eco-responsible behaviours related to managing their digital environment. The most improved behaviour was using Wi-Fi instead of 4G (+30.86%; 81.48% of pupils post-intervention). Reducing screen brightness and using energy-saving mode both showed increases of +27.16%. Furthermore, deleting unnecessary apps reached a high implementation rate post-intervention (85.19%; +22.22%). Finally, sorting photos and videos was reported by 62.96% of pupils, up by +11.11%.

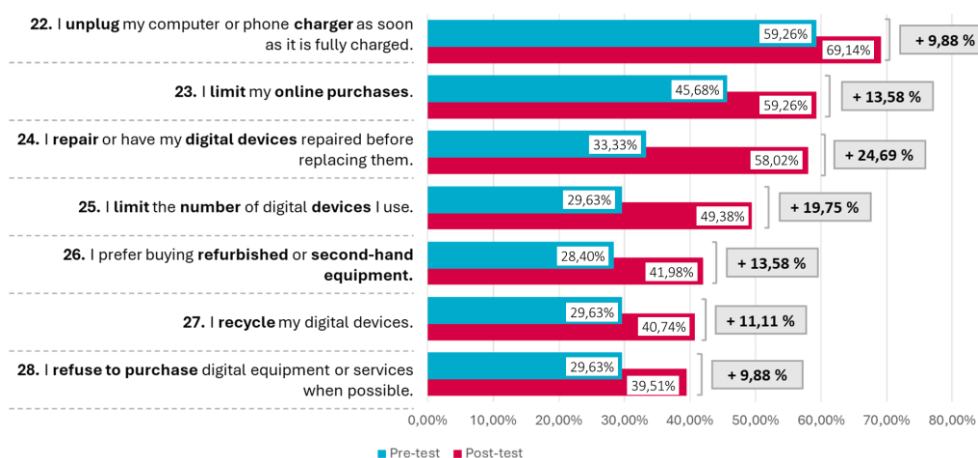


Figure 8. Evolution of eco-friendly actions related to technology consumption

Lastly, Figure 8 focuses on digital consumption behaviours. The most significant increase was in repairing equipment before replacing it (+24.69%; 58.02% of pupils). Limiting the number of digital devices also increased (+19.75%), as did buying refurbished or second-hand devices (+13.58%) and reducing online purchases (+13.58%). In contrast, unplugging unused chargers showed a more modest increase (+9.88%), likely because this behaviour was already relatively common before the intervention (59.26% at pre-test).

Beyond these results, qualitative insights gathered through open-ended responses and the teacher interview offer additional context. Some pupils expressed a desire to apply the advice they received or to raise awareness among those around them. For example: *"I could apply some of the tips we learned during the sequence."* *"By changing my habits or talking to my family about it."* The teacher confirmed this trend, noting that many pupils expressed a desire to "spread the message" to others.

This intergenerational transfer of learning is particularly promising, especially since several 12- to 14-year-old pupils also mentioned the limits of their agency, particularly regarding purchasing or upgrading devices, decisions typically made by their parents. However, the awareness gained during the sequence appears to have provided a foundation for initiating family discussions around these issues.

These findings suggest that the intervention fostered awareness and declarative engagement in concrete eco-responsible behaviours. They also indicate that the active and contextualized pedagogical format (film, debate, game, charter) helped anchor learning in pupils' everyday realities. While actual behavioural changes could not be directly observed, these self-reported intentions represent a first step toward critical and engaged adoption of digital sobriety practices.

4.3. Students' perception of usefulness and satisfaction

To complete the analysis of the learning intervention, this section addresses the third research question: How do pupils perceive the different pedagogical elements (activities, games, film excerpts, debates) used to raise their awareness of digital sobriety?

To assess this, pupils were asked to rate their level of satisfaction with various pedagogical formats using a scale from 0 (very dissatisfied) to 3 (very satisfied). The results of this evaluation are presented in Figure 9. Overall, the learning sequence was well received: a large majority of pupils reported being either rather satisfied (44.90%) or very satisfied (42.70%), indicating strong acceptability and perceived relevance of the intervention.

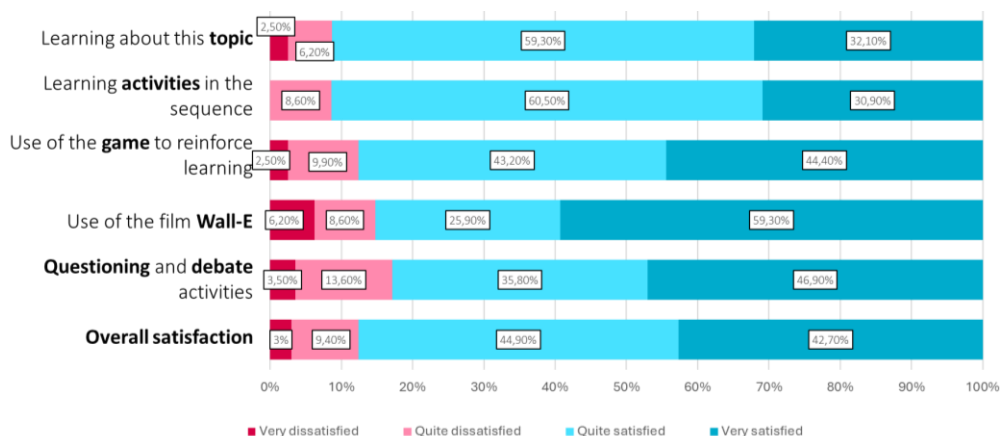


Figure 9. Satisfaction by pedagogical modality

Among the evaluated pedagogical elements, the use of excerpts from the film *WALL·E* was the most appreciated ($\bar{X} = 2.38$; $\sigma = 0.88$). More than half of the pupils (59.30%) said they were very satisfied with it. The film's emotional impact was frequently mentioned in open-ended responses, as illustrated by this pupil: *"The scene showing what the Earth could become because of mining for precious metals and the waste being sent to other countries."* The teacher interview echoed this

sentiment: *“Many pupils didn’t know the film, and they really enjoyed it. Some even said the film made them want to take action so the world doesn’t end up like in WALL·E.”*

The review game used at the end of the sequence to reinforce learning was also highly appreciated ($\bar{X} = 2.30$; $\sigma = 0.75$). It was seen as both engaging and useful. One pupil described it as one of the highlights of the entire sequence. The teacher confirmed its effectiveness: *“The pupils reviewed the content without even realizing it, thanks to the playful format.”*

The debates and inquiry-based activities, implemented within a socio-constructivist framework, were also positively evaluated ($\bar{X} = 2.26$; $\sigma = 0.83$), as was the overall set of learning activities ($\bar{X} = 2.22$; $\sigma = 0.59$). The teacher noted a high level of pupil involvement: *“There were a lot of discussions and debates.”* He also observed that pupils who are usually passive in geography class were much more engaged during this sequence, particularly when it came to sharing their personal experiences with digital technologies.

Finally, the overall appreciation of the topic itself was very positive ($\bar{X} = 2.21$; $\sigma = 0.66$). Pupils expressed genuine interest in this subject at the intersection of digital life and ecology. According to the teacher, it was precisely this connection between two familiar domains, the climate crisis, often seen in the media, and digital technology, a part of their daily lives, that sparked curiosity. One pupil remarked: *“We don’t usually see the other side of things... when we buy something like a phone, we don’t necessarily know that behind it there’s pollution, resource extraction, and human exploitation.”* This newfound awareness was confirmed by the teacher: *“The pupils were sometimes really unaware of the reality.”* Another pupil summed up the significance of the approach: *“I think it was really important that we*

talked about this. Because we don't realize, sitting behind our screens, everything that it causes."

5. Discussion and conclusion

The results of this study highlight a significant improvement in pupils' knowledge of the environmental footprint of digital technologies among 12- to 14-year-olds. The average relative gain of 51.58% in knowledge demonstrates the effectiveness of the learning intervention, regardless of the pupils' grade level. This finding supports the value of a pedagogical approach rooted in socio-constructivism and aligned with the principles of digital sobriety education as conceptualized by Descamps et al. (2022).

These results are consistent with those of Wilson (2003), who suggested that well-structured educational interventions can yield similar learning outcomes among pupils of similar age ranges. In the present study, the absence of a significant difference between grade levels, despite a larger sample in the first year, suggests that the chosen approach helped overcome age- or grade-related differences, supporting its pedagogical transferability across different educational stages.

Socio-constructivist pedagogy appears to have played a central role in facilitating students' engagement and learning. By emphasizing knowledge co-construction, peer interaction, critical discussion, and problem-solving, the intervention employed well-established levers known to be effective in environmental education (Fortin-Debart, 2013; Robottom, 2004; Arik & Yilmaz, 2020).

The use of the animated film *WALL·E* as a central educational resource further strengthened this dynamic. Its emotional and narrative power supported pupil engagement, deepened their understanding of the issues, and helped transform their attitudes and behavioural intentions,

confirming the findings of Korfiatis et al. (2020) and Thanya & Suganthan (2023). The structured and purposeful integration of the film into the learning design went beyond mere passive reception of an environmental message, aligning with the recommendations of Brereton (2014) and Hamalosmanoğlu et al. (2020), who stress the need for explicit pedagogical framing to fully harness the educational potential of fiction.

Qualitative results also show strong reflective engagement: many pupils expressed a desire to share their learning with others, particularly with family members. This willingness to "*spread the message*" reflects a social appropriation of knowledge, echoing the goals of environmental education, which aims to equip young people to become agents of change (Fortin-Debart, 2013). At the same time, some pupils pointed out the limits of their agency, especially regarding decisions about technology purchases, which are typically made by their parents. This highlights the complex dynamics involved in adopting eco-responsible behaviours in the private sphere.

These findings reinforce the idea that digital sobriety education cannot be reduced to a set of normative instructions or technical tips. It requires a systemic approach that connects technical, social, political, and ethical dimensions of digital technologies (Descamps et al., 2022; Ripoll, 2025). In this regard, the study's findings resonate with Flipo (2025), who argues for moving beyond energy-efficiency discourse to critically examine our broader digital lifestyles and their consequences.

Despite these encouraging findings, certain methodological limitations should be acknowledged. First, the absence of a control group prevents a definitive causal link from being established between the intervention and the observed outcomes (Weidmann & Miratrix, 2019). Second, responsible digital behaviours were measured through self-reported

data, which may be subject to social desirability bias, a well-known issue in studies of self-reported ecological behaviour (Dupré et al., 2014). To strengthen the validity of such research, future studies could incorporate mixed methods, including direct observation, usage diaries, or digital trace data (logs) to triangulate findings.

Additionally, a longer-term follow-up would be necessary to assess the durability of behavioural changes. Replicating the intervention in other geographical or sociocultural contexts would also help evaluate its transferability. These avenues would be valuable extensions to enhance the scope and robustness of this type of educational initiative.

It is important to note that this study was conducted as a case study, designed to address a locally identified need and focused on a learning objective that remains emergent in formal curricula: digital sobriety. This methodological stance, based on co-construction between researchers, teachers, and students, aims less to produce generalizations and more to highlight concrete pedagogical possibilities, in line with the principles of action-oriented research (Paillé & Mucchielli, 2012; Mercier & Trichet, 2023).

In sum, this study demonstrates that an approach grounded in adolescents' digital culture, supported by active and critical pedagogies, can not only enhance knowledge but also foster responsible attitudes. At a time when ecological and technological challenges are increasingly intertwined, integrating digital sobriety into educational practice emerges as a meaningful and urgent necessity.

6. Bibliography

Arık, S. & Yılmaz, M. (2020). The Effect of Constructivist Learning Approach and Active Learning on Environmental Education: A Meta-

Analysis Study. *International Electronic Journal of Environmental Education*. 10 (1). 44-84.

Bader, B. (1998). Une vision socialisée des sciences au service d'une éducation relative à l'environnement socioconstructiviste. *Canadian Journal of Environmental Education*, 3, 156-175

Bédard, M. G. (2005). *La méthode des cas : guide orienté vers le développement des compétences* (2^e éd.). Gaëtan Morin.

Berthoud, F. (2017). Numérique et écologie. *Annales des Mines-Responsabilité & environnement*, 87 (3), 72-75. <https://doi.org/10.3917/re1.087.0072>.

Brereton, P. (2014). *Animated Ecocinema and Affect: A Case Study of Pixar's UP*. Dans A. Weik von Mossner (Éd.), *Moving Environments: Affect, Emotion, Ecology, and Film* (pp. 281–309). Wilfrid Laurier University Press.

Caron, M., & Maurel, R. (2023). *Penser la transition numérique : Vers un monde digital durable*. Éditions de l'Atelier.

Cellard, L., & Marquet, C. (2025). Matérialités environnementales du numérique. *RESET*, 15. <https://doi.org/10.4000/14adk>

D'Hainaut, L. (1973). Etude d'une nouvelle variable pour l'analyse statistique des expériences pédagogiques. *Bulletin De Psychologie*, 26(305), 622-630.

Descamps, S., Boumazguida, K., Temperman, G., & De Lièvre, B. (2023). Sobriété numérique et acteurs de l'éducation : analyse croisée de leur sentiment de compétence et de leurs usages déclarés. *Distances et Médiations des Savoirs*, 43. <https://doi.org/10.4000/dms.9259>

Descamps, S., Temperman, G., & De Lièvre, B. (2022). Vers une éducation à la sobriété numérique. *Humanités numériques*, (5). <https://doi.org/10.4000/revuehn.2858>

Dupré, M., Meineri, S., & Guéguen, N. (2014). Communication engageante appliquée au tri sélectif: comparaison entre les techniques du pied-dans-la-porte et du double-pied-dans-la-porte. *Les cahiers internationaux de psychologie sociale*, 102(2), 259-284. <https://doi.org/10.3917/cips.102.0259>.

Fédération Wallonie-Bruxelles. (2022). *Référentiel de formation manuelle, technique, technologique et numérique (FMTTN)*. Fédération Wallonie-Bruxelles. http://www.enseignement.be/index.php?page=23827&do_id=17242&do_check=CNEJLFQGEC

Flipo, F. (2025). L'impératif de la sobriété numérique : enjeux et définitions. *Humanités Numériques*, 11. <https://doi.org/10.4000/1498s>

Fortin-Debart, C. (2013). *Pour une approche coopérative de l'environnement à l'école primaire*. Éducation relative à l'environnement – Regards, Recherches, Réflexions, 11, 1-19. <https://doi.org/10.4000/ere.3905>

Garnier, C., Bednarz, N., & Ulanovskaya, I. (2009). *Après Vygotski et Piaget : Perspectives sociale et constructiviste, Ecoles russe et occidentale*. De Boeck Supérieur.

Hamalosmanoğlu, M., Kızılay, E., & Saylan Kırmızıgül, A. (2020). The effects of using animated films in the environmental education course on prospective teachers' behaviour towards environmental problems and their attitude towards solid waste and recycling. *International Online Journal of Education and Teaching*, 7(3), 1178–1187.

Korfiatis, K., Photiou, M., & Petrou, S. (2020). Effects of eco-animations on nine- and twelve-year-old children's environmental conceptions: How *WALL-E* changed young spectators' views of earth and environmental protection. *The Journal of Environmental Education*, 51(5), 381–394. <https://doi.org/10.1080/00958964.2020.1747965>

Kumps, A. (2024). *Former les enseignants à la didactique de la recherche d'information en ligne à partir des pratiques effectives des élèves* [Thèse de doctorat, Université de Mons, Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation].

Legendre, M. F. (2008). Un regard socioconstructiviste sur la participation des savoirs à la construction du lien social. *Éducation et francophonie*, 36(2), 63-79. <https://doi.org/10.7202/029480ar>

López Fuentes, A. V. (2022). *Environmental Education Through the Use of WALL-E and the Index for Inclusion* [Communication]. ECER 2022 – European Conference on Educational Research, Yerevan, Arménie.

Mercier, C., & Trichet, F. (2023). Accompagner les formateurs et les étudiants à la sobriété numérique. *Distances et Médiations des Savoirs*, 43. <https://doi.org/10.4000/dms.9449>

Ouellet, F. (2005). Socioconstructivisme et éducation à la citoyenneté. In *Le cégep, pour savoir agir: actes du 25e Colloque de l'AQPC*, p. 68-86. Association québécoise de pédagogie collégiale.

Paillé, P. et Mucchielli, A. (2012). *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales*. Armand Colin.

Redecker, C., & Punie, Y. (2017). European Framework for the Digital Competence of Educators. Publications Office of the European Union.

Ripoll, É. (2025). Sensibiliser les étudiants à la sobriété numérique dans la gestion de projets en humanités numériques. *Humanités Numériques*, 11. <https://doi.org/10.4000/1498v>

Robottom, I. (2004). *Constructivism in Environmental Education: Beyond Conceptual Change Theory*. Australian Journal of Environmental Education, 20(2), 93-101

Soares, A. (2013). *Comment parler d'écologie aux enfants ?*. Le Baron perché.

Stanton, A. (Réalisateur). (2008). *WALL-E* [Film d'animation]. Pixar Animation Studios; Walt Disney Pictures.

Thanya, R., & Suganthan, C. (2023). Enhancement of learners' receptive skills through task-based activities to understand the eco-centric issues using *WALL-E*. *World Journal of English Language*, 13(7), 490–498. <https://doi.org/10.5430/wjel.v13n7p490>

Weidmann, B., & Miratrix, L. (2019). Lurking Inferential Monsters ? Quantifying bias in non-experimental evaluations of school programs. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.1910.07091>

Wilson, V. (2003). *All In Together? An overview of the literature on composite classes*. University of Glasgow

Yin, R. K. (2014). *Case Study Research: Design and Methods* (5th ed.). SAGE Publications.

Yustina, P., Osman, K., & Meerah, T. S. M. (2011). *Developing positive attitudes towards environmental management: Constructivist approach*. *Procedia – Social and Behavioural Sciences*, 15, 4048–4052. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.04.412>

III. Article n°4 : Éduquer à la sobriété numérique via un média social : effets d'une campagne de sensibilisation sur Instagram auprès d'élèves de 1ère secondaire.

Citation : Sarah Descamps, Emma Baert, Flau Delafontaine, Anaëlle Noiret, Gaëtan Temperman et Bruno De Lièvre, « Éduquer à la sobriété numérique via un media social : effets d'une campagne de sensibilisation sur Instagram auprès d'élèves de 1ère secondaire », soumis à la revue Education relative à l'environnement », le 17 septembre 2025 (en cours de relecture)

Résumé : Face aux enjeux socio-écologiques liés à l'usage croissant des technologies, éduquer les jeunes à la sobriété numérique devient un défi éducatif émergent. Cet article explore le potentiel pédagogique d'un média social, Instagram, pour favoriser cette sensibilisation auprès d'élèves de première secondaire en Fédération Wallonie-Bruxelles. L'étude, menée dans un cadre expérimental, évalue les effets d'une campagne de quinze semaines sur les connaissances en matière de sobriété numérique, les usages numériques déclarés et les perceptions des élèves. Deux groupes ont été constitués : l'un exposé uniquement aux contenus en ligne, l'autre ayant bénéficié en complément de médiations pédagogiques en classe. Les résultats indiquent une progression modérée des connaissances et une perception globalement positive du dispositif, bien que les effets sur les comportements restent contrastés. L'étude souligne l'intérêt d'intégrer des formats numériques familiers dans une démarche éducative, tout en insistant sur l'importance d'un encadrement pédagogique pour en renforcer l'impact.

Mots-clés : Sobriété numérique ; campagne de sensibilisation ; média social ; Instagram ; éducation relative à l'environnement ; éducation aux médias

1. Introduction

Dans un monde où les technologies façonnent les modes de vie, les pratiques culturelles et les espaces éducatifs, les enjeux écologiques associés à ces usages deviennent incontournables. Le développement massif de ces technologies exerce une pression croissante sur les ressources naturelles et énergétiques. Selon l'ADEME (2019), le numérique représente environ 4 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre, principalement en raison de la fabrication des équipements et de la consommation énergétique des infrastructures (Bordage, 2019 ; Flipo, 2021). Ces données soulignent la nécessité d'intégrer le numérique lui-même dans les problématiques de transition socio-écologique.

Dans ce contexte, la sobriété numérique peut être envisagée comme un levier pour l'éducation à l'environnement, en ce qu'elle invite à interroger les usages, les pratiques et les représentations liées aux technologies (Descamps et coll., 2022). Loin de se limiter à une logique de réduction de l'empreinte écologique, elle engage une posture critique face aux usages numériques quotidiens (Bordage, 2021). Cette réflexion s'inscrit dans les finalités de l'éducation relative à l'environnement (ERE), entendue comme un processus de reconstruction des relations entre les personnes, les milieux de vie et l'environnement (Sauvé et Orellana, 2005).

Dans une société structurée par les médias et les dispositifs de communication, il devient essentiel de questionner les formes médiatiques mobilisées dans les pratiques éducatives. Les réseaux

sociaux, et notamment Instagram, occupent une place centrale dans la socialisation numérique des adolescent.e.s, tout en véhiculant des normes, des valeurs et des représentations (Jeanneret, 2010 ; Catellani et coll., 2019).

Les jeunes, fréquemment désignés comme « digital natives », constituent une cible prioritaire. Leur rapport intense mais peu critique au numérique appelle des formes spécifiques d'accompagnement pour les sensibiliser aux enjeux environnementaux liés à leurs usages (Plantard et Le Boucher, 2020). Or, ces mêmes jeunes sont de grands utilisateurs des réseaux sociaux, en particulier d'Instagram, qui occupe une place importante dans leur quotidien (Lavallière et Tremblay, 2021). Ce constat ouvre une piste prometteuse : mobiliser les plateformes qu'ils fréquentent pour introduire une éducation à la sobriété numérique.

Une question centrale se pose alors : comment utiliser les outils numériques eux-mêmes, notamment les réseaux sociaux, pour encourager une réflexion critique sur leurs usages ? Notre étude, située au croisement des sciences de l'éducation et des sciences de l'information et de la communication, interroge les articulations entre médiation pédagogique, dispositifs médiatiques et ERE.

C'est dans cette perspective interdisciplinaire que nous proposons d'évaluer un dispositif numérique à visée éducative : une campagne de sensibilisation à la sobriété numérique, diffusée via Instagram auprès d'élèves de première secondaire. Ce dispositif combine plusieurs formats (réels, stories, infographies, quiz) dans une logique de médiation pensée à la fois comme transmission de contenus et comme mise en relation avec les savoirs (Araszkiewicz et coll., 2019). En comparant deux modalités d'exposition (avec ou sans médiation pédagogique en classe) cette recherche vise à évaluer les effets du

dispositif sur le développement des connaissances, les perceptions et les pratiques des élèves, tout en explorant les conditions de réception et d'appropriation du message.

2. Revue de la littérature

Cette revue de la littérature examine les principaux travaux sur les enjeux éducatifs de la sobriété numérique, les pratiques numériques des jeunes et le rôle des médias sociaux comme dispositifs de médiation. Elle vise à construire un cadre théorique articulant éducation à l'environnement, littératie numérique et stratégies de sensibilisation adaptées aux usages adolescents.

2.1. Sobriété numérique et enjeux éducatifs

La sobriété numérique se définit comme une démarche visant à limiter l'empreinte environnementale des technologies numériques en adoptant des pratiques modérées et réfléchies (Bordage, 2021). Elle repose sur la prise de conscience des effets écologiques du numérique et encourage des actions concrètes, telles que la réduction de la consommation énergétique ou la limitation des déchets électroniques (Mercier et Trichet, 2023). Elle s'inscrit dans une dynamique plus large de numérique responsable, intégrant des considérations écologiques, éthiques et sociales (Descamps et coll., 2022), qui requièrent une sensibilisation active et une prise de conscience collective.

L'éducation peut répondre à cet enjeu en développant les compétences nécessaires à des usages numériques plus responsables. Plusieurs référentiels éducatifs traduisent cette volonté d'intégrer la sobriété numérique dans les parcours de formation. En France, le Cadre de Référence des Compétences Numériques (CRCN) structure et évalue ces apprentissages (Mercier et Trichet, 2023). Le référentiel européen *DigComp* identifie également, parmi les compétences numériques, la

nécessité de « protéger l'environnement » (Carretero et coll., 2017), soulignant ainsi l'importance de rendre les citoyens conscients des impacts environnementaux des technologies. En Belgique francophone, où se situe cette recherche, le référentiel FMTTN (Fédération Wallonie-Bruxelles, 2022) associe cette compétence à des activités pédagogiques spécifiques. Ces référentiels constituent autant de leviers pour intégrer les enjeux écologiques du numérique dans les dispositifs éducatifs, qu'ils soient formels ou non formels.

Afin de structurer ces apprentissages, Descamps et coll. (2022) proposent un modèle de littératie pour la sobriété numérique articulé autour de trois axes complémentaires :

1. Analyser l'impact environnemental des modes de vie numériques (par exemple, à travers l'analyse du cycle de vie d'un appareil) ;
2. Identifier et adopter des solutions numériques durables ;
3. Utiliser les technologies de manière responsable, dans une perspective d'action collective.

Ce modèle met en évidence que la littératie numérique ne peut être dissociée d'une éducation à l'environnement engagée, visant à développer une capacité d'agir éclairée face aux défis socio-environnementaux contemporains. Il souligne également le rôle fondamental des institutions éducatives dans cette transformation, en tant qu'espaces de médiation entre savoirs, représentations, valeurs et pratiques.

2.2. Les jeunes, le numérique et les réseaux sociaux

Les médias numériques occupent une place centrale dans la vie quotidienne des jeunes, influençant leurs modes de communication, d'information et de socialisation. L'usage intensif d'Internet et des réseaux sociaux s'est généralisé, porté par la portabilité des appareils et l'omniprésence des connexions mobiles (Holo et Koné, 2022 ;

Biscond et coll., 2021). En 2022, les adolescent.e.s de 13 à 19 ans passaient en moyenne 36 heures par semaine devant les écrans, contre 13 heures en 2009 (Alcaraz, 2022 ; Octobre, 2009). Cette évolution significative témoigne d'une transformation des pratiques culturelles et relationnelles.

Ces usages intensifs ont nourri l'idée d'une génération de « digital natives », supposément à l'aise avec les technologies numériques qu'elle aurait intégrées de manière intuitive, comme une seconde nature (Bekkar, 2022). Pourtant, cette représentation est largement contestée. Être né avec les technologies ne signifie pas nécessairement savoir les utiliser de manière critique ou éclairée (Plantard et Le Boucher, 2020). Une familiarité technique ne garantit pas une compréhension des logiques algorithmiques, des enjeux de gouvernance des données ou des impacts environnementaux liés à ces usages. Cela montre toute l'importance d'une éducation au numérique intégrant la sobriété numérique pour encourager des usages plus responsables (Descamps et col., 2022).

Les réseaux sociaux, en particulier, occupent une place prépondérante dans l'écosystème médiatique des jeunes. Espaces de socialisation, de créativité et d'information, ils façonnent les représentations du monde, véhiculent des normes et influencent les comportements (Wiard et coll., 2021). Leur usage débute souvent avant l'âge légal fixé à 13 ans par le Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD) : une étude française (Ibid.) révèle qu'en 2021 63 % des moins de 13 ans possèdent déjà un compte sur un réseau social. En Suède, les jeunes de 14 à 15 ans y consacrent en moyenne plus de deux heures par jour.

Les contenus consultés vont bien au-delà du simple divertissement. YouTube, Instagram ou TikTok sont aussi mobilisés pour s'informer, s'exprimer ou comprendre des enjeux sociétaux. La force des contenus

visuels courts, attractifs et facilement partageables explique en partie leur succès. Toutefois, ces plateformes véhiculent aussi des représentations parfois contradictoires de l'environnement, du numérique ou de la consommation, rendant d'autant plus nécessaire une éducation au décryptage médiatique.

2.3. Sensibiliser par les médias sociaux : stratégies et conditions d'efficacité

Au-delà de son rôle social et créatif, Instagram peut être un véritable outil d'apprentissage et de sensibilisation grâce à son format visuel et interactif. Selon Lavallière et Tremblay (2021), la plateforme favorise la création de communautés d'apprentissage où les utilisateurs partagent des contenus éducatifs sous forme d'images, de vidéos et de commentaires. Utilisé en contexte pédagogique, Instagram aide les jeunes à développer leur esprit critique, à analyser des contenus et à synthétiser des concepts visuels (Laestadius, 2016 cité par Lavallière et Tremblay, 2021). Il peut aussi servir à sensibiliser à des enjeux sociaux et environnementaux à travers des campagnes interactives et engageantes (Lavallière et Tremblay, 2021). Les hashtags permettent de structurer les recherches et d'accéder à des contenus pertinents (Highfield et Leaver, 2015 cités par Lavallière et Tremblay, 2021).

L'attrait des jeunes pour les contenus visuels dépasse l'usage récréatif des réseaux sociaux. Instagram et plus encore TikTok se distinguent par leurs formats courts, en phase avec les habitudes de cette génération. L'essor de TikTok a favorisé l'émergence de micro et nano-apprentissages : des contenus pédagogiques ultra-courts permettant d'acquérir rapidement des connaissances via des vidéos dynamiques (Khlaif et Salha, 2021). De même, *Instagram* utilise *stories* et *reels* pour diffuser des messages éducatifs et de sensibilisation. Les *hashtags* et les algorithmes assurent leur diffusion à un large public (Lavallière et

Tremblay, 2021). Instagram apparaît ainsi comme un canal privilégié pour sensibiliser les jeunes. C’est dans ce cadre que se pose la question : comment structurer une campagne de sensibilisation efficace, adaptée aux pratiques médiatiques des jeunes ?

2.3.1. Sensibiliser les jeunes avec une campagne sur les réseaux sociaux

Éduquer les jeunes à la transition écologique, c’est leur permettre de comprendre les enjeux actuels et de se projeter comme acteurs du changement (Sauvé et Orellana, 2005). Parce qu’ils sont fortement connectés et socialement influents, ils représentent une cible stratégique pour les campagnes environnementales (Vancamp, 2023). Mais toute démarche de sensibilisation doit éviter un ton culpabilisant ou anxiogène. Un message trop alarmiste peut susciter de l’éco-anxiété (Vallerand, 2020) ; à l’inverse, un contenu adapté, contextualisé et mobilisateur renforce l’adhésion et l’engagement.

Une campagne de sensibilisation efficace s’appuie sur quatre objectifs : éveiller la conscience, diffuser de l’information, valoriser une cause et encourager un changement d’habitudes (Climate ADAPT, 2023). Sa réussite repose sur la clarté du message, l’adéquation aux représentations du public cible et le choix pertinent des canaux de diffusion (Lambin et De Moerloose, 2012 cités par Vancamp, 2023). Dans le cas d’une campagne diffusée sur Instagram, cela implique une attention particulière à l’univers graphique, aux formats utilisés (*stories*, *reels*, carrousels) et à la narration visuelle. Il ne faut pas se limiter à informer. La sensibilisation doit provoquer une adhésion émotionnelle et conduire à une transformation des comportements. Selon Libaert et Pierlot (2014), elle agit sur trois dimensions : connaissance, adhésion et changement. Il s’agit d’abord d’informer, puis d’engager le public en éveillant l’intérêt et enfin d’encourager l’adoption volontaire de nouveaux comportements.

2.3.2. Concevoir des contenus pédagogiques efficaces sur les réseaux sociaux

Plusieurs recherches récentes (Khlaif & Salha, 2021 ; Vancamp, 2023) ont permis d'identifier des principes pédagogiques favorisant l'efficacité des dispositifs numériques de sensibilisation sur Instagram. Ces éléments ont nourri la conception du dispositif présenté dans cette étude. Cette conception appuie sur des principes issus de la psychologie cognitive de l'apprentissage et sur des données probantes en pédagogie.

Khlaif et Salha (2021) soulignent que si les vidéos courtes séduisent par leur instantanéité, leur efficacité repose avant tout sur leur conception. Les capsules vidéo ont donc été élaborées selon les principes de l'apprentissage multimédia formulés par Mayer (2008), qui visent à optimiser la compréhension tout en réduisant la surcharge cognitive (Mayer, 2021). Parmi les plus pertinents dans ce contexte, on retrouve entre autres :

- la cohérence, qui consiste à éliminer les informations superflues ;
- la signalisation, qui attire l'attention sur les éléments clés ;
- la redondance contrôlée, qui évite de surcharger les apprenants avec des informations simultanément visuelles et orales identiques.
- la segmentation, lorsque le contenu pédagogique est divisé en segments distincts, de courte durée et accessibles à la demande.

Ces principes ont guidé les choix de mise en forme des contenus : messages courts, ciblés, avec une qualité sonore irréprochable (Debacq, 2024), un langage simple, un débit fluide et un ton engageant. Vancamp (2023) rappelle également que les vidéos sont un levier particulièrement efficace pour capter l'attention des jeunes et favoriser leur engagement dans des campagnes de sensibilisation environnementale.

Les infographies utilisées dans la campagne ont, elles aussi, été conçues selon ces principes : lisibilité, cohérence visuelle et clarté hiérarchique des informations (Debacq, 2024). Ce format visuel s'adapte particulièrement bien aux usages des réseaux sociaux et favorise une appropriation rapide des messages clés par les jeunes.

En complément, des quiz interactifs ont été intégrés afin de renforcer la mémorisation des connaissances. Ces tests de maîtrise reposent sur le principe de la récupération active, reconnu pour améliorer l'ancrage en mémoire à long terme (Latimier, 2019). Selon Hattie (2017), la taille d'effet de cette stratégie atteint 0,54, ce qui la situe dans la « zone des effets souhaités » définie par Cohen (1992, cité par Chochard et coll., 2019). Le processus d'effort de récupération, mobilisé dans ces tests, permet d'activer les réseaux de connaissances préexistants, et d'améliorer la consolidation en multipliant les indices de rappel (Latimier, 2019).

Les QCM utilisés dans cette étude présentent plusieurs avantages : correction rapide, évaluation ciblée des connaissances, et mobilisation du raisonnement (Leclercq, 1986 cité par Lepage et Romainville, 2009). Bien que parfois critiqués, leurs limites peuvent être atténuées par l'intégration de feedbacks formatifs, dont l'efficacité pédagogique est largement démontrée (taille d'effet de 0,7 selon Hattie, 2017). Le feedback permet aux élèves de réguler leurs apprentissages, de corriger leurs représentations et de s'engager plus activement dans le processus de compréhension (Lepage et Romainville, 2009).

Ainsi, en combinant ces éléments (capsules vidéo, infographies et quiz) dans un environnement familier aux adolescent.es comme Instagram, le dispositif mis en place cherche à conjuguer attractivité, accessibilité et rigueur pédagogique. Il illustre comment les logiques de médiation

numérique peuvent être pensées comme des leviers d'éducation à l'environnement.

3. Méthodologie

3.1 Questions de recherche

Comme le suggère la littérature mobilisée précédemment, les enjeux de sobriété numérique appellent à repenser les modalités de sensibilisation auprès des jeunes, en particulier dans une société structurée par les technologies de l'information et les réseaux sociaux. Si certaines orientations institutionnelles, à travers des référentiels nationaux et européens, reconnaissent la nécessité de former à un usage numérique plus responsable, leur mise en œuvre reste encore limitée, notamment en matière d'éducation à l'impact environnemental des technologies.

Dans ce contexte, notre étude explore comment un dispositif médiatique, pensé comme support de médiation éducative, peut contribuer à développer chez les adolescents une conscience écologique de leurs usages numériques. Plus précisément, cette recherche vise à analyser les effets d'une campagne de sensibilisation diffusée via Instagram sur différentes variables dépendantes liées à la sobriété numérique chez des élèves de première secondaire, notamment les connaissances, les usages numériques déclarés et les perceptions. Ainsi, l'approche expérimentale croise différentes dimensions de l'apprentissage et de l'engagement.

Quatre questions de recherche structurent ainsi notre analyse :

- **Q1** : Comment une campagne de sensibilisation sur Instagram influence-t-elle la progression des connaissances des élèves

concernant l’empreinte écologique des technologies et le concept de sobriété numérique ?

- **Q2** : En quoi l’ajout de séances de médiation pédagogique, en complément d’une campagne de sensibilisation sur Instagram, influence-t-il la compréhension des élèves quant à l’impact environnemental des technologies, comparativement à une exposition exclusive à la campagne Instagram?
- **Q3** : Dans quelle mesure une campagne de sensibilisation sur Instagram influence-t-elle la progression des usages numériques déclarés des élèves en lien avec la sobriété numérique ?
- **Q4** : Quelles sont les perceptions des élèves sur l’utilité de la campagne de sensibilisation sur Instagram portant sur la sobriété numérique ainsi que sur la satisfaction et la motivation induites par cette campagne ?

Ces questions permettent d’évaluer l’impact de la campagne selon plusieurs angles : acquisition de connaissances, évolution du comportement, rôle du dialogue en classe et perceptions globales de l’initiative.

Les questions 1 et 2 visent à évaluer l’effet direct de la campagne sur les élèves, en distinguant son impact sur leurs connaissances (Q1) et sur la compréhension qui résulte de la médiation pédagogique en classe par rapport à la seule exposition sur Instagram (Q2). La question 3 s’intéresse à l’évolution des usages numériques déclarés par les élèves. Enfin, la question 4 porte sur la perception des élèves concernant l’efficacité de la campagne, à travers son utilité, ainsi que sur la satisfaction et la motivation induites par le fait d’adopter des pratiques plus sobres.

3.2. Plan expérimental

Cette section décrit le dispositif pédagogique mis en œuvre ainsi que le plan expérimental structurant l'étude (figure 10).

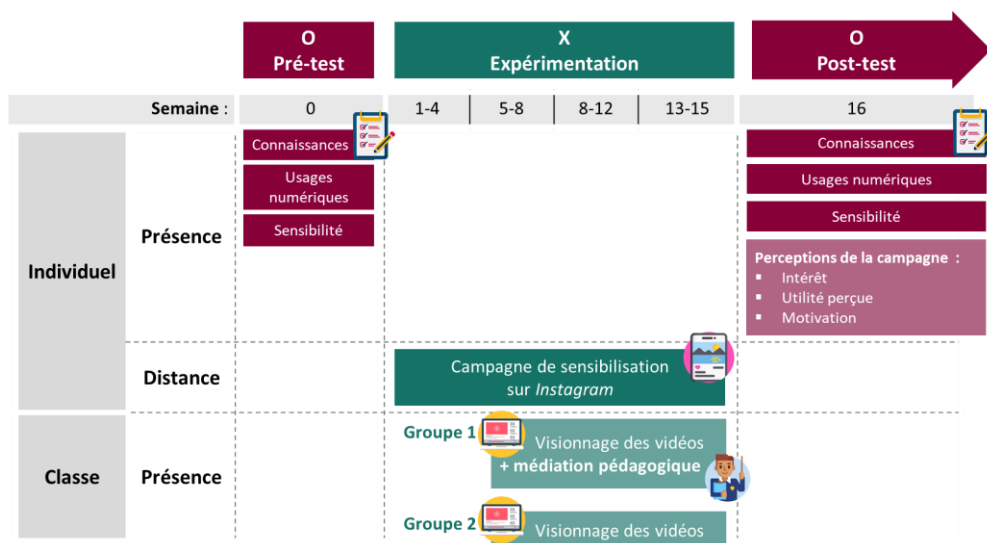


Figure 10. Schéma du plan expérimental

L'expérimentation s'est déroulée sur une période de seize semaines, organisée en trois étapes principales : un pré-test, la diffusion progressive d'une campagne de sensibilisation via Instagram, et un post-test. L'ensemble de l'intervention a été conçu dans une logique de médiation numérique à visée éducative, articulant contenus visuels, interactions sociales et rétroactions pédagogiques.

3.2.1. Pré-test (semaine 0)

En amont de l'intervention, tous les élèves participants ont complété un questionnaire en ligne portant sur trois dimensions :

- leur niveau de connaissances relatives à la sobriété numérique et à l'empreinte environnementale du numérique ;
- leurs usages numériques déclarés, en particulier le temps d'écran, les pratiques de streaming, les jeux vidéo et les équipements connectés ;

- leur niveau de sensibilisation perçu, mesuré à l'aide d'échelles de Likert.

Le questionnaire intègre des QCM, des échelles ordinales et quelques questions ouvertes, afin de recueillir des données à la fois quantitatives et qualitatives.

3.2.2. La campagne de sensibilisation (semaines 1 à 15)

Durant quinze semaines, une campagne de sensibilisation a été diffusée sur *Instagram*²². Chaque semaine suivait une structure pédagogique fixe (figure 11), pensée pour articuler apprentissage progressif, engagement actif et répétition espacée :

- **Mardi** : une story avec question ouverte sur un mot-clé du thème ;
- **Mercredi** : rétroaction différée de la question ouverte via une seconde story. Ce choix repose sur les propos de Gérin-Lajoie et ses collègues (2021), qui soulignent l'efficacité de la rétroaction différée pour l'apprentissage de concepts complexes.

L'objectif de ces deux premiers jours était de fournir à l'élève tout le vocabulaire essentiel pour la compréhension des contenus à venir.

- **Jeudi** : vidéo animée conforme aux principes de Mayer (2008).
- **Vendredi** : infographie synthétisant les informations présentées dans le *reel*, permettant d'adapter la présentation du contenu à différents profils d'apprenants.
- **Samedi** : QCM proposé en story pour remobiliser les connaissances acquises. Dans la story suivant la question, un feedback immédiat était présent, reconnu comme efficace pour les tâches simples et au cours d'apprentissage initial (Hattie, 2017).

²² Lien vers le compte Instagram : <https://www.instagram.com/educonetimpact/>



Figure 11. Déroulement des semaines de la campagne de sensibilisation

Les élèves consultent les contenus de manière individuelle via leur smartphone.

Toutes les quatre semaines, une séance en classe était organisée afin de revoir collectivement les contenus diffusés sur Instagram. Deux modalités pédagogiques distinctes ont été mises en place :

- **Groupe 1** : les élèves participent à une séance de médiation pédagogique, incluant un visionnage collectif des contenus suivi d'un échange dialogué animé par l'enseignant-e. Cette discussion vise à expliciter les notions abordées, à confronter les représentations des élèves et à favoriser une appropriation critique des messages diffusés. Ce type de médiation s'inscrit dans une logique de co-construction du sens, caractéristique des approches éducatives centrées sur l'interprétation et la réflexivité (Jeanneret, 2010 ; Araszkievies et al., 2019).
- **Groupe 2** : les élèves visionnent collectivement les contenus en classe, sans médiation pédagogique complémentaire. L'activité se

limite à une exposition passive au matériel, sans échanges guidés ni mise en discussion. La quinzième semaine a été consacrée à une phase de révision, sans introduction de nouveaux contenus.

3.2.3. Post-test (semaine 16)

À l'issue de la campagne, un second questionnaire (post-test) a été administré à l'ensemble des élèves. Il reprenait les mêmes dimensions que le pré-test (connaissances, usages numériques déclarés, sensibilisation perçue), tout en y ajoutant une section spécifique dédiée aux perceptions du dispositif : intérêt suscité, utilité perçue et motivation à adopter des pratiques plus sobres.

Afin de tenir compte des modalités pédagogiques différenciées entre les deux groupes, certains items ont été adaptés :

- Pour le groupe 1, les élèves ont été invités à évaluer l'utilité perçue des échanges pédagogiques en classe pour mieux comprendre et s'appropriier les contenus de la campagne.
- Pour le groupe 2, qui n'a pas bénéficié de médiation complémentaire, une question leur demandait s'ils pensaient que des discussions en classe auraient pu renforcer leur compréhension et leur engagement.

Cette approche permet d'apprécier l'impact différencié de la médiation pédagogique selon qu'elle ait été réellement expérimentée ou seulement envisagée. Ainsi, ce plan expérimental autorise une analyse comparative de l'évolution des connaissances, des comportements et des perceptions des élèves en fonction de la modalité d'exposition à la campagne et de la présence ou non de médiation pédagogique.

3.3. Échantillon

L'étude repose sur un échantillon de circonstance, composé d'élèves de première secondaire (âgés de 11 à 13 ans, âge moyen : 12 ans), issus

d'un établissement de la Fédération Wallonie-Bruxelles situé en milieu socio-économique défavorisé (indice socio-économique de 2 sur 20). La campagne de sensibilisation a été intégrée au cours d'éducation par la technologie, dispensé à raison d'une heure hebdomadaire.

Au total, 47 élèves ont participé au dispositif expérimental. Parmi eux, 42 ont complété l'ensemble du protocole, en répondant à la fois au pré-test et au post-test. Ces élèves, répartis dans deux classes, constituent l'échantillon final. À noter que seuls 57 % déclaraient posséder un compte Instagram. Ce résultat a justifié la projection en classe des contenus afin d'assurer une exposition équivalente au dispositif pour l'ensemble des élèves²³.

Le tableau 9 présente les principales caractéristiques de l'échantillon : répartition par sexe, âge moyen et affectation dans les groupes expérimentaux (avec ou sans médiation pédagogique).

Tableau 9 : Caractéristiques de l'échantillon

	Genre		n	N	Moyenne âge
	F	M			
Groupe 1 : <u>Avec</u> médiation pédagogique	56,50 % (13/23)	43,50 % (10/23)	n1 = 23	42	12,88 ($\sigma = 0,83$)
Groupe 2 : <u>Sans</u> médiation pédagogique	36,80 (7/19)	63,20 % (12/19)	n2 = 19		

Par ailleurs, une large majorité des élèves (61,9 %) n'avait jamais été sensibilisée à la notion de sobriété numérique. Parmi les 38,1 % ayant déjà été exposés à cette thématique, les sources de sensibilisation

²³ Notons que le compte Instagram utilisé pour la campagne était public, ce qui permettait aux élèves de consulter les contenus sans disposer eux-mêmes d'un compte personnel.

identifiées incluent principalement l'école, mais aussi les réseaux sociaux et, plus marginalement, la sphère familiale.

4. Résultats

4.1. Effets d'une campagne Instagram sur le développement de connaissances des élèves en matière d'empreinte écologique des technologies et du concept de sobriété numérique

Cette section vise à répondre à la première question de recherche : dans quelle mesure une campagne de sensibilisation diffusée sur Instagram peut-elle favoriser une progression des connaissances des élèves concernant l'empreinte écologique des technologies et le concept de sobriété numérique ?

Avant toute analyse, afin de garantir la comparabilité initiale des groupes, un test de Mann-Whitney a été réalisé sur les données du pré-test. Les résultats ($U = 215$; $p = 0,94$) indiquent qu'aucune différence statistiquement significative n'existe entre les deux groupes au pré-test, ce qui confirme leur équivalence au départ, validant ainsi la possibilité de les comparer.

Pour évaluer cette évolution, une analyse descriptive a d'abord été réalisée sur la base des résultats du pré-test et du post-test. Un gain relatif a été calculé pour chaque élève à l'aide de la formule proposée par d'Hainaut (1975) :

$$\text{(Score final – Score initial)} / \text{(Score maximum – Score initial)} \times 100.$$

Dans les rares cas où les performances ont diminué, une perte relative a également été mesurée selon la formule :

$$\text{(Score initial – Score final)} / \text{Score initial} \times 100.$$

Le tableau 10 synthétise les résultats moyens des gains relatifs pour chaque groupe ainsi que pour l'ensemble de l'échantillon.

Tableau 10 : Gains relatifs des scores concernant les connaissances sur l'empreinte écologique des technologies et la sobriété numérique

	N	Pré-test (%)		Post-test (%)		Gain relatif (%)	
		$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	σ
Groupe 1 : <u>Avec</u> médiation pédagogique	23	38,41	17,35	50,00	16,26	19,10	54,35
Groupe 2 : <u>Sans</u> médiation pédagogique	19	39,10	18,50	51,50	18,07	20,37	29,47
Tous	42	38,75	17,66	50,75	16,09	19,67	44,58

Selon les seuils définis par d'Hainaut (1975), un gain est jugé significatif à partir de 30 %. Bien que ce seuil ne soit pas atteint ici, on observe une progression moyenne notable : les scores globaux passent de 38,75 % à 50,75 % après la campagne. Cela traduit un effet globalement positif, bien que modéré, de l'exposition à la campagne sur la compréhension des enjeux environnementaux liés au numérique.

Une analyse inférentielle a ensuite été menée. La normalité des distributions a été vérifiée via un test de Shapiro-Wilk ($p > 0,05$ dans les deux groupes), ce qui justifie l'utilisation d'un test t pour échantillons appariés. Les résultats révèlent une amélioration significative des scores dans les deux groupes :

- Groupe 1 : $t = -2,533$; $p = 0,019$
- Groupe 2 : $t = -2,961$; $p = 0,008$

Ces résultats permettent de rejeter l'hypothèse nulle : la campagne a eu un effet statistiquement significatif sur les apprentissages des élèves, indépendamment des modalités pédagogiques. Autrement dit, les élèves ont significativement amélioré leurs performances après

l'exposition à la campagne, ce qui soutient l'idée que ce type d'action peut favoriser l'apprentissage de ces notions environnementales complexes.

Enfin, un test t pour échantillons indépendants a été utilisé pour comparer les gains relatifs entre les deux groupes. Le résultat ($t = -0,095$; $p = 0,925$) n'indique aucune différence significative, ce qui suggère que les élèves ont progressé de manière similaire, qu'ils aient bénéficié ou non d'un temps de discussion pédagogique en classe.

Ces résultats suggèrent que les réseaux sociaux, et notamment Instagram, peuvent constituer un levier éducatif pour la transmission de savoirs environnementaux auprès d'adolescents, y compris en dehors des formats pédagogiques traditionnels. Toutefois, l'absence de groupe témoin limite la portée causale de ces résultats et appelle à une interprétation prudente quant à l'attribution des effets observés.

4.2. Effet des médiations pédagogiques en classe en complément d'une campagne Instagram sur la compréhension de l'impact environnemental des technologies

Cette seconde analyse explore l'effet de la médiation pédagogique en classe sur la compréhension des enjeux environnementaux liés au numérique, en complément d'une campagne diffusée sur Instagram. Il s'agit d'examiner si l'ajout de temps d'échange guidé avec l'enseignant permet une meilleure appropriation des contenus, par rapport à une exposition exclusivement numérique.

Pour y répondre, nous avons croisé des données quantitatives issues des tests de connaissances et des données qualitatives recueillies dans les questionnaires post-campagne.

Sur le plan quantitatif, un test t de Student pour échantillons indépendants a été réalisé afin de comparer les progressions des deux groupes :

- Groupe 1 avec médiation pédagogique : exposition à la campagne Instagram et participation à des discussions pédagogiques guidées en classe ;
- Groupe 2 sans médiation pédagogique : exposition à la campagne uniquement, sans médiation complémentaire.

Les résultats statistiques ne mettent pas en évidence de différence significative entre les deux groupes concernant la progression des scores de connaissances. En effet, les scores post-test ont augmenté dans les deux cas (cf. section précédente), mais l'analyse comparative n'indique pas de variation significative liée à la présence ou non de la médiation pédagogique ($t = -0,095$; $p = 0,925$). Ces résultats suggèrent que, d'un point de vue strictement statistique, les échanges en classe n'ont pas eu d'effet significatif supplémentaire sur les apprentissages cognitifs évalués par les tests.

Cependant, les résultats descriptifs issus des perceptions des élèves nuancent cette lecture. Dans le groupe 1, 73,9 % des élèves ont déclaré que les discussions en classe les avaient aidés à mieux comprendre les enjeux environnementaux liés au numérique. Dans le groupe 2, 89,5 % des élèves, bien qu'ils n'aient pas bénéficié de médiation en classe, ont indiqué que des échanges collectifs auraient été utiles pour mieux s'appropriier les contenus de la campagne.

Ces éléments soulignent un écart entre les résultats mesurables et les ressentis des élèves. Si les scores n'évoluent pas différemment entre les groupes, la médiation pédagogique semble contribuer à une meilleure compréhension perçue, en créant un espace de clarification, d'appropriation personnelle et de mise en débat. Elle répond à un

besoin exprimé par les élèves eux-mêmes, suggérant qu'un dispositif combinant outils numériques et discussions guidées pourrait renforcer l'engagement cognitif et affectif autour des enjeux de sobriété numérique.

4.3. Effet d'une campagne de sensibilisation Instagram sur la progression des usages numériques déclarés des élèves en lien avec la sobriété numérique

Ce troisième résultat vise à explorer dans quelle mesure une campagne de sensibilisation diffusée sur Instagram peut influencer les usages numériques quotidiens déclarés par les élèves, notamment en lien avec la sobriété numérique. Trois dimensions ont été analysées : le temps d'écran, les pratiques de loisir numérique (jeux vidéo et streaming) et le nombre d'objets numériques inutilisés.

Les données recueillies étant de nature ordinale, une approche descriptive a été privilégiée afin d'identifier les principales évolutions. Bien que des limites liées à l'auto-déclaration (comme la désirabilité sociale) soient à considérer, ces résultats permettent de dégager des tendances intéressantes sur les effets potentiels d'une telle campagne.

Pour garantir une base de comparaison, des tests de Mann-Whitney ont été menés afin de vérifier l'équivalence des groupes au pré-test concernant les usages numériques déclarés. Aucune différence statistiquement significative n'a été observée pour le temps d'écran ($U = 169,0$; $p = 0,18$), le recours au streaming vidéo ($U = 218,5$; $p = 1,00$) ou encore la possession d'objets numériques inutilisés ($U = 169,5$; $p = 0,21$). En revanche, une différence marginalement significative a été relevée pour les pratiques de jeux vidéo ($U = 146,0$; $p = 0,048$), laissant entrevoir un usage initialement plus intensif dans le groupe sans médiation pédagogique. Cette nuance sera prise en considération dans l'interprétation des effets observés.

4.3.1. Evolution du temps d'écran

Les résultats du tableau 11 révèlent une augmentation globale du temps d'écran déclaré après la campagne, dans les deux groupes. Dans le groupe avec médiation pédagogique, la proportion d'élèves déclarant passer plus de six heures par jour devant un écran passe de 21,70 % à 34,78 % (+13,08 %). Dans le groupe sans médiation, cette hausse est encore plus marquée (+15,80 %), atteignant 47,37 % des élèves. À l'échelle de l'échantillon total, cette tendance se confirme (+16,67 %).

Tableau 11 : Temps d'écran déclaré

		Moins de 1h	1 à 3h	4 à 6h	Plus de 6h
Groupe 1 : <u>Avec</u> médiation pédagogique (n1 = 23)	Pré-test	4,35 %	26,09 %	47,83 %	21,70 %
	Post-test	0,00 %	30,43 %	34,78 %	34,78 %
Groupe 2 : <u>Sans</u> médiation pédagogique (n2 = 19)	Pré-test	0 %	10,53 %	57,89 %	31,58 %
	Post-test	0,00 %	15,79 %	36,84 %	47,37 %
Groupe Total (N=42)	Pré-test	2,38 %	19,05 %	54,76 %	23,81 %
	Post-test	0,00 %	23,81 %	35,71 %	40,48 %

En parallèle, la proportion d'élèves ayant un usage modéré (entre 4 et 6 heures par jour) diminue de 19,05 pourcents, passant de 54,76 % à 35,71 %. Les analyses statistiques confirment cette tendance : une corrélation significative et négative a été observée entre le gain relatif et le temps d'écran ($r = -0.317$, $p = 0.041$). Autrement dit, plus le temps d'écran déclaré est élevé, moins le gain relatif tend à être important, ce qui suggère une possible interférence des usages numériques intensifs avec les bénéfices attendus de la campagne.

Ces résultats peuvent sembler contre-intuitifs au regard des objectifs de sobriété numérique. Cependant, cette augmentation pourrait s'expliquer par un effet de conscientisation : la campagne aurait conduit

les élèves à mieux évaluer, voire à réévaluer plus honnêtement, leur consommation numérique, dans les limites inhérentes à une mesure auto-déclarée du temps d'écran.

Une autre hypothèse tient au fait qu'avant la campagne, de nombreux élèves n'avaient peut-être pas une représentation claire de leur temps d'écran. Dans le cadre d'une activité participative proposée durant la campagne, ils ont appris à consulter cette donnée dans les paramètres de leur appareil. Cette prise de conscience plus objective pourrait ainsi avoir conduit à des déclarations plus précises (et souvent plus élevées) au moment du post-test. Il est également possible que la diffusion même de la campagne via Instagram ait contribué à une légère hausse du temps passé en ligne.

4.3.2. Pratiques de loisir numérique : jeux vidéo et streaming

Les résultats relatifs aux pratiques de loisir numérique (tableau 12), en particulier les jeux vidéo et le streaming vidéo, indiquent une tendance globale à la modération, plus marquée dans le groupe sans médiation pédagogique.

Concernant les jeux vidéo, la moyenne d'utilisation reste relativement stable dans le groupe avec médiation pédagogique, passant de 3,3 à 3,74. La proportion d'élèves jouant quotidiennement reste assez similaire avant et après la campagne (34,78 ; 39,13 %), ce qui suggère une certaine stabilité dans les habitudes de jeu. En revanche, dans le groupe sans médiation, une diminution est observée, la moyenne passant de 4,32 à 4. Surtout, la part d'élèves déclarant une pratique quotidienne chute significativement, passant de 68,4 % à 42,11 %. Au niveau global, l'ensemble de l'échantillon montre une légère baisse de la moyenne, de 3,86 à 3,79, traduisant une modération modeste de cette activité.

Du côté du streaming vidéo, les effets de la campagne apparaissent plus marqués. Dans le groupe avec médiation, la moyenne d'usage passe de 3,09 à 2,57. La part d'élèves regardant des vidéos en ligne tous les jours diminue de 30,43 % à 26,09 %, tandis que ceux déclarant ne jamais en consommer augmentent fortement, de 17,4 % à 39,1 %. Dans le groupe sans médiation, les évolutions suivent la même direction, avec une moyenne passant de 3,42 à 2,79. Le visionnage quotidien baisse de manière significative (26,32 % à 15,79 %) et la non-consommation progresse également (10,53 % à 26,32 %). Pour l'ensemble des élèves, la moyenne générale du visionnage en streaming descend de 3,10 à 2,71.

Ces résultats traduisent une évolution vers des usages numériques plus équilibrés, en particulier pour le streaming, et plus nettement dans le groupe sans médiation pédagogique. Cette tendance suggère que la campagne, même diffusée sans accompagnement en classe, peut induire une réflexion individuelle sur les pratiques numériques et amener certains élèves à les ajuster.

Tableau 12 : Temps consacré aux pratiques de loisir : jeux vidéo et streaming

			1 = Jamais	2	3	4	5 = Tous les jours	$\bar{x}$
Jeux vidéos	Groupe 1	Pré-test	21,74 %	0,00 %	34,78 %	8,70 %	34,78 %	3,3
		Post-test	13,04 %	8,70 %	26,09 %	13,04 %	39,13 %	3,74
	Groupe 2	Pré-test	5,26 %	5,26 %	10,53 %	10,53 %	68,42 %	4,37
		Post-test	10,53 %	0,00 %	31,58 %	15,79 %	42,11 %	4
	Groupe Total	Pré-test	14,29 %	2,38 %	23,81 %	9,52 %	50,00 %	3,79
		Post-test	11,90 %	4,76 %	28,57 %	14,29 %	40,48 %	3,86
Strea- ming vidéo	Groupe 1	Pré-test	17,39 %	21,74 %	17,39 %	13,04 %	30,43 %	3,09
		Post-test	39,13 %	30,43 %	4,35 %	0,00 %	26,09 %	2,57
	Groupe 2	Pré-test	10,53 %	31,58 %	26,32 %	5,26 %	26,32 %	3,11
		Post-test	26,32 %	21,05 %	15,79 %	21,05 %	15,79 %	2,89
	Groupe Total	Pré-test	14,29 %	26,19 %	21,43 %	9,52 %	28,57 %	3,10
		Post-test	33,33 %	26,19 %	9,52 %	9,52 %	21,43 %	2,71

4.3.3. Evolution des objets numériques connectés inutilisés

Enfin, l'analyse de l'évolution des objets numériques connectés inutilisés (tableau 13) permet de mieux appréhender la perception des élèves quant à leur propre équipement. Dans le groupe avec médiation pédagogique (groupe 1), la part d'élèves déclarant posséder plus de cinq objets numériques inutilisés augmente de manière notable, passant de 26,09 % à 43,48 %, soit une hausse de 17,39 points. Parallèlement, une diminution est observée dans les catégories intermédiaires : les élèves déclarant avoir deux objets inutilisés passent de 30,43 % à 13,04 %, et ceux en déclarant trois passent de 21,74 % à 17,39 %. Cette évolution suggère une concentration accrue dans la catégorie « plus de cinq », qui peut être interprétée non pas nécessairement comme une accumulation réelle, mais possiblement comme une meilleure prise de conscience du matériel inutilisé.

Dans le groupe sans médiation pédagogique (groupe 2), une tendance inverse se dessine. La proportion d'élèves déclarant posséder plus de cinq objets inutilisés diminue de 42,11 % à 31,58 %. Cette baisse est accompagnée d'une légère hausse dans les catégories intermédiaires : par exemple, les élèves déclarant deux objets passent de 10,53 % à 15,79 %, tandis que ceux en déclarant trois restent stables à 26,32 %. Ces résultats pourraient traduire une forme de réévaluation plus nuancée de l'équipement personnel, associée à une meilleure gestion ou à une prise de conscience des objets conservés sans usage.

Pour l'ensemble de l'échantillon, la part d'élèves déclarant plus de cinq objets inutilisés passe de 33,33 % à 38,10 %, tandis que les proportions dans les catégories 1 à 3 objets diminuent. Par exemple, les élèves déclarant deux objets inutilisés passent de 21,43 % à 14,29 %. Ces évolutions suggèrent que la campagne a pu contribuer à faire émerger une meilleure visibilité sur le surplus numérique, en incitant les élèves à s'interroger sur leur rapport aux objets technologiques possédés mais

non utilisés. Ces résultats suggèrent principalement une évolution des représentations des élèves concernant leur équipement numérique, traduisant une prise de conscience accrue du surplus d'objets technologiques possédés mais non utilisés, plutôt qu'un changement comportemental avéré..

Tableau 13 : Possession d'objets connectés inutilisés

		1	2	3	4	5	6+	$\bar{X}$
Groupe 1 : <u>Avec</u> médiation pédagogique (n1 = 23)	Pré-test	13,04 %	30,43 %	21,74 %	4,35 %	4,35 %	26,09 %	3,04
	Post-test	13,04 %	13,04 %	17,39 %	13,04 %	0,00 %	43,48 %	3,91
Groupe 2 : <u>Sans</u> médiation pédagogique (n2 = 19)	Pré-test	15,79 %	10,53 %	26,32 %	0,00 %	5,26 %	42,11 %	3,74
	Post-test	10,53 %	15,79 %	26,32 %	5,26 %	10,53 %	31,58 %	3,84
Groupe Total (N=42)	Pré-test	14,29 %	21,43 %	23,81 %	2,38 %	4,76 %	33,33 %	3,36
	Post-test	11,90 %	14,29 %	21,43 %	9,52 %	4,76 %	38,10 %	3,88

4.4. Perception quant à l'utilité, la satisfaction et la motivation des élèves face à une campagne Instagram sur la sobriété numérique

Afin de compléter l'analyse des effets de la campagne, cette dernière section traite de la question de recherche n°4, qui interroge les perceptions des élèves quant à l'utilité, à la satisfaction et à la motivation générées par une campagne de sensibilisation sur Instagram autour de la sobriété numérique. L'objectif est de mieux comprendre comment les adolescents ont vécu l'expérience, ce qu'ils en retiennent, et dans quelle mesure elle a pu influencer leur disposition à adopter des comportements plus responsables.

4.4.1. Utilité perçue

Les élèves ont globalement perçu la campagne comme utile, bien que les résultats diffèrent légèrement selon les groupes. Sur l'ensemble des répondants, 54,55 % déclarent être d'accord ou tout à fait d'accord avec l'affirmation selon laquelle ils ont acquis de nouvelles connaissances. Dans le groupe 1, qui a bénéficié de médiations pédagogiques en classe, plus de la moitié des élèves se positionnent positivement (niveau 3 ou 4 sur l'échelle), tandis que dans le groupe 2, les réponses sont plus modérées et marquent, pour certains, un désaccord partiel. Ce contraste suggère que la présence d'un temps de discussion guidé renforce la compréhension et l'appropriation des contenus. Des verbatim viennent illustrer ce constat : « Je me suis rendu compte de certains actes sur la planète et je veux évoluer » ou encore « Oui, je veux faire plus attention à mes usages car j'ai appris des choses » (élèves du groupe 1).

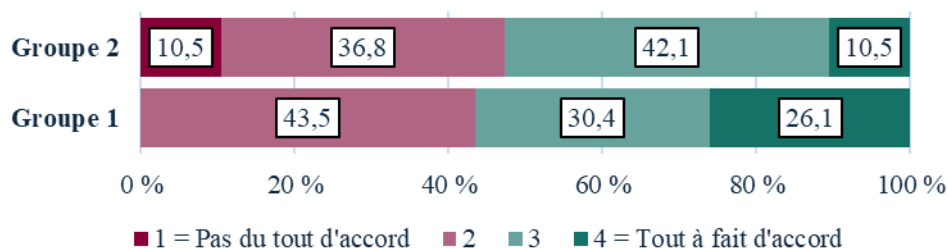


Figure 12. Perceptions concernant l'acquisition de connaissances.

Concernant les formats jugés les plus utiles, ce sont les reels (vidéos animées diffusées chaque jeudi) qui arrivent en tête avec 59,4 % des réponses, suivis par les quiz de fin de semaine (33,2 %). On observe également que les élèves du groupe 2, n'ayant pas bénéficié de médiation en classe, ont tendance à consulter une plus grande diversité de contenus, ce qui suggère une exploration plus autodirigée, probablement pour combler l'absence de contextualisation.

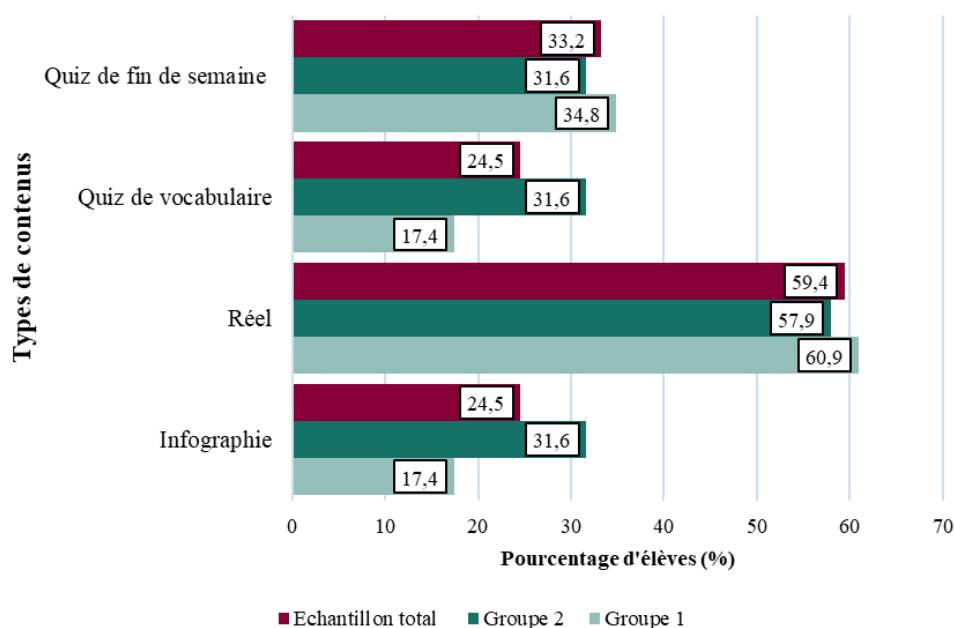


Figure 13. Perceptions concernant les contenus les plus utiles.

4.4.2. Motivation à adopter des comportements plus sobres

La motivation à adopter des comportements plus responsables à l'issue de la campagne reste modérée, bien que quelques signaux encourageants émergent. Dans le groupe 1 avec médiation pédagogique, les discussions en classe ont permis d'ouvrir la réflexion, même si seuls 8,7 % des élèves se disent « très motivés ». Dans le groupe 2 sans médiation pédagogique, où l'exposition s'est limitée à Instagram, 10,5 % des élèves déclarent ne pas être motivés du tout, et aucun n'exprime une motivation forte. Cela tend à montrer qu'en l'absence d'accompagnement pédagogique, la campagne peine à enclencher un réel changement comportemental, ce qui rejoint les analyses de Quintin (2008) sur l'importance des modalités d'intervention tutoral pour favoriser l'engagement et les transformations effectives dans les dispositifs numériques.

Pour autant, les réponses ouvertes laissent entrevoir un potentiel d'engagement. Un élève du groupe 1 avec médiation pédagogique écrit par exemple : « Désormais, je ne laisserai plus trop d'onglets ouverts », ce qui traduit un début d'intégration concrète du message. Par ailleurs, près de la moitié des élèves du groupe 1 (11 sur 23) ont exprimé vouloir être plus sobres « pour protéger la planète ou les animaux », révélant une réflexion éthique et écologique renforcée par les temps d'échange collectif.

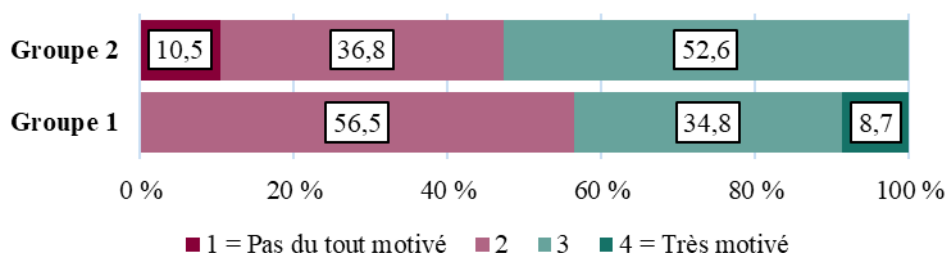


Figure 14. Perceptions concernant la motivation à appliquer des pratiques de sobriété numérique.

4.4.3. Satisfaction vis-à-vis du format et des contenus Instagram

Enfin, la satisfaction globale vis-à-vis de la campagne est contrastée. Près de 47 % des élèves la jugent intéressante ou très intéressante, mais cette moyenne cache des différences entre les groupes. Le groupe 1 avec médiation pédagogique, qui a pu discuter des contenus en classe, se montre plus critique à l'égard du dispositif. À l'inverse, les élèves du groupe 2 sans médiation pédagogique, pour qui Instagram était l'unique canal d'apprentissage, évaluent plus favorablement l'expérience. Ces écarts de perception soulignent une tension propre au format numérique de sensibilisation : bien qu'Instagram puisse capter l'attention des adolescents, il semble nécessiter un encadrement pédagogique pour renforcer l'implication et approfondir les apprentissages.

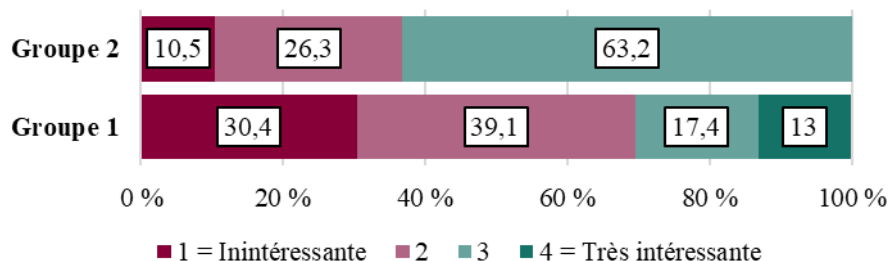


Figure 15. Perceptions sur l'intérêt de la campagne.

5. Discussion

Cette recherche visait à évaluer les effets d'une campagne de sensibilisation diffusée via Instagram, centrée sur la compréhension et les pratiques liées à la sobriété numérique chez des élèves de première secondaire. Les résultats montrent une progression modérée des connaissances, sans doute liée à la complexité du sujet, à l'implication variable des élèves et à la durée de l'exposition. Néanmoins, comme le souligne Haley et coll. (2023), la durée idéale d'une campagne reste incertaine. Ce gain cognitif témoigne d'un effet réel de la campagne, en particulier dans un contexte scolaire où ce sujet reste encore peu abordé de manière structurée.

La comparaison entre les deux groupes expérimentaux, avec ou sans médiation pédagogique, ne révèle pas de différence significative à court terme sur les scores de connaissances. Selon Chi et Wylie (2014), les échanges relèvent d'un apprentissage génératif dont les effets peuvent se manifester plus tard. Les élèves ont d'ailleurs exprimé une perception positive de ces discussions, les jugeant utiles et enrichissantes. Cela rejoint les travaux de Mercer et coll. (2004), qui soulignent que le langage joue un rôle central dans l'apprentissage, en permettant aux élèves de raisonner ensemble, d'élaborer leurs idées et de construire une compréhension plus approfondie des concepts scientifiques. Une analyse qualitative plus fine au niveau des

interactions sociales, comme le recommande Miles et coll. (2014) permettrait sans doute de mieux évaluer leur contribution réelle à l'appropriation des savoirs.

Concernant les comportements, les résultats sont contrastés. L'augmentation du temps d'écran déclaré pourrait refléter une prise de conscience accrue et une auto-évaluation plus honnête (Vanden Abeele et coll., 2018). De même, la hausse de la déclaration d'objets numériques inutilisés semble indiquer une meilleure capacité à identifier le surplus (Wang et al., 2020). Ces éléments suggèrent un éveil de la conscience critique, sans changement comportemental net, ce qui est fréquent dans les premières phases des interventions éducatives (Ajzen, 1991).

En revanche, une tendance encourageante se dessine concernant les pratiques de loisirs numériques. La baisse des usages quotidiens perçus de streaming et de jeux vidéo chez certains élèves témoigne d'une régulation qualitative (Howard et coll., 2024). Cette évolution, modeste mais notable, illustre qu'un dispositif numérique bien conçu peut favoriser des ajustements, à condition de susciter une implication suffisante chez les participants.

Malgré des résultats encourageants, plusieurs limites doivent être prises en compte. La campagne a été diffusée sur Instagram alors que seuls 57% des élèves possédaient un compte, limitant ainsi sa portée. Pour remédier à cela, un visionnage collectif en classe a été organisé afin d'assurer une exposition minimale. Toutefois, cette modalité a créé une disparité dans l'expérience vécue par les élèves : ceux qui suivaient activement la campagne sur leur propre téléphone étaient exposés à un rythme plus régulier et personnalisé, tandis que les autres ne la découvraient qu'au moment des séances prévues et étaient exposés de manière plus passive. Ainsi, la sensibilisation n'a pas été homogène au

sein de l'échantillon, ce qui peut avoir influencé les niveaux d'engagement et de compréhension (Junco, 2012).

Par ailleurs, le format même du réseau social utilisé pose question. Bien que TikTok soit largement apprécié par les adolescents (Massarat et coll., 2022), il n'a pas été retenu dans cette étude en raison de contraintes techniques (Virós-Martín et coll., 2024). En effet, la nature principalement passive de l'utilisation de TikTok, ainsi que l'impossibilité d'y intégrer des quiz ou de structurer le contenu de manière aussi organisée que sur Instagram ont motivé ce choix. Toutefois, cette décision méthodologique soulève des questions quant à la pertinence du canal de diffusion choisi pour optimiser l'impact des actions de sensibilisation.

D'un point de vue méthodologique, la taille réduite de l'échantillon (42 élèves issus d'un même établissement) limite la portée généralisable des résultats (Faber et Fonseca, 2014). La durée de l'expérimentation (quinze semaines) reste insuffisante pour mesurer des effets durables, notamment en matière de changement de comportement. L'ajout d'un post-test différé ou d'un suivi longitudinal permettrait de mieux apprécier la stabilité des acquis (Evans et coll., 2022).

Enfin, les usages numériques ont été recueillis via des questionnaires auto-déclarés, susceptibles d'être influencés par des biais de désirabilité sociale. L'intégration de mesures plus objectives (comme le suivi réel du temps d'écran ou le recueil du point de vue parental) permettrait de renforcer la validité des données (Steg et Vlek, 2009).

Malgré ces limites, cette étude met en lumière les potentialités éducatives d'une approche mêlant contenus numériques et médiations pédagogiques. Les campagnes sur les réseaux sociaux, si elles sont scénarisées de façon rigoureuse, peuvent initier des réflexions, susciter un début de transformation des représentations et favoriser une prise

de conscience des enjeux liés à la sobriété numérique. Pour aller plus loin, il semble essentiel de renforcer les articulations entre dispositifs médiatiques, temps d'échange guidés, et ancrage scolaire, afin de développer des parcours d'apprentissage à la fois engageants, critiques et durables.

Enfin, comme le suggèrent Libaert et Pierlot (2014), les effets d'une campagne de sensibilisation se construisent sur la durée, et il est souvent nécessaire de laisser du temps pour que la connaissance se traduise en changement de comportement. Le cadre temporel de cette étude peut donc avoir capté seulement les premiers effets du dispositif. La question du transfert, c'est-à-dire la capacité des élèves à mobiliser durablement les apprentissages réalisés dans d'autres contextes ou à adapter leurs comportements de manière autonome, demeure centrale et mériterait d'être explorée à travers un suivi à plus long terme.

6. Conclusion

Cette étude tend à montrer que les réseaux sociaux, et en particulier Instagram, peuvent constituer un levier pertinent pour sensibiliser les adolescents aux enjeux de sobriété numérique. Les résultats révèlent une progression significative, bien que modérée, des connaissances, ainsi que des signes encourageants de prise de conscience critique concernant l'impact environnemental des usages numériques. Les comportements, quant à eux, évoluent plus lentement, ce qui est fréquent dans les processus d'éducation à la transition. Néanmoins, certaines tendances, telles qu'une régulation des usages de loisir ou une meilleure identification du surplus numérique, laissent entrevoir une appropriation progressive des enjeux abordés.

L'ajout de médiations pédagogiques en classe, bien que non significatif sur le plan statistique à court terme, apparaît comme un facteur apprécié et potentiellement structurant dans l'expérience d'apprentissage. Il semble favoriser la compréhension, l'implication éthique et l'élaboration collective de savoirs. Ces éléments renforcent l'idée que les dispositifs éducatifs numériques gagnent en efficacité lorsqu'ils sont articulés à des temps d'échange, de discussion et de contextualisation.

Plusieurs perspectives s'ouvrent à l'issue de cette recherche. D'une part, la mise en œuvre de cette expérimentation à des environnements scolaires hétérogènes, tant sur le plan socio-éducatif que technologique, constituerait une étape essentielle pour examiner la transférabilité, la solidité et l'adaptabilité du dispositif pédagogique. D'autre part, une comparaison entre différentes plateformes sociales, notamment entre Instagram et TikTok, permettrait de mieux comprendre l'influence du canal de diffusion sur l'engagement, la mémorisation et les changements d'attitudes. TikTok, plateforme dominante auprès des jeunes, mérite à ce titre une attention particulière malgré les contraintes techniques qu'elle impose. Enfin, une extension du dispositif à la sphère familiale, en intégrant les parents dans la démarche de sensibilisation, pourrait renforcer la portée des messages diffusés et encourager une cohérence éducative entre écoles et foyers.

En somme, cette étude contribue à éclairer les conditions dans lesquelles les médias sociaux peuvent devenir des espaces de médiation éducative, en lien avec les enjeux écologiques contemporains. Elle pose les bases d'une pédagogie de la sobriété numérique plus proche des usages réels des jeunes, tout en soulignant la nécessité d'un accompagnement structuré pour que ces dispositifs

numériques deviennent de véritables leviers d'apprentissage et d'émancipation.

7. Bibliographie

ADEME. (2019). *La face cachée du numérique : Réduire les impacts du numérique sur l'environnement.* ADEME. https://cnm.fr/wp-content/uploads/2021/08/ademe_guide-pratique-face-cachee-numerique.pdf

Ajzen, I. (1991). The theory of planned behaviour. *Organizational Behaviour and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211.

Alcaraz, M. (2022, 18 mars). Les plus petits passent 6 heures par semaine sur Internet, autant que sur la télévision. *Les Echos*. <https://www.lesechos.fr/tech-medias/medias/les-plus-petits-passent-6-heures-par-semaine-sur-internet-autant-que-sur-la-television-1394549>

Araszkiewicz, J., Coulbaut-Lazzarini, A. et Couston, F. (2019). *Médiation. Publicationnaire*. <https://publicationnaire.huma-num.fr/notice/mediation/>

Bekkar, R. (2022). L'image interactive en classe de FLE : une réalité numérique pédagogique à l'heure des "digital natives" [Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou].

Biscond, M., Revranche, M., & Husky, M. M. (2021). Measuring adolescents' use of social media: a systematic review. *L'Encéphale*, 47(6), 556-564. <https://doi.org/10.1016/j.encep.2021.08.016>

Bordage, F. (2019). *Sobriété numérique : Les clés pour agir.* Buchet-Chastel.

Bordage, F. (2021). *Tendre vers la sobriété numérique.* Actes Sud.

Carretero, S., Vuorikari, R. & Punie, Y. (2017). DigComp 2.1. The Digital Competence Framework for Citizens with Eight Proficiency Levels and Examples of Use. Publications Office of the European Union. <https://dx.doi.org/10.2760/38842>

Catellani, A., Pascual Espuny, C., Malibabo Lavu, P. et Jalenques Vigouroux, B. (2019). Les recherches en communication environnementale. *Communication. Information médias théories pratiques*, 36(2). <https://doi.org/10.4000/communication.10559>

Chi, M. T. H., & Wylie, R. (2014). The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes. *Educational Psychologist*, 49(4), 219-243. <http://dx.doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>

Chochard, Y., Gentizon, J. & Gallant, S. (2019). Évaluer le transfert des compétences infirmières : analyse des effets d'une formation en soins intermédiaires en milieu hospitalier. *Mesure et évaluation en éducation*, 42(3), 1–27. <https://doi.org/10.7202/1074102ar>

Climate ADAPT. (2023). Campagnes de sensibilisation au changement de comportement. Climate ADAPT. <https://climate-adapt.eea.europa.eu/fr/metadata/adaptation-options/awareness-campaigns-for-behavioural-change>

D'Hainaut, L. D. (1973). Étude d'une nouvelle variable pour l'analyse statistique des expériences pédagogiques. *Bulletin de psychologie*, 26(305), 622-630.

Debacq, M. (2024, Octobre). Revisiter quatre ans de création de vidéos pédagogiques à la lumière des principes de MAYER. [Communication]. 19e congrès de la Société Française de Génie des Procédés, Deauville, France. <https://hal.science/hal-04744411/document>

Descamps, S., Temperman, G., & De Lièvre, B. (2022). Vers une éducation à la sobriété numérique. *Humanités Numériques*, 5. <https://doi.org/10.4000/revuehn.2858>

Evans, D., Abroms, L., Broniatowski, D., Napolitano, M., Arnold, J., Ichimiya, M., & Agha, S. (2022). Digital Media for Behaviour Change : Review of an Emerging Field of Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(15). <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph19159129>

Faber, J., & Fonseca, L. M. (2014). How sample size influences research outcomes. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 19(4). <http://dx.doi.org/10.1590/2176-9451.19.4.027-029.ebo>

Fédération Wallonie-Bruxelles. (2022). Référentiel de formation manuelle, technique, technologique et numérique (FMTTN). Fédération Wallonie-Bruxelles. http://www.enseignement.be/index.php?page=23827&do_id=17242&do_c heck=CNEJLFQGECE

Flipo, F. (2021). L'impératif de la sobriété numérique. *Cahiers Droit, Sciences & Technologies*, 13, 29-47. <https://doi.org/10.4000/cdst.4182>

Gérin-Lajoie, S., Hébert, M.-H., & Papi, C. (2021). L'efficacité des pratiques évaluatives : De la recherche aux applications pratiques en formation à distance. In F. Lafleur, J.-M. Nolla, & G. Samson (Dir.), *Évaluation des apprentissages en formation à distance : Enjeux, modalités et opportunités de formation en enseignement supérieur* (pp. 115–148). Presses de l'Université du Québec. <https://r-libre.telug.ca/2652/>

Haley, A. L., Lemieux, T. A., Piczak, M. L., Karau, S., D'Addario, A., Irvine, R. L., Beaudoin, C., Bennett, J. R., & Cooke, S. J. (2023). On the effectiveness of public awareness campaigns for the management of invasive species. *Environmental Conservation*, 50, 1–10. <http://dx.doi.org/10.1017/S037689292300019X>

Hattie, J. (2017). *L'apprentissage visible pour les enseignants*. Presses de l'Université du Québec.

Holo, A. K. & Koné, T. (2022). Usages des réseaux et médias sociaux par les étudiants en contexte d'apprentissage à l'Université virtuelle de Côte d'Ivoire (UVCI). *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire / International Journal of Technologies in Higher Education*, 19(2), 148-159. <https://doi.org/10.18162/ritpu-2022-v19n2-09>

Howard, S. J., Hayes, N., Mallawaarachchi, S., Johnson, D., Neilsen-Hewett, C., Mackenzie, J., Bentley, L. A., & White, S. L. J. (2024). A meta-analysis of

self-regulation and digital recreation from birth to adolescence. *Computers in Human Behaviour*, 163. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2024.108472>

Jeanneret, Y. (2010). L'optique du sustainable : Territoires médiatisés et savoirs visibles. *Questions de communication*, 17, 59 80.

Junco, R. (2012). The relationship between frequency of Facebook use, participation in Facebook activities, and student engagement. *Computers & Education*, 58(1), 162 171. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2011.08.004>

Khlaif, Z. N & Salha, S. (2021). Utiliser TikTok dans l'éducation : une forme de micro-apprentissage ou nano-apprentissage ? *Revue interdisciplinaire de l'apprentissage virtuel en sciences médicales*, 12(3), 213-218. <https://doi.org/10.30476/ijvlms.2021.90211.1087>

Latimier, A. (2019). Optimisation de l'apprentissage par récupération en mémoire pour promouvoir la rétention à long terme de nouvelles connaissances [Thèse de doctorat, Université Paris Sciences et Lettres]. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02461323v2>

Lavallière, M. & Tremblay, M. (2021). Instagram comme communauté d'apprentissage et de développement des compétences pratiques. *Le réseau de l'université du Québec*, 1(10). <https://pedagogie.quebec.ca/le-tableau/instagram-comme-communaute-dapprentissage-et-de-developpement-des-competences-pratiques>

Lepage, P., & Romainville, M. (2009). RESEAU 69 : Le Questionnaire à Choix Multiple. Service de Pédagogie Universitaire. <https://pure.unamur.be/ws/portalfiles/portal/5572849/67449.pdf>

Libaert, T. & Pierlot, J. (2014). Chapitre 7. Construire une campagne d'opinion ou de sensibilisation. *Communication des associations - 2e éd.* (p. 109 130). Dunod. <https://doi.org/10.3917/dunod.libae.2014.01.0109>

Massarat, N., Gelles-Watnick R, & Vogels, E. (2022, 10 août). Teens, Social Media and Technology 2022. *Pew Research Center*.

<https://www.pewresearch.org/internet/2022/08/10/teens-social-media-and-technology-2022/>

Mayer, R. (2008). Applying the science of learning : evidence-based principles for the design of multimedia instruction. *American psychologist*, 63(8), 760-769. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.63.8.760>

Mayer, R. (2021). Evidence-based principles for how to design effective instructional videos. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 10(2), 229-240.

Mercer, N., Dawes, L., Wegerif, R. & Sams, C. (2004). Reasoning as a scientist: ways of helping children to use language to learn science. *British Educational Research Journal*, 30, 359-377. <http://dx.doi.org/10.1080/01411920410001689689>

Mercier, C., & Trichet, F. (2023). Accompagner les formateurs et les étudiants à la sobriété numérique. *Distances et Médiations des Savoirs*, 43. <https://doi.org/10.4000/dms.9449>

Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook*. SAGE Publications.

Ministère de l'Education Nationale, de la jeunesse et des sports. (2020). Document d'accompagnement - Mise en œuvre du Cadre de Référence des Compétences Numériques (CRCN). Ministère de l'Education Nationale, de la jeunesse et des sports de la République française.

Octobre, S. (2009). Pratiques culturelles chez les jeunes et institutions de transmission : un choc de cultures ? *Culture prospective*, 1(1), 1-8. <https://doi.org/10.3917/culp.091.0001>

Plantard, P., & Le Boucher, C. (2020). Les digital natives... Ils sont encore là ?! *Bulletin de veille Canopé*, 1. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-02901060/document>

Quintin, J-J. (2008). Accompagnement d'une formation asynchrone en groupe restreint : modalités d'intervention et modèles de tutorat. *Sciences et*

Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation, 15(1), 89-123. <https://doi.org/10.3406/stice.2008.981>

Sauvé, L., et Orellana, I. (2005). Introduction. In L. Sauvé, I. Orellana, & É. van Steenberghe (Éds.), *Éducation et environnement : Un croisement des savoirs* (pp. 7-20). Fides. <https://archipel.uqam.ca/7257/>

Steg, L., & Vlek, C. (2009). Encouraging pro-environmental behaviour: An integrative review and research agenda. *Journal of Environmental Psychology*, 29(3), 309-317. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvp.2008.10.004>

Vallerand, N. (2020, avril). Sensibiliser les enfants à l'environnement. *Naître et grandir*. <https://naitreetgrandir.com/fr/dossier/sensibiliser-enfants-environnement/>

Vancamp, M. (2023). *Analyse de l'effet de vidéos de sensibilisation environnementale sur un public cible, créées par une ONGE : Étude du cas de la campagne audiovisuelle « Biodiversité » du WWF-Belgique, destinée aux enfants de 6 à 12 ans* [Mémoire de master, Université catholique de Louvain]. <http://hdl.handle.net/2078.1/thesis:40674>

Vanden Abeele, M., Beullens, K., & Roe, K. (2018). Measuring mobile phone use: Gender, age and real usage level in relation to the accuracy and bias of self-reported mobile phone use. *Mobile Media & Communication*, 6(2), 250-269. <https://doi.org/10.1177/2050157913477095>

Virós-Martín, C., Montaña-Blasco, M. & Jiménez-Morales, M. (2024). Can't stop scrolling! Adolescents' patterns of TikTok use and digital well-being self-perception. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03984-5>

Wang, Z., Guo, D., Wang, X., Zhang, B., & Wang, B. (2020). How does information publicity influence residents' behaviour intentions around e-waste recycling? *Resources, Conservation and Recycling*, 133.

Wiard, V., Lits, B., Mercenier, H., & Dufrasne, M., (2021). Les jeunes, l'information et les réseaux sociaux

IV. Article n°5 : Développer l'esprit critique en éducation relative à l'environnement en décryptant le greenwashing

Citation : Sarah Descamps, Stanislas Degand, Gaëtan Temperman, Karim Boumazguida et Bruno De Lièvre, « Développer l'esprit critique en éducation relative à l'environnement en décryptant le greenwashing », Éducation relative à l'environnement [En ligne], Volume 19.2 | 2024, mis en ligne le 15 décembre 2024. URL : <http://journals.openedition.org/ere/12097> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/14fmu>

Résumé : Cette recherche s'aligne sur les recommandations du GreenComp et explore le développement de l'esprit critique chez les élèves de 6e primaire en Belgique francophone, dans un contexte où le greenwashing (l'écoblanchiment) est omniprésent dans le quotidien des citoyens. Notre étude évalue un dispositif technopédagogique visant à former les élèves au décryptage du greenwashing par l'analyse de publicités de manière à les habiliter à repérer les différentes stratégies d'écoblanchiment. Plus spécifiquement, cette recherche évalue l'acquisition de notions écologiques et la capacité à repérer le greenwashing en ligne et à transférer ces connaissances dans la conception de publicités greenwashées. Les résultats montrent une amélioration significative de la compréhension du phénomène d'écoblanchiment et une attitude plus critique envers la publicité et les pratiques commerciales. Cette contribution souligne l'importance pédagogique d'intégrer des tâches d'analyse et de transfert pour sensibiliser les jeunes aux enjeux sociétaux et à développer des

compétences nécessaires pour évoluer dans un univers numérique en évolution.

Mots-clés : greenwashing, écoblanchiment, esprit critique, éducation relative à l'environnement, éducation relative à la consommation, éducation à la citoyenneté numérique, éducation aux médias

1. Introduction

Dans le contexte actuel marqué par les défis climatiques, l'ensemble des citoyens dans les différents secteurs de la société est appelé à mettre en œuvre des actions concrètes en faveur de l'environnement, que ce soit à l'échelle individuelle, communautaire, nationale ou internationale. Les entreprises, en particulier, cherchent à valoriser leurs engagements écologiques à travers diverses initiatives et stratégies de communication (Aggeri et Cartel, 2017). Toutefois, certaines pratiques, telles que le *greenwashing*²⁴, suscitent des critiques (Vargas, 2020).

Prenons l'exemple de *Coca-Cola* qui met en avant sur son site Internet²⁵ ses actions pour le climat ; l'entreprise a été vivement critiquée pour son rôle de commanditaire (parrainage²⁶) de la COP 27 et a été accusée de greenwashing de la part d'associations environnementales (Blažková et coll., 2023). En effet, Coca-Cola est l'un des plus grands pollueurs au monde avec les déchets plastiques générés, ce qui va en contradiction avec les objectifs poursuivis par la COP 27 (Dendooven, 2022). Cette

²⁴ Le greenwashing ou écoblanchiment est une stratégie de communication employée par les entreprises pour embellir leur image en matière d'engagement écologique.

²⁵ <https://www.coca-cola.com/ma/fr/sustainability/climate-action>

²⁶ Le parrainage ou sponsoring désigne une stratégie de communication dans laquelle une entreprise finance ou associe son image à un événement ou une organisation, dans le but de renforcer sa notoriété ou son image de marque.

pratique n'est pas isolée : selon l'analyse de la Commission européenne (2021), 42 % des entreprises pratiquant le commerce en ligne²⁷ communiquent sur leurs sites web, des allégations exagérées, fausses ou fallacieuses concernant leurs actions pour l'environnement.

En naviguant sur le web, les utilisateurs peuvent être confrontés à des informations trompeuses. C'est pourquoi, dans le Digital Competence Framework (*DigComp*) mis en place par la Commission européenne²⁸, l'évaluation de la qualité ou de la véracité des données, des informations et des contenus numériques est l'une des 21 compétences numériques à développer (Carretero, Vuorikari et Punie, 2017). Le cadre européen des compétences en matière de durabilité (*GreenComp*)²⁹ quant à lui, stipule que pour s'ouvrir à la complexité des questions relatives au développement durable, il faut développer l'esprit critique (Bianchi, Pisiotis et Cabrera Giraldez, 2022 ; Gibert, 2022). Pour Pierre (2020), cultiver l'esprit critique est essentiel pour naviguer dans le monde numérique complexe et contribuer à une société démocratique informée et équilibrée.

Face à ce phénomène, les individus se trouvent souvent désorientés quant à leurs actions écologiques et leur rôle de citoyen·ne·s. Pour remédier à cela, diverses associations et organisations développent des outils permettant de décrypter le greenwashing, y compris dans les écoles (Álvarez-García et Sureda-Negre, 2023). Dans ce contexte, il

²⁷ Le parrainage ou sponsoring désigne une stratégie de communication dans laquelle une entreprise finance ou associe son image à un événement ou une organisation, dans le but de renforcer sa notoriété ou son image de marque.

²⁸ The Digital Competence Framework (*DigComp*): <https://digital-skills-jobs.europa.eu/en/actions/european-initiatives/digital-competence-framework-digcomp>

²⁹ Commission européenne, Centre commun de recherche, GreenComp, Le cadre européen des compétences en matière de durabilité, Office des publications de l'Union européenne, 2022, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/17791>.

s'avère en effet pertinent d'élaborer un dispositif technopédagogique pour aborder les enjeux écologiques et répondre aux besoins éducatifs actuels. Le module d'apprentissage que nous avons spécialement conçu pour s'adresser à un jeune public dans le cadre de cette étude se distingue des autres outils recensés par Álvarez-García et Sureda-Negre (2023), en ce qu'il intègre aussi la notion de *greenwashing* technologique. Ainsi, cette recherche s'interroge sur la manière de développer l'esprit critique chez les élèves de 11 à 12 ans face au *greenwashing*. Pour ce faire, une étude de cas a été menée permettant une analyse approfondie d'un dispositif pédagogique en contexte réel. Cette approche qualitative, contextualisée et exploratoire, vise à mettre en lumière les effets d'un scénario d'apprentissage ciblé sur les compétences critiques et environnementales des élèves.

2. Revue de la littérature

Afin de situer notre démarche dans un cadre théorique pertinent, cette section examine les recherches récentes relatives au *greenwashing*, aux enjeux éducatifs de l'éducation relative à l'environnement (ERE) à cet effet, ainsi qu'aux stratégies favorisant le développement de l'esprit critique chez les apprenants.

2.1. Le *greenwashing*

Face aux problèmes environnementaux, les entreprises ont adopté des stratégies de communication concernant leurs actions en faveur de l'environnement : c'est ainsi qu'est apparu le concept de *marketing* vert (Vargas, 2020). Progressivement, l'engagement écologique d'un produit ou d'une entreprise est devenu un argument de vente (Cordelier, 2020). Dès les années 1990, le phénomène consistant à communiquer de manière ambiguë ou trompeuse sur des actions environnementales, sans nécessairement les mettre en

pratique (Vargas, 2020), a pris de l'ampleur (Blažková et coll., 2023). Lorsque ces affirmations écologiques ou environnementales sont trompeuses, on parle de *greenwashing* ou d'écoblanchiment (Cordelier, 2020 ; Vargas, 2020 ; Blažková et coll., 2023).

Bien qu'aucun consensus ne fasse autorité (Blažková et coll., 2023), la majorité des auteurs convergent vers une définition fondée sur une communication environnementale trompeuse. Dans le cadre de cette étude, nous retenons la définition proposée par Cordelier (2020) qui décrit le *greenwashing* comme « des pratiques non éthiques de communication, telles que la publicité et les relations publiques, visant à donner une image plus écologique à un produit ou à une entreprise afin de susciter l'adhésion des consommateurs et du public en général » (p. 23).

Selon l'ADEME (2023), une communication caractérisée par un abus de l'argument écologique peut se manifester par plusieurs techniques : le mensonge, des promesses disproportionnées, l'utilisation de termes vagues, le manque ou l'absence d'informations, l'utilisation d'images suggestives, le recours à de faux labels ou à de fausses certifications, une mise en avant hors contexte, l'absence de preuves ou encore, la présentation d'une fausse exclusivité. Ces caractéristiques rejoignent la typologie des stratégies de *greenwashing* (Tableau 14) élaborée par Kim et Lyon (2015) :

Tableau 14 : Typologie des techniques de *greenwashing* selon Kim et Lyon (2015)

Techniques de <i>greenwashing</i>	Définitions
Exagération des efforts verts	Attirer l'attention de manière exagérée sur une seule action écologique menée par l'entreprise afin de se donner une bonne image, tout en omettant de diffuser d'autres aspects moins verts.

Utilisation de labels trompeurs	Apposition de labels ou de certifications écologiques sur des produits sans que ces derniers répondent réellement aux critères environnementaux. Cela peut induire ainsi en erreur les consommateurs.
Publicité mensongère	Les campagnes publicitaires donnent l'impression que les produits sont plus écologiques qu'ils ne le sont réellement (ex. : mettre en avant un emballage recyclable sans mentionner que le produit lui-même est peu durable).
Communication floue	Les entreprises utilisent souvent des termes vagues telles que "naturel", "vert", "écologique" ou "respectueux de l'environnement" sans fournir de preuves concrètes.
Détournement d'attention	Les consommateurs peuvent se sentir satisfaits d'acheter des produits prétendument verts sans remettre en question d'autres aspects de l'entreprise.
Absence de transparence	Stratégie qui consiste à ne pas divulguer suffisamment d'informations sur leurs pratiques environnementales, masquant ainsi leurs actions réelles.
Sélectivité dans la divulgation des informations	Les entreprises ne communiquent que sur les aspects positifs de leurs pratiques environnementales, tout en omettant les aspects moins favorables.
Mise en avant d'initiatives mineures	Mise en avant d'actions environnementales mineures pour donner l'impression d'un engagement plus important.
Utilisation d'images et de symboles verts	Les visuels tels que des feuilles, des arbres ou des animaux peuvent être utilisés pour renforcer l'image écologique d'une entreprise, même si ces éléments ne sont pas directement liés à ses pratiques.
Références à des normes non vérifiables	Les entreprises peuvent prétendre respecter des normes environnementales sans fournir de preuves tangibles.
Promotion de produits marginalement plus verts	Mise en avant des produits plus écologiques que les concurrents, même si ces améliorations sont minimales.

L'ADEME (s.d.) identifie aussi les principales conséquences du greenwashing qui entravent la transition écologique : une confusion chez le public concernant les efforts réels à réaliser, une concurrence déloyale entravant le développement de véritables innovations écologiques, et une érosion de la confiance entre les consommateurs

et les entreprises. Pour Cordelier (2020), il est donc important de sensibiliser les individus à ce phénomène et de promouvoir une communication transparente et responsable de la part des entreprises.

Álvarez-García et Sureda-Negre (2023) analysent 20 articles de recherche pour établir un lien entre l'éducation (plus particulièrement l'Éducation relative à l'environnement) et le greenwashing. Ils développent une littératie du greenwashing, identifient des outils pour décrypter cette pratique et proposent des pistes éducatives. La littératie du greenwashing consiste à éduquer les individus à propos des tactiques utilisées par les entreprises. Pour Descamps et coll. (2022), l'éducation au greenwashing s'inscrit dans l'éducation à la sobriété numérique. En décryptant les stratégies d'écoblanchiment, les apprenants pourraient aussi faire preuve de nuance et d'esprit critique face aux solutions numériques qui leur sont proposées. Concrètement, en développant leur compréhension des signaux trompeurs, les apprenants peuvent mieux identifier et éviter les pratiques de marketing vert ambiguës (Álvarez-García et Sureda-Negre, 2023). Pour ce faire, les enseignants peuvent utiliser des exemples concrets de publicités trompeuses et véridiques pour sensibiliser les élèves. Des ateliers, des études de cas et des discussions en classe peuvent aider à développer leur capacité à repérer le greenwashing.

2.2. L'éducation relative à l'environnement pour décrypter le greenwashing

Au regard des enjeux soulevés par le *greenwashing*, il apparaît essentiel d'examiner en quoi l'éducation relative à l'environnement (ERE) peut constituer un levier pertinent pour développer une compréhension critique de ces stratégies de communication trompeuse.

L'ERE a progressivement émergé dans les années 1970 en réponse à une prise de conscience croissante des enjeux écologiques, exacerbée

par les catastrophes environnementales et les risques pour la santé humaine (Villemagne, 2010 ; Barthes, 2022). Bien que son intégration dans les programmes scolaires soit relativement récente (Descamps et coll., 2022) et encore marginale somme toute, l'ERE s'inscrit peu à peu dans une perspective éducative transversale, articulant les dimensions écologiques, sociales, culturelles et économiques des réalités environnementales (Sauvé et van Steenberghe, 2015 ; Barthes, 2022).

L'ERE dépasse la simple transmission de connaissances pour viser le développement d'un savoirs-agir en faveur de l'environnement. Selon Sauvé (1997), elle constitue une dimension intégrante du développement personnel et social, en lien avec la relation que les individus entretiennent avec leur milieu ; elle privilégie la construction collective de connaissances critiques, le développement de savoir-faire concrets, l'émergence de « pouvoir-faire » réels, ainsi que l'adoption d'attitudes et de valeurs ancrées dans une éthique environnementale.

Sauvé (1997) rappelle également 3 composantes de l'ERE :

1. l'éducation au sujet, ou à de l'environnement : axée sur le contenu, l'environnement est l'objet d'apprentissage ;
2. l'éducation dans, ou par l'environnement : correspondant à une stratégie pédagogique, l'environnement est à la fois milieu d'apprentissage et ressource pédagogique ;
3. l'éducation pour l'environnement : s'appuyant sur la prévention et la résolution de problèmes environnementaux, l'environnement est un but de l'éducation.

Concernant ce dernier type de relation, l'ERE œuvre à responsabiliser les individus au regard de leur environnement et à faire émerger la notion d'écocitoyenneté (Villemagne, 2010).

Associés à l'ERE, les pédagogues mettent en effet en lumière le concept d'éducation à l'écocitoyenneté. Cette forme d'éducation vise à

promouvoir une éthique axée sur la préservation des systèmes de vie sur notre planète (Sauvé et coll., 2017 ; Barthes, 2022). Elle stimule la sensibilisation aux enjeux environnementaux et la réflexion sur notre rôle en tant que citoyen (éco)responsable. L'éducation à l'écocitoyenneté vise le développement d'un sujet écoresponsable dont les choix quotidiens, les comportements et les actions sont axés sur un rapport harmonieux avec l'environnement (Martínez et Poydenot, 2009).

Pour développer l'écocitoyenneté, il est essentiel d'utiliser des pédagogies actives et coopératives. Ces approches éducatives favorisent l'implication des élèves et des autres acteurs dans la transition écologique et sociale. Elles incluent la ludopédagogie³⁰, l'apprentissage collaboratif³¹, le co-design³² ou encore le développement de l'esprit critique³³ (Blanchet-Cohen, 2017 ; Sauvé et coll., 2017). Selon Robert-Mazaye et ses collègues (2021), pour que des personnes puissent s'engager et agir de manière écocitoyenne, des conditions sur le plan affectif, intellectuel, conatif et comportemental doivent être réunies.

Dans cette dynamique, la transition écologique devient un enjeu éducatif structurant. Le référentiel européen GreenComp, élaboré par la Commission européenne (Bianchi et coll., 2022), traduit cette

³⁰ Méthode d'apprentissage intégrant des jeux (par exemple, des jeux de rôle ou des jeux d'évasion) ou des mécaniques ludiques (comme des défis) pour stimuler l'engagement et la motivation.

³¹ Approche pédagogique où les élèves apprennent en travaillant ensemble autour d'une tâche ou d'un projet commun.

³² Démarche participative où élèves et enseignant·e·s conçoivent ensemble un outil ou une activité pédagogique adaptée à leurs besoins.

³³ Pratique visant à renforcer chez les apprenant·e·s la capacité à analyser, évaluer et juger de manière autonome la validité des informations et des arguments.

volonté. Il propose quatre axes de compétences pour la durabilité³⁴ : « Incarner les valeurs de la durabilité » ; « S'ouvrir à la complexité dans la durabilité » ; « Envisager des avenir durables » et « Agir pour la durabilité » (Bianchi et coll., 2022). Le GreenComp encourage tous les apprenants à devenir des penseurs systémiques et critiques, à développer leur capacité d'action et à former une base de connaissances pour tous ceux qui se soucient de l'état actuel et futur de notre planète (Gibert, 2022).

Ainsi, en plaçant l'apprenant dans une posture active, critique et engagée, l'ERE peut fournir un cadre propice à l'analyse du greenwashing. Elle peut inviter à déconstruire les discours environnementaux ambigus et, de façon plus globale, elle stimule le développement d'une écocitoyenneté.

2.3. L'esprit critique face à l'information en éducation aux médias

Álvarez-García et Sureda-Negre (2023) soulignent l'importance pour les acteurs du monde éducatif d'encourager l'esprit d'analyse et la pensée critique chez les apprenants afin de les sensibiliser au *greenwashing*. Ils insistent sur la promotion de comportements responsables en matière de consommation et sur l'incitation à rechercher des informations fiables sur les produits et les entreprises. Faustino et Silva (2020) ont exploré la piste de la lecture critique des médias en éducation relative à l'environnement dans le contexte de la formation des enseignants. Cette stratégie d'apprentissage permet de repenser ses propres pratiques. Les auteurs proposent d'élargir les approches pédagogiques

³⁴ Dans le *GreenComp*, la durabilité renvoie à une approche systémique qui vise à garantir le bien-être des générations présentes et futures dans les limites planétaires, en intégrant les dimensions environnementale, sociale et économique. Cette définition dépasse une simple logique de croissance pour mettre l'accent sur la résilience, l'équité et la responsabilité éthique.

en visant aussi le développement, chez les élèves, d'une écocitoyenneté fondée sur l'analyse critique des enjeux environnementaux.

L'esprit critique englobe à la fois un état d'esprit et un ensemble de pratiques qui se renforcent mutuellement (De Vecchi, 2017). Cet état d'esprit implique une attitude mêlant curiosité, modestie, autonomie, écoute et lucidité face à l'information, tandis que les pratiques incluent l'utilisation d'outils divers pour s'informer, distinguer les faits des interprétations, confronter les différentes perspectives et évaluer l'information et les interprétations. Gagnon (2018, p. 555) propose la définition suivante de la pensée critique :

Une pratique évaluative fondée sur une démarche réflexive, autocritique et autocorrectrice impliquant le recours à différentes ressources dans le but de déterminer ce qu'il y a raisonnablement lieu de croire ou de faire en considérant attentivement les critères de choix et les diversités contextuelles.

D'un point de vue didactique, Pasquinelli et Bronner (2021) énoncent des critères pour une éducation à l'esprit critique visant à évaluer les contenus rencontrés au quotidien ou transmis par l'école. Ces critères incluent la plausibilité d'une information par rapport aux connaissances déjà établies, la pertinence des arguments soutenant une affirmation, les preuves à l'appui de celle-ci et la fiabilité de la source de l'information. Ils soulignent l'importance d'apprendre aux élèves à améliorer leur jugement au sujet de la crédibilité des contenus, à identifier les bons arguments, à reconnaître les preuves de qualité et à évaluer la fiabilité des sources dans divers contextes.

Les stratégies pédagogiques efficaces pour développer l'esprit critique, telles que la discussion, l'exposition à des problèmes authentiques et le mentorat, sont mises en évidence par la méta-analyse d'Abrami et ses

collègues (2015). Ces interventions combinées favorisent un niveau élevé d'efficacité dans l'apprentissage des compétences critiques. Pour leur part, Fastrez et Philipette (2017) associent l'esprit critique à la littératie médiatique et à l'évaluation de l'information, soulignant son rôle dans le développement de jugements indépendants sur le contenu médiatique.

Selon Soung (2017), évaluer l'information revient à comparer, vérifier et trier les contenus en fonction du contexte et des besoins initiaux. Les critères d'évaluation reposent sur la pertinence de l'information, la fiabilité des sources, la réputation de l'auteur et la qualité du contenu. Selon Auriac-Slusarczyk, Adami et Daniel (2011), le développement de compétences sociocognitives spécifiques au développement de l'esprit critique peut s'effectuer dès le primaire.

Dans un monde numérique saturé de contenus trompeurs, il est certes essentiel de former à l'esprit critique (Pierre, 2020), en s'appuyant notamment sur l'éducation aux médias (Landry et Basque, 2015), qui vise à développer autonomie, réflexivité et responsabilité chez les élèves.

3. Méthodologie

Cette section présente successivement le cadre général de la recherche, les questions de recherche, les caractéristiques de l'échantillon ainsi que les modalités de collecte et d'analyse des données.

3.1. Contexte et démarche méthodologique

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'efficacité d'un dispositif technopédagogique visant à décrypter le *greenwashing*, tout en développant les aptitudes écologiques, critiques et numériques des élèves du primaire âgés de 11 à 12 ans. Puisqu'il s'agit d'une étude de

cas, les résultats ne pourront pas être généralisés à l'ensemble de la population (Bédard, 2005). Cependant, elle permettra d'identifier des stratagèmes de *greenwashing* abordables et détectables pour des enfants de 12 ans. Dans une perspective exploratoire, nous avons opté pour une étude de cas sans groupe témoin, car les contenus abordés (ici, le décryptage du *greenwashing*) ne sont pas encore intégrés dans les apprentissages formels prescrits par les programmes. Comme le souligne Yin (2014), ce type de méthode est particulièrement pertinent lorsqu'il s'agit d'examiner un phénomène émergent ou novateur dans son contexte réel.

La figure 16 présente le déroulement de l'étude de cas, les moments de récolte de données et le scénario d'apprentissage.

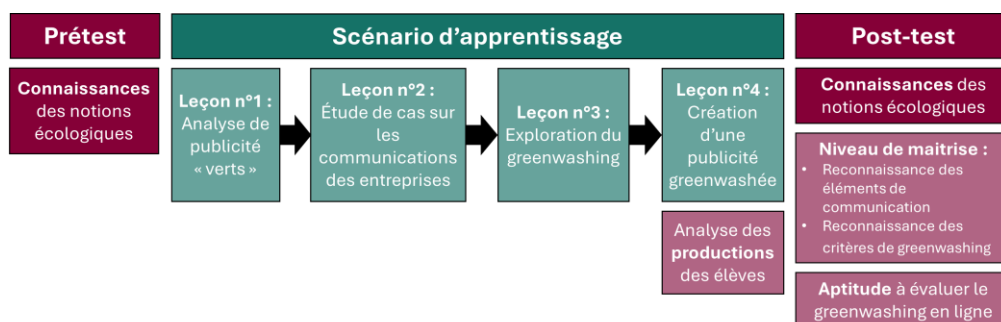


Figure 16. Déroulement de l'étude et du scénario d'apprentissage

Le numérique pouvant être au service de l'ErE, nous avons opté pour un dispositif technopédagogique incluant l'utilisation de deux outils numériques comme le proposent les travaux de Brou Ahossi (2016). L'outil de conception en ligne *Canva*³⁵ a été utilisé par les élèves pour créer des publicités au format numérique, tandis que le mur collaboratif *Digipad*³⁶ a offert un espace interactif pour partager les diverses

³⁵ Un logiciel de conception graphique en ligne. Par exemple, il est possible d'y concevoir des affiches, des présentations, des vidéos, etc. <https://www.canva.com/>

³⁶ Outil qui permet de concevoir des murs collaboratifs. Cet outil fait partie de la boîte à outils numériques responsable, la Digitale. <https://digipad.app/>

ressources et productions réalisées. Le dispositif d'apprentissage vise à développer des aptitudes médiatiques, numériques, environnementales et sociocritiques. Le scénario se décline en quatre séquences distinctes :

1. Analyse de publicités "vertes" : cette première séance vise à explorer des publicités écologiques, tant sur papier que sur support numérique, pour développer la compréhension du schéma de la communication et introduire le concept d'écologie. L'élève est invité à adopter une posture active dans cette démarche.
2. Étude de cas sur les communications des entreprises : en se plaçant dans une posture de récepteur, c'est-à-dire que l'enseignant s'assure de la compréhension des savoirs enseignés (Zimmerman et coll., 2000), l'élève est amené à questionner et à problématiser les communications des entreprises traitant du développement durable et de l'écologie à travers une étude de cas.
3. Exploration du greenwashing : après avoir fait le bilan des séquences précédentes, les élèves définissent le concept de greenwashing et élaborent une liste de critères pour repérer cette pratique dans les communications. Il est alors amené à se positionner en tant qu'acteur en menant des recherches pour créer une grille critériée du greenwashing.
4. Création d'une publicité greenwashée : enfin, pour conclure le dispositif, l'élève prend la posture d'auteur en concevant une publicité greenwashée à l'aide d'un outil de design en ligne, en mettant en pratique les apprentissages récents (Figure 17).



Figure 17. Exemples des publicités greenwashées produits par les élèves

Le dispositif a pris place sur six semaines, à raison de deux heures par semaine, et a été encadré en co-enseignement, à savoir par au moins deux enseignants simultanément. Les données ont été collectées au début et à la fin du dispositif, puis analysées en fonction des dimensions d'évaluation d'un environnement d'apprentissage numérique (Temperman, 2013) :

- Le produit : un prétest et un post-test ont été effectués pour évaluer l'acquisition des notions écologiques. Pour évaluer cette évolution, un gain relatif a été calculé : $(\text{score}_{\text{prétest}} - \text{score}_{\text{post-test}}) / (\text{score}_{\text{maximum}} - \text{score}_{\text{prétest}}) * 100$ (D'Hainaut, 1973 ; Deprez, 2010).
- Le niveau de maîtrise sur la reconnaissance de marqueurs de *greenwashing* dans les publicités, évalué lors d'une évaluation formative. Lors du post-test, l'aptitude à détecter le *greenwashing* en ligne a été évaluée. Les élèves étaient amenés à naviguer et analyser le site web de trois entreprises, dont un exemple est présenté à la Figure 18.
- L'intégration des critères de *greenwashing* dans les publicités réalisées, basée sur les éléments constitutifs de la communication en ligne et la présence potentielle de *greenwashing*. Selon la typologie de Kim et Lyon (2015), nous avons identifié cinq

techniques qui pourraient permettre aux élèves dès 12 ans de l'enseignement ordinaire de détecter le *greenwashing* : exagération des efforts verts ; utilisation de labels trompeurs ; publicité mensongère ; sélectivité dans la divulgation des informations ; utilisation d'images et de symboles verts.

- La capacité de transfert en analysant le processus de création des publicités contenant des critères de *greenwashing*.

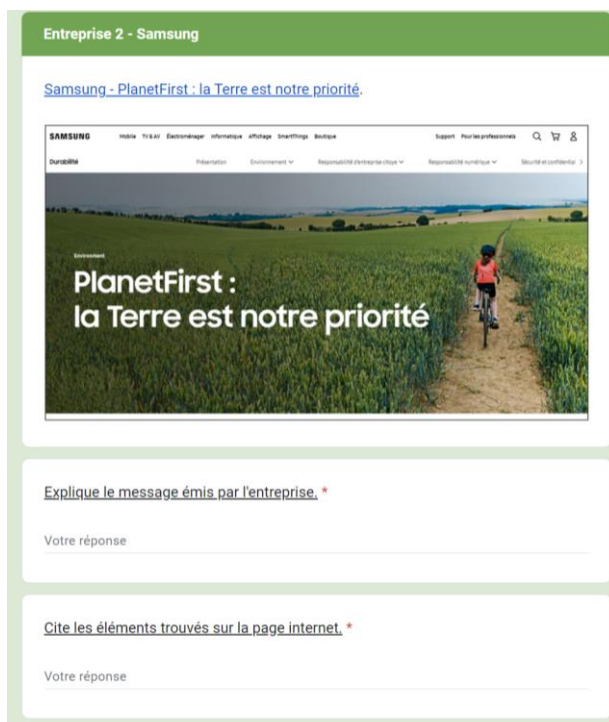


Figure 18. Exemple de site web analysé par les élèves

3.2. Questions de recherche

Face à la multiplication des pratiques de greenwashing en ligne, le développement de compétences permettant leur décryptage devient un enjeu éducatif croissant, qu'il faudra progressivement intégrer dans les démarches d'enseignement (Vargas, 2020 ; Commission européenne, 2021 ; Descamps et coll., 2022 ; Álvarez-García et Sureda-Negre, 2023 ; Blažková et coll., 2023). Cette étude vise à évaluer

l'efficacité de notre dispositif technopédagogique pour arriver à sensibiliser des élèves de 6e primaire au concept de *greenwashing* et dans le développement de leur compréhension de cette pratique. Structurée comme une étude de cas, cette étude cherche à répondre à quatre questions de recherche :

- Q1 : Quel est le niveau d'acquisition par les élèves des notions écologiques, notamment du *greenwashing*, suite à l'utilisation de notre dispositif d'apprentissage du décryptage du *greenwashing* ?
- Q2 : Quel est le degré de maîtrise des élèves dans l'utilisation du dispositif d'apprentissage pour décrypter le *greenwashing* ?
- Q3 : Dans quelle mesure les élèves sont-ils capables de repérer les informations liées au *greenwashing* en ligne et comment évaluent-ils la présence de *greenwashing* ?
- Q4 : Quelle est la capacité des élèves à transférer leurs connaissances acquises et quelles stratégies de *greenwashing* appliquent-ils lors de la création de publicités greenwashées ?

3.3. Échantillon

Cette étude descriptive a été réalisée dans une classe de 6e primaire (élèves de 11 à 12 ans), dans une école du réseau libre subventionné de la Fédération Wallonie Bruxelles, située en milieu urbain en Belgique francophone. L'indice socio-économique (ISE)³⁷ de l'école est de 4 sur 20, ce qui reflète un contexte à faible condition économique, social et culturel. La prise en compte de ces variables est essentielle dans une évaluation de dispositif d'éducation à l'écocitoyenneté, les conditions socio-économiques pouvant fortement influencer les rapports à l'environnement, aux savoirs, et à la citoyenneté (Ibinga, 2018).

³⁷ ISE est un indice statistique utilisé pour classer les établissements en fonction de divers indicateurs mesurant le niveau socioéconomique de leur population.

L'échantillon se compose des 16 élèves de cette classe dans laquelle le dispositif a été mis en œuvre. Aucune sélection préalable n'a été opérée, ce qui garantit un échantillon naturel représentatif du groupe-classe, bien que non diversifié au regard du milieu scolaire. Les élèves présentent des profils hétérogènes en termes de résultats scolaires, mais sont globalement issus de milieux populaires. Cette information contextuelle permet de mieux cerner les conditions de réception d'un dispositif d'éducation à l'environnement (Tohmé et Tohmé, 1991 ; Fortin-Debart et Girault, 2009).

Pour caractériser notre échantillon, nous avons évalué le niveau de connaissances écologiques des élèves avant l'étude. La grande majorité (93,75 %) avait déjà entendu le terme "écologie" et 62,5 % étaient capable de le définir. Également, 93,75 % avaient déjà entendu parler du réchauffement climatique, mais seulement 25 % pouvaient le définir. Seulement 25 % avaient déjà entendu parler de développement durable, mais aucun ne pouvait le définir. Tous les élèves avaient déjà entendu le mot "pollution" et 87,5 % pouvaient en donner une définition. Quant au greenwashing, seuls 18,75 % des élèves en avaient déjà entendu parler et aucun ne pouvait le définir.

En ce qui concerne leurs habitudes numériques, la plupart des élèves utilisent des outils numériques pour effectuer des recherches (87,5 %), jouer à des jeux (87,5 %) et regarder des vidéos (62,5 %). Avant le dispositif, une minorité d'élèves avait déjà utilisé un mur collaboratif comme Digipad (43,75 %), utilisé l'outil Canva (37,5 %) ou réalisé une publicité au format numérique (37,5 %).

Si ces données de départ sont précieuses pour comprendre la progression des élèves au fil du dispositif, l'absence de groupe témoin limite la possibilité de comparaison avec d'autres élèves n'ayant pas bénéficié du même encadrement pédagogique. Néanmoins, dans ce

contexte, le prétest réalisé en amont de l'intervention permet d'obtenir une base de référence interne pour évaluer les évolutions observées (Yin, 2024).

4. Résultats

Cette section présente les résultats obtenus à partir des données recueillies, en lien avec les quatre questions de recherche formulées précédemment.

4.1. L'acquisition de notions écologiques par les élèves

Avant et après la mise en place du dispositif d'apprentissage, les élèves étaient invités à donner leur propre définition de six concepts clés : écologie, développement durable, pollution, greenwashing, neutralité carbone et réchauffement climatique. Leurs définitions ont été évaluées en fonction d'une grille d'évaluation des concepts et les élèves obtenaient un point si leur définition était correcte. Par exemple, pour le concept de greenwashing, une bonne réponse formulée par un élève était : « C'est quand on ment sur le produit qu'on vend en disant que c'est vert ». Cette définition traduit correctement l'idée de manipulation et de communication trompeuse. À l'inverse, la réponse « Une pub pour convaincre les personnes à acheter » illustre une compréhension superficielle, sans lien explicite avec les enjeux environnementaux.

L'observation du tableau 15 montre des gains relatifs au terme de l'apprentissage pour quatre notions sur les six évoquées dans le dispositif : la notion d'écologie (gain = 68,42 %), le greenwashing (gain = 56 %), le réchauffement climatique (gain = 25,33 %) et le développement durable (gain = 19 %). Les notions de pollution et de neutralité carbone ont stagné. Concernant le concept qui nous intéresse dans cette étude, le tableau 15 met en lumière que lors du

prétest, la notion de greenwashing n'avait pas su être définie par les élèves. Mais, au post-test, plusieurs élèves (56 %) y sont parvenus. Ces résultats suggèrent une appropriation effective de certaines notions par ces élèves à l'issue du dispositif.

Tableau 15 : Analyse de l'acquisition de notions écologiques par les élèves

Notions	Moyenne prétest	Moyenne post-test	Gain relatif moyen (%)
<i>Écologie</i>	.62	.88	66.67
<i>Développement durable</i>	0	.19	18.75
<i>Pollution</i>	.88	.88	0.00
<i>Greenwashing</i>	0	.56	56.25
<i>Neutralité carbone</i>	0	0	0.00
<i>Réchauffement climatique</i>	.25	.44	25.00
Moyenne	.29	.49	28.17

Ces résultats montrent que le dispositif a particulièrement favorisé l'acquisition de connaissances sur l'écologie et le greenwashing, en lien avec l'objectif de développer l'esprit critique des élèves face aux messages environnementaux trompeurs. Ils suggèrent que, dès 12 ans, des notions complexes peuvent être abordées à l'aide de supports adaptés. Sur le plan éducatif, ces éléments renforcent l'intérêt d'intégrer explicitement ces contenus dans l'éducation à l'environnement, en combinant pédagogies actives et outils d'analyse critique.

4.2. Le niveau de maîtrise des élèves à la fin du dispositif d'apprentissage

Comme dans l'étude de Suchaut (2006), nous avons évalué la maîtrise en fonction de trois niveaux : non-acquis (inférieur à 50 %), en acquisition (entre 50 % et 75 %) et acquis (supérieur à 75 %). Lors de l'évaluation du niveau de maîtrise, comme le montre le tableau 16, la moyenne de la classe atteint 60 %, avec 3 élèves ayant pleinement

assimilé les apprentissages, 9 étant en cours d'acquisition et 4 n'ayant pas encore atteint le niveau requis. Pour la tâche 1, portant sur la reconnaissance des éléments de la communication médiatique (EAM), la note moyenne est de 55 %, avec 6 élèves ayant pleinement assimilé les apprentissages, 4 en cours d'acquisition et 6 n'ayant pas encore atteint le niveau requis. De même, pour la tâche 2, portant sur la reconnaissance des marqueurs du greenwashing, la note moyenne est également de 55 %, avec 4 élèves ayant pleinement assimilé les apprentissages, 10 en cours d'acquisition et 2 n'ayant pas encore atteint le niveau requis. Sur la base de cette évaluation, nous concluons que le dispositif a permis à 12 élèves d'acquérir les apprentissages, dont trois ont atteint un niveau de maîtrise dans l'ensemble des apprentissages.

Tableau 16 : Analyse du niveau de maîtrise des élèves (N = 16)

	Tâche Reconnaissance éléments communication	1 : des de	Tâche Reconnaissance critères <i>greenwashing</i>	2 : des de	Évaluation totale
<i>Non acquis</i>	6		2		4
<i>En acquisition</i>	4		10		9
<i>Acquis</i>	6		4		3
<i>Note moyenne (%)</i>	55.00		62.50		60.00

Les résultats intermédiaires observés suggèrent que si les élèves parviennent à repérer certains indices visuels de communication, ils éprouvent davantage de difficultés à articuler ces éléments à une intention persuasive ou à une évaluation critique plus globale. En lien avec l'objectif de notre étude, ces résultats indiquent que le dispositif a permis à une majorité d'élèves de progresser dans la reconnaissance des messages médiatiques et des marqueurs de greenwashing. Ils montrent qu'un travail structuré autour de tâches contextualisées peut initier, dès le primaire, des compétences critiques mobilisables face aux enjeux environnementaux.

4.3. La capacité des élèves à repérer le greenwashing en ligne

À la suite de l'apprentissage, les élèves ont analysé trois sites web présentant des stratégies de *greenwashing* : *Nutella*³⁸, *Samsung*³⁹ et *Google*⁴⁰. Le Tableau 17 illustre leur capacité à repérer les éléments de ces stratégies et à évaluer la présence de greenwashing sur les sites web examinés. Les stratégies de greenwashing les plus fréquemment identifiées par les élèves sont les références à la nature (58,33 %) et les arguments ou promesses écologiques (58,33 %). Par exemple, on retrouve dans leur justification que « Samsung dit prendre soin de la terre » ou encore que Google veut montrer « qu'il ne pollue pas la terre ». Ensuite, les ingrédients et/ou composants naturels ont été observés par la majorité des élèves (50 %).

En revanche, la mention de produits présentés comme « écologiques » ou « naturels » n'a été relevée que par 25 % des élèves, et seuls 4,17 % ont identifié la présence de labels ou logos trompeurs, ce qui suggère une difficulté particulière à décoder ces formes plus subtiles de greenwashing. Cette difficulté à identifier les faux labels pourrait s'expliquer par une méconnaissance des véritables certifications officielles. Cela souligne l'importance de renforcer cette dimension dans les apprentissages, en travaillant plus explicitement sur les signes graphiques et les distinctions entre labels officiels et auto-proclamés. Il convient de noter que l'étude de Panopoulos et coll. (2022) montre que même les adultes éprouvent des difficultés notables à reconnaître correctement les labels environnementaux, en grande partie en raison d'un déficit de connaissances à leur sujet.

³⁸ https://www.nutella.com/fr/fr/coulisses-nutella/nos-engagements-durables?gad_source=1

³⁹ <https://www.samsung.com/fr/sustainability/environment/>

⁴⁰ https://sustainability.google/intl/fr_fr/operating-sustainably/

Tableau 17 : Observations sur les communications en ligne (N = 16)

	Nombre d'élèves qui identifient sur le site web...					Nombre d'élèves qui évaluent les informations du site web comme étant du <i>greenwashing</i>
	... des références à la nature	... des produits écologiques ou naturels	... des arguments ou promesses écologiques	... des ingrédients et/ou composants naturels	... des labels et logos	
Site 1 – Nutella	2	8	4	16	2	4
Site 2 – Samsung	14	2	14	0	0	12
Site 3 – Google	12	2	10	8	0	6
Moyenne (%)	58.33	25.00	58.33	50.00	4.17	45.88

En moyenne, 45,88 % des élèves ont observé une possible présence de *greenwashing* dans les communications examinées. Pour ce qui est de l'évaluation de la présence de *greenwashing* dans les communications en ligne, les résultats montrent que pour les sites 1 et 3, peu d'élèves ont déclaré une possible présence de *greenwashing* (respectivement, 4 et 6 élèves), tandis que pour le site 2, 12 élèves ont émis cette hypothèse. En ligne, la majorité des élèves sont capables de détecter trois techniques de *greenwashing* de la typologie de Kim et Lyon (2015), la publicité mensongère en identifiant les arguments ou promesses écologiques (58,33 %) ; l'utilisation d'images et de symboles verts en détectant les références à la nature (58,33 %) ; la sélectivité dans la divulgation des informations en repérant les mentions aux ingrédients et/ou composants naturels (50 %).

Il est important de noter que le simple repérage d'une information pouvant être assimilée à du *greenwashing* ne signifie pas nécessairement que les élèves évaluent effectivement cette information comme relevant du *greenwashing*. Un exemple significatif concerne les ingrédients naturels mentionnés sur le site web du Nutella.

Tous les élèves (100 %) ont identifié cette mention sur le site. Cette information est en réalité une technique de greenwashing : sélectivité dans la divulgation des informations (Kim et Lyon, 2015). Cependant, seulement un quart des élèves (25 %) ont estimé qu'il s'agissait effectivement de greenwashing. Ainsi, les élèves relèvent la présence des mots « ingrédients naturels » dans la publicité, mais ne formule aucun jugement critique ni remise en question de sa véracité, ce qui montre une observation sans interprétation.

4.4. La capacité de transfert des élèves

La dernière activité pédagogique a impliqué la création de publicités greenwashées en groupe (voir le Figure 18). Pour évaluer la capacité de transfert des élèves, nous avons analysé leurs productions afin d'identifier les stratégies de greenwashing qu'ils ont utilisées. Les résultats du tableau 18 montrent que les publicités réalisées par les différents groupes contiennent en moyenne 3,5 critères de greenwashing. L'examen du Tableau 17 met en évidence trois critères de greenwashing qui ont été largement employés dans la conception des publicités : les faux labels (100 %), les faux arguments ou promesses écologiques (80 %), ainsi que les couleurs et motifs évoquant la nature (70 %). Les critères associés au nom et aux produits écologiques ou naturels ont été mentionnés dans 50 % des cas. Par exemple, le slogan d'un des groupes est « Créméco, bien pour la planète ! » et un autre mentionne un produit en « matière 100 % recyclable ». Il est à noter qu'un seul critère, celui des ingrédients et/ou composants naturels, n'a pas été utilisé, ce qui pourrait s'expliquer par une méconnaissance du produit mis en avant dans leur publicité.

Un constat intéressant se dégage de l'analyse : si les élèves ont rencontré des difficultés à identifier les labels lors de l'analyse précédente, tous (100 %) les ont néanmoins utilisés lors de la phase

d'application. Cette observation suggère qu'il leur a été plus complexe d'évaluer l'information que de mettre en œuvre cette technique dans leur publicité.

Tableau 18 : Critères de greenwashing utilisés dans les publicités réalisées en groupe (N = 10)

	Nom	Couleurs et motifs faisant référence à la nature	Produits écologiques ou naturels	Faux arguments ou promesses écologiques	Ingrédients et/ou composants naturels	Faux labels
Moyenne d'utilisation (%)	50	70	50	80	0	100

5. Discussion et conclusion

Nous avons constaté que l'éducation, dont le développement de l'esprit critique, joue un rôle crucial dans la sensibilisation au greenwashing. Comme le soulignent Álvarez-García et Sureda-Negre (2023), l'éducation relative à l'environnement peut aider à développer une littératie du greenwashing, permettant ainsi aux individus de mieux identifier et éviter les pratiques de marketing vert ambiguës. Les résultats de notre étude de cas confirment cela. Ils mettent en évidence l'efficacité de notre dispositif technopédagogique d'ERE visant à sensibiliser les élèves au greenwashing.

En effet, l'analyse de l'acquisition de notions écologiques par les élèves montre un gain significatif dans la compréhension de concepts clés tels que l'écologie, le greenwashing, le réchauffement climatique et le développement durable. Par exemple, le taux d'élèves capables de définir correctement le greenwashing est passé de 0 % à plus de 60 % après le dispositif, illustrant un réel progrès dans l'appropriation de ce concept. Ces résultats sont en accord avec les travaux de Suchaut

(2006) qui soulignent l'importance de l'apprentissage actif dans l'acquisition de nouvelles connaissances.

Cependant, malgré ces progrès, certains concepts, tels que la pollution et la neutralité carbone, n'ont pas fait l'objet d'évolution notable. Cela pourrait s'expliquer, en partie, par la complexité intrinsèque de ces notions ou par une moindre exposition à celles-ci au cours du dispositif pédagogique. Il est donc possible que ces concepts nécessitent des approches pédagogiques différentes ou spécifiques, mais d'autres facteurs contextuels ou didactiques peuvent également être en cause.

Selon l'ADEME (s.d.), le greenwashing nuit à la transition écologique en semant la confusion et en érodant la confiance du public envers les entreprises. Or, concernant la capacité des élèves à repérer le greenwashing en ligne, les résultats montrent que la majorité des élèves, malgré leur jeune âge, sont déjà capables de détecter trois techniques de la typologie de Kim et Lyon (2015). Ils sont capables de détecter la publicité mensongère (58,33 %), l'utilisation d'images et de symboles verts (58,33 %), la sélectivité dans la divulgation des informations (50 %). L'analyse de la capacité de transfert des élèves montre que les publicités réalisées par les différents groupes contiennent en moyenne 3,5 critères de greenwashing. Cela suggère que les élèves ont été capables d'appliquer les connaissances acquises lors de la création de leurs publicités.

Le développement de l'esprit critique, comme le suggèrent Fastrez et Philipette (2017), joue un rôle clé dans la capacité de porter des jugements indépendants sur le contenu médiatique. Lors de la création de publicités greenwashées, nous avons constaté que les élèves ont systématiquement utilisé ou inventé un faux label écologique. Cette stratégie peut être employée par les entreprises en plaçant des certifications écologiques sur des produits sans que ces derniers ne

respectent véritablement les normes environnementales, ce qui peut être trompeur (Kim et Lyon, 2015 ; ADEME 2023). Les élèves de notre étude sont donc conscients qu'il s'agit d'une technique de *greenwashing*. Cependant, quand ils doivent détecter ce stratagème, ils éprouvent des difficultés, ce qui peut suggérer qu'il s'agit d'une capacité sociocritique plus complexe à déployer lors de l'évaluation en ligne du *greenwashing*.

Ces constats invitent à ajuster le dispositif pédagogique sur plusieurs plans. D'une part, il serait pertinent d'intégrer davantage d'activités ciblées sur l'analyse critique des labels, une notion plus complexe même pour un adulte (Panopoulos et coll., 2022) par exemple, via des comparaisons entre labels officiels et auto-proclamés, ou des jeux de classement permettant d'exercer la reconnaissance visuelle et symbolique. D'autre part, un renforcement du travail sur la neutralité carbone pourrait passer par des supports plus concrets, afin d'ancrer le concept dans des réalités proches des élèves. Enfin, la production des publicités *greenwashées* gagneraient à être suivies d'une phase réflexive plus approfondie, où les élèves seraient invités à justifier leurs choix et à comparer leurs créations aux publicités réelles (Faustino et Silva, 2020). Cela pourrait favoriser une meilleure internalisation des stratégies de manipulation et un développement plus poussé de leur jugement critique.

En conclusion, cette étude montre que l'éducation peut jouer un rôle clé dans la lutte contre le *greenwashing*. En fournissant aux élèves les outils nécessaires pour décrypter les stratégies de *greenwashing*, nous pouvons les aider à devenir des consommateurs plus avertis et plus responsables. Cependant, il s'agit d'une étude de cas, il n'est pas possible de généraliser les résultats à tous les enfants de 12 ans (Bédard, 2005).

Une perspective consisterait à évaluer le dispositif dans plusieurs classes, voire dans différentes écoles présentant des caractéristiques socioéconomiques contrastées, afin de mesurer son impact selon le contexte. De plus, les élèves participants résident en milieu urbain, ce qui soulève la possibilité d'une comparaison avec des élèves vivant en milieu rural quant à leur perception des enjeux écologiques. En outre, il serait pertinent d'envisager une évaluation à plus long terme des apprentissages afin de déterminer leur persistance dans le temps (Tohmé et Tohmé, 1991 ; Fortin-Debart et Girault, 2009 ; Ibinga, 2018).

Il serait également intéressant d'explorer davantage comment ces compétences acquises peuvent être transférées à d'autres domaines (Abrami et coll., 2015 ; Fastrez et Philipette, 2017), comme le suggèrent les résultats de notre analyse de la capacité de transfert des élèves. Enfin, des recherches futures pourraient également examiner comment ces approches pédagogiques pourraient être adaptées pour des publics plus âgés ou dans d'autres contextes éducatifs (Álvarez-García et Sureda-Negre, 2023).

6. Bibliographie

Abrami, P. C., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Waddington, D. I., Wade, C. A. et Persson, T. (2015). Strategies for Teaching Students to Think Critically: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 85(2), 275–314.

ADEME. (2023). Guide anti greenwashing [Brochure]. Consulté sur <https://librairie.ademe.fr/developpement-durable/5447-guide-anti-greenwashing-le.html>

ADEME. (s.d.). La lutte contre le greenwashing. Consulté sur <https://communication-responsable.ademe.fr/lutte-contre-le-greenwashing>

Aggeri, F. et Cartel, M. (2017). Le changement climatique et les entreprises : enjeux, espaces d'action, régulations internationales. *Entreprises et Histoire* 86(1), 6-20.

Álvarez-García, O. et Negre, J. S. (2023). Greenwashing and education: An evidence-based approach. *The Journal of Environmental Education*, 54(4), 265-277.

Auriac-Slusarczyk, E., Adami, J. et Daniel, M. (2011). Tester les prédispositions à l'esprit critique au primaire. Consulté sur <https://hal.science/hal-01074334>

Barthès, A. (2022). Quels enjeux des éducations environnementales et de développement durable entre transition écologique, urgence climatique et Anthropocène ? Éducation relative à l'environnement : regards-recherches-réflexions, 17(2). <https://journals.openedition.org/ere/9419>

Bédard, M. G. (2005). La méthode des cas : guide orienté vers le développement des compétences (2e éd.). Gaëtan Morin.

Bianchi, G., Pisiotis, U. et Cabrera Giraldez, M. (2022). GreenComp The European sustainability competence framework. Luxembourg : Publications Office of the European Union.

Blanchet-Cohen, N. (2017). Apports des pédagogies autochtones à l'apprentissage de l'écocitoyenneté. Dans L. Sauvé, I. Orellana, C. Villemagne et B. Bader (dir.). Éducation, environnement, écocitoyenneté : Repères contemporains (p. 67-80). Québec : Presses de l'Université du Québec.

Blažková, T., Pedersen, E. R. G., Andersen, K. R. et Rosati, F. (2023). Greenwashing debates on Twitter : Stakeholders and critical topics. *Journal of Cleaner Production*, 427, 139260.

Brou Ahossi, N. (2016). Éducation relative à l'environnement en milieu scolaire ivoirien : Réflexion pour un regard critique. *European Scientific Journal*, 12(2).

Carretero, S., Vuorikari, R. et Punie, Y. (2017). DigComp 2.1. The Digital Competence Framework for Citizens with Eight Proficiency Levels and Examples of Use. Luxembourg : Publications Office of the European Union.

Commission européenne. (2021, 28 janvier). Passage au crible de sites web pour lutter contre l'« écoblanchiment » : la moitié des allégations environnementales ne sont pas étayées par des preuves. Press corner – Commission européenne. Consulté sur https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/ip_21_269

Cordelier, B. (2020). Greenwashing ou écoblanchiment : Cadrer la communication environnementale. Sens-Dessous, 26, 21-32.

D'Hainaut, L. (1973). Etude d'une nouvelle variable pour l'analyse statistique des expériences pédagogiques. Bulletin De Psychologie, 26(305), 622-630.

De Vecchi, G. (2017). Former l'esprit critique - Aussi important qu'apprendre à lire, écrire et compte (Tome 1), Pour une pensée libre.

Dendooven, L. (2022, 4 Octobre). Coca-Cola sponsor de la Cop 27 en Égypte au grand dam de Greenpeace. RTBF. Consulté sur <https://www.rtb.be/article/coca-cola-sponsor-de-la-cop-27-en-egypte-au-grand-dam-de-greenpeace-11078839>

Deprez, M. (2010). Formation continue et processus de changement : recherche en éducation spécialisée : In-service training and change process : Research in special education. Revue francophone de la déficience intellectuelle, 21, 5-21.

Descamps, S., Temperman, G. et De Lièvre, B. (2022). Vers une éducation à la sobriété numérique. Humanités Numériques, 5.

Fastrez, P. et Philippette, T. (2017). Un modèle pour repenser l'éducation critique aux médias à l'ère du numérique. Dans N. Landry (Ed.), tic & société : Vol. 11. L'éducation critique aux médias à l'épreuve du numérique. (pp. 85-110).

Fortin-Debart, C. et Girault, Y. (2009). De l'analyse des pratiques de participation citoyenne à des propositions pour une éducation à l'environnement. *Éducation relative à l'environnement : regards-recherches-réflexions*, 8. <https://journals.openedition.org/ere/2219>

Gagnon, M. (2018). Study on critical practices transversality manifested by quebecers high school students in context of problem-based learning in their science, history and ethic courses. *Swiss Journal of Educational Research*, 34(3), 551-574.

Gibert, A. (2022). GreenComp : Un nouveau cadre de compétences européen. Éduveille. <https://eduveille.hypotheses.org/16096>

Ibinga, K. J. J. (2018, 26 novembre). Les chemins d'une éducation à l'écocitoyenneté. Discours et pratiques de l'écomobilité scolaire : l'exemple du "Pédibus" en Metropole Rouen Normandie. Consulté sur <https://theses.hal.science/tel-02381993>

Kim, E. et Lyon, T. P. (2015). Greenwash vs. Brownwash: Exaggeration and Undue Modesty in Corporate Sustainability Disclosure. *Organization Science*, 26(3), 705-723.

Landry, N. et Basque, J. (2015). L'éducation aux médias : contributions, pratiques et perspectives de recherche en sciences de la communication. *Communiquer*, 15, 47-63.

Martínez, M. et Poydenot, F. (2009). Finalités, valeurs et identités pour fonder une éducation écocitoyenne. *Éducation relative à l'environnement : regards-recherches-réflexions*, 8. <https://journals.openedition.org/ere/2128>

Panopoulos, A., Poulis, A., Theodoridis, P., & Kalampakas, A. (2022). Influencing Green Purchase Intention through Eco Labels and User-Generated Content. *Sustainability*, 15(1), 764.

Pasquinelli, E. et Bronner, G. (2021). Éduquer à l'esprit critique. Bases théoriques et indications pratiques pour l'enseignement et la formation. Conseil scientifique de l'éducation nationale. Consulté sur

https://citoyennete.ac-creteil.fr/IMG/pdf/vdef_eduquer_a_lesprit_critique_csen-1.pdf

Pierre, S. (2020). Former à l'esprit critique à l'ère numérique : un enjeu citoyen et démocratique. Third, 4. Consulté sur <https://third.digital/numero-quatre/former-a-lesprit-critique-a-lere-numerique-un-enjeu-citoyen-et-democratique/>

Robert-Mazaye, C., Goulet, F., Turcotte, S., Demers, S., Belleau, É. et Barroca-Paccard, M. (2021). Comprendre les composantes de l'écocitoyenneté chez les enfants et les jeunes : une réflexion théorique. Tréma, 56.

Sauvé, L. (1997). Pour une éducation relative à l'environnement - Éléments de design pédagogique. Guide de développement professionnel à l'intention des éducateurs. (2e édition). Guérin.

Sauvé, L. et Van Steenberghe, É. (2015). Identités et engagements : Enjeux pour l'éducation relative à l'environnement. Éducation relative à l'environnement : regards-recherches-réflexions, 12. <https://journals.openedition.org/ere/588>

Sauvé, L., Orellana, I., Villemagne, C. et Bader, B. (2017). Éducation, environnement, écocitoyenneté : Repères contemporains. Presses de l'Université du Québec.

Soung, S. (2017). Critères d'évaluation de l'information scientifique à l'ère numérique : cas des étudiants aux cycles supérieurs en éducation des universités québécoises. Documentation et bibliothèques, 63(3), 36-49.

Suchaut, B. (2006). Analyse des acquisitions des élèves de l'enseignement secondaire en Algérie sur la base de l'enquête MLA II. 2006.

Tambellini Faustino, M. et Ferreira Silva, L. F. (2020). La lecture critique des médias : une stratégie de formation en éducation relative à l'environnement. Éducation relative à l'environnement : regards-recherches-réflexions, (15)2. <https://journals.openedition.org/ere/6018>

Temperman, G. (2013). Visualisation du processus collaboratif et assignation de rôles de régulation dans un environnement d'apprentissage à distance [Thèse de doctorat, Université de Mons]. TEL (thèses-en-ligne). Consulté sur <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01005304>

Tohmé, G. et Tohmé, H. (1991). Éducation et protection de l'environnement. FeniXX.

Vargas, É. (2020). Greenwashing et publicité : peut-on faire confiance aux entreprises ? *Après-demain*, 53, 21-23.

Villemagne, C. (2010). Regard historique sur le développement de l'éducation relative à l'environnement. Dans La Branche, S. et Milot, N. (Eds.), *Enseigner les sciences sociales de l'environnement : Un manuel multidisciplinaire* (pp. 17-30). Villeneuve d'Ascq : Presses universitaires du Septentrion. Consulté sur <https://books.openedition.org/septentrion/15352>

Yin, R. K. (2014). *Case Study Research: Design and Methods* (5th ed.). SAGE Publications.

Zimmerman, B. J., Bonner, S., Kovach, R., Pagnouille, C. (Crit. Ed.), et Simons, G. (Crit. Ed.). (2000). *Des apprenants autonomes : autorégulation des apprentissages* (Smets, G., Trans.). Louvain-la-neuve : De Boeck Université.

V. Conclusion du chapitre 2

Ce chapitre avait pour objectif de **mettre en œuvre, dans le contexte de l'enseignement obligatoire, le cadre didactique élaboré au chapitre précédent** autour de l'éducation à la sobriété numérique. S'inscrivant dans la logique de la transposition didactique (Chevallard, 1985 ; Reuter, 2004), il a examiné comment cette éducation pouvait être concrètement déployée auprès d'élèves, en ciblant plus particulièrement **les jeunes de 11 à 14 ans**. Partant du postulat qu'il s'agit d'une **période charnière dans la construction de l'autonomie numérique** (Danas-Uraga & Lannegrand, 2020 ; Arfaoui & Elbaz, 2025 ; Fluckiger, 2010), nous avons formulé l'hypothèse que cette tranche d'âge constitue un moment particulièrement propice pour sensibiliser aux enjeux environnementaux liés au numérique.

Les trois études présentées offrent un **panorama diversifié des modalités de mise en œuvre**, chacune apportant des résultats spécifiques.

La **première étude**, fondée sur une approche **socio-constructiviste** de l'apprentissage (Vygotski, 1978) et mobilisant le film d'animation **WALL·E** (Stanton, 2008), a montré que l'exploitation d'une œuvre de fiction pouvait **favoriser une appropriation active des savoirs environnementaux liés au numérique**. Le gain relatif moyen global atteint 51,58 %, attestant d'une progression substantielle des connaissances. L'approche a stimulé la participation, encouragé l'expression argumentée et renforcé la capacité des élèves à relier enjeux environnementaux, consommation et technologie, notamment à travers des modalités d'apprentissage collaboratif. L'absence de différence significative entre les élèves de première et de deuxième secondaire suggère que **ces notions peuvent être abordées dès 12 ans**. Les retours des apprenants soulignent par ailleurs l'attrait pour cette

combinaison entre démarche socio-constructiviste et support cinématographique.

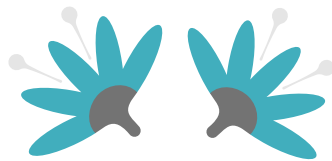
La **deuxième étude**, centrée sur une **campagne de sensibilisation** diffusée sur Instagram et relevant du ***micro-learning*** (Mongin et al., 2018), a évalué l'impact d'un dispositif en ligne sur les connaissances et les pratiques déclarées. Les résultats indiquent une **progression** significative mais **modérée des connaissances**, quel que soit le recours à une médiation pédagogique. Si cette dernière n'a pas produit de gain statistique supplémentaire, elle a été perçue comme utile par la majorité des élèves, **répondant à un besoin exprimé de contextualisation et de clarification**. La campagne a également entraîné des évolutions dans les usages déclarés : baisse du streaming vidéo, légère modération des jeux vidéo, et prise de conscience accrue des objets numériques inutilisés, malgré une hausse du temps d'écran. **Les formats courts et interactifs** (vidéos et quiz) ont été les plus **appréciés, confirmant l'intérêt d'outils numériques familiers**, tout en soulignant que leur efficacité éducative est renforcée par un accompagnement structuré.

La **troisième étude**, inscrite dans **l'approche critique** de l'éducation relative à l'environnement (Sauvé, 1997), a porté sur **le développement de l'esprit critique face au *greenwashing***. Les élèves ont montré une **progression notable dans leur capacité à identifier des stratégies de communication trompeuses** et à les déconstruire argumentativement. Certains ont adopté une posture plus distanciée et réflexive vis-à-vis des messages environnementaux véhiculés par les marques et les acteurs du numérique, témoignant d'une évolution vers un regard plus lucide et autonome.

De manière convergente, ces résultats confirment que **l'éducation à la sobriété numérique peut être efficacement travaillée à travers des modalités pédagogiques variées**, allant de la **co-construction des savoirs** à la **transmission guidée**, en intégrant le **développement de**

compétences critiques. Ils soulignent que la combinaison de supports engageants, d'outils numériques familiers aux élèves et d'un accompagnement pédagogique structuré favorise à la fois l'acquisition de connaissances et l'évolution des attitudes et intentions comportementales.

En prolongeant les constats du chapitre 1, ce chapitre montre également qu'il est possible **d'intégrer la protection de l'environnement comme une compétence numérique dans les curricula**, conformément aux prescriptions des référentiels tels que le FMTTN (Fédération Wallonie-Bruxelles, 2022). Cette intégration doit toutefois **être adaptée aux réalités de l'âge et du vécu numérique des élèves**. Les expériences décrites constituent ainsi un socle d'enseignements précieux pour les chapitres suivants, qui élargiront l'analyse à d'autres publics (étudiants du supérieur et enseignant) afin de poursuivre la construction progressive d'une éducation à la sobriété numérique.



Chapitre 3

Développer la protection de l'environnement
comme une compétence numérique **chez**
les étudiants du supérieur

I. Introduction du chapitre 3

Le chapitre 1 a établi les fondements théoriques de la littératie de la sobriété numérique en précisant ses dimensions essentielles : comprendre les impacts environnementaux du numérique, adopter des comportements responsables et mobiliser les technologies au service du développement durable. Il a également examiné la manière dont ces dimensions commencent à s'intégrer, de façon encore inégale, dans les référentiels éducatifs.

Le chapitre 2 a prolongé cette réflexion dans une perspective de transposition didactique (Chevallard, 1985 ; Reuter, 2004) en la mettant à l'épreuve dans l'enseignement obligatoire. À travers trois études de cas, il a montré que la protection de l'environnement, envisagée comme une compétence numérique, peut être développée dès l'adolescence. Ce développement peut reposer sur des approches variées, allant du socio-constructivisme (Vygotski, 1978) à l'éducation critique à l'environnement (Sauvé, 1997).

Dans la continuité de ce cheminement, le présent chapitre se concentre sur un autre public clé : les étudiants du supérieur, jeunes adultes en transition vers une autonomie complète dans leurs choix personnels, professionnels et citoyens. À l'instar de la période de 11 à 14 ans examinée dans le chapitre 2, l'entrée dans l'enseignement supérieur constitue un moment charnière, marqué par une intensification des usages numériques et une autonomie accrue (Michaut & Roche, 2017). Cette étape représente un contexte stratégique pour renforcer cette compétence numérique écoresponsable, d'autant que l'enseignement supérieur joue aussi un rôle déterminant dans le développement de la pensée critique, de l'autonomie et de la conscience citoyenne (Grangeat, 2015).

Toutefois, cette reconnaissance reste encore inégalement traduite dans les dispositifs de formation. Une cartographie de l'enseignement supérieur français montre que la sobriété numérique demeure majoritairement intégrée dans des cursus de niveau master ou ingénieur, principalement en informatique et en ingénierie, et reste peu présente de manière explicite dans d'autres champs disciplinaires (Giraud, 2024). L'enjeu n'est donc plus seulement de sensibiliser, mais aussi d'outiller l'ensemble des citoyens, indépendamment de leur domaine de formation, afin qu'ils puissent autoévaluer, réguler et faire évoluer leurs pratiques numériques en fonction de leur impact environnemental.

Cette orientation soulève une question centrale : comment évaluer le développement d'une telle compétence ? Selon Stufflebeam et al. (1980, cité par Marcoux & Béland, 2016, p.3), l'évaluation est « *un processus par lequel on délimite, obtient et fournit des informations utiles permettant de juger des décisions possibles* ». La mesure apparaît ainsi comme un préalable indispensable pour identifier les besoins, ajuster les dispositifs pédagogiques et suivre les progrès.

Pour répondre à cet enjeu, ce chapitre s'articule en deux articles complémentaires. Le premier présente la conception et la validation d'une échelle de maturité à la sobriété numérique, élaborée à partir des dimensions théoriques mises en évidence dans les chapitres précédents. Cette échelle s'appuie sur les principes méthodologiques en psychométrie afin d'en assurer la fiabilité et la validité (Nleme Ze & Molinari, 2022 ; Fredricks et al., 2016). Inspirée des travaux de Digital Wallonia (2021 ; 2023) sur la maturité numérique des citoyens, cette échelle intègre une dimension écoresponsable afin de caractériser le niveau de maturité à la sobriété numérique. Elle s'articule autour de deux axes principaux : le sentiment de compétence et les usages numériques écoresponsables.

Le second article, publié dans la revue *International Journal of Educational Technology in Higher Education* en 2025⁴¹, mobilise cette échelle pour évaluer l'efficacité d'un dispositif pédagogique visant à développer la sobriété numérique chez des étudiants de première année de bachelier. La démarche expérimentale compare deux scénarios d'apprentissage : un escape game suivi de l'élaboration de chartes d'écogestes numériques, avec pour consigne de cibler soit des actions individuelles, soit des actions collectives. Ce choix méthodologique s'appuie sur le modèle d'écocitoyenneté de Naoufal (2017), afin de tester l'effet différencié de ces deux orientations sur la maturité à la sobriété numérique, la motivation à adopter des comportements responsables et le sentiment de compétence à agir collectivement.

En articulant la construction d'un outil de mesure et son application dans un contexte d'enseignement supérieur, ce chapitre poursuit un double objectif. Il s'agit à la fois de proposer un instrument d'évaluation de cette compétence numérique environnementale et d'analyser les conditions de sa transposition didactique auprès de jeunes adultes. Cette approche, à l'intersection de la recherche en éducation, de la psychométrie et de la pédagogie environnementale, prolonge les acquis des deux premiers chapitres et ouvre la voie à une réflexion élargie sur la généralisation de l'éducation à la sobriété numérique tout au long de la vie.

⁴¹ Descamps, S., Temperman, G., & De Lièvre, B. (2025). Effects of two scenario approaches for digital sobriety education among higher education students. *International Journal Of Educational Technology In Higher Education*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-025-00569-3>

II. Article n°6 : Développement et validation psychométrique d'une échelle de mesure de la maturité à la sobriété numérique.

Citation : Sarah Descamps, Gaëtan Temperman, Karim Boumazguida et Bruno De Lièvre, « Développement et validation psychométrique d'une échelle de mesure de la maturité à la sobriété numérique », soumis à la revue *Mesure et Évaluation en Éducation*, le 7 juillet 2025 (accepté)

Résumé : Face à l'impact environnemental des usages des technologies, souvent sous-estimé, des initiatives éducatives sensibilisant à la sobriété numérique et aux écogestes numériques ont émergé. Cet article présente le développement et la validation psychométrique d'une échelle de mesure de la maturité à la sobriété numérique (EMSN), qui évalue à la fois le sentiment de compétence (numérique, écologique et en matière de sobriété numérique) et les usages numériques écoresponsables des citoyens. Cet outil a été élaboré en deux phases : la première consistait en une revue approfondie de la littérature ; la seconde regroupait la réduction des items par une analyse en composantes principales (ACP) et la validation des composantes au moyen des coefficients Alpha de Cronbach. Cette échelle peut constituer un outil d'évaluation pertinent pour autoévaluer sa maturité à la sobriété numérique à titre individuel ou pour l'éducation à la sobriété numérique.

Mots-clés : sobriété numérique, maturité, échelle de mesure, validation psychométrique, sentiment de compétence, écogestes numériques

1. Introduction

La transformation numérique rapide de la société, conjuguée à la crise climatique, requiert une prise de conscience accrue des impacts environnementaux des technologies numériques. Selon ADEME (2021), le secteur numérique contribue à près de 4 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre. L'essor de l'IA et des services en ligne intensifie ces impacts en renforçant la demande énergétique et matérielle (Flipo, 2025). Dans ce contexte, il devient essentiel de promouvoir un usage numérique éthique et responsable et de sensibiliser à la sobriété numérique toutes les générations (Descamps et al., 2022).

C'est pourquoi, la Commission européenne, à travers son référentiel de compétences numériques : le DigComp (Carretero et al., 2017), a identifié la protection de l'environnement comme une compétence numérique clé. Il est en effet stipulé que les citoyens doivent prendre conscience de l'impact environnemental des technologies numériques et de leurs usages. Bien qu'il existe des outils comme PIX⁴², la plateforme d'entraînement en ligne permettant d'évaluer et de développer chacune des compétences numériques des utilisateurs (Bancal & Dobaie, 2022) et abordant notamment des sujets tels que la réparation, le reconditionnement ou la redistribution des appareils (Mercier & Trichet, 2023), il n'existe actuellement aucune échelle pour mesurer spécifiquement la maturité à la sobriété numérique ou évaluer cette compétence spécifique identifiée par le DigComp. La problématique centrale de notre étude consiste donc à disposer d'un

⁴² PIX est une plateforme initialement développée en France par le Ministère de l'Éducation nationale, aujourd'hui déployée dans plusieurs pays francophones (Belgique, Luxembourg, Suisse). Elle s'appuie sur le cadre européen DigComp et intègre désormais depuis 2025 un référentiel dédié aux compétences numériques responsables, incluant des dimensions liées à l'impact environnemental et à la sobriété numérique. Cependant, les éléments de ce référentiel numérique responsable ne sont pas encore évalués par PIX. Consulté sur : <https://pix.fr/>

outil psychométrique capable d'évaluer, de manière valide et fiable, le niveau de maturité à la sobriété numérique chez les citoyens.

Parallèlement à ces dispositifs centrés sur les compétences numériques, divers outils ont été développés pour quantifier les effets environnementaux du numérique. Par exemple, DIMPACT permet d'évaluer l'impact environnemental de l'édition numérique par les éditeurs (Johnston & Picket, 2022), tandis que les travaux de Ørbæk (2023) recensent des méthodes pour calculer l'empreinte carbone des services numériques afin de sensibiliser les utilisateurs. Toutefois, ces approches restent centrées sur les infrastructures plutôt que sur les pratiques humaines, ce qui limite leur portée éducative et comportementale.

De ce fait, le développement d'une échelle de mesure de la maturité à la sobriété numérique s'inscrit pleinement dans l'objectif de renforcer les travaux existants sur l'impact environnemental du numérique, en contribuant à la construction d'un cadre pour évaluer des pratiques, tels que le préconisent Hardy et Noûs (2023). Dans ce travail, la notion de maturité renvoie à la capacité d'articuler un sentiment de compétence numérique responsable et l'adoption d'usages numériques écoresponsables. Cette échelle vise à établir des critères d'adoption de pratiques numériques sobres, conformément à l'impératif de la sobriété numérique tel que défendu par Flipo (2021) qui invite à repenser non seulement la conception et l'usage des technologies, mais les modes de vie eux-mêmes. Ce positionnement théorique justifie la construction de notre instrument, qui opérationnalise la sobriété numérique en articulant sentiment de compétence et usages déclarés.

Concrètement, l'EMSN évalue deux dimensions : les sentiments de compétence et les usages écoresponsables chez les citoyens. Cette démarche s'inscrit dans les actions actuelles visant à développer des

usages plus sobres (Strubell et al., 2019). Un tel outil permettrait d'évaluer les dispositifs d'enseignement intégrant les enjeux de sobriété numérique et d'être un instrument utile pour les chercheurs ainsi que pour les citoyens souhaitant analyser leurs propres comportements.

Cet article décrit la méthodologie utilisée pour développer et valider cette échelle de mesure de la maturité à la sobriété numérique des citoyens, combinant d'une part le sentiment de compétence et, d'autre part, les usages numériques écoresponsables. La mise au point de l'outil a nécessité deux phases de passation. La première visait à optimiser le nombre d'items et à valider l'échelle initiale. La seconde phase consistait à administrer cette version réduite pour en confirmer la validité. Dans les sections suivantes, nous présentons les résultats de ces différentes analyses.

2. Revue de la littérature

2.1. Une mesure de la maturité de la sobriété numérique

La sobriété numérique désigne une démarche qui vise à réduire l'empreinte écologique du numérique tout en interrogeant nos usages et leurs finalités (Bordage, 2019, 2021). Elle dépasse les approches centrées uniquement sur l'efficacité technologique en invitant à repenser, de manière intentionnelle, la consommation de ressources numériques et les pratiques qui les accompagnent (Guillard, 2021).

Flipo (2021) souligne que la sobriété numérique ne se résume pas à optimiser les technologies existantes : elle s'inscrit dans une critique du techno-solutionnisme, c'est-à-dire l'idée que les innovations suffiraient à résoudre les enjeux environnementaux qui simplifie des enjeux complexes (Morozov, 2014).

Sous cet angle, la sobriété numérique articule des dimensions techniques, comportementales et éthiques (Bordage, 2019 ; 2021 ; Flipo, 2025). Elle repose à la fois sur la compréhension des impacts environnementaux du numérique et sur la capacité à ajuster ses pratiques en fonction (Descamps et al., 2022). Elle constitue ainsi un cadre pertinent pour analyser la manière dont les citoyens développent des usages numériques plus responsables.

Pour élaborer une Echelle de mesure de la Maturité à la Sobriété Numérique, il est essentiel de définir ce que l'on entend par maturité numérique. Selon le baromètre de Digital Wallonia (2023, p.4), elle se définit comme « le croisement de la perception de compétence numérique d'un individu avec le niveau d'usage effectif de cette compétence et son niveau de perception du numérique ». Concrètement, la maturité numérique reflète le degré de compétence d'un citoyen dans la manipulation et la compréhension des outils numériques, combiné à la manière dont il mobilise ces compétences dans ses pratiques.

Dans cette perspective, Laaber et ses collègues (2023) ont développé un outil pour évaluer la maturité numérique des citoyens, le Digital Maturity Inventory (DiMI). Pour ces auteurs, la maturité numérique englobe les capacités et les comportements permettant l'usage des technologies pour soutenir le développement individuel et l'intégration sociale. Elle s'appuie sur les principes de la maturité psychosociale⁴³, adaptés aux défis spécifiques des environnements numériques. Selon ces mêmes auteurs, la maturité numérique est un concept multidimensionnel, essentiel pour relever les défis des contextes

⁴³ La maturité psychosociale désigne le développement des compétences et attitudes permettant à un individu de fonctionner de manière autonome et responsable dans ses relations sociales, en conciliant ses besoins personnels avec les attentes sociales (Bleidorn, 2015).

numériques. Ces capacités, tirées des théories de la maturité psychosociale et de l'autodétermination (Bleidorn 2015 ; Deci & Ryan 2000 ; Wehmeyer et al. 2017), se décomposent en plusieurs dimensions⁴⁴.

Si la littérature évoque également une maturité numérique organisationnelle, liée à la capacité des entreprises à intégrer les technologies pour améliorer leurs processus (Cognet, 2020), cette perspective offre surtout un parallèle intéressant. En effet, dans les deux cas, l'évaluation permet d'identifier un niveau de maturité et de repérer des pistes d'amélioration. Comme le souligne Potvin (1998), l'évaluation joue un rôle essentiel pour accompagner l'amélioration des pratiques, qu'elles soient institutionnelles, organisationnelles ou individuelles. Dans notre étude, cette logique est transposée au citoyen. La mesure de sa maturité à la sobriété numérique vise précisément à soutenir une prise de conscience et à favoriser une progression dans ses usages numériques responsables.



Le diagramme est une équation présentée dans une boîte rectangulaire à fond bleu. À gauche, il y a un pictogramme d'un clavier numérique. À droite, l'équation est écrite en blanc : 'Moyenne (Score sentiment de compétence + Score usages) = Maturité numérique'. Les termes 'Score sentiment de compétence' et 'Score usages' sont séparés par un signe plus, et l'ensemble est encadré par des parenthèses.

Figure 19. Évaluation de la maturité numérique

Selon les rapports de Digital Wallonia (2023), la maturité numérique s'évalue en combinant à parts égales le sentiment de compétence et les usages des citoyens (figure 19). Nous avons retenu ce concept de maturité, car il intègre ces deux dimensions, pour adopter une posture pérenne (Ibid.).

⁴⁴ Ces capacités se déclinent en dix dimensions : autonomie numérique, compétences techniques, apprentissage, gestion des risques, recherche de soutien, régulation des émotions et des comportements, respect en ligne, citoyenneté numérique et croissance personnelle (Laaber et al., 2023).

Dans cette recherche, nous reprenons l'idée que la maturité résulte de l'articulation entre un sentiment de compétence et des usages associés. Nous appliquons cette logique au champ de la sobriété numérique, entendue comme la capacité à comprendre les enjeux environnementaux du numérique et à adopter des pratiques écoresponsables (Bordage 2019 ; 2021). La maturité à la sobriété numérique constitue ainsi une déclinaison de la maturité numérique orientée vers les impératifs environnementaux. Dans cette perspective, opérationnaliser la sobriété numérique à travers la notion de maturité permet de disposer d'un cadre conceptuel mesurable, articulant compétences perçues et pratiques déclarées ; cette articulation fonde directement la structure de l'échelle proposée dans cette étude

L'éducation à la sobriété numérique ne se limite pas à la prise de conscience des impacts environnementaux du numérique. Elle inclut également des usages plus éthiques et responsables (Bordage, 2019 ; 2021 ; Guillard, 2021). Simpson et Weiner (1989) définissent la maturité comme un état « complet, parfait ou prêt ». Notre outil a pour objectif de quantifier le degré d'adoption de la sobriété numérique au sein de la population citoyenne. Nous privilégions le terme « maturité » en raison de sa connotation d'auto-évaluation, englobant à la fois les compétences perçues et les pratiques déclarées, plutôt que de se limiter à une simple intention d'agir. Cette définition s'aligne sur celle proposée par Digital Wallonia (2023).

2.2. Le sentiment de compétence

La maturité à la sobriété numérique s'appuie notamment sur le sentiment de compétence numérique. Il importe donc d'examiner ce concept, qui constitue l'une des dimensions clés de notre échelle.

Selon Deci et Ryan (2000), le sentiment de compétence désigne la conviction d'un individu en sa capacité à accomplir une tâche ou

atteindre un objectif spécifique. Cette notion est associée à la perception de l'efficacité personnelle (Cosnefroy, 2007), influençant la motivation, l'intérêt et l'engagement des apprenants. Ce sentiment est lié à la motivation intrinsèque, car il incite à s'engager dans des activités pour le plaisir et la satisfaction qu'elles procurent, plutôt que pour des récompenses externes (Lieury & Fenouillet, 2019). Dans les environnements numériques, le sentiment de compétence se manifeste également par la perception d'expertise, laquelle influence les stratégies cognitives et la persévérance face à des tâches complexes (Faurie, 2012). Cette perception conditionne l'engagement cognitif et la régulation des apprentissages.

Suite à l'émergence de référentiels de compétences numériques, de nombreux chercheurs ont exploré le sentiment de compétence numérique et la perception de l'efficacité personnelle (Boéchat-Heer et al., 2022 ; Carlot et al., 2021; Lepage & Roy, 2024 ; Ulfert-Blank & Schmidt, 2022). Dans ses travaux, Digital Wallonia (2023) s'appuie sur le DigComp (Carretero et al., 2017), le cadre de compétences numériques établi par la Commission européenne. Ulfert-Blank et Schmidt (2022) ont utilisé ce cadre pour développer leur échelle de mesure du sentiment de compétence numérique. Comme l'indique Digital Wallonia (2023, p.4), « la compétence numérique dépasse largement la simple maîtrise technique d'outils et de services numériques. Elle inclut aussi des dimensions plus larges et transversales telles que les capacités critiques, réflexives et collaboratives nécessaires pour utiliser les technologies de manière efficace et responsable dans des contextes diversifiés ».

Pour analyser le sentiment de compétence dans le champ du numérique et de la durabilité, plusieurs cadres théoriques peuvent être mobilisés. Le DigComp (Carretero et al., 2017) constitue aujourd'hui une référence pour définir les compétences numériques des citoyens,

en intégrant des dimensions techniques, critiques et collaboratives. De manière complémentaire, le GreenComp (Bianchi et al., 2022), élaboré dans le cadre du Green Deal européen de 2019, propose des compétences clés pour agir de manière durable et comprendre la complexité des enjeux environnementaux. En Belgique francophone, un référentiel spécifique encadre également l'éducation relative à l'environnement et au développement durable (Fédération Wallonie-Bruxelles, 2013), soulignant l'importance de développer des compétences citoyennes orientées vers la transition écologique. Ces cadres permettent d'appréhender les dimensions numériques et écologiques inhérentes à la maturité en matière de sobriété numérique.

Le sentiment d'efficacité associé à la capacité d'action est aussi évoqué dans les travaux sur l'éducation à l'environnement (Morin et al., 2019). Sourgiadaki et Karkalakos (2023) ont étudié comment le sentiment d'auto-efficacité influence la motivation des enseignants à développer des compétences du GreenComp chez les étudiants. Ils ont révélé que les croyances en leurs capacités et l'intérêt varient selon les secteurs professionnels et l'expérience. Ces résultats soulignent l'importance de la confiance en soi pour promouvoir l'éducation à la durabilité.

En ce qui concerne le sentiment de compétence en matière de sobriété numérique, peu d'études existent, hormis un article (Descamps et al., 2023) qui examine le sentiment de compétence des acteurs de l'éducation. Cette étude révèle que les travailleurs ayant une forte croyance en leurs capacités sont plus enclins à adopter des pratiques numériques écoresponsables. En revanche, un faible sentiment de compétence peut freiner l'adoption de comportements durables. L'étude de Péréa et ses collègues (2023) explore également comment le sentiment d'auto-efficacité influence la perception des travailleurs concernant la sobriété numérique. Conformément à la littérature

relative aux théories de la motivation (Viau, 2009), les deux études (Descamps et al., 2023 ; Péréa et al., 2023) mettent en évidence l'importance du renforcement de la confiance en soi dans ce domaine afin de promouvoir la sobriété numérique.

Pour identifier les compétences portant sur la sobriété numérique (Descamps et al., 2023), les auteurs utilisent le référentiel pour un numérique écoresponsable élaboré par Boulet et ses collègues (2020). Ce référentiel inclut la compréhension des impacts environnementaux directs et indirects du numérique, ainsi que l'évaluation de ces impacts via l'analyse du cycle de vie (ACV). Il met aussi l'accent sur la connaissance des normes et labels liés au numérique responsable et tout en précisant les pratiques écoresponsables lors de l'achat de technologies. La littératie de la sobriété numérique (Descamps et al., 2022a) intègre l'application de la règle des 5R (Refuser, Réduire, Réparer, Réutiliser, Recycler) et la recherche de solutions numériques durables tout en évitant le technosolutionnisme. Enfin, selon les auteurs (Ibid), les compétences en sobriété numérique peuvent être développées dans le cadre du DigComp. En effet, le développement de compétences pour un usage écoresponsable du numérique inclut aussi la gestion des informations, la communication responsable, la création de contenu écoconçu, la protection des données et la résolution de problèmes technologiques de manière durable.

Cette articulation entre sentiment de compétence et pratiques responsables s'inscrit dans les finalités éducatives de la sobriété numérique. Elle vise à former des citoyens capables de comprendre leurs impacts et d'ajuster leurs comportements de manière éclairée (Descamps, 2022a ; Mercier et Trichet, 2023).

2.3. Les usages écoresponsables

Comme déjà mentionné, la maturité à la sobriété numérique implique non seulement un sentiment de compétence, mais aussi des pratiques concrètes. Nous examinons donc à présent les usages écoresponsables, seconde dimension de notre échelle.

Pour évaluer la maturité numérique, Digital Wallonia (2023) a analysé les usages numériques des citoyens. Dans leur enquête, ils ont identifié 40 usages prédéterminés, allant des plus simples (envoyer un message instantané) aux plus complexes (programmer un algorithme simple). Les usages numériques se réfèrent aux pratiques et comportements adoptés en lien avec l'utilisation des TIC, incluant les dispositifs tels que les ordinateurs, les téléphones, et l'internet. Ces usages englobent une diversité d'activités, parmi lesquelles la navigation sur le web, la communication via les messageries électroniques, les interactions sur les réseaux sociaux, le travail à distance, ainsi que les transactions de commerce électronique (Plantard, 2014).

D'un point de vue conceptuel, il est essentiel de distinguer l'usage de l'utilisation du numérique : l'« utilisation » renvoie à l'acte technique ponctuel consistant à mobiliser un outil numérique, tandis que l'« usage », tel que le définit Proulx (2005), désigne des pratiques sociales et culturelles, incluant les logiques d'appropriation, qui se construisent autour du numérique.

Dans le cadre de cette recherche, nous nous intéressons aux usages écoresponsables du numérique. Ces derniers incluent des pratiques comme le tri sélectif, la réduction de la consommation d'énergie et l'usage de moyens de transport durables (De Martelaere, 2017). Selon Fuchs (2022), un usage numérique écoresponsable consiste à adopter des pratiques numériques qui minimisent l'empreinte écologique, en intégrant des choix techniques et comportementaux favorisant la

sobriété énergétique et la durabilité des équipements. Ces usages responsables contribuent à la protection de l'environnement et à la lutte contre le changement climatique.

Si les écogestes constituent un levier concret pour réduire l'impact du numérique, ils ne suffisent pas à saisir l'ensemble des enjeux. Comme le souligne Flipo (2021 ; 2025), les usages écoresponsables ne peuvent se limiter à l'optimisation technique : ils nécessitent aussi d'interroger la pertinence et la nécessité de certaines pratiques.

Pour un usage numérique plus responsable, plusieurs pratiques peuvent être adoptées, comme le recommandent divers rapports et études, dont ceux de l'ADEME (s.d. ; 2021 ; 2022) et The Shift Project (2023 ; Efoui-Hess, 2019 ; Ferreboeuf, 2018). Lors de la navigation sur Internet, il est préférable de privilégier l'utilisation de favoris et l'enregistrement de sites souvent visités pour réduire l'impact environnemental (ADEME, 2021). En ciblant ses recherches avec des mots-clés précis ou en saisissant directement l'URL du site, on peut également diminuer l'empreinte écologique des activités en ligne. Le rapport de The Shift Project (Efoui-Hess, 2019) met en évidence que les vidéos en ligne génèrent 306 millions de tonnes de CO₂ en 2019. Pour réduire cet impact, il est recommandé de restreindre l'usage du streaming, de baisser la résolution des vidéos et de désactiver la lecture automatique.

Diminuer la consommation électrique des appareils est crucial (Guillard, 2021). L'ADEME (2021) conseille de réduire le nombre d'onglets ouverts et d'utiliser des bloqueurs de publicité pour éviter le chargement de pages inutiles. En matière de stockage, l'ADEME (s.d.) suggère de privilégier le stockage local au cloud, de supprimer les logiciels superflus et de trier régulièrement les données personnelles pour réduire la charge énergétique des centres de données. Pour la connectivité, il est

recommandé de favoriser les connexions Ethernet par rapport aux connexions Wi-Fi et de préférer le Wi-Fi aux données mobiles (Bordage, 2021). Réduire les téléchargements inutiles et contrôler les consommations cachées des applications sont aussi des actions efficaces.

Dans leur étude, Péréa et ses collègues (2023) appellent à des usages plus judicieux des TIC et identifient cinq profils de sobriété numérique distincts :

- **Réfutation** : L'utilisateur peut être peu enclin à changer ses habitudes numériques par manque de conviction sur les bénéfices ou par refus de reconnaître les effets néfastes d'un usage excessif.
- **Inaction** : L'utilisateur attend des actions provenant de parties extérieures, comme le gouvernement ou encore les entreprises, au lieu de prendre des mesures individuelles.
- **Substitution** : L'utilisateur privilégie et choisit les solutions technologiques les plus efficaces et durables, en tenant compte de leur impact environnemental.
- **Optimisation** : Pour l'utilisateur, la sobriété numérique consiste à modérer et réduire l'usage de l'informatique afin de diminuer ses effets négatifs.
- **Désadoption et décroissance** : L'individu décide d'abandonner ou d'éviter complètement les TIC pour adopter un mode de vie plus simple et durable, ou à cause de préoccupations liées à la confidentialité, la sécurité ou au bien-être.

Ces profils permettent de situer différentes manières d'envisager la sobriété numérique et montrent l'intérêt de disposer d'un outil capable d'évaluer les pratiques et les perceptions associées, tout en éclairant les attitudes des utilisateurs vis-à-vis de la sobriété numérique.

Ces travaux montrent que les compétences perçues et les pratiques numériques responsables constituent deux dimensions étroitement liées dans l'appréhension de la sobriété numérique. Cette articulation guidera l'analyse proposée dans la suite de cet article. Cette articulation entre compétences perçues et pratiques responsables constitue le socle conceptuel de l'EMSN.

3. Développement et validation psychométrique

3.1. Élaboration d'items préliminaires

La méthodologie employée pour développer et valider notre échelle de maturité à la sobriété numérique s'appuie sur le processus proposé par Nleme Ze et Molinari (2022) pour valider leur échelle de mesure de l'engagement des apprenants. Comme l'énonce André et ses collègues (2015), la validité psychométrique dépasse les seuls aspects statistiques pour inclure une réflexion sur la cohérence théorique de l'instrument et la fidélité de l'inférence. En ce sens, notre démarche méthodologique combine validation interne, relecture experte et double passation, conformément à une logique d'itération.

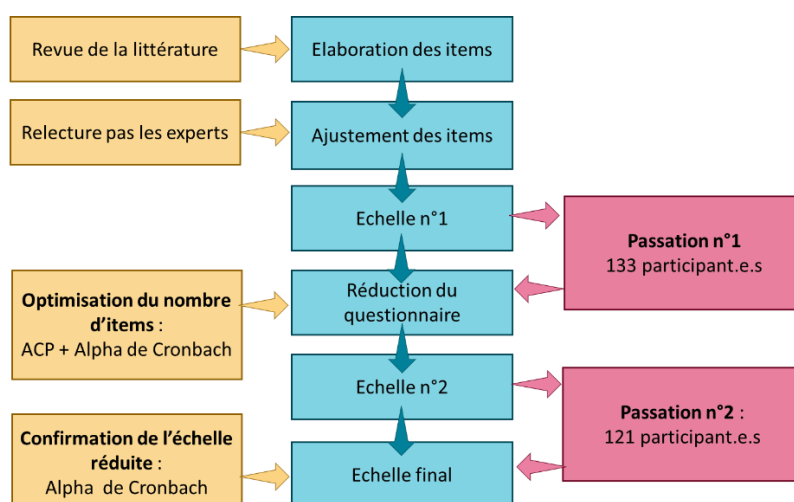


Figure 20. Processus de développement et de validation de l'EMSN

La figure 20 illustre le processus de développement et de validation qui débute par la revue de la littérature, qui a permis de produire les premiers items. Ces items ont ensuite été soumis à une relecture par des experts, dont les retours ont conduit à plusieurs ajustements menant sur une première version de l'échelle. Cette version 1 a fait l'objet d'une première passation, destinée à tester la structure initiale de l'instrument et à réduire le nombre d'items. Sur la base des données recueillies, des analyses exploratoires (ACP et Alpha de Cronbach) ont permis d'optimiser le nombre d'items. Cette étape de réduction a abouti à une deuxième version de l'échelle, soumise à une seconde passation. Les données issues de cette administration ont ensuite été utilisées pour réaliser une validation confirmatoire, permettant d'aboutir à la version finale de l'échelle.

La méthodologie adoptée suit les différentes étapes recommandées par Gelbach et Brinkworth (2011) pour la conception d'échelles d'évaluation des comportements. Selon ces auteurs, une double mesure permet de minimiser les erreurs. Notre démarche s'inscrit dans une logique de qualité, telle que préconisée par des travaux sur le développement d'échelles (David et al., 2024 ; Gelbach et Brinkworth, 2011), en privilégiant un processus itératif. Nous présentons ci-dessous chaque étape de ce processus.

3.2. Construction des items

3.2.1. Élaboration de la liste préliminaire d'items

La liste préliminaire des items a été élaborée à partir de la revue de la littérature, qui a permis d'identifier les compétences et les usages constitutifs de la maturité à la sobriété numérique. Ce choix méthodologique diffère de celui de Nleme Ze et Molinari (2022). Notre approche a été motivée par deux constats : une sensibilisation variable des citoyens et une méconnaissance des comportements numériques

écoresponsables les plus efficaces (Digital Wallonia, 2023). Dans ce contexte, une collecte qualitative préalable aurait difficilement permis d'identifier de manière exhaustive les pratiques et compétences pertinentes. Cette revue a permis d'opérationnaliser le cadre conceptuel retenu en distinguant les compétences perçues et les usages liés aux dimensions numérique, écologique et de sobriété numérique, fournissant ainsi la structure tripartite pour la construction de l'échelle.

Dans sa version initiale, notre questionnaire de maturité à la sobriété numérique s'articule autour de trois dimensions principales : la maturité numérique, la maturité écologique et la maturité relative à la sobriété numérique. Les deux premières correspondent aux composantes fondamentales identifiées par Vidalenc (2019), pour qui la sobriété numérique résulte de la rencontre entre transition numérique et transition écologique.

Tableau 19 : Structure de l'échelle de mesure de la maturité à la sobriété numérique (EMSN).

		Maturité numérique	Maturité écologique	Maturité à la sobriété numérique
Sentiment de compétence ...		... numérique.	... écologique.	... à la sobriété numérique.
		15 items	15 items	15 items
Usages/ Comportements	Se Déplacer ...	... en ligne.	... de manière écoresponsable.	... en ligne de manière écoresponsable.
		10 items	10 items	10 items
	Communiquer ...	... du contenu numérique.	... et agir collectivement de manière écoresponsable.	... du contenu numérique de manière écoresponsable.
		10 items	10 items	10 items
	Gérer ...	... un environnement numérique.	... son foyer de manière responsable.	... un environnement de manière écoresponsable.
		10 items	10 items	10 items
	Consommer ...	... du numérique.	... de manière écoresponsable.	... du numérique de manière écoresponsable.
		10 items	10 items	10 items
		55 items	55 items	55 items
		165 items		

Comme dans le baromètre de Digital Wallonia (2023), chacune de ces dimensions principales est systématiquement divisée en deux volets d'items : 15 items relatifs aux sentiments de compétence et 40 items relatifs aux usages. Les usages sont eux-mêmes répartis en quatre composantes (Descamps et al., 2022b) : se déplacer, communiquer, gérer et consommer.

Le tableau 19 présente la composition de l'EMSN, lors de sa première passation, qui comprend un total de 165 items. Pour la dimension de la maturité numérique, les sentiments de compétence ont été rédigés en s'appuyant sur les compétences décrites dans le DigComp, le cadre de compétences numériques établi par la Commission européenne (Carretero et al., 2017). Les usages numériques proviennent du Baromètre de maturité numérique des citoyens wallons (Digital Wallonia, 2023).

En ce qui concerne la dimension de la maturité écologique, les sentiments de compétence ont été élaborés en croisant le référentiel de « l'éducation relative à l'Environnement et au Développement durable dans le système éducatif » de la FWB (2013) et le GreenComp, le cadre européen des compétences en matière de durabilité (Bianchi et al., 2022). Les comportements écoresponsables (40 items) ont été repris de l'enquête sur le climat de De Martelaere (2017).

La dimension de la maturité à la sobriété numérique s'inspire des items de l'étude de Descamps et ses collègues (2023). De ce fait, les sentiments de compétence liés à la sobriété numérique ont été conçus en combinant plusieurs documents de référence (Boulet et al., 2020 ; Descamps et al., 2022a ; Digital Wallonia, 2023). Les écogestes numériques ont été identifiés à travers notre revue de la littérature (ADEME, 2021 ; 2022 ; Bordage, 2021 ; Efoui-Hess, 2019 ; Ferreboeuf, 2018).

À l’instar de l’outil proposé par Digital Wallonia (2023), chaque item se présente sous la forme d’une échelle à 4 niveaux. Ce choix vise à réduire la complexité cognitive et à éliminer la neutralité en forçant les répondants à prendre position (André et al., 2015 ; Béchard et al., 2021 ; Nleme Ze & Molinari, 2022). Pour mesurer le sentiment de compétence, les participants doivent se positionner sur une échelle de Likert, où 0 représente « aucune capacité » et 3 « des capacités excellentes » dans ce domaine. Concernant les usages, il s’agit d’une fréquence où 0 signifie « jamais » et 3 « tous les jours » ou « à chaque fois ».

3.2.2. Relecture et Feedback des experts

Les items ont été relus par des experts de l’impact du numérique sur l’environnement de l’Institut belge du Numérique Responsable (ISIT-BE)⁴⁵. Sur les 55 items du volet « Maturité à la sobriété numérique », 15 items ont été ajustés. Certains items nécessitaient plus de précisions ou d’exemples concrets. Par exemple, l’item « je répare mon équipement avant d’en racheter un nouveau » a été complété par « pour allonger sa durée de vie ». Des termes comme l’écoconception, peu connus du public, ont été définis. Deux items ont également été regroupés pour former le nouvel item suivant : « je refuse l’achat de matériel et de services numériques pour réduire son empreinte numérique ». Enfin, trois items ont été ajoutés : « Je communique pour sensibiliser autrui aux impacts environnementaux du numérique. », « Je limite le nombre d’équipements afin de réduire leur impact environnemental. » et « J’imprime de manière écoresponsable ». Ces

⁴⁵ L’Institut Belge du Numérique Responsable (ISIT-BE) est une association à but non lucratif qui promeut un numérique plus respectueux de l’environnement, accessible, éthique et inclusif. <https://isit-be.org/>

ajustements ont permis d'obtenir une première version de l'échelle, théoriquement cohérente et adaptée à une première passation.

3.3. Procédure de validation psychométrique

3.3.1. Échantillon et procédure de passation

Lors de la première passation, le questionnaire a été administré spontanément à des citoyens tout venants dans le but de réduire le nombre d'items. Au total, 133 participants, recrutés sur les réseaux sociaux, ont souhaité de leur plein gré compléter l'enquête en ligne. Âgés d'au moins 18 ans, la majorité de nos sujets sont des citoyens belges francophones (88,72 %). Concernant le profil de nos participants, 70,67 % sont des femmes (N = 94) et 29,33 % sont des hommes (N = 39). Leur moyenne d'âge est de 36,1 ans.

En ce qui concerne les caractéristiques de nos sujets, la majorité possède un diplôme de l'enseignement supérieur de type long (48,87 % ; N = 65) et est employé (65,41 % ; N = 87). Parmi les 93,23 % (N = 124) de participants actifs, 25 % (N = 31) travaillent dans le secteur du numérique (informaticien, technopédagogue, développeur, consultant IT, etc.) et 12,4 % (N = 10) dans le domaine du climat et/ou du développement durable (biologiste, ingénieur de l'environnement, chercheur, etc.).

Concernant la sensibilité des citoyens participant à notre enquête, les participants se déclarent globalement sensibles aux thématiques liées aux technologies (« Tout à fait d'accord » = 51,88 % ; N = 69) ; « D'accord » = 31,58 % ; N = 42). Les répondants portent également un intérêt marqué à l'écologie et à la protection de l'environnement (« Tout à fait d'accord » = 64,66 % ; N = 86 ; « D'accord » = 27,07 % ; N = 36). En ce qui concerne leur sensibilité aux impacts environnementaux des

technologies et à la sobriété numérique, la majorité y est sensible (« Tout à fait d'accord » = 48,87 % ; N = 65 ; « D'accord » = 27,07 % ; N = 36), bien que cet item obtienne des résultats légèrement inférieurs par rapport aux autres ($\bar{X} = 2,20$).

3.3.2. Optimisation du nombre d'items

Conformément aux recommandations de Costello et Osborne (2019), l'analyse en composantes principales (ACP) a été mise en œuvre afin de réduire la dimension du questionnaire et d'identifier la structure factorielle sous-jacente de l'échelle. La fiabilité interne des regroupements a été évaluée par le biais des coefficients alpha de Cronbach.

À la suite d'une première analyse factorielle sur les 165 items de la première passation, nous avons décidé de supprimer les items relatifs aux usages numériques (40 items) et aux comportements écologiques (40 items). Nous avons en effet émis l'hypothèse que certains de ces comportements numériques et écologiques pourraient présenter une proximité conceptuelle avec les écogestes numériques. Cependant, contrairement aux sentiments de compétence numérique et écologique, aucun résultat significatif n'a pu être observé pour les usages numériques et les comportements écologiques.

Suite à ce constat, l'analyse en composantes principales (ACP) s'est donc recentrée sur un nombre de 85 items (165 - 80) pour évaluer la structure factorielle de l'EMSN. L'adéquation de l'échantillon à l'ACP est confirmée (χ^2 (1995) = 2630,845 ; $p < .001$), ce qui valide la pertinence de l'analyse factorielle.

Nos résultats ont permis d'extraire 21 composantes ayant des valeurs propres supérieures à 1, la première composante expliquant 23,4% de la variance totale, avec une variance cumulative de 75,8% après extraction de toutes les composantes. Pour affiner l'interprétation des

facteurs, une rotation varimax a été appliquée. Celle-ci a révélé que les trois premières composantes expliquaient respectivement 8,7%, 7,4%, et 6,9% de la variance, portant la variance cumulative expliquée à 23,1% après la troisième composante.

Les résultats de la solution non-rotée et de la solution rotée montrent une réduction significative de la complexité initiale du questionnaire. Les composantes 1 à 3, en solution rotée, ont des valeurs propres de 7,434, 6,286, et 5,881 respectivement, expliquant de manière cumulative 23,1% de la variance. Concernant les alphas de Cronbach (1951), seuls les coefficients supérieurs à 0,7 ont été retenus (Bécharde et al., 2021 ; Streiner, 2003 ; Tavakol & Dennick, 2011).

Les sections suivantes présentent, pour chacune des composantes de l'échelle, les regroupements d'items retenus ainsi que leurs indices de cohérence interne. Afin de préserver la lisibilité, seules les informations psychométriques indispensables sont développées car les tableaux assurent une transparence du processus de validation.

3.3.2.1. Composante n°1 : le sentiment de compétence numérique

Comme le montre le tableau 20, la dimension du sentiment de compétence numérique ($\alpha = 0,928$) a été réduite à 5 items. Nous avons constaté que ces corrélations correspondent aux champs du DigComp (Carretero et al., 2017). Les items [SCN_01], [SCN_02] et [SCN_03] appartiennent à la dimension « *Information and data literacy* » du DigComp ($\alpha = 0,830$). Les items [SCN_13], [SCN_12], [SCN_14] et [SCN_06] sont spécifiques à la dimension « *Problem solving* » ($\alpha = 0,825$). Les compétences [SCN_10] et [SCN_11] relèvent de la composante technique du champ « *Safety* » ($\alpha = 0,793$). Les 5 items [SCN_04], [SCN_05], [SCN_07], [SCN_08] et [SCN_09] regroupent les compétences des dimensions « *Communication and collaboration* » et « *Digital content creation* » ($\alpha = 0,859$). L'item relatif à la

programmation [SCN_15], n'ayant pas de corrélation significative avec d'autres sentiments de compétence numérique, sera conservé tel quel.

Tableau 20 : Coefficients Alpha de Cronbach pour les items relatifs au sentiment de compétence numérique

Items relatifs au sentiment de compétence numérique		α de Cronbach
Je me sens capable d'/de ...		
[SCN_01]	...effectuer une recherche d'informations en ligne	0,830
[SCN_02]	...évaluer la fiabilité des informations en ligne.	
[SCN_03]	...gérer des données, des informations et du contenu multimédia dans un environnement numérique.	
[SCN_04]	...interagir et communiquer par le biais des technologies numériques.	0,859
[SCN_05]	...collaborer en ligne.	
[SCN_07]	...concevoir du contenu numérique de type textuel.	
[SCN_08]	...concevoir du contenu multimédia.	
[SCN_09]	...respecter les droits d'auteurs et des licences quand j'utilise le numérique.	
[SCN_10]	...protéger mon environnement numérique.	0,793
[SCN_11]	...protéger mes données personnelles et ma vie privée en ligne.	
[SCN_13]	...résoudre des problèmes techniques lors de l'utilisation du numérique.	0,825
[SCN_12]	...protéger mon bien-être et ceux des autres lors de mes usages en ligne.	
[SCN_14]	...identifier mes propres lacunes en matière de compétences numériques.	
[SCN_06]	...gérer mon identité numérique en ligne et sur les réseaux sociaux.	
[SCN_15]	...programmer un programme d'informations simple dans le langage de mon choix.	N/A
Composante n°1 :		0,928

3.3.2.2. Composante n°2 : le sentiment de compétence écologique

La dimension relative au sentiment de compétence écologique, initialement composée de quinze items, a été optimisée et réduite à cinq items, présentant une fiabilité interne élevée ($\alpha = 0,917$). Là aussi, il est possible d'établir une correspondance avec le socle de compétences développé par l'Union européenne : le *GreenComp* (Bianchi et al., 2022). En effet, comme l'illustre la tableau 3, les items [SCE_04], [SCE_14] et [SCE_08] sont corrélés ($\alpha = 0,827$). Ensemble, ils correspondent au champ de compétence *Embracing complexity in sustainability*, qui consiste à développer la pensée systémique, la pensée critique et la capacité à problématiser autour de la durabilité. Les items [SCE_10], [SCE_11], [SCE_13] et [SCE_06] ($\alpha = 0,800$) peuvent être associés à la dimension *Acting for sustainability* du *GreenComp*, qui implique des actions collectives et individuelles. L'item [SCE_15], traitant de la gestion des conflits, n'ayant pas de corrélation significative avec d'autres sentiments de compétence écologique, sera conservé tel quel.

Tableau 21 : Coefficients Alpha de Cronbach pour les items relatifs au sentiment de compétence écologique

Items relatifs au sentiment de compétence écologique	α de Cronbach
Je me sens capable d'/de ...	
[SCE_03] ...comprendre les interrelations entre l'écologie et différentes composantes sociétales.	0,827
[SCE_01] ...m'approprier des connaissances relatives à l'environnement.	
[SCE_02] ...rechercher de l'information relative à la protection environnementale et l'écologie.	
[SCE_04] ...développer une problématique ou questionnement relative à la protection de l'environnement.	0,777
[SCE_14] ...débatte sur l'impact de l'homme sur l'environnement et sur la mise en place d'action pour l'environnement.	
[SCE_08] ...avoir un esprit critique quant à l'impact de nos modes de vie sur l'environnement et vis-à-vis du greenwashing.	
[SCE_05] ...proposer des solutions pour protéger l'environnement.	0,810
[SCE_09] ...adopter un comportement plus respectueux de l'environnement.	
[SCE_07] ...construire une relation responsable avec la nature.	
[SCE_12] ...motiver les autres à agir dans la perspective d'un développement respectueux de l'environnement.	0,800
[SCE_10] ...participer au sein de la société civile à des projets environnementaux.	
[SCE_11] ...collaborer avec une équipe sur des problématiques environnementales.	
[SCE_13] ...développer et mettre en œuvre des projets pour protéger l'environnement en faisant appel à ma créativité.	N/A
[SCE_06] ...monter un projet qui permet de protéger l'environnement.	
[SCE_15] ...gérer des conflits d'intérêts collectifs, de manière ouverte et constructive, afin de protéger l'environnement.	
Composante n°2 : 0,917	

3.3.2.3. Composante n°3 : le sentiment de compétence sobriété numérique

Le tableau 22 présente les résultats de la troisième composante concernant le sentiment de compétence en sobriété numérique ($\alpha = 0,929$). La réduction des items a permis de réduire à 7 items. La capacité à rechercher des outils numériques responsables et des solutions pour le climat a été regroupée ([SCSN_03] et [SCSN_08] ; $\alpha = 0,802$). Les sentiments de compétence [SCSN_05], [SCSN_01] et [SCSN_09] ont été fusionnés en un seul item ($\alpha = 0,817$). Les capacités [SCSN_10], [SCSN_15] et [SCSN_14], plus techniques, sont corrélées ($\alpha = 0,722$). Enfin, les affirmations [SCSN_13], [SCSN_07], [SCSN_11] et [SCSN_04] sont corrélées ($\alpha = 0,761$). Trois items sont isolés, c'est-à-dire qu'ils n'ont pas de corrélation significative avec d'autres items, et seront donc conservés tels quels : [SCSN_02], [SCSN_06] et [SCSN_10].

Tableau 22 : Coefficients Alpha de Cronbach pour les items relatifs au sentiment de compétence en sobriété numérique

Items relatif au sentiment de compétence en sobriété numérique	α de Cronbach
Je me sens capable d'/de...	
[SCSN_03] ...identifier et rechercher des outils numériques plus respectueux de l'environnement.	0,802
[SCSN_08] ...identifier des solutions numériques qui permettent de protéger l'environnement.	
[SCSN_02] ...appliquer des principes d'écoconception lors de création de contenu multimédia.	N/A
[SCSN_05] ...évaluer l'impact environnemental d'un usage numérique à l'aide de l'analyse du cycle de vie.	0,817
[SCSN_01] ...effectuer une recherche d'informations sur Internet en minimisant mon impact sur l'environnement.	
[SCSN_09] ...utiliser de manière responsable les technologies numériques afin de réduire son impact sur l'environnement.	
[SCSN_06] ...communiquer pour sensibiliser autrui aux impacts environnementaux du numérique.	N/A
[SCSN_10] ...agir et de mettre en place des actions collectives pour réduire l'impact des technologies sur l'environnement.	N/A
[SCSN_15] ...protéger mes outils numériques et résoudre des problèmes techniques pour conserver mon matériel.	0,722
[SCSN_14] ...gérer et organiser des environnements numériques de manière écoresponsable.	
[SCSN_12] ...appliquer des mécanismes écoresponsables lors de l'achat d'outil numérique.	0,761
[SCSN_13] ...collaborer en ligne de manière écoresponsable.	
[SCSN_07] ...communiquer en ligne ou sur les réseaux sociaux de manière plus responsable.	
[SCSN_11] ...appliquer la règle des 5R.	
[SCSN_04] ...comprendre que nos modes de vie numériques ont un impact sur l'environnement.	
Composante n°3 :	
	0.929

3.3.2.4. Composante n°4 : les usages pour naviguer en ligne en réduisant son impact sur l'environnement.

Après les sentiments de compétence, les 40 usages numériques écoresponsables ont été analysés. Les 4 catégories d'écogestes que nous avons identifiées ont été confirmées. En effet, les Alpha de Cronbach associés à chaque composante sont significatifs ($\alpha > 0,700$) car ils varient de 0,760 à 0,841. Le tableau 5 illustre la composante « Navigation en ligne », initialement composée de 10 items et réduite à 4 items. Les affirmations [UNE_4], [UNE_2], [UNE_6], [UNE_5], [UNE_1] et [UNE_3] ont été regroupées ($\alpha = 0,721$). Les comportements [UNE_8] et [UNE_9] relatifs au chargement de pages en ligne ont été assemblés ($\alpha = 0,757$). L'item [UNE_7] traitant du streaming et [UNE_10] abordant la lecture automatique a été conservé tel quel.

Tableau 23 : Coefficients Alpha de Cronbach pour les items relatifs aux écogestes numérique pour naviguer en ligne

Items relatifs aux écogestes numériques pour naviguer en ligne		α de Cronbach	
[UNE_4]	J'utilise un moteur de recherche plus responsable.	0,721	
[UNE_2]	J'enregistre dans mes favoris les sites consultés régulièrement.		
[UNE_6]	J'écrire l'URL complet du site dans la barre du navigateur.		
[UNE_5]	Je cible ma recherche en ligne en utilisant des mots-clés pertinents.		
[UNE_1]	J'utilise un bloqueur de publicité.		
[UNE_3]	Je réduis la résolution des vidéos.	N/A	
[UNE_7]	Je limite mon usage du streaming.		
[UNE_8]	J'évite d'ouvrir un grand nombre d'onglets qui consomment de l'énergie en même temps.	0,757	
[UNE_9]	J'évite de charger des pages inutiles.	N/A	
[UNE_10]	Je désactive la lecture automatique des vidéos sur les réseaux sociaux.		
		Composante n°4 :	0.760

3.3.2.5. Composante n°5 : les usages pour communiquer du contenu numérique de manière écoresponsable

Pour les écogestes numériques de communication de contenu en ligne ($\alpha = 0,803$), peu de coefficients Alpha de Cronbach étaient significatifs, ce qui a limité le regroupement des items (tableau 6). Ainsi, plusieurs items seront conservés sans modification : [UNE_20], [UNE_15], [UNE_14], [UNE_13], [UNE_16] et [UNE_11]. Les usages écoresponsables impliquant l'application de stratégies d'écoconception ⁴⁶ ont été regroupés : [UNE_18], [UNE_17] et [UNE_19] ($\alpha = 0,799$).

Tableau 24 : Coefficients Alpha de Cronbach pour les items relatifs aux écogestes numérique pour communiquer du contenu en ligne

Items relatifs aux écogestes numériques pour communiquer du contenu en ligne		α de Cronbach
[UNE_18]	Je réduis la qualité des images et des diaporamas.	0,799
[UNE_17]	Je réalise des capsules vidéo en basse définition quand c'est possible.	
[UNE_19]	J'évite de surcharger mes créations numériques.	
[UNE_20]	Je communique et sensibilise autrui au sujet des impacts environnementaux du numérique.	N/A
[UNE_15]	Je compresser les pièces jointes lors de l'envoi d'un mail.	N/A
[UNE_14]	Je me désabonner des newsletters.	N/A
[UNE_13]	Je vide ma boîte mail pour supprimer les données inutiles.	N/A
[UNE_16]	Je n'allume ma caméra que si cela est nécessaire lors d'une communication en visioconférence.	N/A
[UNE_11]	Je réduis le nombre de mails envoyés ou je limite le nombre de destinataires.	N/A
Composante n°5 :		0.803

⁴⁶ L'écoconception se définit comme une « démarche de conception de produit, service [ou contenu numérique] qui prend en compte les aspects environnementaux du numérique » (Bordage, 2019 cité par Descamps et al. 2022a, para. 12).

3.3.2.6. Composante n°6 : les usages pour gérer un environnement numérique de manière écoresponsable

Le tableau 25 présente les coefficients Alpha de Cronbach pour les écogestes de gestion de l'environnement numérique, avec un coefficient global de 0,841. Les 10 items initiaux ont été réduits à 4. Les items [UNE_21], [UNE_22] et [UNE_23], corrélés avec un coefficient de 0,759, ont été regroupés. Les 5 comportements écoresponsables relatifs à la gestion des données, à savoir [UNE_25], [UNE_26], [UNE_24], [UNE_28] et [UNE_27], montrent aussi une forte corrélation ($\alpha = 0,776$). Deux items ont été conservés tels quels : l'un portant sur la priorité des connexions Ethernet [UNE_29] et l'autre sur la préférence du réseau Wi-Fi par rapport aux données mobiles [UNE_30].

Tableau 25 : Coefficients Alpha de Cronbach pour les items relatifs aux écogestes numérique pour gérer un environnement numérique

Items relatifs aux écogestes numériques pour gérer un environnement numérique	α de Cronbach
[UNE_21] Je supprime les logiciels non désirés et/ou inutiles installés sur son appareil numérique.	0,759
[UNE_22] Je réduis la luminosité des écrans pour économiser de l'énergie.	
[UNE_23] J'utilise le mode économie d'énergie de mon appareil numérique.	
[UNE_25] Je privilégie le stockage de mes documents sur un disque dur externe.	0,776
[UNE_26] Je trie mes données personnelles.	
[UNE_24] Je stocke dans le cloud uniquement les ressources utiles.	
[UNE_28] J'évite les téléchargements qui ne me sont finalement pas utiles.	
[UNE_27] Je paramètre son appareil numérique pour contrôler et supprimer les consommations cachées des applications mobiles.	
[UNE_29] Je privilégie une connexion Internet filaire de type Ethernet quand cela est possible.	N/A
[UNE_30] Je privilégie le réseau WIFI aux données mobiles autant que possible.	N/A
Composante n°6 :	
	0,841

3.3.2.7. Composante n°7 : les usages numériques écoresponsables concernant la consommation numérique

L'analyse de la dernière composante des écogestes relative à la consommation du numérique (tableau 26) laisse apparaître deux résultats intéressants. Tout d'abord, 5 items, [UNE_34], [UNE_31], [UNE_36], [UNE_35] et [UNE_37], ne sont corrélés à aucun autre item et seront conservés dans la version réduite du questionnaire. Les 5 autres items de cette dimension, [UNE_39], [UNE_38], [UNE_33],

[UNE_40] et [UNE_32], ont été regroupés ($\alpha = 0,816$) pour former un item relatif à l'achat numérique et à l'aspect économique qui se cache derrière les écogestes. Cette composante ($\alpha = 0,766$) comprendra donc 6 items.

Tableau 26 : Coefficients Alpha de Cronbach pour les items relatifs aux écogestes pour consommer du numérique

Items relatifs aux écogestes pour consommer du numérique	α de Cronbach
[UNE_39] Je limite mon nombre d'objets connectés.	0,816
[UNE_38] Je débranche le chargeur de son ordinateur ou de son téléphone dès que celui-ci est rechargé.	
[UNE_33] Je refuse l'achat de matériel et de service numérique.	
[UNE_40] Je limite mes achats en ligne afin de réduire son empreinte environnementale.	
[UNE_32] Je limite mon nombre d'équipements numériques.	
[UNE_34] Je privilégie l'achat de matériel reconditionné ou d'occasion.	N/A
[UNE_31] Je répare mon équipement numérique avant d'en racheter un nouveau.	N/A
[UNE_36] J'utilise les logiciels en ligne de manière écoresponsable.	N/A
[UNE_35] Je recycle mes appareils numériques.	N/A
[UNE_37] J'imprime de manière écoresponsable.	N/A
Composante n°7 : 0,766	

3.4. Proposition de questionnaire réduit

Suite à la phase de réduction, les items ont été reformulés (tableau 27) afin d'améliorer la clarté et la cohérence conceptuelle. Le nouveau questionnaire conserve toujours 2 dimensions principales et s'articule autour de 7 composantes, mais désormais il comprend 38 items. Afin d'incorporer les retours des experts recueillis avant la passation, chaque item est accompagné d'un exemple concret (annexe 11) que les participants peuvent consulter en cas de besoin, renforçant ainsi la compréhension cognitive des items. Cette précision vise à réduire l'ambiguïté interprétative et à favoriser une lecture plus homogène des items.

Tableau 27 : Items du questionnaire en version réduite en fonction des deux dimensions et des sept composantes

Dimension	Composantes	Items
N°1 - Sentiment de compétence	N°1 - Sentiment de compétence numérique.	Je me sens capable de gérer de manière proactive mes usages en ligne , en résolvant les problèmes techniques, en identifiant mes lacunes numériques, en protégeant mon bien-être et en contrôlant mon identité numérique. [CN04]

		Je me sens capable d'interagir et de collaborer en ligne, de concevoir du contenu numérique et de respecter les droits d'auteur , qu'il soit textuel ou multimédia. [CN06]
		Je me sens capable d'effectuer une recherche en ligne , d'évaluer celle-ci et de gérer le contenu numérique. [CN10]
		Je me sens capable de développer un programme d'informations simple dans le langage de mon choix. [CN13]
		Je me sens capable de protéger mon environnement numérique, mes données personnelles et ma vie privée en ligne . [CN15]
	N°2 - Sentiment de compétence écologique.	Je me sens capable de promouvoir un engagement actif en faveur de l'environnement en proposant des solutions , en adoptant un comportement plus respectueux et en motivait les autres à agir . [CE01]
		Je me sens capable de m'approprier des connaissances écologiques , de rechercher de l'information et de comprendre les interactions entre l'écologie et différentes composantes sociétales. [CE03]
		Je me sens capable d' agir collectivement en participant à des projets environnementaux, en collaborant et en développant des initiatives créatives pour la protection de l'environnement. [CE07]
		Je me sens capable de gérer des conflits d'intérêts collectifs , de manière ouverte et constructive, afin de protéger l'environnement. [CE12]
		Je me sens capable de me questionner sur la protection de l'environnement, de débattre sur l'impact humain et les actions à entreprendre, tout en adoptant un regard critique . [CE17]
	N°3 - Sentiment de compétence en sobriété numérique.	Je me sens capable d' identifier et de rechercher des outils numériques responsables , ainsi que des solutions numériques au service de la transition écologique. [CSN02]
		Je me sens capable de communiquer pour sensibiliser les autres aux impacts environnementaux du numérique. [CSN05]
		Je me sens capable d' utiliser de manière écoresponsable les technologies en évaluant leur impact environnemental et en minimisant l'empreinte numérique de la recherche en ligne . [CSN08]
		Je me sens capable d' agir et de mettre en place des actions collectives pour réduire l'impact des technologies sur l'environnement. [CSN09]

N°2 - Usages numériques écoresponsables		Je me sens capable d' agir de manière écoresponsable en ligne en collaborant, communiquant et appliquant la règle des 5R , tout en comprenant l'impact environnemental de nos activités numériques. [CSN11]
		Je me sens capable d' appliquer des principes d'écoconception lors de création de contenu multimédia. [CSN14]
		Je me sens capable de gérer de manière écoresponsable les outils numériques , incluant leur achat , leur protection , leur maintenance et l'organisation des environnements numériques. [CSN16]
	N°4 - Naviguer en réduisant son impact sur l'environnement.	J' évite de charger des pages inutiles ou d'ouvrir un grand nombre d'onglets/fenêtres sur Internet. [UNEN22]
		Je navigue responsablement en utilisant un moteur de recherche responsable, les favoris , en ciblant mes recherches, en bloquant les publicités et en réduisant la résolution des vidéos. [UNEN28]
		Je désactive la lecture automatique des vidéos sur les réseaux sociaux ou les plateformes de streaming. [UNEN34]
		Je me fixe des limites dans mon usage du streaming vidéo . [UNEN37]
	N°5 - Communiquer du contenu numérique de manière écoresponsable.	Je n'allume ma caméra que si cela est nécessaire lors d'une communication en visioconférence. [UNECm18]
		Je me désabonne des newsletters . [UNECm21]
		Je communique et sensibilise les autres au sujet des impacts environnementaux du numérique. [UNECm24]
		Je vide ma boîte mail pour supprimer les données inutiles . [UNECm27]
		Je réduis le nombre de mails envoyés ou je limite le nombre de destinataires . [UNECm31]
		Je conçois du contenu numérique de manière écoresponsable en réduisant le poids des données et en évitant de surcharger mes créations numériques. [UNECm33]
		Je compresse mes pièces jointes lors de l'envoi d'un mail. [USECm38]
	N°6 - Gérer un environnement numérique de manière écoresponsable.	Je privilégie une connexion Internet filaire/câblée de type Ethernet quand cela est possible. [UNEG20]
		Je gère efficacement mes données en favorisant le stockage sur un disque dur externe , en triant les données personnelles, en limitant le stockage dans le cloud et en évitant les téléchargements inutiles . [UNEG25]
		Je privilégie le réseau Wi-Fi aux données mobiles autant que possible. [UNEG30]

		J'optimise l'efficacité énergétique de mon appareil en supprimant les logiciels inutilisés, en réduisant la luminosité et en activant le mode économie d'énergie. [UNEG35]
	N°7 - Consommer des ressources naturelles de manière écoresponsable.	Je privilégie l'achat de matériel reconditionné ou d'occasion . [UNECn19]
		J' imprime de manière écoresponsable. [UNECn23]
		Quand c'est possible, je répare ou fais réparer mon équipement numérique avant d'en racheter un nouveau. [UNECn26]
		Je recycle mes appareils numériques. [UNECn29]
		J'adopte une approche écoresponsable en refusant les achats numériques superflus , en limitant mon impact énergétique , mes achats en ligne , mes équipements et objets connectés. [UNECn32]
		J'utilise les logiciels en ligne de manière écoresponsable. [UNECn36]

4. Passation du questionnaire réduit

4.1. Présentation de l'échantillon

Au cours de la seconde administration du questionnaire sous sa version abrégée, un échantillon de **121 participants** a complété l'enquête. Cette dernière a été diffusée en ligne dans les mêmes conditions que lors de la première administration. Sur les 166 répondants initiaux, 45 ont répondu de manière partielle. Un premier constat semble s'imposer : la réduction du nombre d'items (de 165 pour la première passation à 38 pour la seconde) a nettement amélioré le taux d'achèvement du questionnaire. Cette amélioration représente un indicateur important de la faisabilité de l'outil dans sa version allégée. En effet, lors de la première passation, ce taux était de 54,73 % (133/243), tandis que pour la version réduite, il est de 72,89 % (121/166).

Concernant les caractéristiques de ce deuxième échantillon, 70,25 % des participants sont des femmes (N = 85) et 29,75 % sont des hommes (N = 36). La moyenne d'âge des participants est de 41,58 ans, et ils sont majoritairement belges (89,26 % ; N = 108). Comme pour la première passation, les citoyens interrogés ont majoritairement un master (42,97 % ; N = 52) et ils sont employés (77,69 % ; N = 94). Par ailleurs, 21,49 %

(N = 26) ont une activité en lien avec les technologies et le numérique : référents numériques, ingénieurs, ou technopédagogues. Seulement 8,26 % travaillent dans le secteur de l'environnement ou du développement durable.

Les sensibilités entre les deux échantillons sont assez similaires. La plupart des participants se déclarent sensibles au numérique ($\bar{X} = 2,31$), à l'écologie ($\bar{X} = 2,50$), et plus spécifiquement aux impacts environnementaux des technologies, où 46,28 % se déclarent « tout à fait d'accord ». La similarité des sensibilités entre les deux passations constitue un élément favorable à la comparabilité des résultats et renforce les conditions d'une validation confirmatoire.

4.2. Présentation des résultats

Pour renforcer la validité de notre échelle de mesure (EMSN), celle-ci a été administrée dans sa version réduite, dont les résultats sont présentés dans la tableau 28. Les trois composantes relatives au sentiment de compétence affichent des coefficients alpha de Cronbach significatifs ($\alpha > 0,700$), démontrant une fiabilité interne robuste : compétence numérique ($\alpha = 0,822$), compétence écologique ($\alpha = 0,822$) et compétence en sobriété numérique ($\alpha = 0,927$). De plus, les items relatifs au sentiment de compétence a été regroupé au sein d'une dimension unique, présentant un Alpha de Cronbach de 0,944, une moyenne ($\bar{X}$) de 43,20 % et un écart-type (σ) de 23,33. Parmi ces composantes, le sentiment de compétence numérique obtient la meilleure moyenne ($\bar{X} = 43,20$ %), suivi par les compétences écologiques ($\bar{X} = 41,84$ %) et enfin la sobriété numérique ($\bar{X} = 37,45$ %).

La deuxième dimension de l'échelle, relative aux usages numériques écoresponsables, obtient aussi un Alpha de Cronbach significatif ($\alpha = 0,881$), indiquant une cohérence interne adéquate. En moyenne, les participants affichent un score de 57,09 % d'écogestes. Parmi les quatre

composantes de cette dimension, deux atteignent un seuil de signification satisfaisant ($\alpha > 0,700$) : la communication de contenu numérique de manière écoresponsable ($\alpha = 0,727$) et la consommation de ressources naturelles de manière écoresponsable ($\alpha = 0,715$).

Deux de nos composantes s'approchent de notre seuil sans l'atteindre : la navigation en réduisant l'impact environnemental ($\alpha = 0,663$) et la gestion d'un environnement numérique de manière écoresponsable ($\alpha = 0,654$). Bien que légèrement inférieurs au seuil de 0,70, ces coefficients restent acceptables dans le cadre d'un premier développement d'échelle. Comme le soulignent Niedhammer et al. (2006), un seuil de 0,65 peut être considéré comme suffisant dans des phases exploratoires, dès lors que la cohérence interne globale de la dimension est assurée.

Les participants ont obtenu de bons scores en matière d'écogestes liés à la communication de contenu numérique de manière écoresponsable ($\bar{X} = 60,72$). Les autres scores relatifs aux usages numériques écoresponsables sont aussi supérieurs à la moyenne : navigation en ligne ($\bar{X} = 55,04$), gestion d'un environnement numérique ($\bar{X} = 56,56$) et consommation de ressources ($\bar{X} = 56,03$).

Tableau 28 : Résultats des composantes lors de la passation du questionnaire en format réduit

Dimension	Composantes	Composantes			Dimensions			Score MSN			
		$\bar{X}$ (%)	σ	α	$\bar{X}$ (%)	σ	α	$\bar{X}$ (%)	σ		
N°1 - Sentiment de compétence	N°1 - Sentiment de compétence numérique.	43,20	23,33	0,822	40,83	20,69	0,944	48,96	17,29		
	N°2 - Sentiment de compétence écologique.	41,84	22,50	0,889							
	N°3 - Sentiment de compétence en sobriété numérique.	37,45	23,96	0,927							
N°2 - Usages numériques écoresponsables	N°4 - Naviguer en réduisant son impact sur l'environnement.	55,04	23,87	0,663	57,09	18,23	0,881				
	N°5 - Communiquer du contenu numérique de manière écoresponsable.	60,72	20,36	0,727							
	N°6 - Gérer un environnement numérique de manière écoresponsable.	56,56	25,49	0,654							
	N°7 - Consommer des ressources naturelles de manière écoresponsable.	56,03	24,03	0,715							

En moyenne, les participants obtiennent un score de 48,96 % de maturité à la sobriété numérique, avec un écart-type de 17,29, indiquant une dispersion modérée des données. Le score global de maturité obtenu reflète une appropriation modérée des pratiques de sobriété numérique, ce qui est cohérent avec les études montrant que ces comportements restent encore émergents dans la population générale (Descamps et al., 2023 ; Digital Wallonia, 2023).

La figure 21 illustre la répartition des participants en fonction de leur niveau de maturité à la sobriété numérique, organisé par paliers de 10 %. La majorité des sujets se situent dans une fourchette de maturité comprise entre 30 % et 60 %, avec un pic dans le palier 40-50 %. Cela suggère que la plupart des participants ont un niveau de maturité modéré. En revanche, les extrêmes sont peu représentés, avec seulement un participant dans les paliers 0-10 % et 90-100 %, indiquant que les scores très faibles ou très élevés sont rares.

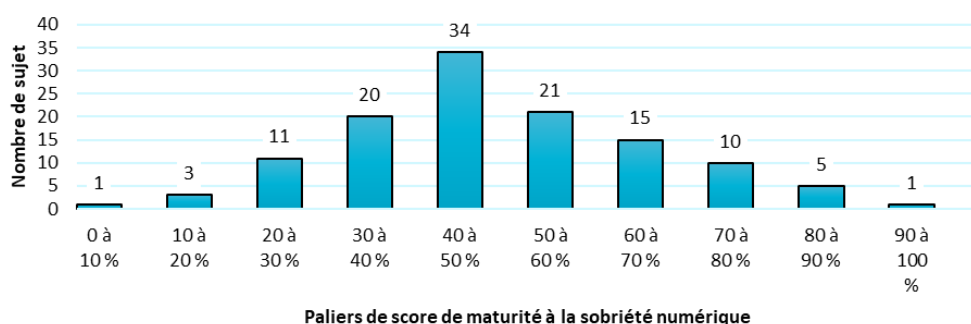


Figure 21. Répartition du nombre de sujets en fonction de leur score de maturité à la sobriété numérique

5. Discussions et perspectives

5.1. Discussions méthodologiques et limites de l'EMSN

Tout d'abord, bien que l'ACP soit couramment utilisée à fin d'optimiser le nombre d'items d'optimisation du nombre d'items, elle ne constitue

pas à proprement parler une analyse factorielle exploratoire (AFE), dans la mesure où elle ne distingue pas la variance partagée de la variance spécifique, ce qui peut limiter la portée interprétative des résultats (Bourque et al., 2006).

Une analyse factorielle confirmatoire (AFC) n'a pas été réalisée, notamment en raison de la taille insuffisante de l'échantillon de la seconde passation ($N = 121$), alors qu'un minimum de 200 participants est généralement recommandé pour garantir la stabilité des estimations (Kline, 2011). Nous sommes par ailleurs conscients qu'il s'agit d'une limite importante de cette validation. Ce nombre relativement restreint s'explique en partie par le mode de recrutement volontaire, couplé au fait que la sobriété numérique demeure un enjeu encore émergent. La complétion d'un questionnaire de cette ampleur supposait d'avoir un certain degré de sensibilité pour ces questions. Malgré cette limitation, les analyses effectuées ont permis d'identifier des composantes distinctes.

Les scores modérés observés dans notre étude semblent cohérents avec les profils de sobriété numérique identifiés par Péréa et al. (2023). Selon leurs résultats, les individus se situent majoritairement dans des logiques d'optimisation ou de substitution, tandis que les profils de « désadoption » ou de « réfutation » demeurent marginaux. Nos données indiquent un phénomène analogue : les participants privilégient l'adoption d'écogestes s'inscrivant dans une démarche d'ajustement progressif, tout en manifestant une moindre adhésion aux formes plus radicales de sobriété numérique. L'EMSN apporte une lecture complémentaire en objectivant ces profils à travers des composantes distinctes, ce que ne mesuraient pas les études précédentes.

La réduction substantielle du nombre d'items, passant de 165 à 38, a constitué un élément fondamental de notre démarche, car elle a permis

de raccourcir considérablement le temps nécessaire à la passation du questionnaire. La littérature souligne l'importance d'outils accessibles (Fenneteau, 2015), notamment pour des publics peu familiers avec la sobriété numérique (Bordage, 2021 ; Guillard, 2021). La réduction du questionnaire répond ainsi à un impératif de diffusion de ces enjeux (Flipo, 2025) .

Dans leur discussion, Nleme Ze et Molinari (2022) soulignaient qu' « une analyse factorielle confirmatoire sera nécessaire avec un échantillon distinct et équivalent à celle utilisée dans le cadre de notre analyse exploratoire » (para. 33). C'est pour cette raison que nous avons décidé d'effectuer une deuxième passation de notre échelle sous sa forme réduite (Costello & Osborne, 2019).

Cette limite corrobore les observations de Flipo (2021) et Morozov (2014), qui soutiennent que les représentations numériques sont profondément marquées par une perspective techno-solutionniste. Un échantillon plus diversifié permettrait probablement d'évaluer l'influence de ces biais culturels sur certaines réponses, notamment en ce qui concerne les écogestes et les pratiques de renoncement.

Fondé sur des réponses auto-rapportées, l'EMSN mesure des pratiques telles que déclarées par les participants. Cette approche, classique en psychométrie, peut toutefois ne pas saisir toutes les subtilités des comportements réels (Mega et al., 2014). Comme le soulignait déjà Cosnefroy (2007), les processus d'auto-évaluation reposent sur des régulations métacognitives parfois fragiles, ce qui peut conduire les individus à estimer leurs compétences de manière approximative ou inadéquate. Ces données peuvent également être affecté par l'effet Dunning-Kruger (1999), où les individus moins compétents ont tendance à se surestimer tandis que les experts pourraient sous-estimer leurs compétences.

Cette limite mérite d’être soulignée dans notre cas, puisque le sentiment de compétence constitue une dimension centrale du modèle. Or, comme le rappellent Deci et Ryan (2000) et Faurie (2012), ces perceptions peuvent être influencées par des facteurs cognitifs ou contextuels qui ne reflètent pas toujours les compétences effectives.

Une autre limite concerne l'évolution rapide du domaine. Les items de notre échelle, en particulier ceux liés aux écogestes numériques, ont été conçus avant l'essor de l'Intelligence Artificielle (IA). L'année 2023 a vu un engouement pour les IA génératives qui sont devenues largement accessibles au public (Lepage & Roy, 2024 ; UNESCO, 2023). Une perspective sera d’inclure des items spécifiques à l’usage responsable de l'IA dans l'évaluation de la maturité à la sobriété numérique. Cela rejoint la critique formulée par Flipo (2025), selon laquelle la sobriété numérique doit désormais intégrer non seulement les usages, mais aussi les infrastructures et systèmes techniques émergents, parmi lesquels l’IA occupe une place croissante.

5.2. Perspectives d'implications pratiques, éducatives et de recherche de l'EMSN

Les implications pratiques de l'EMSN peuvent être nombreuses, notamment en offrant un cadre analytique pour examiner comment les compétences numériques, peuvent être alignées sur des objectifs de durabilité environnementale. Cette approche comble une lacune notable dans la littérature, où les modalités d'évaluation des comportements numériques responsables, que ce soit dans un contexte éducatif, institutionnel ou sociétal, demeurent insuffisamment étudiées (Mercier & Trichet, 2023).

Cette orientation rejoint aussi les conclusions de Laaber et al. (2023), dont la validation de l'échelle DiMI montre que la maturité numérique repose autant sur des compétences déclarées que sur des

comportements observables et situés. En élargissant ce cadre, l'EMSN met en valeur la dimension comportementale, en évaluant non seulement ce que les individus pensent savoir faire, mais surtout les gestes qu'ils adoptent pour réduire l'impact environnemental du numérique. Cette articulation entre compétences et pratiques écoresponsable constitue l'apport de notre échelle par rapport aux instruments existants centrés uniquement sur le numérique.

Sur le plan pratique, l'EMSN offre un outil pour évaluer les niveaux de maturité à la sobriété numérique dans différentes populations. Ces évaluations pourraient guider l'élaboration de recommandations ciblées visant à encourager des comportements numériques plus écoresponsables. De plus en plus d'universités repensent leurs pratiques pédagogiques sous le prisme de la sobriété numérique (Mercier & Trichet, 2023). L'EMSN constitue un outil pour mesurer l'impact des interventions pédagogiques visant à sensibiliser et accompagner formateurs et étudiants face à cet enjeu. Cette évaluation permettrait ainsi d'analyser l'efficacité des approches pédagogiques adoptées et d'ajuster les stratégies de formation en conséquence.

L'action des institutions nécessite la mise en œuvre de stratégies d'intervention ciblées et fondées sur des données probantes. Pour cela, il est indispensable de disposer d'outils capables d'évaluer non seulement l'impact des technologies (Johnston & Picket, 2022 ; Ørbæk, 2023), mais aussi les comportements humains qui y sont associés. Dans ce contexte, l'EMSN peut jouer un rôle clé en sensibilisant et en mobilisant les communautés universitaires. En permettant aux acteurs académiques d'évaluer leur propre maturité et leurs comportements, cet outil offre la possibilité de concevoir des initiatives concrètes pour réduire leur empreinte environnementale. Par exemple, il pourrait s'agir de développer des programmes éducatifs spécifiques visant à combler les lacunes identifiées. Cette fonction d'accompagnement

rejoint l'analyse de Potvin (1998), pour qui l'évaluation constitue un levier d'amélioration des pratiques autant qu'un outil de diagnostic. Nous estimons que l'EMSN peut être employé non seulement à des fins de mesure, mais également pour accompagner et faciliter les transformations organisationnelles.

Au-delà de son application auprès des apprenants et des enseignants, l'EMSN peut également être utilisée, à l'instar du Baromètre de Digital Wallonia (2023), pour sensibiliser les citoyens aux impacts environnementaux du numérique. En outre, comme d'autres outils de mesure (Potvin, 1998), elle pourrait servir d'outil d'évaluation pour inciter les décideurs politiques à revoir leurs stratégies, en identifiant les comportements nécessitant une transformation. Cette approche permettrait d'orienter les politiques publiques vers des pratiques numériques plus responsables et alignées sur les objectifs de durabilité (Soubiale & Dupré, 2023).

Nous avons illustré des utilisations de l'EMSN dans le domaine des sciences de l'éducation. Cependant, il offre aussi un potentiel pour enrichir les recherches dans diverses disciplines, notamment les sciences humaines et sociales ou en psychologie.

En sociologie de la consommation, où le numérique a profondément transformé nos modes de consommation (Chabault, 2017), l'EMSN pourrait être utilisé pour étudier l'évolution des comportements numériques en lien avec les pratiques de consommation durable. Les travaux de Guillard (2021) sur les pratiques de frugalité et les formes de renoncement volontaire à la consommation offrent un cadre particulièrement pertinent pour analyser ces dynamiques. Ils illustrent la manière dont les individus établissent des compromis, des stratégies d'autolimitation ou de simplification dans leurs pratiques, ce qui

correspond directement aux principes de sobriété numérique que l'EMSN permet d'évaluer.

Dans le domaine des sciences du management, où la transformation numérique a aussi modifié les dynamiques organisationnelles, l'EMSN pourrait servir à évaluer la maturité à la sobriété numérique des employés. Par ailleurs, cet outil pourrait être mobilisé pour examiner la corrélation entre la maturité à la sobriété numérique et l'efficacité des politiques internes de réduction de l'empreinte carbone dans les organisations, un sujet central dans les études sur la responsabilité sociétale des entreprises (Merlet, 2020 ; Potvin, 1998). Enfin, l'EMSN pourrait être intégré dans des recherches en sciences de l'information et de la communication. Par exemple, à l'image des travaux portant sur les campagnes de sensibilisation environnementale (Ait Sakkou Bennaser, 2020), il serait possible d'analyser l'influence des campagnes médiatiques sur la maturité à la sobriété numérique des citoyens.

Ces perspectives montrent la polyvalence de l'EMSN en tant qu'outil d'évaluation et soulignent son potentiel pour éclairer les dynamiques sociales, environnementales et comportementales dans une variété de domaines. S'inscrivant dans une approche de la psychométrie telle que décrite par André et al. (2015), notre construction de l'EMSN cherche à dépasser une vision purement instrumentale de la mesure pour l'ancrer dans une visée sociétale et aussi éducative.

6. Bibliographie

ADEME. (s.d.). *Les bonnes pratiques du numérique responsable*. ADEME.
<https://communication-responsable.ademe.fr/index.php/les-bonnes-pratiques-du-numerique-responsable>

ADEME. (2021). *La face cachée du numérique. Réduire les impacts du numérique sur l'environnement*. ADEME.

ADEME. (2022). *Numérique : quel impact environnemental ?* ADEME. <https://infos.ademe.fr/magazine-avril-2022/faits-et-chiffres/numerique-quel-impact-environnemental/>

Ait Sakkou Bennaser, A.-M. (2020). *La persuasion dans les campagnes de sensibilisation à l'environnement – Cas de la campagne Zéro Mika* [Thèse de doctorat, Université Moulay Ismail].

André, N., Loyer, N. & Laurencelle, L. (2015). La validité psychométrique : un regard global sur le concept centenaire, sa genèse, ses avatars. *Mesure et évaluation en éducation*, 37(3), 125-148. <https://doi.org/10.7202/1036330ar>

Bancal, M., & Dobaie, D. (2022). Évaluer ses compétences numériques avec Pix pour construire son parcours d'inclusion numérique. *Informations sociales*, (205), 99–102. <https://doi.org/10.3917/inso.205.0099>

Béchar, N., Langlois, S., Poliquin, G., & Cyr, S. (2021). Élaboration du questionnaire QIMS mesurant l'intérêt, le sentiment d'efficacité personnelle et la perception du lien existant entre la mathématique et les sciences en contexte d'intégration. *Mesure et évaluation en éducation*, 44(2), 35–73. <https://doi.org/10.7202/1090462ar>

Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera, M. (2022). *GreenComp: The European sustainability competence framework*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/17791>

Bleidorn, W. (2015). What accounts for personality maturation in early adulthood? *Current Directions in Psychological Science*, 24(3), 245–252. <https://doi.org/10.1177/0963721414568662>

Boéchat-Heer, S., Padiglia, S., & Melfi, G. (2022). Les usages du numérique, le sentiment d'auto-efficacité et les stratégies d'ajustement des étudiants en formation en alternance. *IPTIC - Intégration pédagogique des TIC : Revue internationale de l'Association AUPTIC*, 2, 57–69.

Bordage, F. (2019). *Sobriété numérique. Les clés pour agir*. Buchet-Chastel.

Bordage, F. (2021). *Tendre vers la sobriété numérique : Je passe à l'acte*. Actes Sud.

Boulet, P., Bouveret, S., Bugeau, A., Frenoux, E., Ligozat, A.-L., Marquet, K., Marquet, P., Michel, O., & Ridoux, O. (2020). *Référentiel de connaissances pour un numérique éco-responsable*. EcoInfo. <https://hal.science/hal-02954188>

Bourque, J., Poulin, N., & Cleaver, A. (2006). Évaluation de l'utilisation et de la présentation des résultats d'analyses factorielles et d'analyses en composantes principales en éducation. *Revue des sciences de l'éducation*, 32(2), 325–344. <https://doi.org/10.7202/014411ar>

Carlot, C., Kumps, A., & De Lièvre, B. (2021). Analyse d'une formation des futurs enseignants relative à l'enseignement de la programmation, via l'outil Minecraft: Education Edition. *Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation*, 28(3), 153–180. <https://doi.org/10.23709/sticef.28.3.6>

Carretero, S., Vuorikari, R., & Punie, Y. (2017). *DigComp 2.1. The Digital Competence Framework for Citizens with Eight Proficiency Levels and Examples of Use*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/38842>

Chabault, V. (2017). *Sociologie de la consommation : Approches théoriques classiques, Synthèse des recherches contemporaines, Décryptage des mutations*. Dunod.

Cognet, B. (2020). *Identification d'indicateurs de la maturité numérique des entreprises par une démarche de comparaison et de synthèse des modèles existants* [Mémoire de maîtrise, École de technologie supérieure de Montréal].

Cosnefroy, L. (2007). Le sentiment de compétence, un déterminant essentiel de l'intérêt pour les disciplines scolaires. *L'orientation scolaire et professionnelle*, 36(3), 357–378. <https://doi.org/10.4000/osp.1459>

Costello, A. B., & Osborne, J. (2019). Best practices in exploratory factor analysis: Four recommendations for getting the most from your analysis. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 10(7), 1–9.

Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>

De Martelaere, D. (2017). *Enquête sur le climat. Répétition d'une enquête publique* [Rapport de recherche]. MAS Research.

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behaviour. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01

Descamps, S., Temperman, G., & De Lièvre, B. (2022a). Vers une éducation à la sobriété numérique. *Humanités numériques*, 5. <https://doi.org/10.4000/revuehn.2858>

Descamps, S., Temperman, G., & De Lièvre, B. (2022b, avril 12). Évaluer sa maturité à la sobriété numérique : Comment évaluer ce nouvel enjeu du XXI^e siècle ? [Communication]. 33^e colloque de l'ADMEE-Europe, Université des Antilles. Guadeloupe

Descamps, S., Boumazguida, K., Temperman, G., & De Lièvre, B. (2023). Sobriété numérique et acteurs de l'éducation : analyse croisée de leur sentiment de compétence et de leurs usages déclarés. *Distances et médiations des savoirs*, 43. <http://journals.openedition.org/dms/9259>

Digital Wallonia. (2023). *Baromètre de maturité numérique 2023 des citoyens wallons*. Agence du numérique. <https://www.digitalwallonia.be/fr/publications/citoyens-2023/>

Efoui-Hess, M. (2019). *Climat : l'insoutenable usage de la vidéo en ligne. Un cas pratique pour la sobriété numérique*. The Shift Project. <https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2019/07/2019-01.pdf>

Faurie, I. (2012). Sentiments d'efficacité personnelle et dynamique du projet professionnel. *Psychologie du Travail et des Organisations*, 18(1), 37-60. [https://doi.org/10.1016/s1420-2530\(16\)30100-5](https://doi.org/10.1016/s1420-2530(16)30100-5)

Fédération Wallonie-Bruxelles. (2013). *L'Éducation relative à l'Environnement et au Développement durable (ErE DD) dans le système éducatif en Fédération Wallonie-Bruxelles : Quelques portes d'entrée dans les référentiels inter-réseaux*. Fédération Wallonie-Bruxelles.

Fenneteau, H. (2015). *Enquête : entretien et questionnaire* (3^e éd.). Dunod.

Ferreboeuf, H. (2018). Pour une sobriété numérique. *Futuribles*, (429), 1-15. <https://doi.org/10.3917/futur.429.0015>

Flipe, F. (2021). L'impératif de la sobriété numérique. *Cahiers Droit Sciences & Technologies*, 13, 29-47. <https://doi.org/10.4000/cdst.4182>

Flipe, F. (2025). L'impératif de la sobriété numérique : enjeux et définitions. *Humanités Numériques*, 11. <https://doi.org/10.4000/1498s>

Guillard, V. (2021). *Comment consommer avec sobriété*. De Boeck supérieur.

Hardy, A., & Noûs, C. (2023). Quantifier la frugalité de la recherche ? *Socio. La nouvelle revue des sciences sociales*, 17, 83-117. <https://doi.org/10.4000/socio.14157>

Kline, R. B. (2011). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling* (3rd ed.). New York: Guilford Press.

Merlet, J. (2020). *Transformation numérique des entreprises, innovation et Responsabilité Sociale d'Entreprise (RSE)* [Thèse de doctorat en économies et finances, Université de Rennes]. <https://theses.hal.science/tel-03191976/>

Niedhammer, I., Ganem, V., Gendrey, L.-., David, S. et Degioanni, S. (2006). Propriétés psychométriques de la version française des échelles de la demande psychologique, de la latitude décisionnelle et du soutien social du « Job Content Questionnaire » de Karasek : résultats de l'enquête nationale

SUMER. *Santé Publique*, 18(3), 413-427.
<https://doi.org/10.3917/spub.063.0413>

Johnston, A., & Pickett, W. (2022). Using DIMPACT to calculate the carbon impact of digital publishing at Cambridge University Press & Assessment. *Learned Publishing*, 35 (4), 412-421.

Kruger, J., & Dunning, D. (1999). Unskilled and unaware of it: How difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self-assessments. *Journal of Personality and Social Psychology*, 77(6), 1121–1134.
<https://doi.org/10.1037//0022-3514.77.6.1121>

Laaber, F., Florack, A., Koch, T., & Hubert, M. (2023). Digital maturity: Development and validation of the Digital Maturity Inventory (DIMI). *Computers in Human Behaviour*, 143, 107709.
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107709>

Lieury, A., & Fenouillet, F. (2019). Compétence et autodétermination. In A. Lieury & F. Fenouillet (Eds.), *Motivation et réussite scolaire* (pp. 95–118). Dunod.

Lepage, A. & Roy, N. (2024). Le développement d’une échelle de mesure de la littératie de l’intelligence artificielle chez les enseignants et les enseignantes du postsecondaire. *Mesure et évaluation en éducation*, 47(2), 39–69. <https://doi.org/10.7202/1117467ar>

Morozov, E. V. (2014). *Pour tout résoudre cliquez ici : L’aberration du solutionnisme technologique*. FYP éditions.

Mega, C., Ronconi, L., & De Beni, R. (2014). What makes a good student? How emotions, self-regulated learning, and motivation contribute to academic achievement. *Journal of Educational Psychology*, 106(1), 121–131.
<https://doi.org/10.1037/a0033546>

Mercier, C., & Trichet, F. (2023). Accompagner les formateurs et les étudiants à la sobriété numérique. *Distances et médiations des savoirs*, 43.
<https://doi.org/10.4000/dms.9449>

Morin, É., Therriault, G., & Bader, B. (2019). Le développement du pouvoir agir, l'agentivité et le sentiment d'efficacité personnelle des jeunes face aux problématiques sociales et environnementales : apports conceptuels pour un agir ensemble. *Éducation et Socialisation*, 51. <https://doi.org/10.4000/edso.5821>

Nleme Ze, Y. S., & Molinari, G. (2022). Développement et validation psychométrique d'une échelle de mesure de l'engagement des apprenants dans les forums de discussion des MOOC. *Distances et médiations des savoirs*, 40. <http://journals.openedition.org/dms/8538>

Ørbæk, A. S. J. (2023). *Calculating the Carbon Footprint of Digital Services: Toward User Awareness* [Thèse de doctorat, NTNU]. <https://hdl.handle.net/11250/3097912>

Péréa, C., Gérard, J., & de Benedittis, J. (2023). Digital sobriety: From awareness of the negative impacts of IT usages to degrowth technology at work. *Technological Forecasting and Social Change*, 194, 122670. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122670>

Potvin, N. (1998). L'évaluation en tant qu'instrument d'amélioration des politiques. Une stratégie d'accompagnement. *Service social*, 47(1-2), 137–152. <https://doi.org/10.7202/706785ar>

Plantard, P. (2014). *Anthropologie des usages du numérique* [Thèse de doctorat, Université de Nantes]. <https://tel.archives-ouvertes.fr/>

Simpson, J. A., & Weiner, E. (1989). *The Oxford English Dictionary* (Vol. 17). Clarendon Press.

Soubiale, N., & Dupré, D. (2023). Durabilité environnementale et sobriété numérique à l'ère de la gouvernance territoriale. *Revue COSSI : Communication, organisation, société du savoir et information*, 12. <https://hal.science/hal-04380641/>

Sourgiadaki, M., & Karkalakos, S. (2023). “GreenComp” as a tool for examining motivation of vocational teachers to create learning opportunities for the green transition. *SN Social Sciences*, 3(7), 114.

Streiner, D. L. (2003). Being inconsistent about consistency: When coefficient alpha does and doesn't matter. *Journal of Personality Assessment*, 80(3), 217–222. https://doi.org/10.1207/S15327752JPA8003_01

Strubell, E., Ganesh, A., & McCallum, A. (2019). Energy and policy considerations for deep learning in NLP. In A. Korhonen, D. Traum, & L. Màrquez (Eds.), *Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics* (pp. 3645–3650). Association for Computational Linguistics. <https://doi.org/10.18653/v1/P19-1355>

Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach’s alpha. *International Journal of Medical Education*, 2, 53–55. <https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd>

The Shift Project. (2023). *Énergie, Climat : Quels mondes virtuels pour quel monde réel ? Orienter nos choix technologiques vers la sobriété numérique*. <https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2023/12/The-Shift-Project-Quels-mondes-virtuels-pour-quel-monde-reel-Rapport-intermediaire-2023-002.pdf>

Ulfert-Blank, A.-S., & Schmidt, I. (2022). Assessing digital self-efficacy: Review and scale development. *Computers & Education*, 191, 104626. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104626>

Viau, R. (2009). *La motivation en contexte scolaire*. Bruxelles : De Boeck.

UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/EWZM9535>

Vidalenc, É. (2019). *Pour une écologie numérique*. Les Petits Matins.

Wehmeyer, M. L., Shogren, K. A., Little, T. D., & Lopez, S. J. (Eds.). (2017). *Development of self-determination through the life-course*. Springer.

III. Article n°7 : Effects of two scenario approaches for digital sobriety education among higher education students.

Citation : Sarah Descamps, Gaëtan Temperman, et Bruno De Lièvre, « Effects of two scenario approaches for digital sobriety education among higher education students. », International Journal of Educational Technology in Higher Education [En ligne], 22, 70 | 2025, mis en ligne le 24 novembre

2025. URL : <https://link.springer.com/article/10.1186/s41239-025-00569-3> ; DOI : <https://doi.org/10.1186/s41239-025-00569-3>



En français ⁴⁶

Abstract: In the context of the growing impact of digital technology, this study explores the effective-ness of a gamified learning tool designed to educate higher education students about digital sobriety. The aim is to analyse the effects of two different learning scenarios on digital sobriety maturity, motivation to adopt responsible digital behaviour and the feeling of competence to act collectively. In an experimental approach, 107 students took part in a game-based learning experience (escape game) followed by the drafting of digital eco-gesture charters. One group was asked to take individual action, while the other was asked to take collective action. The results show that both scenarios improve digital maturity, with no significant difference between the two. However, the collective scenario reinforces the feeling of competence to act collectively. Finally, regardless of the scenario, the

⁴⁷ La traduction de l'article est aussi disponible dans les annexes (p. [LXXI](#)).

students appear to be motivated by intrinsic and identified reasons, underlining their awareness.

Keywords: digital sobriety; teaching tools; university education; gamification; motivation; green digital education

Résumé (en français) : Dans le contexte de l'impact croissant du numérique, cette étude explore l'efficacité d'un dispositif gamifié visant à éduquer à la sobriété numérique des étudiants de l'enseignement supérieur. L'objectif est d'analyser les effets de deux scénarios d'apprentissage distincts sur la maturité à la sobriété numérique, la motivation à adopter des comportements numériques responsables et le sentiment de compétence à agir collectivement. Dans une démarche expérimentale, 107 étudiants ont participé à un dispositif d'apprentissage ludique (escape game) suivi de l'élaboration de chartes d'écogestes numériques. Un groupe devait s'orienter vers des actions individuelles, alors que l'autre, vers des actions collectives. Les résultats montrent que les deux scénarios améliorent la maturité numérique, sans différence significative entre les deux. Cependant, le scénario collectif renforce davantage le sentiment de compétence à agir collectivement. Enfin, qu'importe le scénario, les étudiants se révèlent motivés par des raisons intrinsèques et identifiées, soulignant leur prise de conscience.

Mots-clés : sobriété numérique ; dispositif pédagogique ; enseignement supérieur ; gamification ; motivation

1. Introduction

In a context of accelerated digital transformation, higher education occupies a strategic position in the development of 21st century skills, in particular digital competences (Tzafilkou et al., 2022). These

competences are the subject of established frameworks, especially at the European level, such as the *DigComp* framework, which includes among its key dimensions the ability to “*be aware of the environmental impact of digital technologies and their use*” (Carretero et al., 2017). Often overlooked, this competence is nevertheless a crucial lever for promoting responsible digital citizenship.

Amidst the climate crisis and the increasing environmental footprint of digital technologies, this dimension of digital literacy warrants particular emphasis. UNESCO (Giannini, 2024) has called for bridging the digital and environmental transitions through education, thus promoting a genuine “green digital education”. In the Francophone world, education for digital sobriety, which aims to understand, question and transform digital practices in order to reduce their ecological footprint, has emerged as a key issue in contemporary education (Descamps et al., 2022a; Mercier & Trichet, 2023). In this perspective, digital sobriety can be defined as a critical and reflective approach to technological uses, which aims to reduce their environmental impact by questioning actual needs, limiting superfluous practices, and promoting responsible and sustainable digital behaviors (Descamps et al., 2022a). As hyper-connected and high-frequency users of technology (Alcaez, 2022), digital natives must develop a deeper understanding of the environmental consequences of their digital practices. However, despite growing institutional recognition of this imperative, educational systems are still struggling to fully integrate digital sobriety into curricula, and educational research on this emerging topic remains scarce (Dufort, 2023).

This study is situated within this context. Anchored in the field of educational technology, it draws on game-based learning mechanisms, specifically escape games, to explore the conditions under which digital sobriety literacy can be developed. The study aims to address a

research gap by focusing on three main objectives: (1) analysing the effects of two distinct pedagogical scenarios on students' maturity in digital sobriety; (2) examining their motivation to adopt environmentally friendly digital practices; and (3) assessing the development of their perceived collective efficacy in acting in promoting digital sobriety.

In addition, the study investigates how a hybrid system combining digital and physical elements might enhance motivation and encourage more responsible digital practices. Adopting an experimental approach that leverages game-based pedagogical devices, the study aims to make practical and theoretical contributions to the field. It aims to shed light on the effectiveness of the educational approaches tested with higher education students, while contributing to the development of pedagogical frameworks within the emerging field of education for digital sobriety.

2. Literature Review

2.1. Digital sobriety education and green digital education

Of the digital competences outlined in the *DigComp* framework, "Protecting the environment" is one that is frequently overlooked in initiatives aimed at developing digital skills in education, particularly in higher education. However, education plays a vital role in raising awareness among younger generations of the environmental impacts of digital technology is essential (Mercier & Trichet, 2023). Young people are among the most intensive users of digital technologies. In 2022, the average weekly screen time for adolescents aged 13 to 19 was 36 hours and 8 minutes, representing an increase of 5 hours and 45 minutes over 11 years (Alcaraz, 2022). Such widespread digital practices contribute to growing environmental impacts, including increased

energy consumption, greater demand for raw materials, and more electronic waste.

In response to this situation, educating people about digital sobriety has become an urgent priority (Descamps et al., 2022a). The aim is to raise awareness of the environmental impact of digital technologies and encourage environmentally responsible digital practices. The authors have proposed a digital sobriety literacy model organised around three key components:

- Analysing the environmental impact of digital lifestyles using tools such as life cycle analysis;
- Seeking out and identifying nuanced digital solutions that help protect the environment;
- Adopting digital eco-gestures and engaging in collective action to foster digital sobriety.

These three dimensions are interdependent: impact analysis is a prerequisite for identifying appropriate solutions, and it is the articulation between critical understanding, technological choices, and collective engagement that enables the development of robust digital sobriety literacy.

Although the scientific literature on this specific form of education remains limited, several educational initiatives are beginning to emerge. For example, MOOCs (Massive Open Online Courses) such as those offered by the *Institut du Numérique Responsable*⁴⁸ and *INRIA*⁴⁹ use a transmissive approach combined with quizzes to raise awareness about the environmental impact of digital technology (Lagarrigue et al.,

⁴⁸ MOOC Numérique Responsable. <https://www.academie-nr.org/>. Accessed 25 May 2025

⁴⁹ Impacts environnementaux du numérique. <https://www.fun-mooc.fr/fr/cours/impacts-environnementaux-du-numerique/>. Accessed 25 May 2025

2023). In parallel, active learning tools such as *La Fresque du Numérique*⁵⁰ have also been developed. Widely used in higher education, this tool enables participants to work in small groups to reflect on their digital lifestyles thereby fostering collective intelligence (Meyer, 2023). These workshops usually end with a group discussion about practical eco-friendly actions that can be incorporated into daily life (Jouzel, 2022; Collin et al., 2024).

Finally, some studies, such as Tilbury et al. (2024), highlight the links between digital education and learning for sustainable development by documenting various European initiatives. However, this body of work mainly considers digital technologies as an educational tool for raising environmental awareness, rather than as an object in itself requiring a sobriety-oriented approach.

To date, few studies have assessed the impact of learning programs focusing specifically on digital sobriety education, particularly in higher education. Three main limitations clearly emerge from the literature: the lack of rigorous empirical evaluations of these initiatives, the scarcity of research focusing on university students, and the limited number of studies that consider digital sobriety as an educational objective in its own right. However, as Mercier and Trichet (2023) highlight, an increasing number of universities are seeking to balance pedagogical innovation with responsible digital practices, reflecting a growing commitment to digital sobriety within this sector. These observations reinforce the relevance of undertaking experimental studies, such as the one presented here, in order to measure the effects of pedagogical interventions.

⁵⁰ Fresque du numérique. <https://www.fresquedunumerique.org/>. Accessed 25 May 2025

2.2. The role of green education in higher education

Digital sobriety education is closely linked to green education, drawing upon the knowledge, skills, and competencies developed in this area (Descamps et al., 2022a). The aim of sustainability education is to foster the competencies required to promote sustainable development. It encourages responsible behaviors while addressing the three interdependent pillars of sustainability: economic, environmental, and social (UNESCO, 2017).

According to UNESCO (2017), Green Education prepares individuals to make informed decisions and take action for the well-being of the planet. From this perspective, education is a Sustainable Development Goal (SDG) in its own right (Goal 4 seeks to 'ensure inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning opportunities for all'), as well as a vital means of achieving the other SDGs defined by the United Nations.

To support this ambition, UNESCO (2017, 2020, 2022, 2024) has produced a series of strategic documents for national policymakers and education stakeholders, offering guidelines and concrete actions. For instance, the Roadmap for Education for Sustainable Development (UNESCO, 2020) recommends *“implementing learner-centred, project-based interactive pedagogy to transform all aspects of the learning environment and enable learners to experience what they learn and to learn from experience”* (p. 8). This framework advocates an active, experiential, and learner-centered pedagogical approach, but its concrete adaptation to digital contexts remains insufficiently documented.

More recently, in 2024, UNESCO published further guidelines on integrating green education into curricula. With regard to the specific issue of the impact of digital technologies, the guidelines state that

learners over the age of 18 should be able to analyse the impact of digital systems and infrastructures, and suggest ways to improve their efficiency while minimising associated pollution. This competency is aligned with the objectives of digital sobriety, linking technological responsibility to ecological transition.

Similarly, at the European level, the European Commission has developed reference frameworks to guide the integration of sustainability into education. Just as it created the *DigComp* framework for digital competencies, it has established a dedicated framework for sustainability-related competencies: *GreenComp* (Bianchi et al., 2022). This framework consists of four interconnected competence areas: embodying sustainability values, embracing sustainability complexity, envisioning sustainable futures, and acting for sustainability. These four areas are broken down into twelve specific competencies, which are designed to develop the necessary knowledge, skills and attitudes to think, plan and act in support of a greener, more sustainable future (Gilbert, 2022). Nevertheless, the way in which these frameworks can be translated into concrete pedagogical interventions for digital sobriety remains largely unexplored.

Universities have a big role to play in teaching people about sustainability. In his report, Jouzel (2022) says that it is important for universities to get involved in preparing young adults for the challenges of ecological transition and sustainable development. To meet this objective, it is essential to use a competency-based approach combined with active teaching methods. These teaching methods should also get students involved and let them express themselves by offering places where they can talk about and work together.

Research shows that using technology in the classroom can help teach students about sustainability. For example, Dziubaniuk et al. (2023)

show how connectivist learning environments, where students work together, can support the development of sustainability skills in higher education. This shows how digital tools can get students involved in sustainable practices, especially when used in active and connected teaching situations.

The development of skills related to sustainability is based on well-known ideas in the literature, especially those related to environmental education (*éducation relative à l'environnement*, ERE) and ecocitizenship education. The environmental education wants people to understand environmental issues and to behave responsibly towards the environment (Sauvé & Brunelle, 2003).

In the context of the young adult demographic, Villemagne (2017) underscores the necessity for environmental education to encompass social, economic, cultural, political, and ecological considerations. The process engages learners in the deconstruction of dominant ideas, beliefs, and values, as well as the power structures that underlie environmental challenges. This approach is designed to encourage participants to engage in profound reflection and critical thinking in response to the intricate issues of sustainability.

Meanwhile, ecocitizenship education moves beyond environmental awareness. It emphasises active citizenship and social justice, encouraging civic engagement and democratic participation to address environmental challenges (Sauvé & Naoufal, 2017). According to Blanchet-Cohen (2017), this form of education relies on collective learning, providing participants with the opportunity to express their environmental awareness and broaden their understanding of citizenship. Co-construction is emphasised as a learning method because it enables the development of shared solutions tailored to learners' realities.

Beyond the acquisition of knowledge and the development of sustainability competencies, these educational approaches also promote a process of both individual and collective empowerment. They encourage adults and their communities to engage in collective action to transform societal practices (Clover et al., 2013). This process reinforces the idea that sustainability education can catalyse profound and lasting change, including in the realm of technological practices.

While the literature on sustainability education provides a rich and structured framework, it has so far been only marginally applied to digital sobriety. The articulation between institutional frameworks, active pedagogies, and education for digital sobriety in higher education remains largely unexplored, which justifies the present study.

2.3. Game-based learning for educating on digital sobriety

Active learning, which underpins both green education and ecocitizenship education, can also be implemented through game-based learning (ludopédagogie) (Genevois & Leininger-Frézal, 2010; Lépinard, 2024). This approach, which uses games as a medium for learning, is rooted in a participatory, experiential, and engaging pedagogical logic. In the context of this study, it was employed to raise students' awareness of responsible digital practices and to promote more sustainable behaviours.

Game-based pedagogy has proven to be relevant in numerous educational contexts, particularly in environmental education and ecocitizenship education (Genevois & Leininger-Frézal, 2010). This approach is based on the idea that games are intrinsically engaging and motivating activities that facilitate active learning by involving participants in dynamic ways. Lavigne (2022) emphasises that game-based learning is not confined to recreational play, but rather seeks to

integrate playful mechanisms into pedagogical settings to enhance learner engagement and motivation. This type of mediation combines immersion, decision-making, and critical reflection, conditions often met in escape game environments.

This approach is gradually gaining traction in university education, placing value on playful experiences that go beyond merely transmitting theoretical knowledge (Lépinard, 2024). Game-based learning creates interactive, immersive and dynamic environments in which students can develop skills by taking part in engaging activities. A meta-analysis by Zeng et al. (2024) highlights the positive impact of gamification on student performance. These findings are corroborated by Ortiz- Rojas et al. (2025), who conducted a study focusing on gamification in STEM learning in higher education. Their results confirm that gamification is effective in not only improving academic performance, but also significantly enhancing learner motivation. However, the extent to which these effects are realised varies depending on the context, student profiles, and how game elements are integrated into the pedagogical scenario (Callan et al., 2015). Some scholars caution against the superficial or instrumental use of gamification, as this can undermine deep learning if it is not grounded in clear educational objectives.

Additionally, Murillo-Zamorano et al. (2021) argue that, when embedded in active learning settings, gamification can reconcile the expectations of digital society, academia and students. Their study demonstrates that co-creative and empowering gaming experiences foster the development of essential 21st-century skills.

Tools used in game-based learning can include physical and digital games. At the European level, Tilbury et al. (2024) identified several examples of serious games designed to raise awareness of sustainability

issues, including *Earth Cubs*⁵¹ and *Questagame*⁵². Regarding digital sobriety education, a number of initiatives are beginning to emerge. For example, *Econumia*⁵³ is a board game that addresses responsible digital issues, while *PhoneImpact*⁵⁴ is a serious game that focuses on smartphone manufacturing. *Impact-Agency*⁵⁵, meanwhile, is a game that promotes eco-friendly digital practices. However, the literature remains largely descriptive: while these games are presented, they are rarely subjected to rigorous scientific evaluation, and there is a clear lack of studies examining their actual impact in higher education.

Thus, despite the richness and diversity of the game-based initiatives identified, two main gaps stand out: first, the absence of rigorous assessments of their effects on digital sobriety; and second, the scarcity of research specifically focused on university students.

This theoretical and empirical gap highlights the importance of our study, which focuses on the intersection of digital education, sustainability, and game-based learning. The study examines the impact of a gamified scenario combining digital and physical components on motivation, environmental awareness, and the sense of collective efficacy. The connection between escape games, cognitive engagement, and learning has been explored in recent studies, particularly by Marfisi-Schottman et al. (2022). They demonstrate that intricate, game-based systems centred on societal issues can enhance learner engagement and foster self-determined motivation.

⁵¹ Earth Cubs. <https://earthcubs.com/watch/>. Accessed 25 May 2025

⁵² Questagame. <https://questagame.com/>. Accessed 25 May 2025

⁵³ EcoNumia. <https://gamepartners.fr/numerique-responsable-econumia/>. Accessed 25 May 2025

⁵⁴ PhoneImpact. <https://learninglab.gitlabpages.inria.fr/serious-game/smartphone/>. Accessed 25 May 2025

⁵⁵ <https://www.impact-agency.com/serious-game-numerique-responsable-ecogestes-numeriques/>

This motivational dynamic can be understood through the lens of Self-Determination Theory (Deci & Ryan, 1985), which categorises types of motivation according to their perceived autonomy. In educational settings, self-determined motivation (whether intrinsic or identified) has been found to be associated with sustained engagement, higher-quality learning and an enhanced sense of competence. When applied to sustainability, this theory has been used in various studies to explain the adoption of pro-environmental behaviours. Pelletier et al. (1997) demonstrated that the more autonomous the motivation to act ecologically, the more sustainable the behaviour becomes. Fiorello and Luu (2014) confirm this relationship, emphasising that eco-responsible actions are strengthened when driven by autonomous motivation rather than obligation or guilt. These findings support the idea that educational environments which are playful and collaborative and which foster self-determined motivation are particularly effective in raising student awareness of digital sobriety issues in a sustainable way.

3. Methodology

3.1. Research questions

The field of digital sobriety education in higher education remains largely unexplored in scientific literature. This study examines the effects of two learning scenarios on higher education students, employing active and game-based pedagogical approaches. The influence of these educational interventions on three key dimensions was analysed: students' motivation to adopt environmentally responsible digital practices, their level of digital sobriety maturity, and their perceived collective efficacy to take action.

Three research questions were formulated to structure this investigation:

- **RQ1:** How do these scenarios influence students' **progress** in terms of **digital sobriety maturity**, particularly with regard to their sense of competence and their ability to use digital technologies responsibly?
- **RQ2:** What **effects** do the two learning scenarios have on students' **motivation** to adopt environmentally responsible digital practices?
- **RQ3:** To what extent do these learning scenarios impact students' **perceived competence to take collective action in promoting digital sobriety** within a university community?

The third question is of particular importance, as emphasised in the IPCC (2023) reports, which stress the need to foster collective agency in order to address current environmental challenges. Transitioning to more sustainable digital practices requires more than individual behavioural change; it necessitates a systemic approach rooted in cooperation, civic engagement, and the transformation of collective practices. This concept of perceived collective competence aligns with Self-Determination Theory (Deci & Ryan, 1985), which identifies competence as a key factor in self-determined motivation and the adoption of sustainable behaviours.

These three research questions enable us to organise our analysis around the motivational, cognitive, behavioural and collective dimensions of digital sobriety education in a higher education context.

3.2. Experimental Design

This section outlines the learning intervention and experimental design, as illustrated in Figure 21.

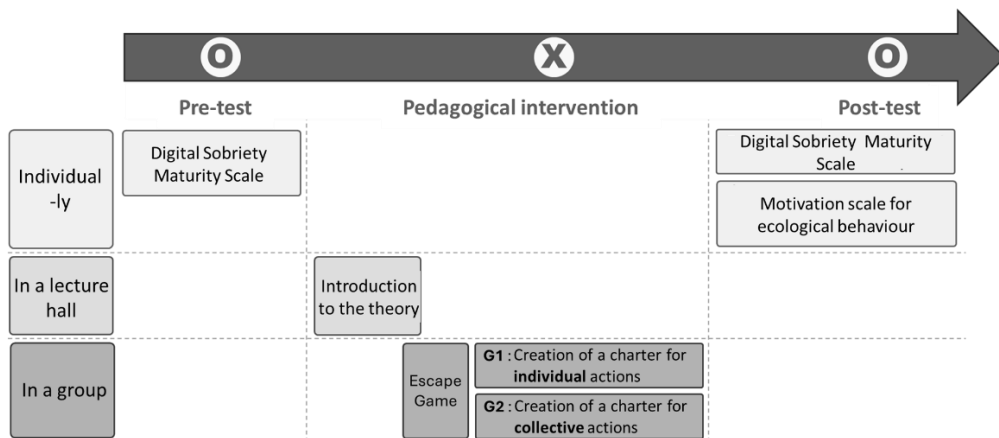


Figure 22. Overview of the experimental procedure

The experiment was conducted in three distinct phases:

1. First, all participants completed a **pre-test** to collect demographic and personal data to characterise the sample. They also completed an evaluation using the Digital Sobriety Maturity Scale (Échelle de Mesure de Maturité à la Sobriété Numérique – EMSN) (Descamps et al., 2022b). The EMSN is a psychometrically validated tool that was developed to assess two main dimensions :

- Participants' perceived competence in three specific domains: digital skills, ecological awareness, and digital sobriety;
- Environmentally responsible digital practices, categorized into four areas: web browsing, communication, digital environment management, and consumption.

For each item, respondents rated themselves on a Likert scale ranging from 0 to 3. This assessment provided a global digital sobriety maturity score, allowing for a standardized measurement of the participants' initial situation.

2. **The pedagogical intervention** consisted of the following sequential stages :

- **Theoretical introduction:** A 10-minute lecture was given to provide an overview of the theoretical foundations of digital sobriety literacy, based on the framework proposed by Descamps et al. (2022a).
- **Escape Game :** Participants engaged in an interactive game designed to solve puzzles and answer questions related to the environmental impact of digital technologies and their responsible use. The final objective was to unlock a virtual safe. The game combined physical cards containing quizzes and QR codes with digital interactions such as web navigation, a collaborative online wall and a virtual safe. This combination of tangible and digital tools aimed to enhance immersion, collaboration and reflection, in line with the principles of experiential, game-based learning.

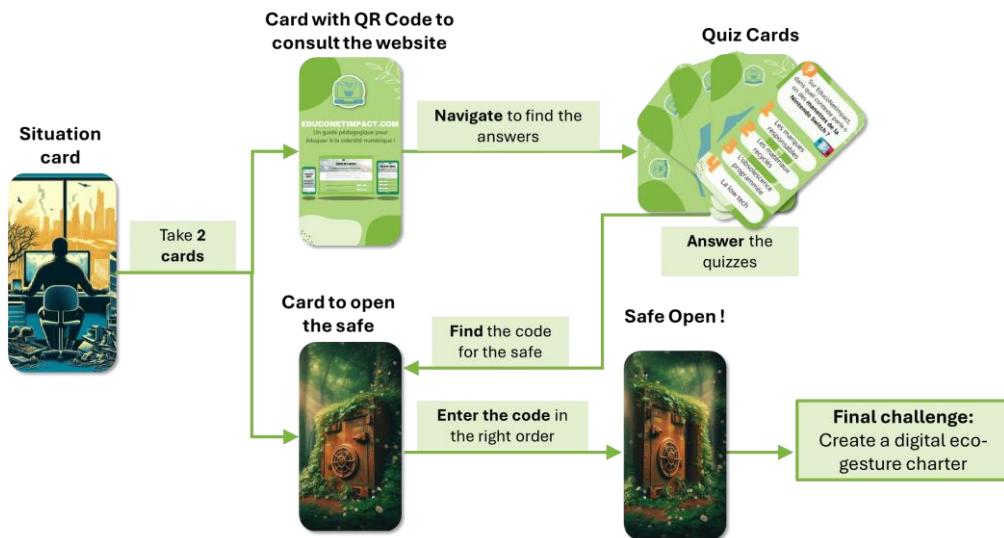


Figure 23. Illustration of the Escape Game

- **Creation of a digital eco-gesture charter:** After unlocking the safe, participants were asked to design a charter of digital eco-gestures to be posted on a virtual wall.



Figure 24. Examples of student-created digital eco-gesture charters

At this juncture, the students were randomly divided into two groups according to distinct teaching scenarios. The allocation was carried out during the distribution of the games: the lecture hall was divided into two nearly equivalent sections, resulting in a first group of 57 students and a second group of 50 students.

- The **Group 1** members collated a charter centred on **individual** actions, as part of an eco-citizenship approach with a focus on personal responsibility. This approach is predicated on a pedagogical model founded on cognitive pragmatism (Naoufal, 2017). This standpoint posits that learning occurs through the medium of concrete experience and personal reflection on action. It emphasises the development of individuals' critical thinking skills, their ability to make informed choices and adopt responsible behaviour based on their own analysis of environmental issues.
- **Group 2** developed a charter centred on **collective** actions within the university community. The present scenario is founded upon a cooperative and experiential pedagogy,

integrating cognitive and affective pragmatic dimensions (Naoufal, 2017). The distinction between the two modalities is based on the typology of eco-citizenship practices described by Naoufal (2017). The theoretical framework under discussion posits that the emergence of an eco-citizen consciousness is fuelled by intellectual commitment (i.e. understanding of the challenges of digital sobriety), concrete group action, and emotional and symbolic sharing around common values. The approach is designed to enhance collaborative capabilities by fostering co-construction, solidarity, and the collective assimilation of knowledge and solutions.

3. Finally, participants completed a **post-test** which again incorporated the EMSN in order to evaluate their progression in terms of digital sobriety maturity. The questionnaire also incorporated the Motivation Scale Toward Environmentally Responsible Behaviours (Échelle de Motivation vis-à-vis des Comportements Écologiques – EMCE), which was validated in French by Pelletier et al. (1997). This instrument evaluates the following motivational dimensions: intrinsic motivation, integrated regulation, identified regulation, introjected regulation, external regulation and amotivation. Responses were collected using a Likert scale ranging from 1 to 7.

3.3. Sample

The experiment was conducted in a public university located in the province of Hainaut, Belgium. This territory, historically marked by deindustrialization, has a GDP per capita below the national and European average (Eurostat, 2024), as well as less favorable socio-economic indicators compared to other regions of the country. Although no individual data were available regarding the students' socio-economic status, these contextual elements help to more

precisely situate the studied population and inform the interpretation of the results.

This study's sample consists of first-year undergraduate students enrolled in a Bachelor's programme in Psychological and Educational Sciences at the University of Mons in Belgium. The learning intervention was implemented as part of a course unit dedicated to developing digital competencies.

A total of 164 students participated in a learning session aimed at developing the *“protecting the environment”* competency, which is considered an integral part of digital skills. Of these, 107 completed both the pre-test and the post-test. These students constitute the final sample used for data analysis.

The sample is predominantly female, with 82.24% (88 out of 107) identifying as women. The average age of participants was 21.02 years ($\sigma = 6.83$). Additionally, participants' interest in various issues related to digital sobriety education was assessed. Specifically, their sensitivity to technology, environmental concerns and digital sobriety itself were measured using a Likert scale ranging from 0 to 3. The results, presented in Table 29, indicate that students in this sample demonstrated a particularly strong interest in environmental issues.

Table 29 : Sensitivity before the pedagogical intervention

Sensitivity Likert's scale ranges from 0 to 3	Mean ($\bar{X}$)	Coefficient of Variation (CV)
Technologies and the impact of digital tools on human beings	1.80	39.89
Ecology and environmental protection	2.13	39.26
Environmental impacts of digital technologies and digital sobriety	1.66	50.86

4. Results

4.1. Effects of two learning scenarios on digital sobriety maturity

To assess students' evolving digital sobriety maturity, a global score was calculated using the EMSN before and after the intervention. The calculation of relative gains and losses was conducted by applying the Hainaut (1975) formula, which is defined as follows:

$$\text{Gain: } (\text{Post-score} - \text{Pre-score}) / (\text{Maximum score} - \text{Pre-score}) \times 100$$

$$\text{Loss: } (\text{Post-score} - \text{Pre-score}) / \text{Pre-score} \times 100$$

The results for each student group are presented in Table 30. According to the literature, a relative gain is generally considered positive if it exceeds 30–35% (Gérard & Van Lint-Muguerza, 2000). However, Gérard (2003) suggests that, for social or behavioural learning outcomes, such as those investigated in this study, a threshold of 25% is a more accurate indicator of significant progress. Based on this criterion, the pedagogical intervention appears to have had a positive effect on students' digital sobriety maturity in both groups (relative gain: 27.63% and 25.85%, respectively).

Table 30 : Relative gains in digital sobriety maturity scores

			Pre-test (%)		Post-test (%)		Relative Gain (%)	
Action Charter Type	N		$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	σ
Group 1 : Individual Actions	57		40.01	9.42	60.62	12.30	27.63	11.79
Group 2 : Collective Actions	50		40.19	8.89	59.48	9.50	25.85	10.28
Total (All Participants)	107		40.09	9.13	60.09	11.04	26.80	11.09

A Mann–Whitney U test was conducted to compare the two learning scenarios. This non-parametric test is suitable for comparing two independent groups when the data do not follow a normal distribution. This was confirmed in our case by the Shapiro–Wilk normality test ($p < .001$ for both groups). The results of the Mann–Whitney test indicated a p-value greater than 0.05. Consequently, no statistically significant difference was observed between the two groups in terms of relative gain in digital sobriety maturity ($W = 1531$; $p = 0.051$).

4.2. Effects of two learning scenarios on motivation to adopt more responsible digital behaviours

To evaluate learners' motivation to adopt environmentally responsible digital behaviours, we employed the EMCE scale developed by Pelletier et al. (1997). An additional item was included to specifically measure students' motivation to adopt the eco-gestures identified in their learning charters. This 1–7 scale allows for the distinction between different types of motivation.

Table 31 : Learner Motivation to adopt more responsible digital behaviours

			Group 1 (N=57)				Group 2 (N=50)				All (N=107)			
Motivation Type			$\bar{X}$	σ	Min	Max	$\bar{X}$	σ	Min	Max	$\bar{X}$	σ	Min	Max
Adoption	of	eco-gestures	5.18	0.95	3.00	7.00	5.08	0.97	3.00	7.00	5.13	0.95	3.00	7.00
Intrinsic motivation			4.74	1.23	2.25	7.00	4.65	1.37	1.50	7.00	4.70	1.29	1.50	7.00
Extrinsic	Integrated		4.39	1.41	1.25	7.00	4.15	1.35	1.50	7.00	4.28	1.38	1.25	7.00
Motivation	Identified		5.33	1.02	2.50	7.00	5.23	0.98	1.50	7.00	5.28	1.00	1.50	7.00
	Introjected		4.31	1.56	1.00	7.00	4.44	1.57	1.00	7.00	4.37	1.56	1.00	7.00
	External		2.51	1.14	1.00	5.50	2.40	1.27	1.00	6.00	2.46	1.20	1.00	6.00
Amotivation			2.65	0.88	1.25	4.50	3.10	1.07	1.00	6.75	2.86	0.99	1.00	6.75

Analysis of Table 31 reveals several notable findings. Regardless of group, students demonstrated a relatively high motivation to adopt the eco-gestures they had identified ($\bar{X} = 5.13$). The highest level of

motivation was observed for identified regulation ($\bar{X} = 5.28$), followed by intrinsic motivation ($\bar{X} = 4.70$). These results suggest that students perceive digital sobriety as a meaningful and conscious choice. They appear to derive personal satisfaction from adopting more responsible digital practices.

In contrast, motivation driven by external factors, such as rewards, sanctions, or social pressure, was relatively low ($\bar{X} = 2.46$). Additionally, amotivation, or the absence of motivation, remained fairly low across the sample ($\bar{X} = 2.86$), which is a positive indicator.

Table 32 : Comparison of motivation to adopt more responsible digital behaviours

Motivation		W	df	p
Adoption of eco-gestures		1499.500		0.626
Intrinsic motivation		1442.000		0.918
Extrinsic Motivation	Integrated	1578.000		0.340
	Identified	1537.000		0.484
	Introjected	1368.500		0.726
	External	1536.500		0.486
Amotivation		1093.000		0.038

Mann–Whitney U tests were conducted to compare motivational differences between the two groups. The results, shown in Table 32, indicate that there were no statistically significant differences between the groups in terms of any type of motivation, except for amotivation. The associated p-value for amotivation was below 0.05 ($p = 0.038$), indicating a significant difference between the groups. Therefore, we can say that group 2, having thought about a collective approach to eco-responsible digital use, has a higher level of motivation than group 1, feeling more disengaged from adopting digital eco-actions.

4.3. Effects of two learning scenarios on perceived collective efficacy

As part of this study, the EMSN included two items designed to measure students' perceived ability to act collectively. Students were asked to self-assess on a Likert scale from 0 to 3 in two areas: (1) their perceived ability to *'take collective action to reduce the environmental impact of digital technologies'*, and (2) their perceived ability to *'collaborate and develop creative initiatives for environmental protection'*. To assess how these perceptions evolved over time, relative gains were calculated using Hainaut's (1975) formula.

Table 33 : Relative gains in terms of feeling competent to act collectively

		Pre-test		Post-test		Relative Gain (%)	
		$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	σ
Act collectively to reduce the impact of digital tech	G1	0.74	0.61	1.51	0.83	33.33	33.48
	G2	0.68	0.74	1.82	0.80	47.33	34.89
	All	0.71	0.67	1.65	0.83	39.88	34.70
Act collectively to protect the environment	G1	1.09	0.63	1.51	0.80	20.47	37.54
	G2	1.20	0.67	2.02	0.62	44.67	37.26
	All	1.14	0.65	1.75	0.77	31.78	39.16

Overall, the results in Table 33 indicate that the average relative gains, calculated across all participants, exceeded 30% for both items. These findings (39.88% and 31.78%, respectively) suggest that the learning intervention positively impacted students' perceived ability to act collectively to reduce the environmental impact of digital technologies and protect the environment more broadly.

However, a group-wise analysis reveals some differences. Students in Group 1, who developed a charter focused on individual actions, showed a relative gain of only 20.47% in their perceived collective efficacy to protect the environment, which is below the 30% threshold. The learning scheme did not lead to any significant improvement in their sense of competence to act collectively to protect the environment.

Mann–Whitney U tests were conducted to further explore this difference and compare the two groups, as shown in Table 34. The results indicate statistically significant differences between the two groups. The associated p-values are below the 0.05 threshold, enabling us to conclude that students working on a collective action charter (Group 2) developed a significantly higher sense of competence in acting collectively to reduce digital environmental impact ($p = 0.015$) and protect the environment ($p < 0.001$).

Table 34 : Comparison of relative gains in the feeling of competence to act collectively

Mann-Whitney U			
	W	df	p
			Group 1 $\neq$ Group 2
			Group 1 < Group 2
Act collectively to reduce the impact of digital tech	1531.000	0.030	0.015
Agir collectivement pour protéger l'environnement		<.001	<.001

These results confirm the existence of a differential effect of the learning scenario on students' perceived ability to act collectively. The

scenario based on collective action appears to be more conducive to the development of this sense of competence than the scenario based on individual action. One potential explanatory hypothesis is that the nature of the collective scenario provided students with more opportunities to discuss collective ideas and to co-construct solutions. The collective scenario is characterised by the mobilisation of co-creation and co-reflection mechanisms, aligning with the principles of socio-constructivist pedagogy. This pedagogical approach emphasises learning through shared action and the construction of meaning in groups (Brini, 2024).

5. Discussion

5.1. Summary of results

This study aimed to analyse the impact of two learning scenarios designed to educate students about digital sobriety. The results revealed significant improvements in digital sobriety maturity in both scenarios, with no notable difference between the two groups. These results confirm the effectiveness of the learning intervention, regardless of whether it was based on cognitive pragmatism or integrated cognitive and affective pragmatism (Naoufal, 2017).

In terms of students' motivation to adopt environmentally responsible digital behaviours, both groups demonstrated high levels of motivation. This motivation is predominantly based on identified and intrinsic regulation, which supports the idea that the learning experience effectively fostered self-determined motivation, as outlined in Self-Determination Theory (Deci & Ryan, 1985). This type of motivation has been linked to sustained engagement and the adoption of environmentally friendly behaviours (Pelletier et al., 1997; Fiorello &

Luu, 2014). These findings suggest an increased awareness of the need for the more responsible use of digital technologies.

However, a higher level of amotivation was observed among those engaged in collective action planning. This could be attributed to a cognitive overload linked to the complexity of the collective task (Bouzidi et al., 2006) or to a lack of individual involvement, possibly due to a perception of remoteness from concrete personal action. Alternatively, the complexity of the collective task may have induced a degree of emotional distancing or difficulty in projecting oneself into the action, which is consistent with limitations identified in certain gamified interventions (Callan et al., 2015). Conversely, students who had reflected on individual actions were more likely to engage in introspection regarding their own digital habits, which could explain the lower level of amotivation in this group.

The collective action scenario had a greater impact on students' perceived collective efficacy. This confirms the effectiveness of this approach in enhancing collective action. However, caution is warranted regarding its potential effect on amotivation. Nevertheless, the collective approach appears to be more effective in developing collective competence, which tends to remain underdeveloped in the absence of targeted educational interventions (Descamps et al., 2023). Facilitating student reflection on collective agency appears to have meaningfully enhanced their perceived self-efficacy. As Bader et al. (2017) have highlighted, such pedagogical practices can contribute to societal transformation. This is consistent with the work of Murillo-Zamorano et al. (2021), who emphasise that gamified, co-creative and empowering learning environments can effectively combine active learning, personal engagement and competency development. Similarly, integrating dedicated moments for collective action into

learning interventions promotes learner engagement with sustainability issues, as Lange (2013) points out.

5.2. Transferability and pedagogical implications

Beyond the experimental validation of the device, it is important to consider the transferability of the results to pedagogical and curricular practices. The findings of this study confirm the relevance of hybrid and game-based approaches for integrating digital sobriety into university curricula. In line with international frameworks (UNESCO, 2020, 2024), these approaches foster active and reflective pedagogy, contributing to students' ecological awareness.

The collective scenario, by strengthening the sense of competence to act together, highlights the value of integrating co-construction activities into teaching practices (Naoufal, 2017). Similarly, the observed self-determined motivation suggests that priority should be given to approaches that stimulate voluntary engagement rather than coercive strategies (Deci & Ryan, 1985; Pelletier et al., 1997).

From a practical perspective, these results indicate that short game-based modules can be used to introduce digital sobriety within broader courses on digital skills or sustainable development. In concrete terms, activities such as the co-construction of eco-action charters represent formats that are directly transferable to classroom settings. Their logistical simplicity facilitates their integration across various higher education contexts.

Institutions could also consider including such approaches in their curricula as transversal devices, in alignment with the European DigComp and GreenComp frameworks. Finally, three recommendations emerge: (1) explicitly integrate digital sobriety into competency frameworks, (2) design accessible hybrid game-based approaches

without requiring excessive technical resources, and (3) train educators in their implementation to avoid superficial gamification (Callan et al., 2015).

5.3. Limitations and future research directions

It is important to acknowledge that the findings are based on self-reported data and perceived competence, neither of which necessarily reflects learners' actual behaviours or abilities. As these data are based on self-assessments, they could be influenced by reporting bias or the Dunning-Kruger effect (Girard et al., 2024), i.e. a cognitive bias according to which the least competent individuals tend to overestimate their abilities, for lack of hindsight or sufficient knowledge to assess their skills objectively. In a context where environmental protection is a digital competence that is still in its infancy among students (Mercier & Trichet, 2023), it is possible that some participants, lacking an objective view of their real skills in the field, may have overestimated their sense of competence due to a lack of knowledge of the complexity or real scope of the subject.

Another limitation lies in the short duration of the intervention, which does not allow for the measurement of lasting effects on actual digital behaviors. One area for future research would be to assess the long-term effects of such pedagogical interventions on real-world digital practices, for example through the use of delayed post-tests (Crinon et al., 2003). In fact, changes in behaviour, particularly those linked to practices such as eco-friendly digital use, often require prolonged support (Mercier & Trichet, 2023) and regular reminders if they are to be maintained over time.

Finally, integrating mixed methods and qualitative approaches could provide deeper insights into learners' motivations and barriers. Analysing learning artefacts, such as the eco-gesture charters

developed by students in each scenario, could also provide additional information on the differential impacts of the tested learning models.

6. Conclusion

This study aims to evaluate the effectiveness of an engaging, hybrid learning environment in promoting digital sobriety awareness among higher education students and strengthening their collective skills in the face of environmental challenges. Leveraging a hybrid escape game combining digital and physical elements activated an active, immersive and engaging learning experience, in line with the principles of game-based pedagogy.

The results suggest that students are primarily motivated to adopt responsible digital behaviours through conscious choice (identified regulation) or personal satisfaction (intrinsic motivation), rather than coercion or disengagement. These motivational profiles are consistent with Self-Determination Theory (Deci & Ryan, 1985) and are conducive to the long-term internalisation of pro-environmental behaviours (Pelletier et al., 1997).

Our observations confirm the importance of collaborative approaches in developing eco-citizen skills and fostering a sense of collective competence, a key lever in the capacity to promote a sustainable transition. They encourage higher education institutions, the target audience for this study, to incorporate these practices into their programmes, particularly through teaching scenarios centred on collective action, co-construction and reflexivity.

Finally, this research opens up new avenues for evaluating the long-term effects of educational interventions on actual digital behaviours and for refining pedagogical strategies that support sustainable digital and ecological transitions. Situated at the intersection of educational

technology, sustainability, and motivation, this study contributes to broader pedagogical reflections on educating for a more mindful, sustainable, and collaborative digital culture.

7. References

Alcaraz, M. (2022). Les plus petits passent 6 heures par semaine sur Internet, autant que sur la télévision. *Les Echos*. <https://www.lesechos.fr/tech-medias/medias/les-plus-petits-passent-6-heures-par-semaine-sur-internet-autant-que-sur-la-television-1394549>.

Bader, B., Therriault, G., & Morin, E. (2017). Engagement écocitoyen, engagement scolaire et rapport aux savoirs. In L. Sauvé, I. Orellana, C. Villemagne, & B. Bader (Eds.), *Éducation, environnement, écocitoyenneté : repères contemporains* (pp. 81–100). Presses de l'Université du Québec.

Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera, M. (2022). *GreenComp: The European sustainability competence framework*. Publications Office of the European Union. <https://dx.doi.org/10.2760/13286>.

Blanchet-Cohen, N. (2017). Apports des pédagogies autochtones à l'apprentissage de l'écocitoyenneté. In L. Sauvé, I. Orellana, C. Villemagne, & B. Bader (Eds.), *Éducation, environnement, écocitoyenneté : repères contemporains* (pp. 68–80). Québec: Presses de l'Université du Québec.

Bouzidi, D., Ajhoun, R., & Benkiran, A. (2006). Les annotations pour un apprentissage collaboratif. In *Premières journées communication et apprentissages instrumentés en réseau* (pp. 372–382). Amiens, France.

Brini, R. (2024). *L'innovation en pédagogie active : regards croisés sur l'apprentissage par le Design Thinking et l'affordance numérique pour un enseignement universitaire plus engageant et inclusif* [Doctoral dissertation]. University of Bordeaux. <https://theses.hal.science/tel-05035429/> Accessed 19 May 2025.

Callan, R. C., Bauer, K. N., & Landers, R. N. (2015). How to avoid the dark side of gamification: Ten business scenarios and their unintended consequences. In T. Reiniers & L. C. Wood (Eds.), *Gamification in Education and Business* (pp. 553–568). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10208-5_28

Carretero, S., Vuorikari, R., & Punie, Y. (2017). *DigComp 2.1: The digital competence framework for citizens with eight proficiency levels and examples of use*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/38842>.

Clover, D. E., Jayme, B., Hall, B. L., & Follen, S. (2013). *The nature of transformation: Environmental adult education*. Sense Publishers.

Collin, A., Capitaine, A., Vincent, A. F., Coquerelle, M., Dejous, C., Ghiotto, A., Desainte-Catherine, M., Loubet, P., & Jégo, C. (2024). Enseignements sur les enjeux environnementaux et les impacts du numérique dans une école d'ingénieurs. *JEESES*, 1(1).

Crinon, J., Marin, B., & Legros, D. (2003). L'impact de la collaboration à distance sur l'apprentissage des temps du récit au cycle 3. In *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain* (pp. 103–114). ATIEF.

D'Hainaut, L. (1975). *Concepts et méthodes de la statistique. Tome 1*. Labor.

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behaviour*. New York: Plenum.

Descamps, S., Temperman, G., Boumazguida, K., & De Lièvre, B. (in press). Développement et validation psychométrique d'une échelle de mesure de la maturité à la sobriété numérique.

Descamps, S., Temperman, G., Boumazguida, K., & De Lièvre, B. (2023). Sobriété numérique et acteurs de l'éducation : analyse croisée de leur sentiment de compétence et de leurs usages déclarés. *Distances et médiations des savoirs*, 43. <https://doi.org/10.4000/dms.9259>.

Descamps, S., Temperman, G., & De Lièvre, B. (2023). *Évaluer sa maturité à la sobriété numérique : comment évaluer ce nouvel enjeu du XXIe siècle ?* [Communication]. 33e Colloque de l'ADMEE-Europe : Pluralité de contextes, pluralité d'évaluations en éducation, Université des Antilles, Pointe-à-Pitre, France.

Descamps, S., Temperman, G., & De Lièvre, B. (2022a). Vers une éducation à la sobriété numérique. *Humanités numériques*, 5. <https://doi.org/10.4000/revuehn.2858>.

Dufort, D. (2023). Sarah Descamps, Gaëtan Temperman, et Bruno De Lièvre, Vers une éducation à la sobriété numérique. *Distances et médiations des savoirs*, 43. <https://doi.org/10.4000/dms.9509>.

Dziubaniuk, O., Ivanova-Gongne, M., & Nyholm, M. (2023). Learning and teaching sustainable business in the digital era: A connectivism theory approach. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 22. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00390-w>.

Eurostat. (2024). Regional statistics by NUTS classification - 2024. <https://ec.europa.eu/eurostat>

Fiorello, A., & Luu, P. (2014). Promouvoir des changements de comportements durables : les apports de la théorie de l'autodétermination. Une application au comportement de tri des déchets ménagers. *Revue Française du Marketing*, 249(4/5), 37–64.

Genevois, S., & Leininger-Frézal, C. (2010). *Les “serious games” : un outil d'éducation au développement durable ?* [Communication]. Colloque international Éducation au développement durable et à la biodiversité : concepts, questions vives, outils et pratiques, Digne-les-Bains, France.

Gérard, F. M., & Van Lint-Muguerza, S. (2000). Quel équilibre entre une appréciation globale de la compétence et le recours aux critères ? In C. Bosman, F. M. Gérard, & X. Roegiers (Eds.), *Quel avenir pour les compétences ?* (pp. 135–140). De Boeck Université.

Gérard, F. M. (2003). L'évaluation de l'efficacité d'une formation. *Gestion* 2000, 20(3), 13–33.

Giannini, S. (2024). *Bridging the green and digital transitions through education*. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/ZACQ4808>

Gibert, A. (2022). GreenComp : des compétences pour un avenir durable. *Cahiers pédagogiques*, 576(3), 7. <https://doi.org/10.3917/cape.576.0007>

Girard, A., Gérard, I., Colin, O., Moyon, M., & Vanhoolandt, C. (2024). Étude de l'impact d'un dispositif d'apprentissage différencié et personnalisé en sciences en première année d'université. In *L'enseignement supérieur et les communautés : des dynamiques interconnectées* [Communication]. Congrès de l'AIPU, Le Mans, France.

IPCC. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>.

Jouzel, J. (2022). *Sensibiliser et former aux enjeux de la transition écologique et du développement durable dans l'enseignement supérieur*. Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation. <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/sites/default/files/2022-02/sensibiliser-et-former-aux-enjeux-de-la-transition-ecologique-dans-l-enseignement-sup-rieur-16808.pdf>.

Lagarigue, A., Ninassi, B., & Farhi, L. (2023). Impact'Num le MOOC responsable. *Collection numérique de l'AMUE*, 29(2). <https://hal.science/hal-04402645>.

Lange, J.-M. (2013). Curriculum possible de l'éducation au développement durable : entre actions de participation et investigations multiréférentielles d'enjeux. *Éducation relative à l'environnement*, 11. <https://doi.org/10.4000/ere.691>.

Lavigne, M. (2022). La ludopédagogie, acteurs et idéologie. *Educations*, 6(1). <https://doi.org/10.21494/ISTE.OP.2022.0821>

Lépinard, P. (2024). La ludopédagogie au service du développement des compétences transversales des futurs managers. In G. Martinache et R. Zerbib *Formation : Comment relever le défi des compétences transversales ?* (pp. 178-184). EMS Éditions. <https://doi.org/10.3917/ems.marti.2024.01.0178>.

Marfisi-Schottman, I., Longeon, T., Furnon, C., & Marne, B. (2022). 10 Commandments of the Serious Game Padawan: Lessons Learned After 4 Years of Professional Training. In T. E. Eds. (Ed.), *Lecture Notes in Computer Science: Vol. 13647. Games and Learning Alliance* (pp. 97–108). Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-22124-8_7

Mercier, C., & Trichet, F. (2023). Accompagner les formateurs et les étudiants à la sobriété numérique. *Distances et médiations des savoirs*, 43. <https://doi.org/10.4000/dms.9449>

Meyer, J. (2023). Une fresque pour les jeunes. *Les Cahiers Dynamiques*, 82(1), 94-96. <https://doi.org/10.3917/lcd.082.0094>.

Murillo-Zamorano, L. R., Sánchez, J. Á. L., Godoy-Caballero, A. L., & Muñoz, C. B. (2021). Gamification and active learning in higher education: Is it possible to match digital society, academia and students' interests? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 16. <http://dx.doi.org/10.1186/s41239-021-00249-y>

Naoufal, N. (2017). Justice environnementale et écocitoyenneté. In L. Sauvé, I. Orellana, C. Villemagne, & B. Bader (Eds.), *Éducation, environnement, écocitoyenneté : repères contemporains* (pp. 101–118). Presses de l'Université du Québec.

Ortiz-Rojas, M., Chiluiza, K., Valcke, M., & Bolanos-Mendoza, C. (2025). How gamification boosts learning in STEM higher education: A mixed methods study. *International Journal of STEM Education*, 12(1). <http://dx.doi.org/10.1186/s40594-024-00521-3>

Pelletier, L. G., Green-Demers, I., & Béland, A. (1997). Pourquoi adoptez-vous des comportements écologiques ? Validation en langue française de l'échelle de motivation vis-à-vis des comportements écologiques. *Revue canadienne*

des sciences du comportement, 29(3), 145-156.
<https://doi.org/10.1037/0008-400X.29.3.145>

Pellon, I. (2021). Work, waste and cleanup: Narratives about a global/local social action to “clean up” the planet. *SN Social Sciences*, 1, 270.
<https://doi.org/10.1007/s43545-021-00275-7>

Sauvé, L., & Brunelle, R. (2003). Éducation relative à l’environnement : Regards-recherche-réflexion. *Vertigo – la revue électronique en sciences de l’environnement*, 4(3). <https://doi.org/10.4000/vertigo.5110>

Sauvé, L. (2017). L’éducation à l’écocitoyenneté. In A. Barthes, J.-M. Lange, & C. Chauvigné (Eds.), *Dictionnaire critique des enjeux et concepts des « éducations à »* (pp. 56–65). L’Harmattan.

Tilbury, D., Auzinger, M., & Zarka, Z. (2024). *Study on learning for sustainability and digital education in primary and secondary schools*. Publications Office of the European Union.

Tzafilkou, K., Perifanou, M., & Economides, A. A. (2022). Development and validation of students’ digital competence scale (SDiCoS). *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1).
<https://doi.org/10.1186/s41239-022-00330-0>

UNESCO. (2022). *Berlin declaration on education for sustainable development: Learn for our planet, act for sustainability*. UNESCO.

UNESCO. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. UNESCO.

UNESCO. (2020). *Education for sustainable development: A roadmap*. UNESCO.

UNESCO. (2024). *Greening curriculum guidance: Teaching and learning for climate action*. UNESCO.

Villemagne, C. (2017). Éducation à l’environnement des adultes. In L. Sauvé, I. Orellana, C. Villemagne, & B. Bader (Eds.), *Éducation, environnement*,

écocitoyenneté : repères contemporains (pp. 157–176). Presses de l'Université du Québec.

Zeng, J., Sun, D., Looi, C., & Fan, A. C. W. (2024). Exploring the impact of gamification on students' academic performance: A comprehensive meta-analysis of studies from the year 2008 to 2023. *British Journal of Educational Technology*, 55(6), 2478–2502. <https://doi.org/10.1111/bjet.13471>

IV. Conclusion du chapitre 3

Ce troisième chapitre avait pour ambition de prolonger la réflexion amorcée dans les chapitres précédents, en **adaptant le cadre conceptuel de littératie de la la sobriété numérique au contexte de l'enseignement supérieur**. Dans la continuité de la logique de transposition didactique (Chevallard, 1985 ; Reuter, 2004), il s'agissait d'abord de doter la recherche d'un outil de mesure de cette compétence numérique écoresponsable. Il s'agissait ensuite d'expérimenter un dispositif pédagogique visant à la développer chez de jeunes citoyens en formation.

Le premier article a permis de **concevoir et de valider une échelle de maturité à la sobriété numérique (EMSN)**, inspirée des démarches existantes d'évaluation de la maturité numérique (Digital Wallonia, 2021, 2023), mais spécifiquement adaptée aux enjeux environnementaux. Structurée autour de deux dimensions (le sentiment de compétence et les usages numériques écoresponsables), l'échelle a montré une **fiabilité interne solide**. Elle présente également des indicateurs de **validité conformes aux standards psychométriques** (Nleme Ze & Molinari, 2022 ; Fredricks et al., 2016). Mais au-delà de ses qualités méthodologiques, l'EMSN ouvre des perspectives essentielles sur les plans éducatif, institutionnel et sociétal. En invitant à une réflexion critique sur les comportements numériques, elle constitue une contribution pour articuler éducation et recherche dans le cadre des transitions numérique et écologique.

L'EMSN offre un **outil pour évaluer la maturité à la sobriété numérique dans divers contextes éducatifs et institutionnels**. Alors que de nombreuses universités commencent à repenser leurs pratiques numériques sous l'angle de la durabilité (Mercier & Trichet, 2023), elle représente un instrument pertinent pour **mesurer l'impact des**

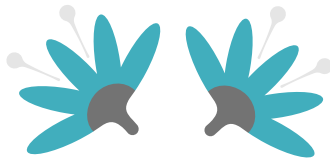
initiatives pédagogiques et accompagner les formateurs. Son potentiel peut dépasser le champ éducatif. À l'instar du Baromètre de Digital Wallonia (2023), l'EMSN pourrait également contribuer à sensibiliser plus largement les citoyens et à éclairer l'action publique. En fournissant des données sur les comportements numériques, elle permettrait **d'orienter les politiques vers des pratiques plus responsables et alignées sur les objectifs de durabilité** (Soubiale & Dupré, 2023). Ainsi, cette échelle dépasse une approche strictement instrumentale de la mesure pour s'inscrire dans une visée éducative, éthique et écologique.

Le second article a précisément **mobilisé l'EMSN afin d'évaluer les effets d'un dispositif d'apprentissage** ludique combinant un escape game et **l'élaboration de chartes d'écogestes numériques**. Les résultats révèlent une **progression significative** de la maturité à la sobriété numérique dans les **deux scénarios testés**. Les étudiants ont non seulement amélioré leurs connaissances et leurs pratiques déclarées, mais également **renforcé leur sentiment de compétence à agir**. La progression est particulièrement marquée dans le scénario collectif : **les étudiants ayant conçu des actions partagées ont enregistré des gains supérieurs en termes d'efficacité collective et d'engagement citoyen**. Ce résultat confirme l'importance d'intégrer des dimensions collaboratives dans les dispositifs d'apprentissage, car elles favorisent l'engagement dans des démarches de durabilité (Lange, 2014). À l'inverse, le scénario centré sur les actions individuelles, bien qu'efficace, a produit des effets plus limités, orientés vers des gestes ponctuels et personnels.

Ces constats suggèrent que les dispositifs ludiques (Ortiz-Rojas et al., 2025), lorsqu'ils sont articulés à des démarches collectives, peuvent constituer des leviers pour **renforcer la motivation à adopter des comportements numériques responsables**. Ils rappellent également le rôle structurant de l'enseignement supérieur dans le développement

de compétences critiques et citoyennes (Grangeat, 2015), en offrant aux étudiants des **occasions concrètes de réinterroger leurs usages numériques à la lumière des enjeux écologiques**. Enfin, ils mettent en évidence que les approches collectives favorisent une prise de recul critique sur les logiques systémiques et les responsabilités partagées, là où les démarches individuelles tendent à réduire l’horizon de l’action à de simples écogestes. Ce résultat prolonge l’idée, déjà formulée au chapitre 1, que **l’éducation à la sobriété numérique ne saurait se limiter à la sensibilisation comportementale**, mais doit viser la construction d’une compétence écoresponsable intégrant réflexion critique, engagement citoyen et transformation sociale.

Pris ensemble, ces travaux montrent que le développement d’une compétence numérique écoresponsable chez les jeunes citoyens requiert à la fois des outils d’évaluation adaptés et des dispositifs pédagogiques contextualisés, capables d’articuler savoirs, attitudes et capacités d’action. En prolongeant les acquis des deux premiers chapitres, ce troisième chapitre **ouvre la voie à une nouvelle étape : l’analyse du rôle et des pratiques des enseignants dans la didactisation de la sobriété numérique**. En effet, si la mesure et le développement de cette compétence sont désormais mieux balisés pour les élèves et les étudiants, comme toute compétence numérique (Perret & Plantard, 2024), leur intégration durable dans les curricula dépendra largement de la capacité des enseignants à s’approprier ces contenus. Ceux-ci devront aussi les adapter à leurs contextes et les porter en tant qu’acteurs engagés. C’est à cette question, centrale, que sera consacré le chapitre suivant.



Chapitre 4

Développer la protection de l'environnement
comme une compétence numérique **chez
les acteurs de l'éducation**

I. Introduction du chapitre 4

Les chapitres précédents ont progressivement construit un cadre théorique, didactique et empirique permettant de penser la protection de l'environnement comme une compétence numérique. Le chapitre 1 a défini les dimensions constitutives de cette compétence écoresponsable et montré comment elles s'inscrivent dans les référentiels éducatifs (Carretero et al., 2017). Le chapitre 2 a démontré que cette compétence pouvait être développée dès l'enseignement obligatoire, à travers des dispositifs pédagogiques diversifiés. Le chapitre 3 a prolongé cette réflexion en s'intéressant aux étudiants du supérieur, en outillant la mesure de la maturité à la sobriété numérique et en expérimentant des scénarios pédagogiques innovants pour en favoriser l'appropriation.

Dans la continuité de ce cheminement, ce dernier chapitre se tourne vers un public central : les enseignants et, plus largement, les acteurs de l'éducation. Comme l'ont montré Perret et Plantard (2024), l'intégration durable de toute compétence numérique dans les curricula dépend étroitement de la capacité des enseignants à se l'approprier, à l'adapter à leurs contextes et à en devenir des relais engagés. Par ailleurs, Chevallard (1985) rappelle, à travers le concept de transposition didactique interne, que l'appropriation réelle d'un curriculum prescrit dépend largement des interprétations et ajustements opérés par les enseignants eux-mêmes. L'enjeu n'est donc plus seulement de sensibiliser élèves et étudiants, mais bien d'outiller celles et ceux qui structurent les apprentissages, afin que la sobriété numérique puisse s'ancrer durablement comme une composante transversale de l'éducation.

Le public des enseignants apparaît d'autant plus stratégique que les recherches révèlent un faible sentiment d'auto-efficacité de leur part pour développer cette compétence chez leurs élèves (Mannila et al., 2018). Répondre à ce besoin suppose de mieux cerner leurs représentations, leurs pratiques actuelles et leurs attentes.

C'est précisément l'objectif du premier article de ce chapitre, intitulé « *Sobriété numérique et acteurs de l'éducation : analyse croisée de leur sentiment de compétence et de leurs usages déclarés* » publié en 2023 dans *Distances et médiations des savoirs*⁵⁶.

Cette enquête est liée à une autre étude déjà présentée dans le cadre de cette dissertation. En effet, à partir de données issues de la première passation de l'échelle de maturité à la sobriété numérique (EMSN) réalisée en 2022, cet article dresse un état des lieux du sentiment de compétence et des usages écoresponsables déclarés par les enseignants. Il met en évidence des besoins de formation et d'accompagnement, tout en établissant certaines corrélations entre comportements déclarés et dimensions de la sobriété numérique.

Ces résultats ont nourri le projet *Smart@School* Plus, mené en collaboration avec l'Université de Mons et l'Eurometropolitan e-Campus de Tournai, avec le soutien du Fonds Social Européen. Ce projet vise à développer, chez l'ensemble des acteurs du système éducatif, de l'enseignement fondamental au supérieur, la protection de l'environnement comme compétence numérique, telle qu'identifiée dans le cadre européen *DigComp* (Carretero et al., 2017). Dans ce cadre, des actions de sensibilisation, de formation et d'accompagnement ont

⁵⁶ Descamps, S., Boumazguida, K., Temperman, G., & De Lièvre, B. (2023). Sobriété numérique et acteurs de l'éducation : analyse croisée de leur sentiment de compétence et de leurs usages déclarés. *Distances et Médiations des Savoirs*, 43. <https://doi.org/10.4000/dms.9259>

été déployées, parmi lesquelles des ateliers de sensibilisation à la sobriété numérique.

Le second article de ce chapitre s'appuie précisément sur ces ateliers. Conçus autour du guide pédagogique *EducoNetImpact* (Descamps, 2023), élaboré sur la base du cadre didactique construit et testé sur le terrain dans le cadre de cette thèse de doctorat, ils ont proposé aux participants une découverte ludique du guide. Cette activité a été suivie, comme dans le dispositif d'apprentissage de l'article n°7, d'une démarche collaborative de co-construction de chartes d'actions.

L'analyse qualitative des actions envisagées par les enseignants permet de dégager des pistes pour une stratégie de sobriété numérique dans l'éducation. Sur la base des dimensions identifiées par la DRANE de Lyon (2022), ces pistes couvrent différents domaines, allant de la gouvernance à la gestion des équipements en passant par l'intégration pédagogique. Elles révèlent ainsi le potentiel transformateur de la sobriété numérique, non seulement comme contenu à enseigner, mais aussi comme principe organisateur des pratiques éducatives.

En articulant analyse des besoins et perspectives d'action, ce dernier chapitre ouvre la réflexion vers une didactisation de la sobriété numérique pensée avec et par les enseignants. Il marque une étape décisive : après avoir démontré la faisabilité d'un enseignement de la sobriété numérique auprès des élèves et des étudiants, il s'agit désormais d'interroger les conditions institutionnelles, pédagogiques et organisationnelles de sa diffusion durable dans les systèmes éducatifs.

II. Article n°8 : Sobriété numérique et acteurs de l'éducation : analyse croisée de leur sentiment de compétence et leurs usages déclarés.

Citation : Sarah Descamps, Karim Boumazguida, Gaëtan Temperman et Bruno De Lièvre, « Sobriété numérique et acteurs de l'éducation : analyse croisée de leur sentiment de compétence et de leurs usages déclarés », Distances et médiations des savoirs [En ligne], 43 | 2023, mis en ligne le 19 octobre 2023, URL : <http://journals.openedition.org/dms/9259> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/dms.9259>

Résumé : Selon l'Ademe, l'empreinte numérique contribue au changement climatique. L'éducation joue un rôle essentiel dans la promotion de la sobriété numérique. En 2022, une enquête a été menée afin de recueillir les perceptions de compétence ainsi que les usages auto-déclarés des enseignants en ce qui concerne leur maturité numérique. Les résultats révèlent leur manque d'expérience dans ce domaine, même s'ils reconnaissent généralement l'impact environnemental des technologies. Ils ne se sentent pas capables d'adopter des pratiques réflexives, comme l'utilisation de l'analyse du cycle de vie ou l'application de mécanismes écoresponsables lors des achats d'équipements. De plus, ils estiment ne pas être aptes à exercer des compétences numériques écoresponsables comme la collaboration en ligne ou la création de contenu numérique écoconçu. Bien que les participants aient des comportements écoresponsables en matière de consommation, d'autres domaines tels que la gestion de l'environnement, la navigation et la communication en ligne présentent des résultats plus mitigés. Ces lacunes peuvent être attribuées à un

faible sentiment de compétence et à un manque de connaissances techniques. Ces constatations soulignent l'importance de la formation des professionnels de l'éducation. C'est pourquoi, sur la base de nos résultats, nous proposons des recommandations, notamment concernant la sensibilisation à la sobriété numérique et l'acquisition de compétences écoresponsables.

Mots-clés : sobriété numérique, formation professionnelle, maturité numérique, maturité écologique, sentiment de compétence, citoyenneté numérique

1. Introduction

L'accélération de la crise climatique et la numérisation de la société dans son ensemble ont accru l'urgence de sensibiliser les citoyens aux impacts environnementaux des technologies numériques et de développer des pratiques respectueuses de l'environnement (Amichaud, 2021 ; Bordage, 2019 ; 2021 ; Boulet *et al.*, 2020 ; Courboulay, 2021 ; Efoui-Hess, 2019 ; Vidalenc, 2019). Selon l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) (2021), l'empreinte numérique représente 4 % des gaz à effet de serre mondiaux. Pour un pays comme la France, 2,5 % de l'empreinte carbone nationale est liée au numérique et 10 % de la consommation électrique alimente l'utilisation des technologies (Ademe, 2022).

À la lumière de ces différents constats et conscients que l'éducation est un catalyseur de changement durable, cette contribution vise à présenter un état des lieux du sentiment de compétence et des usages déclarés en matière de sobriété numérique des acteurs de l'éducation afin de rédiger des recommandations pour la formation continue. Ces résultats sont issus d'une enquête réalisée en 2022 qui avait pour objectif de récolter des données concernant la maturité à la sobriété

numérique perçue par les citoyens. À partir de ces données, nous avons extrait les informations concernant les sujets dont la profession était liée à l'enseignement.

2. Revue de la littérature

2.1. La sobriété numérique et sa place dans l'éducation

Outre l'enjeu sociétal de déployer la sobriété numérique dans toutes les sphères de notre société, la protection de l'environnement est une compétence numérique. En effet, elle est présente dans le *DigComp* (ou *Digital Competence Framework for Citizens*) qui est le cadre de référence des compétences numériques de la Commission européenne et qui recense 21 compétences numériques (Carretero *et al.*, 2017). Ce cadre a servi d'inspiration pour d'autres référentiels tels que le *Cadre de référence des compétences numériques* (CRCN) en France ou le volet numérique du référentiel de *Formation manuelle, technique, technologique et numérique* (FMTTN) en Belgique du côté francophone. Ainsi, le *DigComp* indique que tous les citoyens devraient être « conscients de l'impact environnemental des technologies numériques et de leur utilisation » (§ 2). Comme pour le développement de toutes les autres compétences numériques (Brotcorne et Valenduc, 2009), la formation professionnelle tout au long de la vie a donc un rôle à jouer dans la sensibilisation à la sobriété numérique.

Avant toute chose, il semble essentiel de définir la sobriété numérique. En 2008, Bordage définit la sobriété numérique comme une approche de conception de services numériques plus sobres et des usages quotidiens modérés ayant pour objectif de réduire l'empreinte écologique des technologies de l'information et de la communication (TIC). En 2019, ce même auteur complète cette définition en y intégrant les dimensions de la prise de conscience des

répercussions de nos habitudes quotidiennes, en adoptant une perspective empreinte de critique.

La sobriété numérique s'inscrit dans la thématique plus large qu'est le numérique responsable (Descamps *et al.*, 2022a) qui prend en compte, en plus de l'environnement, les enjeux sociaux et écologiques. Il s'agit donc de mettre en œuvre un numérique plus solidaire et inclusif (Courboulay, 2021).

Afin que l'éducation au numérique soit en adéquation avec les impératifs du *xxi^e* siècle, tels que les transitions numériques et climatiques, il nous apparaît essentiel de considérer les enjeux environnementaux. Ainsi, diverses formations et outils pédagogiques ont été développés pour sensibiliser les citoyens aux impacts environnementaux des technologies. Ces ressources éducatives s'adressent à des publics diversifiés s'étendant du niveau primaire au secondaire jusqu'à l'adulte. Parmi ces ressources, nous pouvons relever la mallette pédagogique Conscience Numérique Durable⁵⁷ ou la Fresque du Numérique⁵⁸. Il existe aussi des MOOC (*Massive Open Online Course*) abordant différentes composantes de la sobriété numérique comme les MOOC « Numérique Responsable »⁵⁹ de l'Institut du numérique responsable (INR), « Impacts environnementaux du numérique »⁶⁰ sur la plateforme France Université Numérique (FUN), « Eco-concevoir demain »⁶¹ (Perrot Bernardet et Parry, 2017) ou encore « Comment faire mieux avec

⁵⁷ <https://fra.conscience-numerique-durable.org/>. Consulté le 3 octobre 2023.

⁵⁸ <https://www.fresquedunumerique.org/>. Consulté le 3 octobre 2023.

⁵⁹ <https://www.academie-nr.org/>. Consulté le 3 octobre 2023.

⁶⁰ <https://www.fun-mooc.fr/fr/cours/impacts-environnementaux-du-numerique/>. Consulté le 3 octobre 2023.

⁶¹ <https://www.fun-mooc.fr/fr/cours/eco-concevoir-demain/>. Consulté le 3 octobre 2023.

moins, penser autrement avec la low-tech ? »⁶². Malgré l'émergence de certaines ressources pédagogiques, les offres de formation spécifiquement dédiées aux enseignants restent très rares.

2.2. Le sentiment de compétences relatives à la sobriété numérique

Selon le rapport de Digital Wallonia (2021), la maturité numérique s'évalue en combinant à parts égales, le sentiment de compétence et les usages. Elle se définit comme le niveau de compétence dans l'utilisation et la compréhension des TIC. Le sentiment de compétence est la perception qu'à un individu de sa propre compétence et de son efficacité personnelle (Cosnefroy, 2007). Le sentiment de compétence joue un rôle sur la motivation, l'intérêt et l'engagement des apprenants (Bandura, 1995). De plus, le sentiment d'efficacité lié à la capacité d'agir et « est également présent dans la littérature en éducation à l'environnement » (Morin *et al.*, 2019, § 22). Étant donnée notre volonté de rédiger des recommandations de formation pour les enseignants, il s'agit, particulièrement, d'une variable à prendre en compte.

Comme stipulé, l'aptitude à protéger l'environnement est l'une des compétences numériques inscrites dans le *DigComp* (Carretero *et al.*, 2017). Mannila et ses collègues (2018) ont étudié le sentiment de compétence des enseignants par rapport à l'ensemble des compétences numériques. Dans cette étude, les participants devaient se positionner sur une échelle de Likert répartie sur 7 points. Les enseignants se sentaient moyennement (moyenne de 4 sur 7) capables

⁶²<https://lowtechlab.org/fr/la-low-tech/ressource-recHDKTnflfNpvqWg>. Consulté le 3 octobre 2023.

d'estimer l'impact de leur utilisation des équipements numériques sur l'environnement.

Pour évaluer le sentiment d'auto-efficacité de cette compétence numérique qu'est la protection de l'environnement, il est nécessaire de la décomposer en sous-compétences, en comportements ou en tâches particulières. Boulet et ses collègues (2020) ont défini un référentiel au sujet du numérique écoresponsable à destination des enseignants de la filière informatique.

Dans ce panorama (Boulet *et al.*, 2020), on retrouve un sous-domaine relatif à la compréhension des impacts environnementaux du numérique. Ainsi, il s'agit de comprendre les impacts directs (durant le cycle de vie, par type de matériel, par type d'usage), mais également les impacts indirects comme ceux sur la société ou la santé. Cette compréhension se reflète par une prise de conscience. Toujours dans ce référentiel, il est question de mesurer et d'évaluer l'impact environnemental d'un usage numérique. Pour ce faire, il est proposé d'utiliser la théorie de l'analyse du cycle de vie (ACV). L'analyse du cycle de vie est l'outil le plus complet et visuel pour évaluer l'impact des technologies sur toutes les composantes de notre société (écologique, social, santé, etc.) (Courboulay, 2021). « L'analyse de l'impact de nos modes de vie numériques » (Descamps *et al.*, 2022a, § 25) est aussi l'une des trois composantes de la littératie de la sobriété numérique.

Toujours selon le *Référentiel de connaissances pour un numérique écoresponsable* (Boulet *et al.*, 2020), il apparaît prépondérant de former les apprenants à la compréhension des normes, des labels et des réglementations liés au numérique responsable. Ce référentiel insiste également sur la nécessité pour eux d'être capables d'appliquer des mécanismes écoresponsables lors de l'achat d'outil technologique. Le dernier sous-domaine de ce référentiel (Boulet *et al.*, 2020) encourage

à l'adoption d'un numérique écoresponsable. Le numérique peut aussi permettre une meilleure compréhension du monde, une diminution des déplacements, un contrôle des ressources ou encore des bénéfices socio-environnementaux. Dans notre modèle de littératie de la sobriété numérique (Descamps *et al.*, 2022a), cet aspect est également mis en avant. Dans ce modèle, nous mettons en évidence qu'il s'agit aussi de rechercher et d'identifier des solutions numériques pour protéger l'environnement, tout en exerçant son esprit critique et la nuance afin d'éviter le solutionnisme technologique (Abrassart *et al.*, 2020 ; Lemetin, 2023).

Le panorama de connaissances pour un numérique écoresponsable met en évidence la capacité d'agir comme un élément à développer chez les apprenants (Boulet *et al.*, 2020). La troisième dimension de la littératie de la sobriété numérique (Descamps *et al.*, 2022a) consiste à utiliser le numérique de manière plus responsable notamment en appliquant la règle des 5R (Refuser – Réduire – Réparer – Réutiliser – Recycler). Pour s'éduquer à la sobriété numérique, il convient d'être capable d'agir et de développer des actions collectives pour réduire l'impact des technologies. Le cadre de compétences d'éducation relatives à l'environnement et au développement durable de la Fédération Wallonie Bruxelles (2013) met également en avant cet aspect. En effet, l'une des compétences demande de « développer et mettre en œuvre des projets environnementaux » (p. 12). Il y est conseillé de développer la capacité de « se motiver et motiver les autres à agir dans la perspective d'un développement respectueux de l'environnement » (p. 12).

Selon Descamps *et al.* (2022a) et Carretero *et al.* (2017), une éducation à la sobriété numérique se déploie aussi dans l'exercice des axes des compétences numériques du *DigComp*.

Pour l'axe *Information and data literacy*, il s'agit de former les individus à la recherche, l'évaluation et la gestion des informations, des données et des contenus numériques. Pour un numérique écoresponsable, il convient de rechercher des informations en minimisant son impact sur l'environnement, de gérer et d'organiser des espaces numériques de manière écoresponsable.

- L'axe *Communication and collaboration* encourage les citoyens à communiquer et collaborer en ligne de manière plus responsable.
- L'axe *Digital content creation* ambitionne de sensibiliser les citoyens à l'application des principes d'écoconception lors de création de contenu multimédia.
- L'axe *Safety* concerne la protection des espaces numériques et des données. Ce sont aussi des compétences à développer pour un numérique écoresponsable. En effet, en protégeant et résolvant des problèmes techniques, il est possible de conserver son matériel plus longtemps.
- L'axe *Problem solving* comprend l'identification des besoins et des réponses technologiques. Adapté à la sobriété numérique, il s'agit d'identifier des outils numériques plus respectueux de l'environnement. Cet axe de compétence demande d'utiliser créativement les technologies. Il est question d'utiliser de manière responsable les technologies afin de réduire son impact sur l'environnement.

2.3. Les usages

Comme stipulé pour analyser la maturité numérique (Digital Wallonia, 2021), les usages du numérique sont aussi à prendre en compte. De plus, comme le met en avant Bosler (2023), les pratiques individuelles sont en lien avec la médiation des savoirs en EMI. Elles sont donc à prendre en compte pour comprendre le passage de ses usages à des pratiques collectives. C'est pourquoi, grâce à une revue de la littérature

(Ferreboeuf, 2018 ; Ademe, 2021 ; Ademe, 2022 ; Bordage, 2019, Bordage et Chatard, 2019 ; Efoui-Hess, 2019 ; Bordage, 2021 ; Courboulay, 2021), nous avons identifié les gestes qui permettent de réduire son empreinte numérique. Les usages écoresponsables s'articulent autour de quatre catégories (Descamps, Temperman et De Lièvre, 2022b) : la navigation en ligne, la communication en ligne, la gestion d'un environnement numérique et la consommation.

2.3.1. Les usages relatifs à la navigation en ligne

L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (2021 ; 2022) donne des clés pour agir. Il est possible de mettre en place des actions lors des recherches sur le web en allant au plus court (Ademe, 2021). L'utilisation des favoris et l'enregistrement des sites consultés régulièrement permettent de réduire son impact environnemental. Il est aussi possible d'adopter des comportements plus sobres en utilisant un moteur de recherche plus responsable, en ciblant sa recherche par l'utilisation de mots-clés pertinents ou encore en écrivant l'URL complète du site dans la barre du navigateur.

Le rapport de *The Shift Project* sur l'analyse de l'impact de l'usage des vidéos en ligne (Efoui-Hess, 2019) liste des recommandations précises. En effet, ce rapport met en avant que 80 % des flux de données en ligne sont consacrés aux vidéos. En 2019, le flux de vidéos en ligne engendrait 306 millions de tonnes de CO2 ce qui correspond à 20 % de l'empreinte numérique. Pour réduire cet impact, il existe différents comportements à adopter : limiter son usage du streaming, réduire la résolution des vidéos lors du visionnage ou encore désactiver la lecture automatique des vidéos.

L'Ademe (2021) propose des comportements probants à adopter pour réduire les consommations électriques du numérique par exemple en limitant son nombre d'onglets ouverts ou en évitant de charger des

pages inutiles pour réduire son impact environnemental. Enfin, toujours pour réduire son empreinte numérique lors de la navigation en ligne, il est aussi possible d'utiliser un bloqueur de publicité (Bordage, 2021).

2.3.2. Les usages relatifs à la communication

Selon l'Ademe (2021), il est possible de réduire son impact sur l'environnement en maîtrisant les flux et le stockage des données. Des actions peuvent être menées lors de la communication en ligne pour une meilleure gestion des mails : réduire son nombre de mails envoyés pour réduire son flux de données ; vider sa boîte mail pour supprimer les données inutiles stockées dans les centres de données, se désabonner aux newsletters pour éviter un flux de mail inutile ou encore compresser les pièces jointes lors de l'envoi d'un mail afin de réduire sa taille. Dans son rapport, *The Shift Project* (Ferreboeuf, 2018) conseille de « favoriser l'échange de documents bureautiques *via* une plateforme partagée » (p. 39). Il existe aussi des espaces de dépôts temporaires à privilégier lors de l'envoi de pièces jointes.

La communication en ligne peut également se faire sous la forme de flux vidéo comme la vidéoconférence. *The Shift Project* (Efoui-Hess, 2019) recommande de diminuer notre impact lié à ce flux de données, par exemple en allumer sa caméra uniquement quand c'est nécessaire lors des visioconférences. Pour réduire l'impact des flux vidéo, il est possible de mettre en place des principes d'écoconception comme en réalisant des capsules vidéo en basse définition afin de réduire le flux de données lors du visionnage. Lors de la communication en ligne et la création de contenu, il est possible de mettre en place d'autres principes d'écoconception (Bordage *et al.*, 2019), par exemple, en optimisant la qualité des visuels produits ou encore en évitant de surcharger les créations numériques. Enfin, il est recommandé de

communiquer et sensibiliser les autres au sujet des impacts environnementaux du numérique (Bordage, 2021).

2.3.3. Les usages relatifs à la gestion d'un environnement

Pour une gestion plus écoresponsable des environnements numériques, l'Ademe (2019a) propose plusieurs conseils. Tout d'abord, pour limiter les consommations électriques, il est possible d'utiliser le mode économie d'énergie de son appareil et de réduire la luminosité.

Des actions peuvent être menées au niveau du stockage des données (Ademe, 2019a). Au niveau de la gestion d'un environnement, l'utilisateur peut supprimer les logiciels non désirés installés sur son appareil afin de le garder plus longtemps ou encore trier ses données personnelles afin de réduire les données consommant de l'énergie. Cette agence préconise aussi de préférer le stockage local au cloud. Pour ce faire, il est conseillé de réfléchir à la nécessité du stockage sur le cloud en stockant uniquement les éléments utiles afin de réduire les données stockées dans les centres de données. Un autre usage probant est le stockage des documents sur un disque dur externe afin de ne pas dégrader la mémoire de nos appareils.

De plus, d'autres comportements sont à adopter au niveau du type de connexion (Bordage, 2021 ; Ferreboeuf, 2018). Il est recommandé de privilégier la connexion Internet filaire de type Ethernet par rapport au Wi-Fi et de privilégier le Wi-Fi aux données mobiles. Bordage (2021) conseille aussi d'éviter les téléchargements inutiles et de paramétrer ses appareils pour contrôler et supprimer les consommations cachées des applications.

2.3.4. Les usages relatifs à la consommation numérique

Pour des comportements écoresponsables lors de la consommation numérique, Courboulay (2021) propose de se servir de la règle des 5R (Refuser – Réduire – Réparer – Réutiliser – Recycler). Ainsi, il

conviendra de refuser l'achat de matériel et de service numérique pour réduire son empreinte. Pour une modération, l'Ademe (2019a) préconise de s'équiper léger et d'acheter du matériel adapté aux besoins. Pour ce faire, le consommateur peut limiter le nombre d'équipements numériques ou d'objets connectés. Le rapport de *The Shift Project* (Ferreboeuf, 2018) prescrit d'allonger la durée de vie des équipements d'une part en réparant ses équipements avant d'en racheter un nouveau, d'autre part, en privilégiant l'achat de matériel reconditionné ou d'occasion pour réduire son empreinte numérique. De nombreux auteurs (Ademe, 2019a ; Bordage, 2019 ; Bordage, 2021 ; Courboulay, 2021) insistent aussi sur l'importance du recyclage. En effet, il existe des centres qui récupèrent nos déchets d'équipements électriques et électroniques.

L'Ademe (2019a) propose de limiter les consommations électriques en débranchant le chargeur de son appareil dès que celui-ci est rechargé. De même, elle préconise de limiter ses achats en ligne. En effet, le e-commerce suscite une multiplication des trajets qui augmente la production de CO2. Une consommation plus responsable du numérique se retranscrit également par une optimisation des impressions par exemple en paramétrant l'impression ou en imprimant uniquement quand c'est nécessaire. Enfin, il s'agit d'utiliser les logiciels en ligne plus écoresponsables. Pour les enseignants, il existe, par exemple, *La Digitale*⁶³ (Zimmert, 2022), une boîte à outil éducatif libre, responsable en termes de sobriété numérique.

3. Méthodologie

Cette recherche se concentre sur l'évaluation de la préparation des acteurs de l'éducation envers la sobriété numérique. Notre attention se

⁶³ <https://ladigitale.dev/>. Consulté le 3 octobre 2023.

porte d'une part sur leur perception de compétence et d'autre part sur leurs pratiques déclarées. Afin de mener cette évaluation, nous avons conçu une enquête spécifique qui a été diffusée sur les réseaux sociaux (Facebook, LinkedIn, etc.).

Digital Wallonia (2021) définit la maturité numérique comme étant le « niveau de compétence [...] dans la manipulation et la compréhension des outils numériques » (p. 34). Il s'agit donc d'associer à parts égales, le sentiment de compétence et le niveau d'utilisation du numérique. Le concept de maturité est retenu, car il prend en compte ces deux dimensions qui permettent d'adopter une véritable posture durable. En effet, déployer la sobriété numérique n'implique pas seulement de reconnaître l'impact environnemental, mais il convient aussi de pratiquer un usage responsable (Bordage, 2019 ; Descamps *et al.*, 2022a). Comme dans le baromètre de Digital Wallonia (2021), chacun de ces champs se compose systématiquement en deux séries d'items spécifiques à la sobriété numérique : l'une relative aux sentiments de compétence (15 items) et l'autre, relative aux usages déclarés (40 items).

À travers différentes analyses descriptives, nous étudions le sentiment de compétence des acteurs de l'éducation en matière de la maturité de sobriété numérique ainsi que leurs usages écoresponsables des technologies. Pour ce faire, ces actions ont été regroupées en quatre catégories (Descamps *et al.*, 2022b) : la navigation en ligne, la communication, la gestion d'un environnement numérique et la consommation numérique.

Afin de compléter cette analyse à plat, nous avons effectué des corrélations entre les 55 items. Nous ne présenterons que les corrélations les plus significatives, c'est-à-dire les corrélations supérieures à .5. En effet, nous avons pu constater que les corrélations

au sein d'une même dimension sont étroitement liées. Pour évaluer ces corrélations, nous nous appuyons sur l'échelle de De Landsheere (1979) qui interprète les coefficients de corrélation de la manière suivante : $r = 0,40$ à $0,60$: corrélation marquée, mais sans conclusion solide ; $r = 0,60$ à $0,80$: bonne corrélation.

3.1. Questions de recherche

Les formations à distance visant à sensibiliser les citoyens et les professionnels de l'enseignement à l'impact environnemental des TIC sont de plus en plus répandues (Perrot Bernardet et Parry, 2017 ; Descamps *et al.*, 2022b). La thématique de la sobriété numérique devient également un enjeu sociétal (Amichaud, 2021 ; Bordage, 2021 ; Courboulay, 2021 ; Efoui-Hess, 2019 ; Vidalenc, 2019). Néanmoins, l'étude de Mannila (2018) relative au sentiment d'auto-efficacité des enseignants par rapport à l'ensemble des compétences numériques met en lumière que la protection de l'environnement faisait partie des résultats les plus faibles. Par conséquent, il nous semble légitime de nous questionner sur la situation actuelle. Notre état des lieux s'articulera donc autour de deux questions de recherche principales :

- **Q1** : Comment se caractérise le sentiment de compétence des acteurs de l'éducation par rapport aux différentes composantes de la sobriété numérique ?
- **Q2** : Quels sont les usages numériques écoresponsables déclarés par les acteurs de l'éducation ?

3.2. Échantillon

53 acteurs de l'éducation ont spontanément répondu à notre enquête qui était initialement destinée à tous les citoyens. Concernant les caractéristiques générales des sujets, 67,9 % sont des femmes ($N = 36$) et 32,1 % sont des hommes ($N = 17$). Leur moyenne d'âge est de

40,4 ans. Nos participants à l'enquête sont majoritairement belge (90,6 %).

3.2.1. Profil professionnel des acteurs de l'éducation

Notre échantillon comprend les différentes catégories d'enseignants : 3,8 % provenant du préscolaire, 13,2 %, du primaire, 17 % du secondaire inférieur (équivalent du collège en France), 11,3 % du secondaire supérieur (équivalent lycée) et 18,9 % issus de l'enseignement supérieur (Hautes écoles et universités). La catégorie « autre » regroupe d'autres types d'acteurs de l'éducation tels que des conseillers pédagogiques, des technopédagogues ou chercheurs en éducation ou encore des éducateurs. Cette catégorie inclut également du personnel éducatif qui n'enseigne pas.

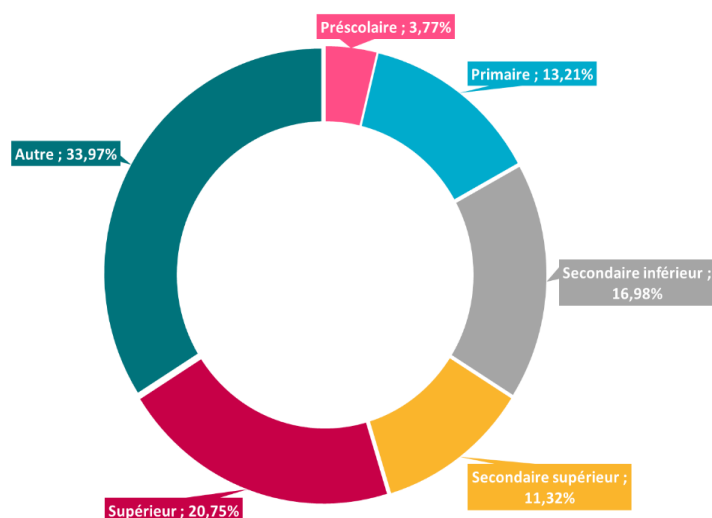


Figure 25. Graphique répartissant les répondants selon leur fonction dans l'enseignement

Notre enquête proposait au sujet de spécifier la ou les disciplines enseignées. Nous avons classé ses disciplines par catégories. Les disciplines les plus enseignées par nos participants sont du domaine de l'éducation aux technologies (13,2 %) ou de l'enseignement des sciences humaines (13,2 %). Parmi les autres domaines disciplinaires,

des répondants enseignent la pédagogie (7,6 %), les sciences (5,7 %), les mathématiques (5,7 %), l'éducation physique (3,8 %), l'éducation à la citoyenneté (1,9 %), le français (1,9 %) et l'art (1,9 %).

Précisons, également, que 32,1 % des sujets disent exercer une profession en lien avec les technologies : technopédagogues, enseignants chargés de cours dans le domaine du numérique, enseignants qui utilisent les TIC en classe. À moindre mesure, seulement 5,7 % des participants précisent avoir un métier en lien avec l'environnement ou l'écologie comme en étant membres de la cellule développement durable.

3.2.2. Sensibilité au numérique, à l'écologie et à l'impact du numérique sur l'environnement

34 Afin de préciser le profil de notre public par rapport à leur sensibilité au numérique, à l'écologie et à la thématique de la sobriété numérique, chaque participant de l'enquête devait se positionner sur une échelle de Likert allant de 0, correspondant à « Pas du tout d'accord », à 3, correspondant à « Tout à fait d'accord ». En effet, particulièrement quand on aborde les enjeux écologiques, la sensibilité des sujets influence leur comportement (Zaiem, 2005) et de surcroît leur participation à l'enquête.

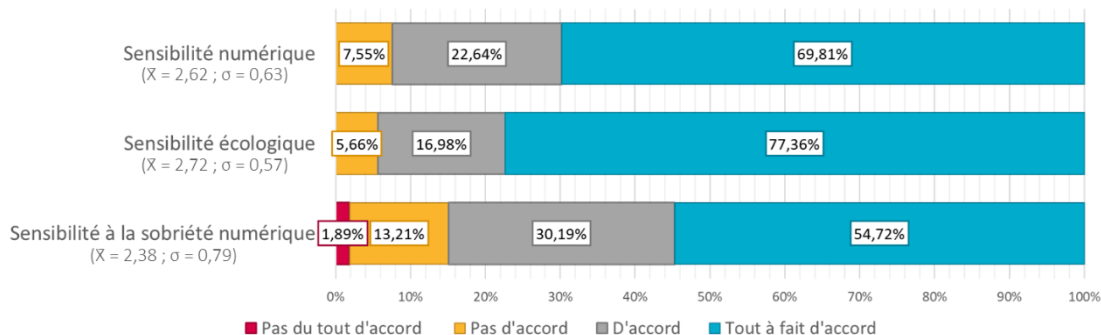


Figure 26. Le degré de sensibilité des acteurs de l'éducation en fonction des différentes thématiques : le numérique, l'écologie et la sobriété numérique.

La très grande majorité de nos sujets déclare être « Tout à fait d'accord » (68,8 %) ou « D'accord » (22,6 %) avec le fait qu'ils sont sensibles aux thématiques en lien avec les technologies et à l'impact du numérique sur l'être humain ($\bar{X} = 2,62$; $\sigma = 0,63$). Les répondants portent aussi de l'intérêt à l'écologie et la protection de l'environnement (« Tout à fait d'accord » = 77,4 % ; « D'accord » = 17 % ; $\bar{X} = 2,72$; $\sigma = 0,57$).

En ce qui concerne leur sensibilité aux impacts environnementaux des technologies et à la sobriété numérique, la majorité porte de l'intérêt à cette thématique (« Tout à fait d'accord » = 54,7 % ; « D'accord » = 30,2 %). Cet item récolte des résultats légèrement plus faibles que les autres ($\bar{X} = 2,38$; $\sigma = 0,79$) et 1,9 % des sujets estiment ne pas du tout être sensible à la sobriété numérique. Pour rappel, cette enquête a fait l'objet d'une participation spontanée. Les répondants avaient donc initialement un certain intérêt par rapport à notre thématique pour répondre au questionnaire.

4. Analyse des résultats

4.1. Analyse du sentiment de compétence des enseignants concernant la sobriété numérique

La figure 27 illustre la perception de compétence de nos sujets envers divers éléments (Items du questionnaire). Ces items ont été construits en croisant les différents documents-cadres pour identifier les composantes du sentiment de compétence relative à la sobriété numérique (Descamps *et al.*, 2022a ; Digital Wallonia, 2021 ; Boulet *et al.*, 2020 ; Carretero *et al.*, 2017 ; Fédération Wallonie Bruxelles, 2013). Nos participants devaient se positionner sur une échelle de Likert allant de 0 à 3 : 0 correspondant à « aucune capacité » et 3 à de « très bonnes capacités » dans ce domaine. Sur la figure 27,

leurs sentiments de compétence sont ordonnés de manière décroissante, du plus élevé au plus bas. Les sondés ont en moyenne un sentiment de compétence de 1,14 ($\sigma = 0,63$), c'est-à-dire qu'ils s'estiment peu performants dans le domaine de la sobriété numérique.

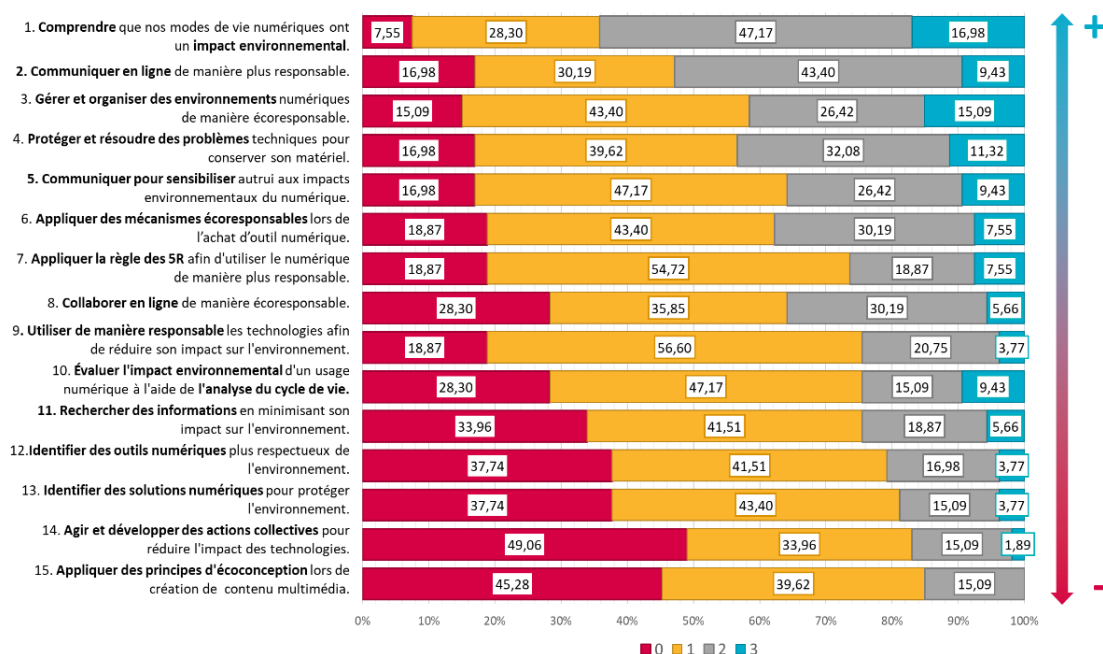


Figure 27. Le sentiment de compétence des acteurs de l'éducation en matière de sobriété numérique (%)

L'item qui obtient le sentiment de compétence le plus élevé concerne la compréhension de l'impact environnemental de nos modes de vie numériques ($\bar{X} = 1,74$; $\sigma = 0,84$). Ce résultat peut s'expliquer par la diffusion, ces dernières années, de cette problématique dans la sphère médiatique et scientifique (Ferreboeuf, 2018 ; Bordage, 2019, Efoui-Hess, 2019 ; Bordage, 2021 ; Courboulay, 2021). Bien que ce soit le sentiment de compétence le plus élevé, ils se considèrent néanmoins relativement compétents (28,3 %) ou déclarent un niveau intermédiaire (47,2 %) à cet égard.

Ensuite, les acteurs de l'éducation estiment aussi être capables de communiquer en ligne ($\bar{X} = 1,45$; $\sigma = 0,89$), gérer et organiser des

environnements numériques de manières responsables ($\bar{X} = 1,42$; $\sigma = 0,93$). Ils pensent également être capables de protéger et résoudre des problèmes techniques pour conserver leur matériel ($\bar{X} = 1,38$; $\sigma = 0,90$), ainsi que de communiquer pour sensibiliser autrui aux impacts environnementaux du numérique ($\bar{X} = 1,28$; $\sigma = 0,86$).

Cinq items obtiennent des résultats moyens. En effet, les acteurs de l'éducation ne se sentent pas forcément capables d'appliquer des mécanismes écoresponsables lors de l'achat d'outil numérique ($m = 1,23$; $\sigma = 0,86$), d'appliquer la règle des 5R ($m = 1,15$; $\sigma = 0,82$) ou encore de collaborer en ligne de manière écoresponsable ($m = 1,13$; $\sigma = 0,90$). De plus, nos sujets n'estiment pas forcément savoir utiliser de manière responsable les technologies afin de réduire son impact sur l'environnement ($m = 1,09$; $\sigma = 0,74$) et évaluer l'impact environnemental d'un usage numérique à l'aide de l'analyse du cycle de vie ($m = 1,06$; $\sigma = 0,91$).

En ce qui concerne les sentiments de compétence les plus faibles, nos participants ne se sentent pas capables de rechercher des informations en minimisant leur impact sur l'environnement ($\bar{X} = 0,96$; $\sigma = 0,88$) et d'identifier des technologies plus respectueuses de l'environnement ($\bar{X} = 0,87$; $\sigma = 0,83$). La figure 27 montre également qu'ils ont de faibles connaissances pour identifier des solutions numériques pour protéger l'environnement ($\bar{X} = 0,85$; $\sigma = 0,82$), ainsi que pour agir et développer des actions collectives pour réduire l'impact des technologies ($\bar{X} = 0,70$; $\sigma = 0,80$).

Enfin, l'application des principes d'écoconception lors de création de contenu multimédia est le sentiment de compétence le plus faible ($\bar{X} = 0,70$; $\sigma = 0,72$). En effet, 45,3 % des sujets n'ont aucune connaissance dans ce domaine. Il est possible d'expliquer ce résultat par le fait qu'il n'existe pas à l'heure actuelle, à notre connaissance, de formation ou

de ressource pour concevoir du contenu pédagogique appliquant les principes d'écoconception.

Les corrélations entre les items relatives aux sentiments de compétence sont étroitement liées et significatives. Nous souhaitons donc mettre en avant les corrélations les plus marquées, tout en faisant preuve de prudence, car elles sont pour la plupart comprises entre $r = 0.4$ et $r = 0.6$ et ne peuvent donc pas faire l'objet de robuste conclusion (De Landsheere, 1979).

Le sentiment de compétence face à la compréhension de l'impact environnemental des technologies de nos sujets est corrélé avec plusieurs autres variables. Un sujet qui comprend se sentira plus capable de sensibiliser autrui ($r = .562$; $p < .001$), de faire appel à l'analyse du cycle de vie comme outil d'analyse ($r = .555$; $p < .001$), d'identifier des solutions numériques qui protègent l'environnement ($r = .546$; $p < .001$), de gérer un environnement numérique de manière écoresponsable ($r = .522$; $p < .001$), de communiquer en ligne de manière écoresponsable ($r = .506$; $p < .001$) ou encore de rechercher des outils numériques plus respectueux. ($r = .504$; $p < .001$). La compréhension de l'impact de nos modes de vie sur l'environnement est d'ailleurs liée à la mise en œuvre d'une utilisation écoresponsable des technologies numériques ($r = .602$; $p < .001$). L'analyse des données montre qu'il y a un besoin de comprendre pour se sentir capable d'agir.

De même, le sentiment d'être capable de mettre en œuvre une utilisation du numérique écoresponsable est en lien avec de nombreux autres sentiments de compétence. Quand nos participants se sentent compétents à utiliser de manière écoresponsable les technologies numériques, ils se sentent aussi capables d'identifier des solutions numériques qui protègent l'environnement ($r = .745$; $p < .001$),

d'identifier des outils numériques respectueux de l'environnement ($r = .681$; $p < .001$), de rechercher une information en ligne en minimisant l'impact sur l'environnement ($r = .679$; $p < .001$).

46Par ailleurs, le sentiment de compétence face à l'utilisation responsable est aussi corrélé de manière marquée avec les sentiments de compétence concernant la gestion d'un environnement numérique ($r = .599$; $p < .001$), l'application des principes d'écoconception ($r = .560$; $p < .001$), la mise en place d'actions collectives ($r = .564$; $p < .001$), la sensibilisation des autres ($r = .545$; $p < .001$), l'évaluation de l'impact environnemental d'un usage numérique à l'aide de l'analyse du cycle de vie ($r = .538$; $p < .001$) ou encore la communication en ligne de manière plus responsable ($r = .504$; $p < .001$).

4.2. État des lieux des usages écoresponsables des technologies des enseignants

Lors de notre enquête, les usages déclarés des acteurs de l'éducation ont été récoltés en fonction de quatre dimensions d'usages : la navigation en ligne, la communication, la gestion de l'environnement numérique et la consommation numérique. Les participants devaient se positionner sur une échelle de Likert allant de 0, correspondant à « jamais », à 3, signifiant « quotidiennement » ou « à chaque fois ». Notons qu'il peut exister un décalage entre les pratiques déclarées et les pratiques effectives (Damar, 2018). Les 4 dimensions d'usages sont classées de l'item obtenant les meilleurs résultats à l'item obtenant les plus faibles résultats. Nous avons calculé des coefficients de corrélation entre chacun des usages écoresponsables présentés ci-dessous et entre ces pratiques déclarées et les sentiments de compétence. La majorité des corrélations étant trop basse, nous avons retenu uniquement les résultats supérieurs à $r = 0.5$.

4.2.1. La consommation numérique

La première catégorie présente les résultats relatifs à la consommation numérique de manière écoresponsable de nos acteurs de l'éducation (figure 28). En comparaison aux autres catégories, les usages de cette dimension obtiennent la meilleure moyenne ($\bar{X} = 1,82$; $\sigma = 0,58$), c'est-à-dire que les participants déclarent mettre en place ces usages de temps en temps. = 1,28 ; $\sigma = 0,86$).

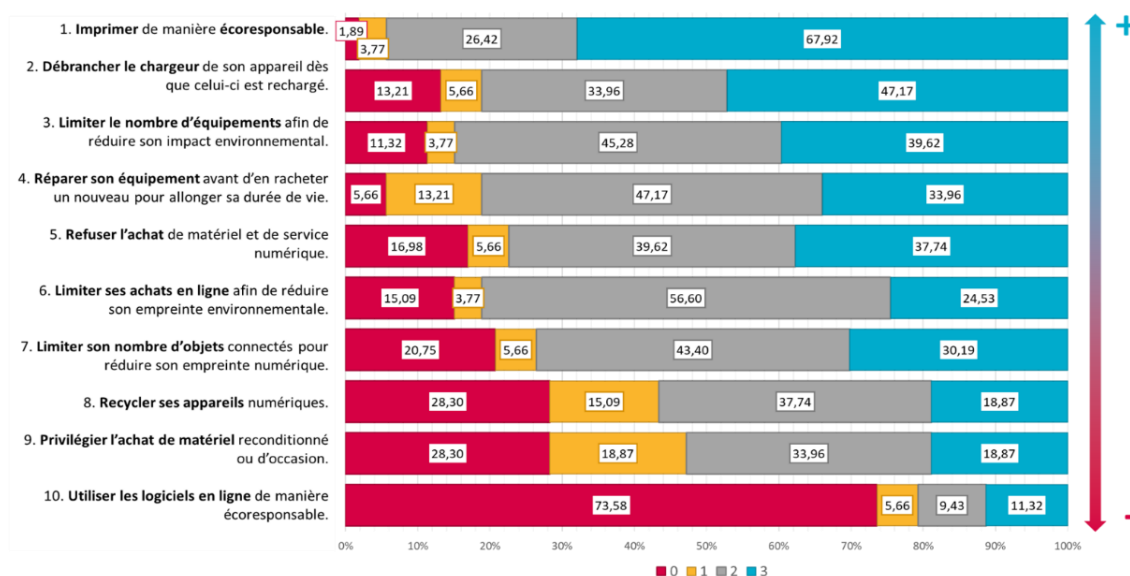


Figure 28. Les usages écoresponsables en matière de consommation numérique des acteurs de l'éducation (%)

Le geste le plus représenté chez nos acteurs de l'éducation est l'impression écoresponsable, par exemple en imprimant de manière recto verso ($\bar{X} = 2,60$; $\sigma = 0,66$). 67,9 % réalisent cette action systématiquement. Un des participants précise dans l'espace ouvert qu'il s'agit d'ailleurs « d'une directive de l'école ».

Nous observons que la majorité des items de cette catégorie présentent une moyenne assez élevée et de bons résultats. Ainsi, nos sujets déclarent débrancher le chargeur de leurs appareils technologiques dès

que celui-ci est rechargé pour réduire sa consommation ($\bar{X} = 2,15$; $\sigma = 1,03$), limiter leur nombre d'équipements afin de réduire la production de matériels ($\bar{X} = 2,13$; $\sigma = 0,94$) et réparer leur équipement avant d'en racheter un nouveau pour allonger leur durée de vie ($\bar{X} = 2,09$; $\sigma = 0,84$). Ils tentent aussi de refuser l'achat de matériel et de service en ligne ($\bar{X} = 1,98$; $\sigma = 1,07$), de limiter leurs achats en ligne ($\bar{X} = 1,91$; $\sigma = 0,95$) et de réduire leur nombre d'objets connectés ($\bar{X} = 1,83$; $\sigma = 1,09$). Concernant ce dernier comportement, nous observons qu'il est corrélé avec l'action de débrancher les équipements numériques quand le chargement est atteint ($r = .517$; $p = < .001$).

Deux items récoltent des résultats plus disparates. En effet, 18,9 % des participants déclarent recycler leurs appareils numériques systématiquement, 37,7 % de temps en temps et 28,3 % ne le font jamais ($\bar{X} = 1,47$; $\sigma = 1,10$). De même, les résultats sont mitigés concernant l'achat de matériel reconditionné ou d'occasion ($\bar{X} = 1,43$; $\sigma = 1,10$). Une des participantes précise « ne plus se tourner vers le reconditionné, car elle a été déçue ». Il y a d'ailleurs, un lien de corrélation entre le fait de privilégier l'achat de matériel reconditionné ou d'occasion et le sentiment d'être capable d'appliquer des mécanismes écoresponsables ($r = .576$; $p = < .001$). Enfin, 73,6 % de nos acteurs de l'éducation déclarent ne jamais utiliser de logiciels en ligne de manière écoresponsable ($\bar{X} = 0,58$; $\sigma = 1,06$).

4.2.2. La gestion d'un environnement numérique

La deuxième catégorie d'usages concerne la gestion écoresponsable d'un environnement numérique. Le positionnement moyen des sujets sur l'échelle de Likert par rapport à ces actions est de 1,74. En comparaison aux autres items, il s'agit de l'idée où les personnes expriment l'avis le plus hétérogène ($\sigma = 0,74$).

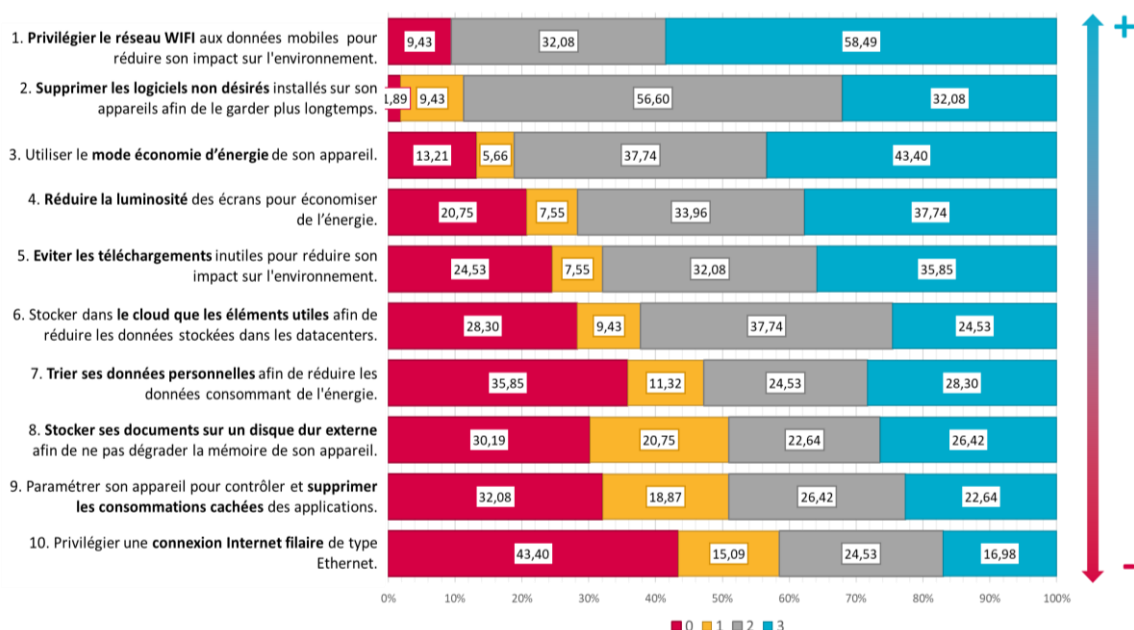


Figure 29. Les usages écoresponsables en matière de gestion d'environnement numérique des acteurs de l'éducation (%)

Sur la figure 29, nous constatons que l'usage le plus diffusé et réalisé systématiquement, par nos participants (58,5 %) est de privilégier le réseau Wi-Fi aux données mobiles ($\bar{X} = 2,40$; $\sigma = 0,91$). Parmi les actions ayant les meilleurs résultats, on retrouve également la suppression des logiciels non désirés installés sur les appareils pour rallonger leur durée de vie ($\bar{X} = 2,19$; $\sigma = 0,68$). En effet, 56,6 % réalisent cette action de temps en temps et 32,1 % la réalisent quotidiennement.

De plus, 43,4 % utilisent quotidiennement le mode économie d'énergie de son appareil et 37,7 % l'emploient de temps en temps ($\bar{X} = 2,11$; $\sigma = 1,01$). 37,7 % des sondés déclarent réduire la luminosité des écrans pour économiser de l'énergie de manière systématique et 34 % de temps en temps ($\bar{X} = 1,89$; $\sigma = 1,14$). D'ailleurs, le sentiment de compétence relative à la gestion et à l'organisation écoresponsables des environnements numériques est corrélé avec l'utilisation du mode économie d'énergie ($r = .570$; $p = < .001$) et la réduction de la

luminosité des écrans ($r = .513$; $p = < .001$). Ces deux usages sont d'ailleurs étroitement liés ($r = .619$; $p = < .001$). 35,9 % évitent systématiquement les téléchargements inutiles et 32,1 % essaient de le faire de temps en temps ($\bar{X} = 1,79$; $\sigma = 1,18$).

Les usages suivants obtiennent des résultats assez disparates. En effet, concernant le stockage sur le cloud, 24,5 % essaient systématiquement de n'y stocker que les éléments utiles, 37,7 % le font de temps en temps et 28,3 % ne le font jamais ($\bar{X} = 1,58$; $\sigma = 1,15$). Les résultats sont aussi mitigés pour le tri des données personnelles ($\bar{X} = 1,45$; $\sigma = 1,25$) et le stockage des documents sur un disque dur externe ($\bar{X} = 1,45$; $\sigma = 1,19$). D'ailleurs, ces deux pratiques déclarées sont corrélées ($r = .588$; $p = < .001$). Nos répondants n'expriment pas un avis positif concernant le paramétrage des appareils numériques pour contrôler et supprimer les consommations cachées des applications ($\bar{X} = 1,40$; $\sigma = 1,17$). Dans le même sens, 43,4 % des répondants ne privilégient pas la connexion Internet filaire de type Ethernet au Wi-Fi ($\bar{X} = 1,15$; $\sigma = 1,17$). Une des participantes précise que le « Wi-Fi est plus pratique ». Concernant la gestion des environnements numériques, un de nos sujets signale de manière globale que « tout le monde n'a pas les compétences techniques pour avoir ses usages ».

4.2.3. La navigation en ligne

La figure 30 représente les usages déclarés de nos sujets en ce qui concerne leur navigation en ligne. La moyenne des positionnements est de 1,47 ($\sigma = 0,66$).

L'action qui récolte le meilleur résultat est le fait de cibler sa recherche en utilisant des mots-clés pertinents pour réduire son impact environnemental ($\bar{X} = 2,28$; $\sigma = 0,84$). En effet, 45,3 % indiquent le faire à chaque fois qu'ils réalisent une recherche. Le même pourcentage de participants c'est-à-dire 45,3 % signifient qu'ils utilisent

quotidiennement les favoris pour y enregistrer les sites consultés régulièrement ($\bar{X} = 2,09$; $\sigma = 1,06$) et emploient un bloqueur de publicité ($\bar{X} = 1,85$; $\sigma = 1,25$).

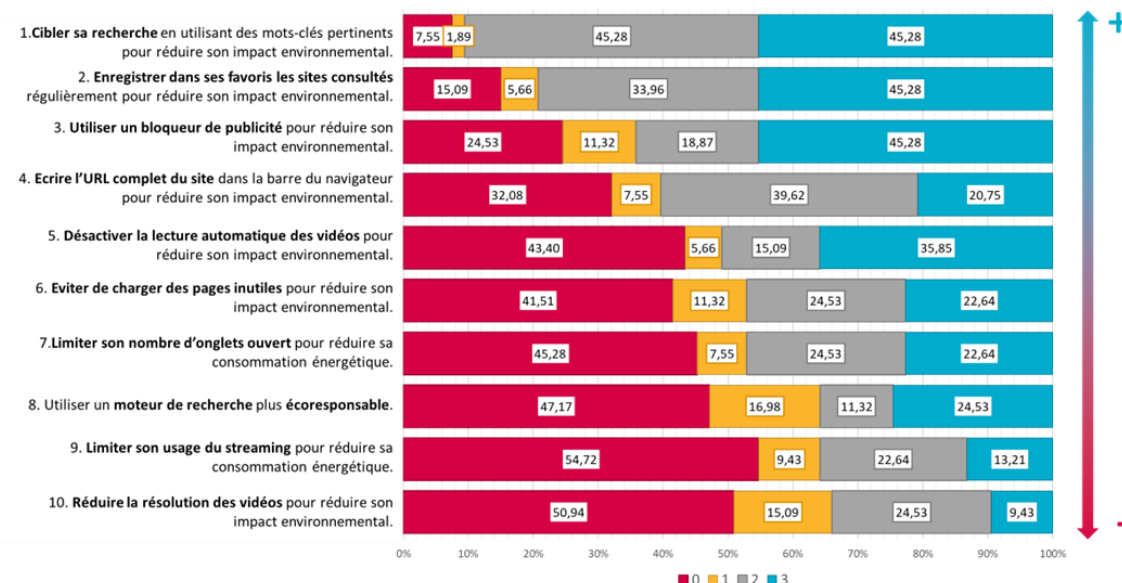


Figure 30. Les usages écoresponsables en matière de navigation en ligne des acteurs de l'éducation (%)

Plusieurs items obtiennent des résultats plus mitigés. Particulièrement la rédaction complète de l'URL dans la barre du navigateur ($\bar{X} = 1,49$; $\sigma = 1,15$). En effet, 20,8 % le font à chaque fois, 39,6 % le font parfois et 32,1 % ne le font jamais. 43,4 % des participants ne désactivent jamais la lecture automatique des vidéos ($\bar{X} = 1,43$; $\sigma = 1,37$). 41,5 % des sondés n'essayent jamais d'éviter de charger des pages inutiles ($\bar{X} = 1,28$; $\sigma = 1,23$) et 45,3 % ne tentent pas de limiter leur nombre d'onglets ouverts pour réduire sa consommation énergétique ($\bar{X} = 1,25$; $\sigma = 1,25$). D'ailleurs, ces deux comportements déclarés sont corrélés ($r = .718$; $p < .001$). 47,2 % des sujets n'utilisent pas un moteur de recherche plus écoresponsable ($\bar{X} = 1,13$; $\sigma = 1,26$). À ce propos, un participant précise dans l'espace commentaire que « les

moteurs de recherche responsables ne sont souvent pas aussi efficaces que Google ».

En ce qui concerne le visionnage des vidéos en ligne, alors que ce dernier a un impact considérable sur l'environnement, à cause de son usage intensif (Efoui-Hess, 2019), les participants ne mettent pas vraiment en place des actions écoresponsables. En effet, la majorité des sondés, c'est-à-dire 54,7 %, ne limite pas son usage du streaming pour réduire sa consommation énergétique ($\bar{X} = 0,94$; $\sigma = 1,15$). Ils ne réduisent pas non plus la résolution des vidéos pour réduire leurs impacts environnementaux (« jamais » = 50,9 %) ($\bar{X} = 0,92$; $\sigma = 1,07$).

4.2.4. La communication

La catégorie qui obtient la plus faible moyenne des positionnements sur l'échelle de Likert concerne la communication ($\bar{X} = 1,14$; $\sigma = 0,63$).

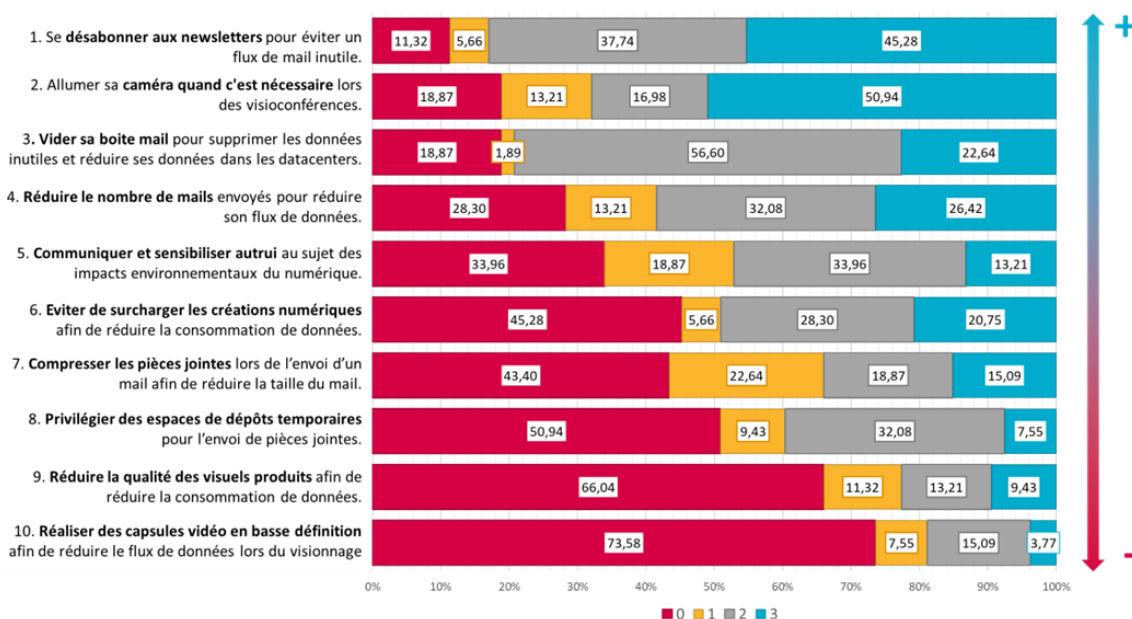


Figure 31. Les usages écoresponsables en matière de communication numérique des acteurs de l'éducation (%)

Comme le montre la figure 31, les répondants expriment un avis positif par rapport à deux usages. Ainsi, 45,3 % des participants se

désabonnent systématiquement aux newsletters pour éviter un flux de mail inutile ($\bar{X} = 2,17$; $\sigma = 0,98$) et 50,9 % n'allument pas leur caméra, lors des visioconférences, uniquement quand cela est nécessaire ($\bar{X} = 2,00$; $\sigma = 1,19$). 56,6 % vident, de temps en temps, leur boîte mail pour supprimer les données inutiles et réduire les données dans les centres de données ($\bar{X} = 1,83$; $\sigma = 0,99$).

Certaines actions sont envisagées de manière plus variable par notre échantillon. En effet, 28,3 % des sondés ne réduisent jamais le nombre de mails envoyés pour réduire leur flux de données, 32,1 % le font de temps en temps et 26,4 % le font systématiquement ($\bar{X} = 1,57$; $\sigma = 1,17$). Ce comportement est corrélé de manière marquée avec l'attention apportée à limiter le chargement des pages inutiles lors de la navigation en ligne ($r = .560$; $p < .001$). En ce qui concerne l'action de communiquer et sensibiliser autrui au sujet des impacts environnementaux du numérique, 34 % ne le font jamais et 34 % le font de temps en temps ($\bar{X} = 1,26$; $\sigma = 1,08$). D'ailleurs, cette action est en lien avec différents sentiments de compétence en termes de sobriété numérique : communiquer pour sensibiliser autrui aux impacts environnementaux du numérique ($r = .581$; $p < .001$) ; identifier des solutions numériques qui permettent de protéger l'environnement ($r = .532$; $p < .001$) ; utiliser de manière écoresponsable les technologies ($r = .519$; $p < .001$) ; comprendre l'impact environnemental de nos modes de vie numériques ($r = .518$; $p < .001$).

45,3 % de nos acteurs de l'éducation ne pensent pas éviter de surcharger les créations numériques afin de réduire la consommation de données ($\bar{X} = 1,25$; $\sigma = 1,24$). 43,4 % ne compressent jamais les pièces jointes lors de l'envoi d'un mail afin de réduire la taille du mail ($\bar{X} = 1,06$; $\sigma = 1,12$). 50,9 % ne privilégient jamais des espaces de dépôts temporaires pour l'envoi de pièces jointes ($\bar{X} = 0,96$; $\sigma = 1,07$).

Plus de la moitié des sujets, c'est-à-dire 66,1 %, ne réduit jamais la qualité des visuels produits afin de réduire la consommation de données ($\bar{X} = 0,66$; $\sigma = 1,04$). Cette pratique déclarée est corrélée avec le fait d'éviter de surcharger les créations numériques ($r = .594$; $p = < .001$). Presque les trois quarts des participants (73,6 %) ne réalisent jamais des capsules vidéo en basse définition afin de réduire le flux de données lors du visionnage ($\bar{X} = 0,49$; $\sigma = 0,89$). Nous constatons d'ailleurs que ce comportement est en lien (bonne corrélation) avec la réduction de la qualité des images et des diaporamas dans un but de sobriété numérique ($r = .692$; $p = < .001$). Enfin, deux enseignants réagissent dans l'espace commentaire : l'un pour préciser qu'il n'a « pas les compétences techniques » pour mettre en place cet usage et l'autre précise qu'il « ne connaît pas les petites actions pour optimiser sa vidéo de manière écoresponsable tout en gardant la qualité de la vidéo ».

5. Conclusion et recommandations

Notre étude questionne le sentiment de compétence et les usages déclarés en matière de sobriété numérique des acteurs de l'éducation. Nous sommes conscients que ces usages peuvent différer des pratiques effectives (Damar, 2018) et que les sujets de notre étude ne sont pas représentatifs de l'ensemble des enseignants en Belgique francophone. Néanmoins, les résultats de nos analyses nous permettent de mettre en avant quelques pistes de recommandation qui nous semblent pertinentes pour l'offre de formation destinée aux professionnels de l'éducation.

Globalement, les sujets interrogés se considèrent comme novices dans le domaine de la sobriété numérique. Bien qu'ils aient une compréhension générale de l'impact environnemental des technologies, ils ne saisissent pas pleinement sa complexité, ne se sentent pas nécessairement capables d'utiliser de manière raisonnée

des outils tels que l'analyse du cycle de vie, d'appliquer des mécanismes écoresponsables lors de l'achat d'équipements, de mettre en pratique la règle des 5R (Réduire, Réutiliser, Recycler, Réparer, Refuser) ou d'identifier des alternatives plus respectueuses de l'environnement. De plus, ils n'estiment pas être en mesure d'adopter des comportements écoresponsables dans l'exercice d'autres compétences numériques telles que la collaboration en ligne, la recherche d'informations. Nous constatons aussi qu'il existe des corrélations entre le sentiment de compréhension de l'impact environnemental du numérique et le fait de se sentir capable d'utiliser et d'agir pour un numérique écoresponsable. Ces résultats corroborent les travaux Morin et ses collègues (2019), qui mettent en avant que le sentiment d'efficacité personnelle est en relation avec le sentiment d'efficacité collective et le pouvoir d'agir.

L'analyse corrélationnelle complémentaire à notre analyse descriptive nous a montré qu'il y a des corrélations marquées (voire de bonnes corrélations) entre les différents sentiments de compétence relative à la sobriété numérique. Ainsi, il apparaît important de renforcer le sentiment de compétence des professionnels de l'éducation, qui déclarent s'estimer peu compétents à l'égard de l'ensemble des composantes de l'éducation à la sobriété numérique. En effet, même si la majorité des enseignants interrogés sont conscients que les technologies ont un impact sur l'environnement, ils éprouvent de réelles difficultés à agir pour réduire leur incidence. Ce constat pose question, car, comme l'avancent Salite et Pipere (2006), l'aspect environnemental est une dimension du développement durable des enseignants. Pour ces auteurs, cités par Selvi (2010), « les connaissances, attitudes et compétences concernant le système écologique et l'environnement [...] peuvent être définies comme des compétences environnementales » des enseignants. Il nous semble donc fondamental de faire acquérir des comportements (numériques)

plus sobres à intégrer notamment au sein des autres compétences numériques. Une fois compétents dans ces domaines, les enseignants seront en mesure de transmettre ces pratiques à leurs élèves. Aussi, lors de scénarisation de formation relative à l'impact du numérique sur l'environnement, il s'agirait de faire concorder les compétences ciblées et les usages écoresponsables recommandés, car notre analyse corrélationnelle ne montre que très peu de corrélation marquée entre ces deux dimensions.

Ensuite, en ce qui concerne les usages, Daniel (2013) qui a étudié l'engagement des individus pour le développement durable stipulait que « le confort, la praticité sont aussi des motivations à prendre en compte » (§ 44) dans la mise en place de comportement responsable. Nous faisons le même constat. Si certains enseignants déclarent avoir des pratiques écoresponsables en matière de consommation numérique, nos analyses montrent que les actions effectuées sont principalement pragmatiques (impression en recto verso, débrancher son chargeur, etc.), voire économiques, plutôt que véritablement écologiques (recyclage des appareils, utilisation de logiciels écoresponsables, etc.). Il nous semble tangible d'émettre l'hypothèse que l'aspect économique peut être une motivation dans la mise en place de certains gestes. La sobriété (numérique) par une recherche de consommation plus économe peut se présenter d'une part, comme moyen d'action sur le système économique et d'autre part, permettre un arrangement des modes de vie et de consommation (Aspe et Jacqué, 2016).

Les autres catégories, la gestion d'un environnement, la navigation en ligne et la communication en ligne obtiennent des résultats plus mitigés. Ces résultats sont en lien avec le faible sentiment de compétence relative à l'exercice des compétences numériques de manière écoresponsable. Certains gestes, rarement mis en place par les

participants, comme le paramétrage d'un équipement, sont assez techniques. On peut donc émettre l'hypothèse que certains usages numériques écoresponsables ne sont pas mis en place par méconnaissance technique (Papi, 2012). Notre étude avait pour volonté de diagnostiquer le sentiment de compétence et les usages écoresponsables des acteurs de l'éducation. Une des perspectives de recherche serait maintenant d'étudier les raisons de la mise en place ou de la non-mise en place de tels ou tels usages écoresponsables.

Plus spécifiquement, en ce qui concerne l'écoconception, nous constatons que les enseignants ont un faible sentiment de compétence qui se traduit par des usages limités dans leurs pratiques professionnelles. Ils ne semblent pas formés aux principes d'écoconception inhérents à la conception de contenus numériques (ex. création de supports technopédagogiques volumineux en termes de données). À l'instar de ressources comme celles développées par Bordage *et al.* (2019) pour l'écoconception de sites web, il nous paraît pertinent d'outiller les enseignants et de les sensibiliser à ces bonnes pratiques.

Enfin, nous pensons que favoriser le développement du sentiment de compétence des acteurs de l'éducation par la mise en place d'actions collectives à l'échelle des établissements pourrait favoriser une adoption du numérique responsable. Selon nous, ce type de démarche nécessite un accompagnement tel que celui proposé par le label de la DRANE de Lyon (Douheret, 2022) qui vise à développer le numérique responsable dans les établissements scolaires aussi bien dans la gouvernance, la communication, la formation, les équipements et l'utilisation des technologies.

6. Bibliographie

Abarrassart, C., Jarrige, F. et Bourg, D. (2020). Introduction : Low-Tech et enjeux écologiques – quels potentiels pour affronter les crises ? *La Pensée écologique*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.3917/lpe.005.0001>.

Ademe. (2021). *La face cachée du numérique. Réduire les impacts du numérique sur l'environnement*. Ademe. [https://www.pays-landerneau-daoulas.fr/medias/2021/03/1811 LA FACE CACHEE DU NUMERIQUE.pdf](https://www.pays-landerneau-daoulas.fr/medias/2021/03/1811_LA_FACE_CACHEE_DU_NUMERIQUE.pdf).

Consulté le 9 octobre 2023.

Ademe. (2022). *Numérique : quel impact environnemental ?* Ademe. [https://infos.ademe.fr/magazine-avril-2022/faits-et-chiffres/numerique-quel-impact-environnemental/# :~ :text =2 %2C5 %25 %20de %20l',secteur %20des %20d %C3 %A9chets %20\(2 %25\).&text =62 %2C5 %20millions %20de %20tonnes, et %20utiliser %20les %20 %C3 %A9quipements %20num %C3 %A9riques](https://infos.ademe.fr/magazine-avril-2022/faits-et-chiffres/numerique-quel-impact-environnemental/# :~ :text =2 %2C5 %25 %20de %20l',secteur %20des %20d %C3 %A9chets %20(2 %25).&text =62 %2C5 %20millions %20de %20tonnes, et %20utiliser %20les %20 %C3 %A9quipements %20num %C3 %A9riques).

Consulté le 9 octobre 2023.

Amichaud, D. (2021). Former l'ingénieur du XXI^e siècle. Intégrer les enjeux socio-écologiques dans les formations du Groupe INSA - Rapport intermédiaire. The Shift Project. <https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2021/02/Rapport-intermediaire-Former-lingenieur-du-XXIe-siecle.pdf>. Consulté le 9 octobre 2023.

Aspe, C. et Jacqué, M. (2016). Des grands soirs aux beaux jours. La question environnementale peut-elle encore être porteuse d'utopies ? *Éducation Et Sociétés*, 37(1), 33-48. <https://doi.org/10.3917/es.037.0033>.

Bandura, A. (dir.) (1995). *Self-Efficacy in Changing Societies*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511527692>.

Bordage, F. (2019). *Sobriété numérique : Les clés pour agir*. Buchet/Chastel.

Bordage, F. (2021). *Tendre vers la sobriété numérique. Je passe à l'acte*. Actes Sud.

Bordage, F., Bordage, S. et Chatard, J. (2019). Écoconception Web - Les 115 bonnes pratiques. Doper son site et réduire son empreinte écologique. Eyrolles.

Bosler, S. (2023). Les ressources en éducation aux médias et à l'information à destination des enseignants du CLEMI : quelle(s) médiation(s) des savoirs ? *Distances et Médiations des Savoirs*, 41. <https://doi.org/10.4000/dms.8856>.

Boulet, P., Bouveret, S., Bugeau, A., Frenoux, E., Ligozat, A.-L., Marquet, K., Marquet, P., Michel, O. et Ridoux, O. (2020). *Référentiel de connaissances pour un numérique écoresponsable* [Rapport de recherche]. EcolInfo. <https://hal.science/hal-02954188>. Consulté le 9 octobre 2023.

Brotcorne, P. et Valenduc, G. (2009). Les compétences numériques et les inégalités dans les usages d'internet : Comment réduire ces inégalités ? *Les Cahiers du numérique*, 5, 45-68. <https://www.cairn.info/revue-les-cahiers-du-numerique-2009-1-page-45.htm>. Consulté le 9 octobre 2023.

Carretero, S., Vuorikari, R. et Punie, Y. (2017). *DigComp 2.1. The Digital Competence Framework for Citizens with Eight Proficiency Levels and Examples of Use*. Publications Office of the European Union. <http://dx.doi.org/10.2760/38842>.

Cosnefroy, L. (2007). Le sentiment de compétence, un déterminant essentiel de l'intérêt pour les disciplines scolaires. *L'orientation scolaire et professionnelle*, 36(3), 357-378. <https://doi.org/10.4000/osp.1459>.

Courboulay, V. (2021). Vers un numérique responsable. Repensons notre dépendance aux technologies digitales. Actes Sud Éditions.

Damar, M.-E. (2018). Les pratiques déclarées des enseignants sur leur enseignement grammatical : quelles élaborations pour quelles transmissions des discours métalinguistiques ? *Cahiers De L'ACEDLE*, 15(1). <https://doi.org/10.4000/rdlc.2683>.

Daniel, M. (2013). L'engagement des individus pour le développement durable : une étude quantitative des achats et des usages durables. *Management & Avenir*, 64, 185-203. <https://doi.org/10.3917/mav.064.0185>.

De Landsheere, G. (1979). Dictionnaire de l'évaluation et de la recherche en éducation. Presses universitaires de France.

Descamps, S., Temperman, G. et De Lièvre, B. (2022a). Vers une éducation à la sobriété numérique. *Humanités numériques*, 5. <https://doi.org/10.4000/revuehn.2858>.

Descamps, S., Temperman, G. et De Lièvre, B. (2022b). *Évaluer sa maturité à la sobriété numérique : Comment évaluer ce nouvel enjeu du XXI^e siècle ?* [communication]. 33^e colloque de l'ADMEE-Europe, Université des Antilles, Guadeloupe, France.

Digital Wallonia. (2018). *Baromètre Digital Wallonia - Éducation & Numérique*. Agence du Numérique. <https://www.digitalwallonia.be/fr/publications/education2018/>. Consulté le 9 octobre 2023.

Digital Wallonia. (2021). *Baromètre 2021 de maturité numérique des citoyens wallons*. Agence du numérique. <https://www.digitalwallonia.be/fr/publications/citoyens2021>. Consulté le 9 octobre 2023.

Douheret, P. (2022). *Label numérique responsable dans l'éducation - Réduire l'empreinte sociale, économique et environnementale du numérique*. <https://projects.directory/projects/9PZGir1q/summary>. Consulté le 9 octobre 2023.

Efoui-Hess, M. (2019). *Climat : L'insoutenable usage de la vidéo en ligne*. The Shift Project. <https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2019/07/2019-01.pdf>. Consulté le 9 octobre 2023.

Fédération Wallonie Bruxelles. (2013). L'Éducation relative à l'Environnement et au Développement durable (ErE DD) dans le système éducatif en Fédération Wallonie- Bruxelles. Quelques portes d'entrée dans les référentiels inter-réseaux. Fédération Wallonie-Bruxelles. <http://www.enseignement.be/index.php?page=26969&navi=3553>. Consulté le 9 octobre 2023.

Ferguson, T., Roofe, C. et Cook, L. D. (2021). Teachers' perspectives on sustainable development: the implications for education for sustainable development. *Environmental Education Research*, 27(9), 1-17. <https://doi.org/10.1080/13504622.2021.1921113>.

Selvi, K. (2010). Teachers' competencies. *Cultura*, 7(1), 167-175. <https://doi.org/10.5840/cultura20107133>.

Vidalenc, E. (2019). *Pour une écologie numérique*. Institut Veblen.

Ferreboeuf, H., Efoui-Hess, M. et Kahraman, Z. (2018). *Pour une sobriété numérique*. The Shift Project. <https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2018/11/Rapport-final-v8-WEB.pdf>. Consulté le 9 octobre 2023.

Lemelin, G. (2023). Greenwashing : manuel pour dépolluer le débat public. *Vertigo - La revue électronique en sciences de l'environnement*. <https://doi.org/10.4000/vertigo.37649>.

Mannila, L., Nordén, L.-A. et Pears, A. (2018). *Digital Competence, Teacher Self-Efficacy and Training Needs* [résumé de la communication]. Conference International Computing Education Research (ICER '18). <https://doi.org/10.1145/3230977.3230993>.

Morin, É., Therriault, G. et Bader, B. (2019). Le développement du pouvoir agir, l'agentivité et le sentiment d'efficacité personnelle des jeunes face aux problématiques sociales et environnementales : apports conceptuels pour un agir ensemble. *Éducation et Socialisation*, 51. <https://doi.org/10.4000/edso.5821>.

Papi, C. (2012). Des référentiels à la validation des compétences numériques : questionnements et dispositifs. *Questions Vives*, 7(17), 11-17. <https://doi.org/10.4000/questionsvives.986>.

Perrot Bernardet, V. et Parry, M. (2017). *Utilisation de MOOCs pour la sensibilisation et la formation à l'écoconception, retour d'expérience du MOOC Éco-Concevoir Demain (EcoDoem)* [communication]. 15^e colloque national AIP primeca, La Plagne, France. <http://hdl.handle.net/10985/12074>. Consulté le 9 octobre 2023.

Zaiem, I. (2005). Le comportement écologique du consommateur : Modélisation des relations et déterminants. *La Revue des Sciences de Gestion*, 214-215(4-5), 75-88. <https://doi.org/10.3917/rsg.214.0075>.

Zimmert, E. (septembre 2022). *Comment les données récoltées ont un impact sur les outils numérique qu'on utilise ?* [podcast]. Spotify (La Notif - épisode 3).

<https://open.spotify.com/episode/5EzWqR3eNOxNueTLsrlfc?si=ec9cf3cfc2bf4472>. Consulté le 9 octobre 2023.

III. Article n°9 : Analyse qualitative d'actions pour une sobriété numérique dans les établissements scolaires

Citation : Sarah Descamps, Gaëtan Temperman et Bruno De Lièvre, « Analyse qualitative d'actions pour une sobriété numérique dans les établissements scolaires », soumis à la revue *Médiations Et médiatisations*, le 9 janvier 2026 (en cours de relecture)

Résumé : Entre transformation numérique et transition écologique, la sobriété numérique s'impose comme une piste prometteuse, mais encore peu structurée pour intégration dans l'enseignement. Cet article propose une analyse qualitative des actions identifiées par des acteurs de l'éducation lors d'ateliers de sensibilisation sur ce sujet. Les résultats montrent que les actions les plus fréquemment identifiées par les participants concernent les usages quotidiens, notamment la gestion des mails, la consommation énergétique et la réparation des équipements. Au-delà de ces gestes, les participants ont également mis en avant des leviers plus systémiques liés à la gouvernance et à la mutualisation des ressources, renforçant l'idée que la sobriété numérique nécessite une approche intégrée. Afin d'accompagner une transformation écoresponsable de l'éducation, cette contribution propose un cadre stratégique articulant cinq dimensions : gouvernance, usages, formation, communication et équipements.

Mots-clés : Sobriété numérique ; Éducation ; Gouvernance numérique ; Transformation numérique ; Développement durable

1. Introduction

Au cours des dernières années, l'intégration des technologies dans l'éducation s'est intensifiée, portée par les politiques publiques, les

innovations pédagogiques et l'évolution des pratiques professionnelles, tout en reconfigurant les formes d'enseignement, de communication et de médiation éducative (Schleicher, 2024 ; Peraya & Fiévez, 2022). Si cette dynamique ouvre de nouvelles perspectives, elle soulève également des enjeux majeurs concernant l'empreinte environnementale du numérique (Boboc & Metzger, 2023). Dans ce contexte, la sobriété numérique s'impose comme un enjeu de société : il s'agit de concilier innovation pédagogique et responsabilité écologique en interrogeant de manière critique les choix technologiques, les usages médiatisés et la formation des acteurs éducatifs.

Ce travail s'appuie sur les ateliers de sensibilisation menés dans le cadre du projet *FSE Smart@School Plus*, déployés auprès de différents acteurs de l'enseignement. Ces ateliers ont permis d'analyser des initiatives concrètes envisagées en faveur d'un usage plus raisonné des technologies. L'objectif de cet article est de proposer une analyse qualitative de ces actions en considérant la sobriété numérique comme un processus de médiation sociotechnique, afin d'identifier des leviers d'action articulant usages, dispositifs de formation, communication et cadres organisationnels.

2. Ancrage théorique

L'intégration du numérique dans l'éducation soulève des enjeux allant de la transformation pédagogique à la maîtrise de son empreinte environnementale (Boboc & Metzger, 2023). La littérature met en lumière les stratégies institutionnelles, les usages réels des acteurs de l'éducation et l'émergence de la sobriété numérique comme dimension transversale. Notre analyse vise à identifier des leviers concrets pour élaborer une stratégie de sobriété numérique adaptée au contexte éducatif. Cette démarche consiste à interroger les médiations, les

dispositifs et les logiques normatives qui structurent les usages numériques en éducation.

2.1. Les stratégies numériques dans l'éducation

Depuis une dizaine d'années, l'intégration du numérique constitue un enjeu stratégique majeur pour les systèmes éducatifs (Peraya & Fiévez, 2022). Partout, gouvernements et institutions cherchent à exploiter le potentiel des technologies pour améliorer l'enseignement et l'apprentissage, mais aussi pour répondre à des enjeux sociétaux tels que l'inclusion ou la préparation des citoyens aux transformations numériques (Schleicher, 2024).

Des organisations internationales accompagnent ce mouvement : l'UNESCO (2022) dans la définition de politiques alignées sur les Objectifs de développement durable, ou encore la Commission européenne (2020) avec son Plan d'action 2021-2027 structuré autour de quatorze actions. Ce dernier repose sur deux objectifs : (1) le développement d'un écosystème éducatif numérique performant, comprenant infrastructures, ressources et outils, et (2) le renforcement des compétences numériques afin d'accompagner la transformation digitale des systèmes éducatifs.

À l'échelle nationale, l'OCDE (2023) relève qu'en 2020, la moitié de ses pays membres disposaient déjà d'une stratégie numérique pour l'éducation, et que, depuis la pandémie, 24 pays sur 29 interrogés ont publié ou actualisé un plan national. Toutefois, comme le rappelle l'OCDE, l'existence d'une stratégie ne garantit pas son impact : sans mise en œuvre concrète et dispositif de suivi, *« les stratégies ne suffisent pas en elles-mêmes si elles ne sont pas suivies d'effet, bien qu'elles soient critiques pour fixer un cap »*. Cette observation invite à dépasser une lecture technocentrée des stratégies numériques pour en

analyser les effets médiateurs sur les pratiques, les organisations et les cadres d'action des acteurs éducatifs.

Dans une étude comparative de dix systèmes éducatifs performants, Gabriel et al. (2022) identifient quatre axes prioritaires communs :

1. Améliorer et enrichir l'enseignement et les apprentissages par le numérique ;
2. Accroître la maturité numérique tout en réduisant la fracture numérique ;
3. Piloter par les données et développer une éducation fondée sur la preuve ;
4. Intégrer l'intelligence artificielle et les technologies émergentes.

La littérature converge sur un point essentiel : le succès de toute stratégie numérique dépend largement du développement des compétences technopédagogiques. Comme le rappellent Aydin et al. (2024), « *améliorer les compétences numériques des enseignants est un prérequis sine qua non pour un enseignement efficace dans la société numérique d'aujourd'hui* ».

2.2. Les usages numériques des acteurs de l'éducation

Après avoir examiné les stratégies numériques, il est nécessaire de se pencher sur les usages réels des acteurs de l'éducation, entendus comme des pratiques médiatisées inscrites dans des cadres organisationnels, pédagogiques et communicationnels. Comme le rappellent Graves et Bowers (2018) ainsi qu'Antonietti et al. (2024), la réussite d'une politique numérique repose autant sur les orientations institutionnelles que sur les pratiques déployées sur le terrain.

La littérature met en évidence l'hétérogénéité des usages numériques en éducation, façonnés par des facteurs individuels et pédagogiques (Tondeur et al., 2008). Différentes typologies visent à structurer cette diversité. Pour De Vries (2001), certaines se centrent sur les intentions

pédagogiques (transmissives, actives, constructivistes), tandis que d'autres s'attachent aux types d'outils et de ressources mobilisés (Bibeau, 2005).

Chez les autres acteurs éducatifs, les recherches sont moins nombreuses, mais mettent en évidence des profils contrastés. Les chefs d'établissement peuvent incarner des leaders moteurs de l'intégration numérique ou adopter un rôle plus administratif (Attarça & Chomienne, 2012). Comme le souligne Burban et al. (2022), un chef d'établissement moteur peut créer un véritable effet d'entraînement auprès de l'ensemble de la communauté éducative, alors qu'en son absence, les usages restent souvent fragmentés et inégaux entre classes.

Concernant les formateurs d'enseignants, Rappe et Fiévez (2022) identifient trois profils selon la place accordée au numérique dans les formations :

1. Une approche centrée sur l'éducation par le numérique, visant à former les futurs enseignants à l'intégration pédagogique des outils numériques en classe pour aider les élèves à développer des compétences spécifiques.
2. Une perspective axée sur la production de médias numériques par les étudiants en formation (ex. création de vidéos pédagogiques, webdocumentaires, blogs).
3. Une focalisation sur la maîtrise technique des outils bureautiques et numériques de base, afin de garantir un socle minimal de compétences techniques (réalisation de présentations, utilisation de tableurs, etc.).

Comprendre la répartition des profils et des usages constitue un levier pour réduire l'écart entre les pratiques pionnières et les usages plus conventionnels, et ainsi favoriser une intégration plus équitable et efficace des technologies dans l'éducation (Mama & Hennessy, 2013 ; Tondeur et al., 2008).

2.3. La place de la sobriété numérique dans le monde de l'éducation

Dans le champ de l'éducation et de la formation, la sobriété numérique s'impose progressivement comme un impératif au croisement de la transition écologique et de la transformation numérique, tout en soulevant des tensions et des débats sur les finalités et les formes de la médiatisation pédagogique (Boboc & Metzger, 2023). Elle se définit comme un usage raisonné et modéré des technologies, visant à réduire leur empreinte environnementale tout en préservant leur valeur pédagogique (Descamps, Temperman & De Lièvre, 2022). Dans cette perspective, les dispositifs numériques sont envisagés comme des médiations non neutres, participant à la construction de normes, de rôles et de pratiques éducatives, et produisant des effets de cadrage sur les usages (Collin, Guichon & Nizet, 2015).

Cette approche est désormais intégrée dans des cadres de compétences comme le *DigComp* (Vuorikari et al., 2022) et fait l'objet de référentiels spécifiques (Berthoud et al., 2024). Ces référentiels traduisent la volonté d'outiller les acteurs de l'éducation afin que la sobriété numérique devienne une composante transversale de la culture numérique.

Certains chercheurs adoptent une perspective plus critique, en introduisant la notion de « *prudence numérique* » (Céci et al., 2024). Ils invitent à intégrer dans la formation des enseignants des approches prudentielles, systémiques et socio-critiques, afin de développer une posture réflexive permettant de ralentir ou de modérer l'usage des technologies lorsque cela est nécessaire.

La littérature met néanmoins en évidence un décalage persistant entre la prise de conscience des enjeux et le sentiment de compétence à agir (Descamps et al., 2023). Les enseignants et autres acteurs éducatifs se

trouvent souvent confrontés à des injonctions contradictoires : encourager l'innovation numérique tout en limitant son impact écologique (Boboc & Metzger, 2023).

Face à ces tensions, diverses initiatives voient le jour. Certaines intègrent une dimension écologique dans les curricula (Boullier et al., 2023), d'autres développent des dispositifs réflexifs pour enseignants (Niang, 2023) ou mettent en place des formations ciblées sur les gestes numériques sobres (Mercier & Trichet, 2023). Ces derniers relatent notamment l'expérience d'une université ayant engagé un plan d'accompagnement structuré : développement de la formation hybride pour limiter les déplacements, optimisation de l'usage des LMS afin d'éviter les redondances de stockage, ou encore rationalisation de l'utilisation des services en ligne pour réduire leur consommation énergétique.

Des établissements d'enseignement supérieur expérimentent également des stratégies visant à concilier innovation pédagogique et réduction de l'empreinte numérique (Mercier & Trichet, 2023). Parallèlement, certaines démarches adoptent une dimension collective, par exemple à travers la création de communs numériques pour des infrastructures plus soutenables (Anglès, 2024) ou l'élaboration de plans stratégiques universitaires pour un numérique durable (Berthoud, Olivi & Lefèvre, 2024).

Dans cette logique d'intégration systémique, la Délégation Régionale Académique au Numérique Éducatif (DRANE) de Lyon a développé en 2022 le label Numérique Responsable dans l'éducation. Ce dispositif s'articule autour de cinq axes : la gouvernance, les usages, la formation, la communication et la gestion des équipements. Il reconnaît par ailleurs différents niveaux de maîtrise : engagement dans la démarche, approfondissement et maîtrise. Il recense aussi sur sa plateforme des

projets d'établissements scolaires engagés dans des pratiques technologiques plus responsables.

Tableau 35 : Le label « Numérique Responsable dans l'éducation »
(DRANE de Lyon, 2022)

	Engagement dans la démarche	Approfondissement	Maîtrise
Axe 1 : la gouvernance	Inventaire et bilan au sein de l'établissement présenté au Conseil d'école ou d'administration.	Signature d'une charte de bonnes pratiques présentée au Conseil d'école ou d'administration. Sensibiliser les élèves, les parents d'élèves, les adultes de l'établissement et les collectivités locales au bilan et objectifs du numérique responsable.	Nomination d'un « référent numérique responsable ». Présence d'un volet numérique responsable dans le projet de la structure scolaire impliquant des représentants de la totalité de la communauté éducative et des collectifs locaux. Comité de pilotage numérique se saisi du sujet.
Axe 2 : les usages	Sensibilisation des usagers aux bonnes pratiques numériques responsables, dont l'impression, les logiciels libres, etc. Ex : affiche, ateliers en petit nombre, projection de films sur la thématique, débats, propositions bibliographiques, etc.	Implication de l'ensemble des usagers dans : - l'accessibilité des ressources produites ; - la gestion de l'énergie des procédures d'impression, la gestion des consommables ; - l'utilisation d'outils pédagogiques tels que wattmètre ou Carbonalyzer.	Maîtriser le cycle de vie du papier et des consommables d'impression. Maîtriser sa consommation d'énergie (impression et usages numériques). Généraliser l'accessibilité des ressources (logiciels libres, adaptation aux handicaps, REL, etc.).
Axe 3 : la formation	Formation d'une partie de la communauté de l'établissement : une classe, les éco-délégués, quelques enseignants ou	Formation d'au moins un niveau d'élève et de la majorité des adultes de l'établissement. Ex : bonnes pratiques, enquête cycle de vie du matériel informatique, enjeux de société	Formation de l'ensemble de la communauté de l'établissement

	autres adultes de l'établissement. Mise à disposition de supports d'auto-formations.	(temps d'exposition aux écrans, etc.).	
Axe 4 : la communication	Communiquer en interne sur la démarche (infographie, etc.) et sur la plateforme dédiée. Rendre les éco-délégués acteurs de la communication.	Communiquer en interne et en externe sur la démarche Utiliser le blog de la plateforme Rendre les éco-délégués et d'autres élèves acteurs de la communication Ex : ENT, organiser des événements, des challenges (notamment collectes ponctuelles)	Renforcer la communication en interne et en externe sur la démarche : espaces identifiés, temps dédiés. Prise en compte de l'éco-conception et de l'accessibilité. Participer à la communauté. Rendre les éco-délégués et tous les élèves acteurs de la communication.
Axe 5 : les équipements	Favoriser le réemploi du matériel et sa réparation. Mettre en adéquation le matériel et le profil utilisateur pour éviter le suréquipement.	Inclure les écolabels dans les politiques d'achats. Développer une politique de tri des déchets numériques.	Favoriser l'achat de matériel reconditionné ou de location en fonction des usages prévus. Maîtriser la fin de vie du matériel. Utiliser des systèmes d'exploitation permettant l'emploi de matériel vieillissant. Ex : GNU/Linux Mutualisation du matériel entre établissements.

3. Méthodologie

3.1. Contexte

Pour contextualiser, cette recherche s'inscrit dans le cadre du projet *Smart@School Plus* soutenu par les Fonds Sociaux Européens. Ce projet vise à développer, chez l'ensemble des acteurs de l'enseignement, du fondamental au supérieur, la protection de l'environnement comme

compétence numérique, conformément au cadre européen *DigComp* (Vuorikari et al., 2022).

Dans ce cadre, des ateliers de sensibilisation ont été organisés autour de la ressource *EducoNetImpact*, un guide en ligne conçu pour accompagner les enseignants dans l'intégration de la sobriété numérique. La découverte de ce guide s'effectuait de manière ludique via un escape game, incitant les participants à explorer ses différentes ressources.

L'atelier se conclut par une activité collaborative : par groupes de quatre à cinq personnes, les participants élaborent une charte d'actions visant à promouvoir la sobriété numérique dans l'enseignement. Ces chartes, déposées sur un mur interactif, constituent le corpus principal de l'analyse et sont envisagées comme des objets de médiation révélant des processus de négociation collective autour des usages du numérique. Elles révèlent les représentations, priorités et leviers d'action identifiés par les acteurs éducatifs pour mettre en œuvre une stratégie de sobriété numérique à l'échelle de leurs établissements.

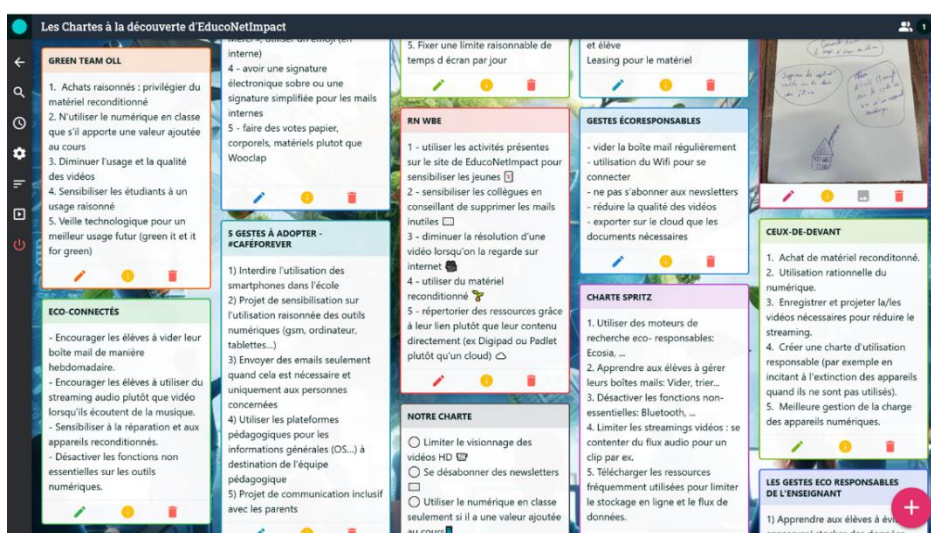


Figure 32. Exemples de Chartes d'éco-gestes numériques élaborées par les acteurs de l'éducation

3.2. Choix méthodologiques

Dans un environnement d'apprentissage, les productions écrites réalisées par les participants sont considérées comme des artefacts porteurs de sens, révélateurs de processus cognitifs, sociaux et intentionnels. Comme le souligne Alberro (2013), ces productions doivent être appréhendées dans leur genèse et leur potentiel de transformation. Elles offrent ainsi un accès privilégié aux représentations des acteurs, à leurs stratégies d'action et à leur degré d'appropriation des contenus.

Les traces d'apprentissage, qu'elles soient numériques ou écrites, constituent des indices permettant d'inférer des processus d'engagement, de régulation et de conceptualisation (Romero, 2019). Dans notre contexte, les chartes d'actions recueillies lors des ateliers de sensibilisation peuvent être envisagées comme des traces témoignant d'un processus de conscientisation et d'engagement dans une démarche de changement. Leur analyse a été menée selon un codage thématique déductif, fondé sur les cinq axes du label « Numérique Responsable dans l'éducation » (DRANE de Lyon, 2022) : gouvernance, usages, formation, communication et équipements.

Chaque action identifiée a été codée selon l'une de ces dimensions. Le recours à ce cadre normatif relève d'une démarche déductive au sens de Miles et Huberman (2003), qui permet de structurer l'analyse et d'assurer la validité conceptuelle des catégories. Cette approche est en outre renforcée par les recommandations de Saldaña et Omasta (2016) concernant l'élaboration d'un codebook, garantissant la clarté et la cohérence des critères de codage.

Ce choix méthodologique s'ancre ainsi dans une démarche de recherche appliquée : les traces produites sont envisagées comme témoins d'un engagement réflexif, et le chercheur adopte une posture

d'analyste engagé, dans une logique de co-construction des savoirs (Albero, 2013).

3.3. Échantillon

Entre mars 2024 et mai 2025, quinze ateliers de sensibilisation à la sobriété numérique ont réuni 191 participants dans le cadre du projet Smart@School Plus. L'échantillon est majoritairement féminin (61,3 % ; 117/191) et largement belge (97,8 % ; 181/191), avec un âge moyen de 45 ans (24 à 67 ans).

Les participants interviennent à différents niveaux dans le système éducatif. Près de la moitié viennent de l'enseignement secondaire (48,69 % ; 93/191) . L'enseignement supérieur regroupe 24,60 % (47/191) des participants, dont 18,32 % (35/191) travaillent dans des institutions de type court et 6,28 % (12/191) dans des établissements de type long. L'enseignement fondamental est représenté par 13,09 % (25/191) des membres de l'échantillon, tandis que l'enseignement spécialisé en compte 5,76 % (11/191). Enfin, 7,85 % (15/191) des participants proviennent d'institutions para-éducatives, comme des centres de formation ou des structures de médiation pédagogique.

Sur le plan professionnel, la majorité sont enseignants (61,17 % ; 115/191), suivis de technopédagogues (24,47 % ; 46/191), de conseillers pédagogiques (6,91 %), de formateurs (5,85 % ; 11/191) et d'animateurs (1,60 % ; 3/191). Enfin, la répartition géographique reflète l'ensemble de la Fédération Wallonie-Bruxelles, avec une prédominance du Hainaut (52,9 %), suivi de Bruxelles (23 %), de Liège (14,7 %) et de Namur (9,4 %).

4. Résultats

À l'issue des ateliers, 44 ont été produites, chacune comprenant cinq actions, soit un total de 220 actions analysées (exemple de charte figure 32). Certaines, de nature transversale, ont été co-codées lorsqu'elles mobilisaient plusieurs dimensions (ex. une action de formation intégrant des consignes d'usage écoresponsable).

La majorité de ces actions concerne les usages écoresponsables du numérique (58,18 % ; 128/220), suivis de la formation (19,55 % ; 43/220), la communication (17,27 % ; 38/220), la gestion des équipements numériques (16,82 % ; 37/220) et la gouvernance (16,36 % ; 36/220). Les résultats sont présentés ci-après selon la structure des cinq dimensions du label « *Numérique Responsable dans l'éducation* » (DRANE de Lyon, 2022).

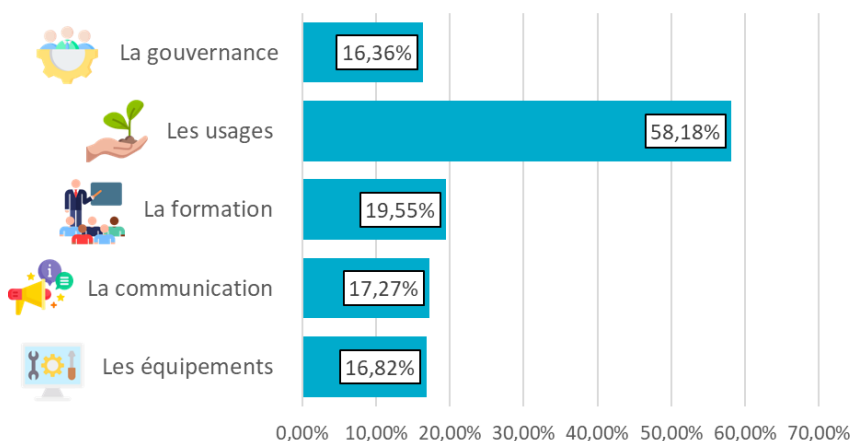


Figure 33. Répartition des actions identifiées dans les chartes selon les cinq dimensions du référentiel Numérique Responsable dans l'éducation (%) (N= 220)

4.1. Des actions pour une stratégie de gouvernance de sobriété numérique

Le premier axe du label « Numérique Responsable dans l'éducation » (DRANE de Lyon, 2022) concerne la gouvernance, entendue comme l'intégration des enjeux environnementaux, sociaux et éthiques dans les politiques numériques des établissements. Elle suppose planification stratégique, suivi régulier et implication des parties prenantes.

Dans les chartes analysées, la gouvernance de la sobriété numérique est pensée comme un cadre global, articulant régulation, orientation et animation collective. Plusieurs participants envisagent la mise en œuvre de politiques internes visant à prolonger la durée de vie des équipements. Citons par exemple le fait de « *réglementer pour prolonger la vie des ordinateurs du personnel au-delà des cinq ans prévus* ». Ces mesures pourraient s'accompagner d'incitants financiers pour encourager la réutilisation et la réparation.

La régulation des usages apparaît également comme une priorité. Les propositions incluent « *la limitation* » ou « *l'interdiction* » de l'usage des smartphones dans l'enceinte scolaire, « *la réduction du temps d'écran* » conformément aux circulaires ministérielles, ou encore la promotion de pauses numériques pour préserver la santé et l'attention. Une des actions insiste sur la nécessité de « *faire le lien entre projet numérique et projet écologique de l'école* », illustrant l'ambition de cohérence entre différents volets des projets éducatifs.

Plusieurs actions visent à instaurer un cadre éthique et responsable grâce à des « *chartes* » institutionnelles, qu'elles soient développées par et pour les enseignants, ou co-construites avec l'ensemble du personnel. Ces chartes peuvent porter sur « *l'extinction des appareils inutilisés* », « *la mutualisation des ressources éducatives* » ou encore

« *la valorisation des logiciels libres* ». Leur actualisation régulière est perçue comme essentielle pour maintenir l’engagement.

La gouvernance inclut également des dispositifs de pilotage stratégique : « *mise en place d’un plan d’action sur trois à cinq ans* », « *définition de critères de qualité et d’indicateurs de suivi* », réalisation d’un « *bilan carbone incluant l’impact du numérique* », ou encore « *labellisation* » par *l’Institut du Numérique Responsable*. Certains participants proposent de désigner des « *ambassadeurs de la sobriété numérique* » pour animer la démarche et fédérer la communauté. Dans cette lignée, notons qu’en France, le Programme *Alt Impact* forme des référents à la sobriété numérique dans l’enseignement supérieur et la recherche pour mettre en place une communauté autour de la thématique (Berthoud et al., 2024).

Enfin, plusieurs initiatives souhaitent renforcer la dimension participative, comme l’organisation de journées thématiques (« *journée de la sobriété numérique* », *Repair Café*), de campagnes de sensibilisation, ou encore la création de prix récompensant les projets sobres. Comme le résume une des actions : « *Il faut impliquer tous les membres du personnel, et accepter de consacrer du temps, même sur les heures de cours* ».

4.2. Des usages numériques plus responsables dans la communauté éducative

Le second axe du label de la DRANE de Lyon (2022) porte sur les usages responsables du numérique, entendus comme l’ensemble des pratiques pédagogiques et professionnelles visant à réduire l’empreinte environnementale, tout en favorisant inclusion et sobriété. Cela recouvre la limitation des pratiques superflues, l’optimisation des outils et l’adoption de comportements durables dans la gestion quotidienne.

Comme l'illustre la figure 33, ce domaine concentre la majorité des actions proposées (58,2 % ; 128/220). L'ampleur et la diversité des usages identifiés ont conduit à subdiviser cette section en plusieurs dimensions spécifiques, afin de mieux refléter la variété des leviers d'action.

La figure 34 présente cette répartition : la communication en ligne occupe la première place (32,03 % ; 41/128), suivie par la consommation numérique (28,90 % ; 37/128). Viennent ensuite des actions relatives à la navigation en ligne (14,06 % ; 18/128) et à la gestion des environnements numériques (13,28 % ; 17/128). Ces quatre catégories s'appuient sur la typologie proposée par Descamps et al. (2023), à laquelle s'ajoute une cinquième dimension, propre à cette étude, regroupant les usages numériques spécifiques au monde de l'éducation (15,62 % ; 20/128).

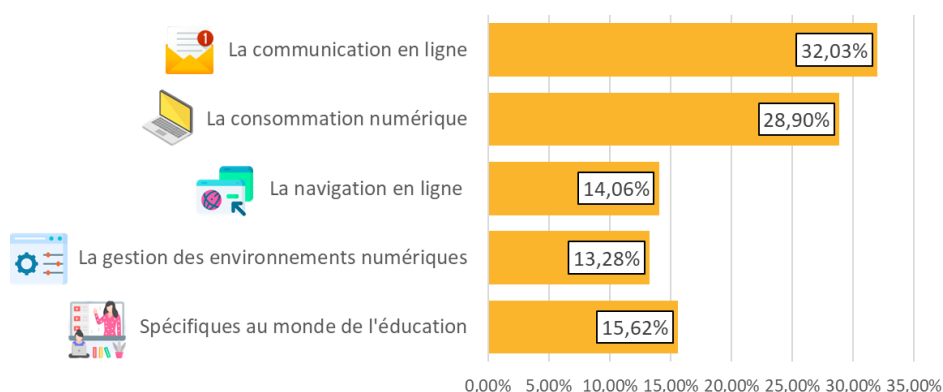


Figure 34. Répartition des usages numériques écoresponsables pour la communauté éducative (%) (N= 128)

4.2.1. Des usages numériques plus responsables concernant la communication en ligne

La communication en ligne regroupe le plus grand nombre d'actions recensées dans les chartes. Elle vise à réduire le poids des courriels,

limiter la fréquence des échanges et promouvoir une gestion plus consciente des outils de communication.

Les propositions couvrent un large éventail de gestes concrets : « *vider sa boîte mail* », « *se désabonner des newsletters* » ou encore encourager élèves et collègues à adopter ces habitudes, comme l'illustre cet exemple : « *encourager les élèves à vider leur boîte mail de manière hebdomadaire* ».

Au-delà du simple tri, plusieurs chartes insistent sur une communication plus ciblée et raisonnée, limitant l'envoi de messages « *uniquement aux personnes concernées* », évitant les réponses superficielles et privilégiant des « *signatures électroniques sobres* ». Comme le résume un participant : « *utiliser le mail avec parcimonie (éviter le "répondre à tous")* », signe d'une volonté claire de réduire la surcharge informationnelle.

L'optimisation de l'envoi des ressources apparaît aussi comme un levier : « *éviter les pièces jointes lourdes* » et privilégier « *les liens vers un fichier unique hébergé sur le cloud* » plutôt que de multiplier les envois, mettre en place des dispositifs de « *suppression automatique des e-mails inutiles au bout de 30 jours* » ou encore recourir à des solutions comme WeTransfer pour limiter l'empreinte des transferts volumineux.

Ces pratiques rejoignent les constats de Descamps et al. (2023), selon lesquels 45,3 % des acteurs éducatifs se désabonnent aux newsletters et 56,6 % nettoient au moins occasionnellement leur boîte mail. La sobriété dans la communication en ligne apparaît ainsi non seulement comme une intention, mais comme une pratique déjà partiellement ancrée, appelée à être renforcée et systématisée.

4.2.2. Des usages plus responsables concernant la consommation numérique

La consommation numérique regroupe les pratiques visant à réduire l’empreinte liée à l’usage quotidien des équipements et contenus en ligne. Dans les chartes analysées, elle occupe une place importante, traduisant la volonté de limiter dépense énergétique, volume de données et renouvellement prématuré du matériel.

De nombreuses actions concernent la gestion raisonnée des contenus multimédias. Les participants proposent de « *réduire la qualité des vidéos et images* », de « *limiter le visionnage en haute définition* » ou de « *privilégier le streaming audio plutôt que vidéo lorsqu’on écoute de la musique* ».

La sobriété matérielle constitue un autre levier. Plusieurs chartes plaident pour « *prolonger la durée de vie des équipements* », « *réparer les smartphones au lieu de changer* », « *utiliser du matériel reconditionné* » ou encore « *ne pas céder aux nouvelles modes technologiques et garder ses bonnes vieilles machines qui fonctionnent* ». L’achat raisonné se traduit aussi par la préférence pour du « *matériel reconditionné* », l’achat local ou la diminution des commandes en ligne. Comme le formule un acteur : « *faire réparer un maximum pour faire durer le plus longtemps les ordinateurs et téléphones* ».

Les gestes d’optimisation énergétique apparaissent également comme une pratique largement proposée : « *éteindre complètement le matériel informatique plutôt que le mettre en veille* », « *débrancher les transformateurs dès qu’on n’en a plus besoin* » ou « *activer l’économie d’énergie sur les équipements automatiquement* ».

Enfin, certaines actions relient la consommation numérique à la réduction des déchets physiques, par exemple « *imprimer uniquement lorsque cela est indispensable* » ou « *recycler les papiers utilisés pour*

limiter les déchets ». Ces pratiques témoignent d'une vision élargie de la sobriété numérique, intégrant à la fois l'impact des données et celui des supports matériels.

Ces observations rejoignent les constats de Descamps et al. (2023). On peut mettre en évidence que de nombreux acteurs éducatifs déclarent déjà réduire la qualité des vidéos ou limiter le streaming, mais surtout lorsque des recommandations institutionnelles les y incitent. De même, la réparation et l'usage du reconditionné sont largement valorisés, mais encore peu systématisés, ce qui souligne la nécessité d'un accompagnement organisationnel.

4.2.3. Des usages numériques plus responsables concernant la navigation en ligne

La navigation en ligne regroupe les pratiques visant à réduire l'empreinte environnementale des recherches et consultations Internet, en optimisant les requêtes et en limitant les ressources sollicitées inutilement. Deux leviers ressortent des chartes : le choix d'outils durables et l'adoption de stratégies de recherche efficaces.

Le recours à des « *moteurs de recherche écoresponsables* » est fréquemment mentionné, qu'il s'agisse d'Ecosia, de Lilo ou d'autres alternatives. Ce choix s'accompagne souvent d'une dimension éducative, avec la volonté de « *former les stagiaires/élèves à réaliser des recherches efficaces* » ou d'« *apprendre aux élèves à effectuer une recherche écoresponsable (utiliser des mots-clés précis, l'URL quand on connaît le site)* ».

La rationalisation de la navigation peut aussi passer par des gestes simples, mais structurants : « *enregistrer dans les favoris des sites que l'on consulte souvent* » pour éviter des requêtes répétitives, « *supprimer les onglets au fur et à mesure* », « *limiter les cookies* » ou encore « *éviter d'ouvrir trop de pages en même temps* ». Ces pratiques

visent à limiter le traitement de données superflu et à réduire la sollicitation des serveurs et du matériel.

Certains participants mettent en avant des méthodes de recherche plus ciblées, comme « *l'utilisation d'opérateurs booléens* » ou la précision des mots-clés, afin d'obtenir plus rapidement les informations pertinentes et de limiter le temps de connexion pour « *optimiser les recherches d'informations* ». Comme le rappellent Descamps et al. (2023), la recherche efficace constitue un levier reconnu de sobriété numérique, mais reste peu systématisée faute de formation.

En combinant choix d'outils écoresponsables et apprentissage de stratégies optimisées, ces actions visent à inscrire la sobriété numérique dans les usages quotidiens de navigation.

4.2.4. Des usages plus responsables concernant la gestion des environnements numérique

Dans les chartes, la gestion des environnements numériques apparaît comme un levier discret, mais stratégique de sobriété. Plutôt que de limiter uniquement les usages, il s'agit d'optimiser la configuration des outils, des espaces de stockage et des réseaux afin de réduire la consommation énergétique.

Un premier axe concerne le choix et la gestion des connexions. Plusieurs participants préconisent de « *privilégier l'utilisation du Wi-Fi à l'école* » plutôt que des réseaux mobiles plus énergivores. Dans la même logique, certains recommandent de « *désactiver les fonctions non essentielles : Bluetooth...* » ou encore de « *désactiver les notifications* » pour limiter la sollicitation permanente des appareils.

Un deuxième axe touche à la gestion du stockage. Les propositions incluent le « *stockage local des données* » sur disque dur externe plutôt que sur le cloud, la suppression régulière de fichiers inutiles (« *vider son Drive et trier ses dossiers* ») et la limitation du stockage en ligne au strict

nécessaire. Ce choix est motivé par la volonté de réduire le recours aux centres de données, dont l'empreinte carbone est significative.

Certains types d'environnements et de logiciels sont également évoqués, notamment l'« *utilisation de logiciels libres* » comme Linux, perçus comme plus sobres et souvent plus durables, ainsi que la « *suppression d'applications inutiles sur les tablettes des élèves* ». D'autres actions visent à « *ne pas programmer les alertes automatiques pour les LMS* » ou à fixer une « *limite raisonnable de temps d'écran par jour* », inscrivant la sobriété numérique dans une démarche globale de bien-être et de santé numérique.

Enfin, certains participants citent des gestes simples, comme l'utilisation de l'« *économiseur d'écran* » pour limiter la consommation énergétique, ou la désactivation des fonctions automatiques superflues.

Ces résultats corroborent les constats de Descamps et al. (2023) : la gestion active de l'environnement numérique (désactivation de fonctionnalités, rationalisation du stockage) reste minoritaire, alors que d'autres pratiques comme le recours au Wi-Fi ou au mode économie d'énergie sont déjà largement répandues.

4.2.5. Des usages numériques plus responsables spécifiques aux enseignants

Les usages numériques liés à la pratique enseignante se distinguent par une réflexion sur la pertinence pédagogique et la durabilité des ressources. Les chartes insistent sur la nécessité de ne recourir au numérique uniquement quand il apporte une « *réelle valeur ajoutée à l'apprentissage* ». Cela conduit certains à proposer de privilégier des approches hybrides, alternant supports numériques et non numériques, ou à recourir à des méthodes analogiques lorsque cela est pertinent, par exemple pour les votes en classe (« *faire des votes papier*,

corporels (main levée, se mettre debout, etc.) plutôt que d'utiliser des outils de sondage interactifs comme Wooclap »).

La rationalisation de l'usage des appareils constitue un autre axe fort. Plusieurs propositions encouragent à limiter le nombre de dispositifs mobilisés par les élèves lors d'activités, en adoptant un fonctionnement collaboratif, par exemple, « *privilégier les travaux de groupes, un appareil par groupe plutôt qu'un appareil par élève* ». D'autres recommandent d'optimiser les plateformes pédagogiques en paramétrant les dépôts de devoirs pour réduire le nombre, la taille et le format des fichiers soumis sur *Moodle*.

La conception et la réutilisation de ressources pérennes sont également centrales. Les participants mettent en avant la création de supports numériques « *adaptés et construits durablement* », la réutilisation des contenus d'année en année pour maximiser leur utilité, ainsi que le partage et « *la mutualisation de ressources numériques* », notamment sous forme de ressources éducatives libres. Comme le résume un enseignant : « *partager les savoirs, les bonnes pratiques et les outils du numérique responsable* ».

Ces pratiques confirment que la sobriété numérique en éducation repose moins sur une réduction quantitative que sur une optimisation qualitative des usages. Niang (2023) montre ainsi que les enseignants adoptent plus facilement des démarches responsables lorsque les outils sont alignés sur leurs objectifs pédagogiques et lorsque la mutualisation limite redondance et gaspillage.

Ainsi, les actions identifiées traduisent une volonté d'ancrer la sobriété numérique dans les choix pédagogiques, en intégrant les enjeux environnementaux aux méthodes, aux ressources et à la collaboration entre pairs.

4.3. Des actions pour former à la sobriété numérique

Selon le label de la DRANE de Lyon (2022), l'axe formation vise à développer les compétences de la communauté éducative en matière de numérique responsable, en sensibilisant élèves, enseignants et personnels aux enjeux écologiques, sociaux et éthiques liés aux technologies.

Les chartes analysées montrent une diversité d'approches. Plusieurs visent à faire prendre conscience des impacts du numérique et à déclencher une réflexion critique, par exemple à travers des activités pour « *se rendre compte du temps d'écran passé* » ou « *questionner les étudiants sur leur usage du numérique* ». Des dispositifs immersifs sont également proposés, comme « *vivre une situation sans numérique* ». D'autres recommandations encouragent à « *inviter une association pour organiser une séance de sensibilisation* » ou à mettre en place des « *conférences inspirantes* ».

Un second axe concerne le développement de compétences écoresponsables. Cela inclut « *apprendre aux élèves à gérer leurs boîtes mails* », à « *éviter de conserver des données inutiles* », ou à « *effectuer des recherches écoresponsables* ». Dans la continuité des pratiques identifiées dans la catégorie usages responsables, certaines formations abordent des gestes simples montrant que les différentes dimensions ne sont pas cloisonnées, mais interconnectées.

Les chartes valorisent aussi une formation participative et collaborative. Elles suggèrent de « *rendre les formés ambassadeurs dans leur institution* », d'organiser des projets « *les étudiants parlent aux étudiants* » ou encore de favoriser la co-construction de chartes d'usage avec les apprenants. Cette logique s'accompagne d'un encouragement à « *partager les savoirs et bonnes pratiques* », en cohérence avec les

dynamiques de mutualisation relevées dans la partie sur les usages spécifiques aux enseignants.

Enfin, la formation peut couvrir des thématiques, telles que « *l'impact du streaming* », « *la durée de vie des équipements* » ou « *le cycle de vie d'un smartphone* ». Ainsi, elle dépasse la simple sensibilisation pour ancrer la sobriété numérique dans une compréhension systémique des enjeux, en lien avec les pratiques de gouvernance et de gestion des environnements numériques.

4.4. Des actions pour une stratégie de communication interne et externe

La communication constitue un levier pour diffuser les bonnes pratiques en interne et en externe, sensibiliser les communautés éducatives et promouvoir une culture du numérique éthique et durable (DRANE de Lyon, 2022). Elle rend visibles les initiatives et favorise l'adhésion collective.

Certaines initiatives visent à sensibiliser par des gestes concrets et réguliers, comme « *encourager les élèves à vider leur boîte mail de manière hebdomadaire* ». Ces actions, déjà présentes dans d'autres catégories comme usages responsables ou formation, illustrent le lien étroit entre communication et apprentissage. En effet, 8,18 % (18/220) des actions identifiées par les participants relèvent à la fois de la communication et de la formation, confirmant que diffuser un message implique souvent de former à son contenu.

La communication prend également une forme visuelle et événementielle : affiches dans les établissements, organisation de « *journées de la sobriété numérique* », ou participation à des événements internationaux tels que le *Digital Clean Up Day*. Ces supports visent à

maintenir la thématique dans l'espace public scolaire et à créer des moments fédérateurs (Riffard et al., 2024).

D'autres propositions mettent l'accent sur l'implication des différentes parties prenantes. Les actions incluent des « *projets de communication inclusifs avec les parents* », l'« *implication d'ambassadeurs de la sobriété numérique* », ou encore la logique « *les étudiants parlent aux étudiants* », qui repose sur une transmission horizontale des connaissances et favorise l'adhésion par les pairs.

La communication est également perçue comme un outil de cohérence institutionnelle : elle sert à expliquer certains choix technologiques (« *expliquer à la communauté éducative certains choix de plateformes* »), à aligner les projets numériques sur les projets écologiques de l'établissement, ou à diffuser des « *chartes institutionnelles* » garantissant une appropriation collective.

Enfin, certaines actions relèvent d'une valorisation des initiatives : « *prix projets sobriété enseignants et étudiants* », partage des bonnes pratiques et des outils, ou encore mise en avant des expériences inspirantes. Ces démarches, en reconnaissant et en valorisant les efforts fournis, pourraient renforcer la motivation et contribuent à la pérennité des changements.

4.5. Des actions pour une gestion des équipements écoresponsable dans les établissements

La dernière dimension du label de la DRANE de Lyon (2022) concerne la gestion des équipements numériques, pensée sous l'angle de la sobriété : allongement de leur durée de vie, réemploi, recyclage et usage raisonné. Elle suppose une réflexion sur l'achat, la maintenance et la fin de vie du matériel.

Les actions proposées soulignent avant tout la réutilisation des matériels existants. Plusieurs acteurs de l'éducation envisagent comme actions de « *prolonger la vie des ordinateurs du personnel au-delà des 5 ans prévus* », ou de « *faire durer le matériel le plus longtemps possible* » en le réparant plutôt qu'en le remplaçant. L'utilisation et « *l'achat de matériel reconditionné* » sont largement encouragés, tout comme « *le don d'équipements en fin de vie aux étudiants ou professionnels dans le besoin* ». Cette logique de réemploi s'accompagne parfois d'incitants, comme « *prévoir des incitants financiers si prolongation de la durée de vie* ».

La réparation occupe également une place importante, avec des propositions comme « *recenser les matériels et réparer ce qui est possible* », « *faire appel à un Repair Café* » ou « *appliquer les 5R (Refuser, Réduire, Réutiliser, Réparer, Recycler)* » dans la gestion des équipements. Il est possible d'identifier une volonté est claire : réduire l'empreinte matérielle du numérique en maximisant la durée d'usage et en limitant le gaspillage technologique.

En parallèle, certaines actions relèvent de l'optimisation de l'usage. Cela inclut la « *meilleure gestion de la charge des appareils* », l'« *extinction complète en cas d'inutilisation* » ou encore l'« *activation automatique du mode économie d'énergie* ». Des stratégies d'organisation pédagogique participent aussi à cette sobriété, comme « *privilégier les travaux de groupe avec un appareil par groupe plutôt qu'un par élève* ».

La réflexion sur les achats et la sélection des matériels apparaît dans plusieurs chartes, avec la recommandation de « *prendre en compte les critères d'impact du numérique lors de l'achat* » (par exemple, « *l'indice de réparabilité* ») et de « *privilégier le logiciel libre* », perçu comme plus durable et moins dépendant d'obsolescence programmée.

Enfin, certaines initiatives visent à valoriser et recycler les ressources : « *identifier les équipements inutilisés pour le recyclage* », « *recycler les papiers utilisés* » ou « *limiter les imprimantes* » afin de réduire les consommations matérielles.

Ces actions entretiennent des liens étroits avec les usages numériques responsables. En effet, 7,27 % des actions se retrouvent dans les deux catégories. Ainsi, la gestion des équipements ne se limite pas à une problématique technique : elle engage une vision systémique où achats, maintenance, pédagogie et culture numérique pourraient converger vers un même objectif de sobriété.

5. Discussion

Les résultats de cette étude tendent à montrer que les actions de sobriété numérique les plus fréquemment identifiées par les acteurs de l'éducation concernent avant tout les usages, et plus spécifiquement la communication (par exemple le nettoyage ou le désabonnement aux courriels) et la consommation énergétique (réduire la résolution des vidéos, éteindre ou débrancher les appareils, privilégier la réparation ou le reconditionnement). Ces pratiques, bien qu'apparentées à des gestes du quotidien, peuvent déjà avoir un effet significatif sur l'empreinte carbone des établissements scolaires (Reynaud, 2018 ; Stephan & Longeville, 2025). Certaines d'entre elles, comme le fait de débrancher un chargeur une fois la batterie pleine, sont d'ailleurs déjà en partie intégrées aux routines des enseignants, ce qui témoigne d'une certaine acculturation aux gestes de sobriété (Descamps et al., 2023). Ces résultats mettent en lumière les tensions entre injonctions à l'innovation numérique et appels à la sobriété, soulignant le caractère normatif des dispositifs et des discours de médiatisation qui encadrent les usages éducatifs du numérique.

Cette orientation vers la consommation rejoint les conclusions de Descamps et al. (2023), qui montrent que les comportements écoresponsables sont plus fréquents dans ce domaine que dans ceux liés à la gestion de l'environnement numérique, la communication ou la navigation. Ces derniers apparaissent en effet plus difficiles à investir, notamment parce qu'ils exigent des compétences techniques plus fines (gestion des données, éco-conception, paramétrages spécifiques) et une connaissance plus approfondie des leviers existants. Ce décalage invite à cibler les sensibilisations non pas uniquement sur les « bons gestes » déjà connus (comme l'impression raisonnée, pratique déjà largement diffusée et déclarée dans d'autres enquêtes), mais sur les usages sobres encore peu partagés et dont l'appropriation reste à consolider. Ce constat invite à interroger les formes de médiation pédagogique mobilisées dans les dispositifs de sensibilisation, ainsi que les compétences effectivement rendues visibles et valorisées par ces derniers.

Au-delà de l'adoption de pratiques individuelles, nos résultats soulignent la nécessité d'une transformation plus systémique, dans laquelle la gouvernance agit comme une médiation organisationnelle structurante (Perez, 2024). Les actions identifiées par les participants en matière de gouvernance (élaboration de plans d'action pluriannuels, définition d'indicateurs de suivi, nomination d'ambassadeurs ou mise en place de mesures incitatives pour prolonger la durée de vie des équipements) montrent que la sobriété numérique est perçue comme un chantier organisationnel et collectif, et non comme une simple addition de gestes individuels. Ces propositions rejoignent des modèles plus intégrés, tels que le modèle pluraliste développé dans le canton de Vaud, qui articule curriculum, gouvernance et responsabilités partagées (Boullier, 2023).

Toutefois, il est frappant de constater que certaines actions identifiées par les participants mettent l'accent sur la limitation ou l'interdiction (usage des smartphones, impression, accès à certains outils) sans nécessairement développer une réflexion sur le sens éducatif de ces mesures. Ces logiques restrictives traduisent une approche instrumentale du numérique, qui tend à occulter les processus de médiation et de construction du sens chez les acteurs. Or, comme le rappelle Cordier (2024), « éduquer plutôt qu'interdire » constitue un principe fondamental : les postures radicales risquent non seulement de frustrer les usagers, mais aussi de freiner l'acquisition des compétences nécessaires pour exercer un jugement critique sur le numérique. La littérature insiste au contraire sur l'importance de dispositifs réflexifs favorisant le développement professionnel et la construction d'un rapport éclairé aux technologies. À ce titre, l'expérience décrite par Niang (2023) en formation continue, où la réflexivité permet de dépasser les injonctions contradictoires et de faire évoluer les pratiques au-delà de la simple restriction, offre un parallèle intéressant avec nos propres résultats.

La mise en avant de pratiques pédagogiques sobres, comme le travail en groupe pour réduire le nombre d'équipements mobilisés ou encore la mutualisation des ressources numériques, s'inscrit pleinement dans cette perspective. Ces dynamiques de partage, souvent mentionnées dans les chartes, rejoignent les réflexions actuelles sur les communs numériques. En favorisant des infrastructures collectives et soutenables, ces communs permettent non seulement de réduire les besoins en stockage et en bande passante, mais aussi de stabiliser des pratiques communicationnelles plus responsables (Anglès, 2024). De même, les co-codages observés dans nos résultats, notamment entre formation et communication (8,18 %) ou entre usages et gestion des équipements (7,27 %), renforcent l'idée d'une intégration systémique

de la sobriété numérique. Ces résultats font écho aux travaux de Mercier et Trichet (2023), qui montrent que former aux usages sobres et communiquer des repères communs constituent les deux faces d'un même continuum d'acculturation organisationnelle. Ces résultats confirment que la sobriété numérique se construit moins par des prescriptions isolées que par des dispositifs de médiation articulant pratiques pédagogiques, communication interne et cadres organisationnels.

D'un point de vue méthodologique, cette recherche comporte toutefois des limites. Les résultats reposent sur l'analyse des traces produites par les participants lors d'ateliers de sensibilisation. Cette méthode offre un matériau riche, mais davantage déclaratif qu'observationnel : elle renseigne sur des représentations et des intentions, sans garantir leur mise en pratique effective dans les établissements. Ce décalage entre usages déclarés et usages réels, bien connu dans les recherches sur le numérique éducatif (Tondeur et al., 2008), invite à interpréter les résultats avec prudence. Des études complémentaires, combinant observations en contexte, entretiens longitudinaux et questionnaires, seraient nécessaires pour trianguler les données et renforcer la robustesse des conclusions.

6. Conclusion

Cette recherche avait comme volonté de réfléchir à une stratégie permettant d'intégrer la sobriété numérique dans le monde de l'éducation, en l'envisageant comme un processus de médiation au cœur des transformations numériques éducatives. Les résultats montrent que les actions identifiées par les acteurs de l'éducation ne se limitent pas à des gestes isolés, mais invitent à penser une transformation plus systémique. En articulant gouvernance, usages, formation, communication et équipements, cette contribution propose

un cadre transversal qui dépasse les approches centrées uniquement sur l'enseignement supérieur (Mercier & Trichet, 2023 ; Ripoll, 2025). Cette grille opératoire, pensée pour l'ensemble des niveaux scolaires, offre une base pour accompagner les établissements dans l'élaboration de plans cohérents et progressifs, capable de s'adapter à leurs contextes spécifiques.

La contribution principale de ce travail réside ainsi dans la mise à disposition d'un cadre d'actions stratégiques visant à concilier innovation pédagogique et responsabilité environnementale, tout en proposant une lecture critique des dispositifs et des normes qui encadrent les usages du numérique en éducation. Il s'agit non pas de prôner une sobriété punitive, réduite à « limiter sans comprendre », mais de soutenir une montée en compétences qui permette aux acteurs éducatifs de développer des usages éclairés et durables du numérique. Concrètement, cette contribution invite à prolonger les expérimentations déjà menées, à investir davantage dans la formation et à réfléchir à des dispositifs de gouvernance adaptés. L'objectif est de rendre la sobriété numérique applicable dans le quotidien des établissements, en soutenant le développement de pratiques médiatisées, réfléchies et collectivement discutées.

7. Bibliographie

Albero, B. (2013). Quels enjeux pour les recherches sur les usages du numérique dans l'enseignement supérieur?. *Distances et médiations des savoirs*, 4. <https://doi.org/10.4000/dms.367>

Anglès, M. (2024, décembre). *Un commun numérique au service d'une communication numérique plus soutenable* [Communication]. Journées réseaux de l'enseignement et de la recherche (JRES) 2024, Rennes, France. <https://hal.science/hal-04893993>

- Antonietti, C., Consoli, T., Schmitz, M., Cattaneo, A., Gonon, P., & Petko, D.** (2024). "Digital Constructivists, Activators or Presenters ? Different Profiles of Technology Integration Among Swiss Upper Secondary School Teachers". *Computers & Education*, 227. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105225>
- Attarça, M. et Chomienne, H.** (2012). Les chefs d'établissement : de nouveaux managers au sein d'organisations en mutation. *Management & Avenir*, 55(5), 215-232. <https://doi.org/10.3917/mav.055.0215>.
- Aydin, M. K., Yildirim, T., & Kus, M.** (2024). Teachers' digital competences : a scale construction and validation study. *Frontiers In Psychology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1356573>
- Berthoud, F., Bousseau, L., Giraudo, C., Macé, N., Marivain, D., Ninassi, B., & Pierson, J.-M.** (2024). *Sobriété numérique : Référentiel de compétences socles pour tous, en milieu professionnel* [Rapport]. Inria. <https://inria.hal.science/hal-04752687>
- Berthoud, F., Olivi, M., & Lefèvre, L.** (2024, décembre). *Beaucoup de verrous, peu de leviers! Sobriété numérique: le cas est grave, mais pas désespéré* [Communication]. Journées réseaux de l'enseignement et de la recherche (JRES) 2024, Rennes, France. <https://hal.science/hal-04893993>
- Bibeau, R.** (2005, novembre). Les TIC à l'école : proposition de taxonomie et analyse des obstacles à leur intégration. *Revue électronique de l'EPI*, 80. <http://www.epi.asso.fr/revue/articles/a0511a.htm>
- Boboc, A., & Metzger, J.** (2023). La formation professionnelle entre injonction à la numérisation et impératif de sobriété. *Distances et Médiations des Savoirs*, 43. <https://doi.org/10.4000/dms.9219>
- Boullier, D., Chessel-Lazarotto, F., Liégeois, G., Mondada, F., Badoux, D., & Agrebi, S.** (2023). Un modèle pluraliste d'éducation numérique, l'expérience du canton de Vaud en Suisse. *Distances et Médiations des Savoirs*, 43. <https://doi.org/10.4000/dms.9344>

Burban, F., Cottier, P., Person, J., & Roche, M. (2022). Usages et pilotage du numérique par les chefs d'établissement de collège. *Distances et Médiations des Savoirs*, 40. <https://doi.org/10.4000/dms.8468>

Céci a, J. F., Heiser b, L., & Raynault, A. (2024). Vers une typologie des prudences numériques en éducation: une réponse aux pratiques sociales de références actuelles?. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 21(2), 1-20. <https://doi.org/10.18162/ritpu-2024-v21n2-10>

Collin, S., Guichon, N., & Nizet, I. (2015). Une approche sociocritique des usages numériques en éducation. *Revue STICEF*, 22. <https://hal.science/hal-01218240v1>

Commission européenne. (2020). *Digital education action plan (2021-2027)*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52020DC0624>

Cordier, A. (2024, 9 mai). « Interdire les écrans » ou « éduquer au numérique » : l'insoutenable alternative. *The Conversation*. « [Interdire les écrans](#) » ou « [éduquer au numérique](#) » : l'insoutenable alternative

De Vries, E. (2001). Les logiciels d'apprentissage : panoplie ou éventail ?. *Revue Française de Pédagogie*, 137, 105-116. <https://www.jstor.org/stable/41201747>

Descamps, S., Boumazguida, K., Temperman, G., & De Lièvre, B. (2023). Sobriété numérique et acteurs de l'éducation : analyse croisée de leur sentiment de compétence et de leurs usages déclarés. *Distances et Médiations des Savoirs*, 43. <https://doi.org/10.4000/dms.9259>

Descamps, S., Temperman, G., & De Lièvre, B. (2022). Vers une éducation à la sobriété numérique. *Humanités Numériques*, 5. <https://doi.org/10.4000/revuehn.2858>

DRANE de Lyon. (2022). *Une labellisation numérique responsable pour les établissements scolaires.*

<https://projects.directory/projects/9PZGir1q/blog-entries>

Gabriel, F., Marrone, R., Van Seville, Y., Kovanovic, V., & De Laat, M. (2022). Digital education strategies around the world : practices and policies. *Irish Educational Studies*, 41(1), 85-106.

<https://doi.org/10.1080/03323315.2021.2022513>

Graves, K. E., & Bowers, A. J. (2018). Toward a Typology of Technology-Using Teachers in the “New Digital Divide” : A Latent Class Analysis of the NCES Fast Response Survey System Teachers’ Use of Educational Technology in U.S. Public Schools, 2009 (FRSS 95). *Teachers College Record The Voice Of Scholarship In Education*, 120(8), 1-42.

<https://doi.org/10.1177/016146811812000808>

Mercier, C., & Trichet, F. (2023). Accompagner les formateurs et les étudiants à la sobriété numérique. *Distances et Médiations des Savoirs*, 43.

<https://doi.org/10.4000/dms.9449>

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (2003). *Analyse des données qualitatives.* De Boeck Supérieur.

Niang, A. Y. (2023). La pratique de la réflexivité, un moyen de satisfaire aux nouvelles exigences liées à la sobriété numérique en formation continue des enseignants. *Distances et Médiations des Savoirs*, 43.

<https://doi.org/10.4000/dms.9313>

OECD (2023), *OECD Digital Education Outlook 2023: Towards an Effective Digital Education Ecosystem*, OECD Publishing, <https://doi.org/10.1787/c74f03de-en>.

Peraya, D., & Fiévez, A. (2022). Les stratégies numériques de quelques institutions d’enseignement supérieur au prisme de la distance. *Distances et médiations des savoirs*. 37. <https://doi.org/10.4000/dms.7308>

Perez, M. (2024). L'université peut-elle porter des pratiques pédagogiques sobres en répondant à ses missions de formation? [Communication]. 19^e congrès du RIODD – Réseau international de recherche sur les organisations et le développement durable, Bordeaux, France.
<https://hal.science/hal-04723925/>

Rappe, J., & Fiévez, A. (2024). Former au numérique éducatif : les conceptualisations des formateurs. *Revue Internationale de Pédagogie de L'enseignement Supérieur*, 40(1). <https://doi.org/10.4000/ripes.5382>

Reynaud, F. (2018). Impact sur l'environnement d'un Internet quotidien : des chiffres aux gestes. *Prof'doc'*.
<https://profdoc.iddocs.fr/spip.php?article84>

Riffard, C., Berthoud, F., & Nieuviarts, S. (2024, décembre). Numérique éco-responsable à l'Université Grenoble Alpes [Communication]. *Journées réseaux de l'enseignement et de la recherche (JRES) 2024*, Rennes, France.
<https://hal.science/hal-04893881/>

Ripoll, É. (2025). Sensibiliser les étudiants à la sobriété numérique dans la gestion de projets en humanités numériques. *Humanités Numériques*, 11.
<https://doi.org/10.4000/1498v>

Saldaña, J., & Omasta, M. (2016). *Qualitative research: Analyzing life*. Sage Publications.

Schleicher, A. (2024). Toward the Digital Transformation in Education. *Frontiers Of Digital Education.*, 1(1), 4-25.
<https://doi.org/10.1007/s44366-024-0018-7>

Stephan, A., & Longeville, S. (2025, juillet). Comment améliorer la mesure de l'impact environnemental de nos pratiques de recherche ? Calcul du bilan des gaz à effet de serre (BGES) de l'enquête longitudinale *Familles et Employeurs* [Communication]. 11^e congrès de l'Association française de sociologie (AFS), Lyon, France.

Tondeur, J., Hermans, R., Van Braak, J., & Valcke, M. (2008). Exploring the link between teachers' educational belief profiles and different types of computer use in the classroom. *Computers In Human Behaviour*, 24(6), 2541-2553. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2008.02.020>

UNESCO. (2022). *Guidelines for ICT in education policies and masterplans*. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/UXRW9380>

Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: The digital competence framework for citizens – With new examples of knowledge, skills and attitudes*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/115376>

IV. Conclusion du chapitre 4

Ce dernier chapitre 4 a porté son attention sur un public central pour l'intégration durable de la sobriété numérique dans les systèmes éducatifs : **les enseignants et, plus largement, les acteurs de l'éducation**. En continuité avec les chapitres précédents, qui avaient défini les dimensions de la compétence numérique écoresponsable (chapitre 1), démontré sa faisabilité dès l'enseignement obligatoire (chapitre 2) et expérimenté des dispositifs pédagogiques dans le supérieur (chapitre 3), il s'agissait ici de **documenter les conditions de sa diffusion et de son appropriation par ceux qui structurent et transmettent les apprentissages**.

Le premier article de ce chapitre a dressé un état des lieux du sentiment de compétence et des usages numériques écoresponsables déclarés par les acteurs de l'éducation. Les résultats permettent de mettre en évidence que **les enseignants se perçoivent globalement comme novices en matière de sobriété numérique**. Ils confirment les travaux antérieurs sur leur faible sentiment d'auto-efficacité dans ce domaine (Mannila et al., 2018). S'ils disposent d'une conscience générale de l'impact environnemental des technologies, celle-ci demeure limitée et se traduit par des **pratiques fragmentées et souvent pragmatiques** (par ex. imprimer en recto-verso, débrancher son chargeur), **davantage motivées par des considérations économiques que par une réelle conscience écologique** (Daniel, 2013).

Les usages numériques plus complexes comme l'écoconception, paramétrage d'équipements, usage de logiciels écoresponsables, restent **peu mobilisés, probablement en raison d'un manque de formation technique** (Papi, 2012). Ce déficit de compétence est d'autant plus problématique que, comme l'ont montré Morin et al.

(2019), le sentiment d'efficacité personnelle est corrélé positivement au sentiment d'efficacité collective et conditionne la capacité à agir.

Le second article prolonge ce diagnostic en **explorant les perspectives d'action lors d'ateliers de sensibilisation**. L'analyse qualitative des chartes produites par les participants a montré que **la sobriété numérique ne se limite pas à une addition de gestes individuels, mais peut être pensée comme un principe transversal**. Les propositions formulées touchent à la fois la **gouvernance** (plans pluriannuels, indicateurs, nomination d'ambassadeurs), les **usages** (nettoyage des courriels, réduction de la consommation énergétique), la **communication**, la **formation** et la gestion des **équipements**. Ces résultats rejoignent des travaux récents appelant à une **approche systémique de la transition numérique et écologique dans l'éducation** (Lenevez, 2024 ; Mercier & Trichet, 2023 ; Perez, 2024 ; Pinheiro, 2021). La dynamique collective des ateliers, soutenue par des modalités ludiques et la découverte du guide *EducoNetImpact* (Descamps, 2023), a favorisé l'appropriation et la co-construction de solutions adaptées aux contextes des établissements.

Cependant, l'étude souligne également certaines tensions. Si plusieurs chartes mentionnent des restrictions (limitation de l'usage des smartphones, réduction des impressions), leur efficacité reste discutable sans réflexion éducative associée. Comme le rappelle Cordier (2024), « *éduquer plutôt qu'interdire* » constitue un principe fondamental : **une approche trop restrictive risque de freiner la construction d'un rapport critique au numérique**. Dans cette perspective, les expériences de formation continue qui s'appuient sur la réflexivité (Niang, 2023) offrent un cadre pertinent, car elles permettent aux enseignants de dépasser les injonctions contradictoires et de donner du sens à leurs pratiques. Batista et Martins (2024) vont dans le même sens en insistant sur **la nécessité de former les enseignants comme praticiens réflexifs, capables** « *d'analyser et*

d'évaluer leur action et de modifier leur action en devenir » (paragr. 6). Une telle posture réflexive est essentielle pour que la sobriété numérique soit intégrée de manière progressive et contextualisée dans les pratiques éducatives.

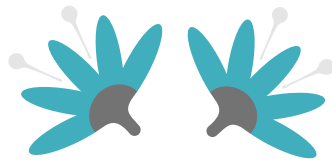
De manière convergente, les deux articles mettent en évidence une tension féconde. D'un côté apparaît un **faible sentiment de compétence et des pratiques encore embryonnaires** ; de l'autre, un **potentiel transformateur qui émerge dès lors que les enseignants sont sensibilisés, accompagnés et outillés.**

Cette dynamique demeure toutefois contrastée : si les ateliers favorisent l'adhésion et l'émergence de propositions ambitieuses, leur traduction en pratiques effectives reste fortement conditionnée par des contraintes institutionnelles et organisationnelles. Cette tension rejoint les analyses de Fontanié et Lenevez (2025), qui soulignent **le rôle déterminant des marges de manœuvre perçues et du soutien institutionnel dans l'adoption de pratiques de sobriété numérique.**

À cet égard, leur étude peut être lue comme un prolongement interprétatif des résultats présentés dans ce chapitre. Là où nos travaux objectivent principalement un déficit de compétences perçues et de pratiques à partir de données empiriques, leur approche (Ibid.) s'inscrit dans le cadre de l'éthique située. Elle permet d'éclairer les tensions morales, professionnelles et institutionnelles qui structurent les arbitrages des enseignants et en complexifient la mise en œuvre au quotidien.

Pris ensemble, ces résultats indiquent que le développement de la protection de l'environnement comme compétence numérique dans la communauté éducative nécessite une double stratégie. Il s'agit, d'une part, de **diagnostiquer les représentations et les besoins**, et, d'autre part, **de créer des espaces de co-construction et d'expérimentation.**

Ainsi, la diffusion de la sobriété numérique dans l'éducation ne peut se réduire à l'élaboration de référentiels (Boulet al., 2020 ; Berthoud et al., 2024) ou à des prescriptions curriculaires. Elle **suppose un investissement actif des enseignants** eux-mêmes, **soutenus par** des dispositifs de **formation** adaptés, des dynamiques collectives et une **gouvernance** institutionnelle favorable. Ce chapitre confirme que la **sobriété numérique s'affirme non seulement comme une compétence à enseigner, mais aussi comme un principe organisateur des pratiques pédagogiques et organisationnelles**, capable de transformer durablement les institutions éducatives.



Discussion Générale et Conclusion

I. Discussion Générale

Cette recherche doctorale avait pour ambition d'explorer un objet encore émergent : la protection de l'environnement comme compétence numérique. L'enjeu n'était pas seulement de produire des résultats empiriques, mais aussi de contribuer à structurer un champ scientifique en construction. La présente discussion a pour objectif de confronter nos conclusions aux contributions de la littérature existante, d'analyser les implications pédagogiques et citoyennes de la sobriété numérique, et de formuler des recommandations et perspectives pour l'enseignement, la recherche et les politiques éducatives.

1. La protection de l'environnement, une compétence numérique à développer dès que possible

A travers les chapitres 2 et 3, une partie de notre travail s'est particulièrement intéressée à la génération dite des *digital natives* pour plusieurs raisons. Ces jeunes ont grandi avec le numérique comme environnement naturel : leurs usages sont précoces, massifs et souvent peu questionnés (Dantias-Uraga et Lannegrand, 2020). Cette familiarité précoce les place dans une situation ambivalente. D'un côté, ils figurent parmi les plus exposés aux impacts écologiques du numérique : consommation d'énergie, renouvellement rapide des appareils, usage intensif des services en ligne. De l'autre, ils constituent aussi la population la plus susceptible de transformer leurs pratiques si un accompagnement éducatif adéquat leur est proposé.

La littérature souligne l'importance d'une sensibilisation précoce, car les habitudes numériques se cristallisent tôt (Livingstone & Helsper, 2007). Cette observation corrobore la théorie de l'« effet d'amorçage »

en éducation environnementale, telle que décrite par Chawla (1999), selon laquelle une intervention éducative précoce augmente significativement la probabilité d'une adoption durable de comportements respectueux de l'environnement. Former les jeunes générations revient donc non seulement à éduquer des usagers responsables, mais aussi à préparer les futurs créateurs, concepteurs et décideurs des technologies numériques.

Dans cette optique, nous avons entrepris de développer un cadre conceptuel relatif à la littératie en sobriété numérique, puis d'en examiner la transposition pédagogique. Comme le rappelle Chevallard (1991), enseigner un objet nouveau suppose un travail de sélection et de transformation des savoirs issus de multiples domaines afin de les rendre accessibles dans un but d'apprentissage. Nos résultats montrent qu'une progression significative des connaissances est possible, mais que l'internalisation des écogestes demandera sûrement davantage de temps et de continuité éducative. À cet égard, Jeziorski et ses collègues (2021) invitent à considérer l'éducation aux enjeux environnementaux comme un champ traversé par la complexité et les dilemmes éducatifs, ce qui permet d'éclairer les tensions observées entre acquisition de connaissances et transformation durable des pratiques.

Dans le cadre de cette thèse, la mise en œuvre d'un dispositif fondé sur une approche socio-constructiviste, s'appuyant sur le film WALL·E, a permis de mobiliser des modalités d'apprentissage collaboratif et de pédagogie active. Ces modalités ont engendré une augmentation significative des connaissances environnementales relatives au numérique, atteignant une progression de + 51,58 %. Les élèves ont non seulement acquis des savoirs, mais ils se sont aussi engagés activement, appréciant la combinaison entre pédagogie active et support cinématographique. De même, une approche pédagogique par *micro-learning*, mise en œuvre au moyen d'une campagne sur la plateforme

Instagram, a entraîné une amélioration significative, bien que plus modeste, des connaissances acquises et des modifications déclarées dans les comportements numériques. Enfin, notre étude sur le décryptage du greenwashing a mis en évidence la pertinence d'une approche critique pour développer la protection de l'environnement comme une compétence numérique. Les élèves ont ainsi développé un regard plus distancié, lucide et autonome vis-à-vis des messages environnementaux véhiculés dans le numérique.

Ces différents résultats montrent que, malgré leur jeune âge et la complexité apparente du sujet, les élèves peuvent être sensibilisés par une variété de méthodes pédagogiques, allant de la co-construction des savoirs à la transmission guidée. Par rapport à ces constats, nous pouvons considérer que la méthode employée est moins cruciale que l'urgence de promouvoir une éducation à la sobriété numérique. En effet, une éducation tardive engendre fréquemment un « savoir sans agir » (Kollmuss & Agyeman, 2002).

Toutefois, nos dispositifs, de nature ponctuelle (études de cas), révèlent leurs limites. Ils suscitent des prises de conscience, mais risquent de produire des effets limités dans la durée. D'où la nécessité d'une approche transversale et de l'inscription explicite de la sobriété numérique dans les curricula de l'enseignement obligatoire. Cette orientation trouve un appui dans les travaux de Gottesdiener et Davallon (1999) sur le tri sélectif, qui montrent que l'école peut agir comme catalyseur en diffusant de nouvelles pratiques écologiques jusque dans les foyers. Nous avons ainsi formulé l'hypothèse que l'éducation à la sobriété numérique pourrait jouer un rôle démultiplicateur, les enfants devenant vecteurs de changement au sein de leurs familles. Des éléments de nos enquêtes, même déclaratifs, confirment cette hypothèse : certains élèves rapportent avoir relayé les messages auprès de leur entourage.

Néanmoins, comme le souligne Dufort (2023), cette dynamique n'est pas automatique. Elle suppose que l'action éducative dépasse le cadre scolaire pour inclure explicitement les parents et créer des interactions élèves-familles autour de ces enjeux. Gottesdiener et Davallon (1999) rappellent d'ailleurs que leur propre étude reposait sur un échantillon de parents déjà sensibles à l'écologie, ce qui peut introduire un biais. Ces observations ouvrent une perspective essentielle : l'éducation à la sobriété numérique gagnerait à impliquer les familles dans les dispositifs de sensibilisation, et à interroger les pratiques parentales en lien avec celles des élèves.

2. La protection de l'environnement, une compétence numérique pour les citoyens

Dans notre recherche, l'un des enjeux majeurs était de dépasser la seule sphère scolaire pour envisager la protection de l'environnement comme une compétence numérique pour les citoyens. Dans le cadre du *DigComp*, cette compétence s'inscrit parmi celles qui devraient structurer les usages responsables du numérique au XXI^e siècle (Carretero et al., 2017). Comme nous l'avons montré en travaillant dès le plus jeune âge sur la transposition didactique de la sobriété numérique, la sensibilisation des « apprentis citoyens » constitue une étape charnière dans la construction identitaire et citoyenne (Huet-Gueye et al., 2018). Intégrer la sobriété numérique dans leur formation, c'est en faire une composante constitutive de la citoyenneté contemporaine, appelée à guider leurs choix et comportements tout au long de la vie.

Notre cadre conceptuel visait précisément à situer la littératie de la sobriété numérique à « *un carrefour de disciplines et de didactiques* », dont l'éducation à la citoyenneté fait pleinement partie (Descamps et

al., 2022, paragr. 40). Former à une citoyenneté responsable revient à articuler deux dimensions trop souvent cloisonnées : la dimension écologique et la dimension numérique. Ensemble, elles permettent aux élèves, et plus largement aux citoyens, de comprendre les enjeux globaux et d’agir de manière éclairée. Cette approche rejoint la définition récente de la citoyenneté numérique proposée par Tadlaoui-Brahmi et Roelens (2024), entendue comme la capacité à exercer ses droits et devoirs au sein de la société de manière autonome, responsable et éthique. Elle met l’accent sur la responsabilité individuelle, la participation active et la capacité à interagir dans un environnement numérique complexe.

Il est donc indispensable de passer d’une compétence scolaire à une compétence citoyenne, susceptible de structurer les choix individuels et collectifs. Comme le rappelle Ravez (2018), la formation du citoyen est un processus long, qui se joue à la croisée des sphères scolaires et extrascolaires. C’est pourquoi notre recherche s’est également intéressée aux étudiants du supérieur. Leur entrée à l’université constitue en effet une étape charnière dans le développement de leur écocitoyenneté, tant sur le plan individuel que collectif (Grangeat, 2015).

Former les étudiants à des pratiques écocitoyennes suppose d’adopter une démarche engageante, critique et réflexive face aux modèles de société, comme le recommande Banwell (2024). Nos résultats confirment l’importance d’intégrer une dimension collaborative dans les dispositifs d’apprentissage : les scénarios gamifiés ou les chartes collectives favorisent l’engagement et la durabilité des apprentissages. Les universités ont ici un rôle clé à jouer, en transformant les représentations et les comportements à travers des curricula qui inscrivent explicitement les compétences de durabilité (Banwell, 2024). Nos observations suggèrent que les approches collaboratives

renforcent le sentiment de compétence écocitoyenne et devraient donc être intégrées de façon systématique dans les programmes.

À cet égard, la cartographie proposée par Giraudo (2024) des formations intégrant la sobriété numérique dans l'enseignement supérieur français met en évidence une dynamique émergente mais encore hétérogène. L'analyse montre que, si la thématique est bien présente dans certaines formations, notamment au niveau master et dans les domaines de l'informatique et de l'ingénierie, elle demeure fragmentée et inégalement répartie selon les disciplines et les territoires. Ces constats font écho à nos résultats, qui soulignent l'importance d'une structuration curriculaire explicite et cohérente. Ils invitent à dépasser les initiatives ponctuelles pour inscrire la sobriété numérique dans des parcours de formation clairement identifiés et institutionnellement soutenus.

Néanmoins, la sobriété numérique ne concerne pas uniquement les jeunes en formation initiale. Elle s'inscrit dans une logique plus large de citoyenneté numérique responsable, qui doit être cultivée tout au long de la vie. Comme l'ont montré Kollmuss et Agyeman (2002), la conscience environnementale ne se traduit pas automatiquement en action ; elle doit être soutenue par des compétences concrètes et par un environnement favorable. Nos résultats soulignent d'ailleurs que la compréhension de l'impact environnemental des technologies est fortement liée au sentiment de capacité à agir en faveur de la sobriété numérique. Ce constat rejoint les propositions du *GreenComp* (Bianchi et al., 2022) qui insiste sur l'importance de développer une conscience critique et une agentivité environnementale.

Cette capacité d'agir est particulièrement décisive car elle peut avoir un effet démultiplicateur. Robert-Mazaye et al. (2021) rappellent à ce propos que « *le sentiment de pouvoir agir soutient le désir d'agir ou de*

ne pas le faire, et donne aux personnes la liberté de faire ou de ne pas faire, ce qui en soi signe la possibilité d'exercer son agentivité citoyenne » (paragr. 30). Développer la sobriété numérique comme compétence citoyenne, c'est donc renforcer l'agentivité individuelle et collective.

En définitive, l'éducation à la sobriété numérique doit s'inscrire dans une perspective d'« *éducation permanente* » (Delors, 1996), selon laquelle la durabilité des comportements se construit à travers des apprentissages collectifs et intergénérationnels. Pour qu'elle devienne une véritable compétence civique transversale, une double dynamique s'impose : d'une part, la formation initiale, à l'école, pour amorcer précocement des comportements responsables ; d'autre part, la formation continue, destinée aux adultes, aux enseignants et plus largement à l'ensemble des citoyens, afin de soutenir et d'actualiser les pratiques et les décisions au fil du temps.

3. La protection de l'environnement, bien plus qu'une compétence numérique à enseigner

Notre investigation initiale s'est concentrée sur l'analyse des contenus pédagogiques appropriés à l'intégration de la protection de l'environnement en tant que compétence numérique, conformément à la définition du Cadre européen de référence pour les compétences numériques (Carretero et al., 2017). À travers une démarche de transposition didactique (Chevallard, 1991), nous avons sélectionné et adapté des savoirs issus du numérique, de l'écologie et de la citoyenneté afin de les rendre accessibles et enseignables dans un cadre scolaire.

Cette réflexion s'est poursuivie par le *comment enseigner*, expérimenté sur le terrain par le développement et l'évaluation de différents dispositifs. Nos résultats montrent que, quelle que soit la méthode

mobilisée, une progression significative des connaissances est possible dès lors qu'elle s'inscrit dans une démarche pédagogique structurée. Toutefois, l'internalisation des écogestes reste plus complexe et nécessite des interventions récurrentes et durables. Ces constats rejoignent les travaux de Kollmuss et Agyeman (2002), qui rappellent l'importance d'une éducation explicite pour transformer la prise de conscience en action effective, ainsi que ceux de Tricot (2017a), pour qui la compréhension d'un enjeu ne garantit pas, à elle seule, le transfert vers des pratiques effectives.

L'objectif de nos expérimentations était également de mobiliser des approches pédagogiques probantes en sciences de l'éducation, telles que la ludopédagogie, l'apprentissage actif et, plus spécifiquement, l'apprentissage collaboratif, reconnu pour ses effets positifs sur les apprentissages (Hattie, 2017). Concrètement, enseigner la sobriété numérique suppose de recourir à des démarches actives et critiques, articulées à des intégrations disciplinaires (sciences, éducation aux médias et à l'information, éducation au développement durable) ou interdisciplinaires. Nos interventions, qu'elles aient été menées en géographie, en sciences ou dans une logique interdisciplinaire avec des élèves du primaire ou du supérieur, confirment la pertinence de cette pluralité d'approches. L'enjeu est d'en faire un levier d'autonomie citoyenne, en formant à la compréhension (impact du numérique), à l'action individuelle (écogestes) et à l'action collective (chartes, projets collaboratifs).

Dans cette perspective, le rôle des enseignants est central. Renforcer leurs compétences environnementales, identifiées par Salite et Pipere (2006, cités par Selvi, 2010) comme une dimension du développement professionnel, constitue un levier essentiel pour qu'ils puissent transmettre efficacement ces savoirs à leurs élèves. L'école est ainsi invitée à passer d'une phase de sensibilisation opportuniste, souvent

limitée à des initiatives ponctuelles (par ex. semaines thématiques), à une phase d'institutionnalisation, où la sobriété numérique s'inscrit dans une progression pédagogique. Les évolutions récentes, comme l'inclusion de la dimension environnementale dans certains référentiels de compétences numériques, témoignent de cette dynamique.

Cependant, il s'agit de bien plus qu'une compétence à enseigner. Comme tout objet lié au développement durable, la sobriété numérique constitue un enjeu systémique. À ce titre, Cordier et Erhel (2023) invitent à une vigilance particulière face aux approches trop normatives de l'éducation au numérique. Elle souligne que des injonctions aux « bonnes pratiques », lorsqu'elles sont déconnectées des usages réels et des contraintes vécues par les acteurs, peuvent susciter résistances ou incompréhensions. Une éducation à la sobriété numérique gagne ainsi à s'ancrer dans les pratiques existantes afin de construire des marges d'action partagées plutôt que de prescrire des comportements idéalisés.

Au-delà de cette vigilance pédagogique, l'apport critique de Dufort (2023) nous invite à dépasser le seul cadre scolaire pour envisager une articulation plus large entre institutions éducatives, sphère familiale et société civile. Nos résultats indiquent que les acteurs du secteur éducatif ont déjà identifié des actions concrètes à entreprendre.

Dans cette perspective, les travaux de Fontanié et Lenevez (2025) apportent un éclairage analytique complémentaire aux résultats de nos études. Nos travaux mettent en évidence, à partir de données empiriques, les niveaux de compétences perçues, les usages déclarés (Descamps et al., 2023) et les dynamiques d'engagement possibles autour de la sobriété numérique. L'approche exploratoire développée par Fontanié et Lenevez (2025), inscrite dans le cadre de l'éthique située, permet d'en approfondir la compréhension en s'intéressant aux

arbitrages qui sous-tendent les pratiques professionnelles. Elle met en lumière les tensions éthiques, professionnelles et institutionnelles auxquelles les enseignants sont confrontés, et qui influencent concrètement la traduction des intentions en pratiques effectives.

L'articulation de ces deux regards souligne ainsi que le développement de la sobriété numérique ne relève pas uniquement d'un enjeu de formation ou de sensibilisation, mais s'inscrit dans des cadres d'action éthiques et institutionnels qui conditionnent l'agir éducatif.

Au niveau de la gouvernance des établissements, la sobriété numérique doit être intégrée dans les politiques institutionnelles. Une réflexion est nécessaire sur les choix matériels dans l'éducation (durée de vie des appareils, réparation, mutualisation, recours au reconditionné). Elle doit aussi imprégner les pratiques quotidiennes des enseignants, tant dans leurs usages pédagogiques que professionnels. De plus, comme le souligne Dupeyron (2020), l'exemplarité enseignante peut constituer un puissant levier de légitimation : elle agit comme modèle de référence pour les élèves et renforce la crédibilité des comportements responsables promus en classe. Mais cette exemplarité ne se décrète pas, elle se construit dans la cohérence entre les discours et les actes.

La formation des enseignants revêt une importance capitale. Elle constitue un préalable indispensable à toute transformation systémique (Fullan, 2007). Nos propres expériences montrent cependant qu'il n'est pas toujours aisé d'impliquer les enseignants dans des parcours de formations sur ce sujet, d'où l'intérêt de formats plus accessibles, comme les ateliers de sensibilisation où des ressources clé en main, comme *EducoNetImpact* (Descamps, 2023), qui peuvent constituer une première étape vers une prise de conscience.

La sobriété numérique ne saurait reposer uniquement sur des initiatives individuelles. Elle doit être portée collectivement, par les

écoles, les universités, la formation continue mais aussi par les politiques publiques.

Cela rejoint d'ailleurs des propos de Dufort (2023) qui a analysé notre cadre conceptuelle et suggère la construction d'une communauté apprenante indispensable pour une éducation émancipatrice et transformatrice. C'est dans cette logique que s'inscrit la *whole-school approach* (Mathie, 2024), qui implique une cohérence entre politiques, pratiques pédagogiques, culture scolaire et relations communautaires. Cette approche, largement utilisée dans les programmes d'Education au Développement Durable, vise à faire de la durabilité un principe vécu dans toutes les dimensions de la vie scolaire. Elle est particulièrement pertinente pour la sobriété numérique, qui exige une cohérence forte entre enseignement et pratiques institutionnelles.

4. Des recommandations didactiques et pédagogiques

L'un des objectifs de cette thèse était non seulement d'analyser le développement de la protection de l'environnement comme une compétence numérique, mais aussi de proposer des recommandations didactiques pour l'éducation à la sobriété numérique. La nouveauté du sujet impose en effet de formuler des pistes concrètes, fondées à la fois sur nos résultats empiriques et sur les apports de la littérature dans différents domaines (sciences de l'éducation, sciences de l'information et de la communication, éducation à l'environnement, etc.)

4.1. Privilégier des approches pédagogiques actives et critiques

À travers nos dispositifs (apprentissage collaboratif, *micro-learning* via Instagram, ateliers de décryptage du greenwashing, escape game, atelier de co-construction), nous avons cherché à mobiliser des méthodes d'apprentissage reconnues pour leur efficacité. Nous nous

sommes appuyés en particulier sur les méta-analyses de Hattie (2017), qui classent les facteurs pédagogiques selon leur effet d'impact (seuil moyen : $d = 0,40$). Par conséquent, certaines méthodologies pédagogiques adaptées à notre contexte ont été privilégiées, telles que l'apprentissage collaboratif ($d = 0,59$), les interactions entre pairs ($d = 0,53$) et l'apprentissage par investigation ($d = 0,46$).

Nos expérimentations confirment la pertinence de ces approches : elles favorisent une progression significative des connaissances, stimulent la motivation à agir et renforcent la compréhension critique des enjeux. Il s'agit de rendre les élèves pleinement acteurs de leur apprentissage, en les amenant à rechercher, questionner et débattre sur les impacts (positifs comme négatifs) du numérique sur l'environnement.

Un autre enjeu était de « rendre visible l'invisible ». Les impacts du numérique sont souvent dissimulés (infrastructures, réseaux, datacenters, déchets électroniques). Pour les rendre perceptibles, nous avons utilisé des outils visuels tels que la schématisation de l'analyse du cycle de vie, des photographies ou encore des extraits de films d'animation. Ce principe est également incarné dans des supports déjà existants comme la *Fresque du numérique*, qui propose de débattre collectivement et de rendre tangible les conséquences écologiques du numérique (Collin et al., 2024).

4.2. Adopter une approche non culpabilisatrice

Dès l'élaboration de notre modèle d'éducation à la sobriété numérique (Descamps et al., 2022), nous avons insisté sur l'importance d'éviter une approche culpabilisante. Soares (2013) rappelle combien il est essentiel, en éducation à l'environnement, de ne pas placer les enfants dans une position de culpabilité. Nous avons donc veillé à présenter le numérique à la fois comme source de problématiques

environnementales et comme partie de la solution pour réussir la transition écologique.

Cette approche rejoint les travaux de Mouguiama-Daouda et al. (2022) et Della Libera et al. (2024), qui soulignent que l'éco-anxiété peut constituer un levier d'engagement écologique lorsqu'elle reste dans une « fenêtre d'intensité modérée ». En revanche, si elle devient trop intense, elle risque d'induire une détresse émotionnelle et de freiner l'action. L'ensemble de nos dispositifs a donc cherché à se situer dans cette zone d'équilibre, en exposant les impacts en mettant en avant les alternatives et les solutions. Les résultats obtenus auprès des étudiants du supérieur, avec un faible taux d'amotivation déclarée suggèrent que cette posture déculpabilisante contribue à maintenir l'engagement.

4.3. Développer le sentiment de compétence et l'agentivité

Nos travaux montrent que le sentiment de compétence en sobriété numérique demeure souvent faible, tant chez les enseignants que chez les étudiants. Or, nous avons mis en évidence des corrélations significatives entre la compréhension de l'impact environnemental et la capacité perçue d'agir. Cela plaide en faveur d'une approche qui articule trois dimensions :

- la connaissance (comprendre les impacts positifs et négatifs),
- l'action individuelle (adopter des écogestes),
- l'action collective (participer à des projets communs).

Nos résultats confirment l'importance de la dimension collective. En effet, dans l'expérimentation menée auprès des étudiants, les scénarios centrés sur des actions collectives ont significativement renforcé le sentiment de compétence à agir, comparativement à ceux centrés sur des actions individuelles. Il est donc recommandé de développer des dispositifs tels que des chartes d'écogestes, des campagnes de sensibilisation ou des projets d'établissement, afin de favoriser

l'efficacité collective et d'ancrer les apprentissages dans une dynamique de groupe.

4.4. Adopter une posture cohérente face aux technologies

Enfin, éduquer à la sobriété numérique suppose une cohérence entre le discours et les pratiques des enseignants. Cela implique non seulement de promouvoir des gestes de sobriété numérique, mais aussi de les intégrer dans sa propre pratique professionnelle. Concrètement, il s'agit de réfléchir aux besoins pédagogiques réels et de mobiliser le numérique uniquement lorsqu'il apporte une véritable plus-value. Des solutions simples, comme le travail en atelier, permettent à la fois de réduire le nombre d'équipements nécessaires et de renforcer la collaboration entre élèves.

Martinand (1987) rappelle qu'« *il n'est pas possible de parler de didactique sans [...] une responsabilité par rapport au contenu* » (p.29). Les enseignants ont donc une responsabilité particulière : celle d'incarner les principes qu'ils transmettent. Comme le souligne Dupeyron (2020), l'exemplarité enseignante agit comme un puissant levier de légitimation. Elle ne peut toutefois se décréter. Elle se construit dans la cohérence entre les discours et les actes.

Pour parvenir à cette cohérence, il est nécessaire de travailler les autres compétences numériques du *DigComp* sous un angle environnemental. Cela peut concerner la recherche d'information (utiliser des moteurs écologiques, les requêtes), la communication en ligne (désabonnement des newsletters, tri des courriels, limitation des pièces jointes), ou encore la création de contenus (écoconception des supports numériques). Mais cette évolution suppose un accompagnement adapté et une formation des enseignants, condition incontournable de tout changement systémique.

5. Des perspectives pour la recherche

Cette thèse ouvre de nouvelles pistes pour la recherche, en proposant des recommandations susceptibles de structurer et d’orienter les futurs travaux. Ces recommandations s’inscrivent dans une volonté de donner une véritable feuille de route, afin de consolider les bases théoriques et didactiques de ce domaine émergent et de favoriser une approche interdisciplinaire et systémique.

5.1. Poursuivre l’analyse empirique des pratiques éducatives en éducation à la sobriété numérique

Il apparaît indispensable de poursuivre les recherches empiriques sur les dispositifs d’éducation à la sobriété numérique, en observant leurs effets réels dans des contextes variés : primaire, secondaire, enseignement supérieur, formation continue. Les expérimentations contextualisées menées dans cette thèse constituent une première exploration structurée de ces dispositifs, appelée à être prolongée et enrichie dans un champ encore en plein développement. Depuis nos premières initiatives, de nouvelles ressources et dispositifs ont émergé ou se sont largement diffusés, comme la *Fresque du Numérique* (Collin et al., 2024), le MOOC de l’INRIA sur l’impact environnemental du numérique, ou encore le jeu *Phone@Impact*. Ces supports constituent désormais des terrains riches pour de futures recherches, permettant d’évaluer leur efficacité auprès de publics différents.

Il s’agit notamment de mieux comprendre les réactions des apprenants face à ces dispositifs, en analysant leur engagement, leur motivation et leur capacité à transformer leurs pratiques en une utilisation plus responsable des technologies. Mais la recherche doit également se pencher sur les obstacles rencontrés par les enseignants, formateurs ou animateurs lors de la mise en place de telles démarches : contraintes institutionnelles, manque de formation, représentations parfois

contradictoires. D'ailleurs Kaboré et al. (2022), appellent à mieux documenter les pratiques enseignantes pour améliorer les dispositifs. L'enjeu scientifique est donc d'analyser ces expériences pour déterminer les conditions d'une éducation à la sobriété numérique réellement efficiente et porteuse de sens, en accompagnant le mouvement déjà amorcé dans les établissements et la société civile.

5.2. Approfondir la réflexion didactique

Une autre recommandation de recherche concerne la dimension didactique. La sobriété numérique est une thématique nouvelle, qui a exigé un travail de transposition pour devenir un objet d'enseignement. La réflexion menée dans cette thèse peut être prolongée pour consolider un cadre didactique robuste ou pour en élaborer d'autres. Cela implique d'identifier les contenus pertinents, de les transformer en savoirs enseignables adaptés aux différents niveaux scolaires, puis d'expérimenter ces dispositifs sur le terrain.

L'un des enjeux serait de rendre accessibles des notions complexes comme l'empreinte carbone du numérique, le fonctionnement des infrastructures ou les principes d'écoconception. De futures recherches pourraient également concevoir et étudier des progressions pédagogiques intégrées, inscrites dans la durée, plutôt que de se limiter à des interventions ponctuelles. Au-delà de la recherche, l'objectif est de proposer aux enseignants des ressources transférables et des outils concrets, à l'image d'initiatives comme *EducoNetImpact* (Descamps, 2023), afin de faciliter l'appropriation, l'enseignement de ces contenus et, sur le long terme, une véritable institutionnalisation (Chevallard, 1985).

5.3. Développer et déployer l'EMSN (Échelle de Maturité à la Sobriété Numérique)

L'EMSN, développée au cours de cette recherche, constitue une contribution méthodologique prometteuse, exploitée de manière partielle. Cet outil n'a en effet été testé que dans un contexte restreint. Dans cette perspective, sa validation psychométrique sur des échantillons de plus grande taille représente une priorité absolue.

Il serait également pertinent d'appliquer l'EMSN dans divers contextes éducatifs (primaire, secondaire, supérieur, formation continue), en adaptant si nécessaire l'outil aux publics plus jeunes. Des adaptations interculturelles ouvriraient aussi la voie à des comparaisons internationales. Comme l'a montré Proulx (2002), l'appropriation du numérique est fortement dépendante des contextes sociaux et culturels : dans certaines sociétés, le numérique est associé à la coopération et à l'échange, tandis que dans d'autres il est lié à la performance ou au contrôle. Ces différences influencent directement les usages ayant un impact environnemental et nécessitent donc des ajustements méthodologiques.

L'enjeu scientifique est ici de doter la recherche d'un instrument fiable et généralisable, capable de mesurer la maturité en sobriété numérique et d'évaluer l'impact de dispositifs pédagogiques, de formations ou de politiques éducatives.

5.4. Développer une approche interdisciplinaire et systémique

Enfin, la recherche gagnerait à s'ouvrir davantage à l'interdisciplinarité pour saisir la complexité du lien entre numérique et environnement. Comme le rappellent Lange et Munier (2019), l'interdisciplinarité permet de construire et d'approfondir des connaissances en associant plusieurs disciplines autour de thématiques transversales telles que la

transition écologique ou la citoyenneté. Cette démarche s'applique particulièrement bien à la sobriété numérique, qui requiert une approche systémique pour appréhender ses multiples dimensions.

L'articulation avec la psychologie de l'éducation et l'éducation relative à l'environnement permettrait, par exemple, d'approfondir la compréhension des mécanismes psychosociaux : comment renforcer le passage de la conscience à l'action, quel rôle jouent les émotions (éco-anxiété, espoir, motivation) dans l'engagement, ou encore comment développer l'agentivité des apprenants. La sociologie pourrait contribuer à l'analyse des normes sociales et des inégalités d'accès aux technologies durables : tout le monde n'a pas les mêmes possibilités de recourir à du matériel reconditionné ou de faire réparer ses équipements, et ces facteurs socio-économiques influencent directement la capacité à adopter des comportements responsables. Enfin, les sciences politiques et économiques offriraient des éclairages sur le rôle des politiques publiques et des stratégies institutionnelles (achats d'équipements, régulations, incitations) dans l'orientation des pratiques éducatives.

L'enjeu scientifique est de dépasser le cloisonnement disciplinaire pour construire une compréhension plus globale et nuancée du triptyque numérique-environnement-éducation.

6. Limites, Perspectives et Prolongements

6.1. Les limites méthodologiques

Dans ce travail doctoral, nous avons volontairement mobilisé une diversité de méthodologies, dans la mesure où cette pluralité fait la richesse des sciences de l'éducation (Isambert-Jamati, 2020). Chaque approche comporte toutefois ses propres limites, auxquelles s'ajoutent

celles liées au contexte d'une recherche portant sur un objet encore émergent. En effet, la thématique de la protection de l'environnement comme compétence numérique est novatrice et n'est pas encore institutionnalisée dans l'enseignement obligatoire ni dans l'enseignement supérieur. Cette situation nous a conduits à travailler sur des opportunités de terrain, en mettant en place des quasi-expérimentations ou des études de cas avec les acteurs qui acceptaient de participer.

Un premier ensemble de limites découle de ce **caractère opportuniste**. Les études de cas menées dans l'enseignement obligatoire ont reposé sur des enseignants volontaires, qui acceptaient de dépasser le programme parce qu'ils y percevaient un intérêt pédagogique. Ces initiatives sont cohérentes avec l'état actuel des référentiels et programmes en Fédération Wallonie-Bruxelles : la réforme du Pacte d'excellence est encore en cours de déploiement, et le tronc commun intégrant notamment l'étude des impacts environnementaux des technologies dans le FMTTN n'est pas encore pleinement mis en œuvre (Fédération Wallonie-Bruxelles, 2022). Cela ne sera donc réellement développé qu'à partir de l'année scolaire 2027-2028. Cette thèse s'inscrivait donc dans une démarche préparatoire, en explorant ce que pourrait être l'enseignement de cette problématique.

La taille et la diversité des échantillons constituent une autre limite importante. Les effectifs étudiés étaient parfois limités. Par exemple, l'étude de cas examinée dans l'article 5 de la présente thèse s'est appuyée sur un échantillon de seulement 16 élèves. Cette limitation n'a toutefois pas entravé la réalisation d'une analyse qualitative approfondie de leurs productions. La quasi-expérimentation décrite dans l'article 6 a, quant à elle, souffert d'une réduction notable : sur les 164 étudiants initialement engagés dans le dispositif, seuls 107 ont complété les pré-tests et post-tests, et ont pu être retenus pour

l'analyse. Ces contraintes limitent la portée de la généralisation des résultats et invitent à les interpréter avec prudence, en tenant compte de la spécificité des contextes étudiés.

Un biais de recrutement est également à souligner, notamment pour les enseignants. Les ateliers de sensibilisation organisés dans le cadre de cette recherche ont reposé sur la participation volontaire, et il est probable que les participants aient déjà présenté une certaine sensibilité aux enjeux environnementaux. Comme le rappellent Lapointe et Morrissette (2017), ce type de biais limite la généralisabilité des conclusions, car il tend à sélectionner des profils plus favorables à l'objet étudié.

La durée des interventions représente une autre contrainte méthodologique. La majorité des dispositifs expérimentés étaient courts, parfois limités à quelques heures. L'expérience la plus longue fut la campagne de sensibilisation en ligne, étalée sur plusieurs semaines, mais elle n'a produit qu'un effet modéré sur l'acquisition des connaissances. Cela montre que la durée n'est pas en soi garante de l'efficacité, mais souligne aussi l'importance des contraintes liées au temps scolaire. Comme le note Tricot (2017b), la structuration rigide du temps scolaire rend difficile la mise en place de suivis longitudinaux ou de post-tests différés, ce qui aurait permis d'évaluer les effets à long terme, notamment en termes d'internalisation des écogestes.

Enfin, certaines limites sont liées au recours à **des données auto-déclaratives**, en particulier dans l'usage de l'échelle EMSN. Les pratiques numériques responsables sont complexes et multiples, et il est difficile de les vérifier toutes de manière effective. Le choix de travailler à partir de déclarations des participants s'est donc imposé. Or, la littérature a bien montré les biais associés à ce type de méthodologie. Butori et Parguel (2010) identifient deux biais principaux : **la désirabilité**

sociale, qui conduit les répondants à se présenter sous un jour favorable, et les artefacts du questionnement, lorsque les participants devinent les attentes du chercheur et ajustent leurs réponses en conséquence. Ces biais, également relevés par Damar (2018), impliquent une possible distorsion entre les pratiques déclarées et les pratiques effectives. Pour pallier ces limites, il aurait fallu recourir à des méthodes plus intrusives, comme l'observation ou l'exploitation des traces qui auraient pu induire des difficultés pratiques et éthiques.

En somme, ces limites méthodologiques tiennent à la fois à l'émergence de l'objet de recherche, aux conditions de terrain et aux choix nécessaires pour explorer un champ encore peu investi. Elles n'invalident pas les résultats, mais invitent à les considérer avec prudence et à envisager des recherches complémentaires, sur des échantillons plus larges, dans des contextes diversifiés et avec des méthodes triangulées.

6.2. Limites théoriques et didactiques

La sobriété numérique, envisagée sous le prisme de l'éducation, constitue un objet scientifique encore récent. Comme l'a montré Dufort (2023), les contributions sur ce thème restent rares, ce qui en fait une notion en construction. Cette émergence représente une limite importante pour la recherche : **l'absence de consensus théorique solide rend difficile la comparaison des résultats et l'élaboration de modèles transférables**. Même si cette thèse propose une première ébauche, il demeure nécessaire, pour l'avenir, de stabiliser le concept de sobriété numérique comme objet éducatif. Cela suppose de clarifier ses composantes (écogestes, conscience critique, agentivité citoyenne, écoconception) afin de mieux en délimiter les contours et de le distinguer d'autres notions voisines comme le numérique responsable ou l'écoconception.

Ce travail doctoral s'est attaché à explorer la transposition didactique de savoirs complexes (empreinte numérique, infrastructures, obsolescence programmée) en objets enseignables. Toutefois, cette démarche reste exploratoire et souligne le manque de références comparatives. À l'inverse de domaines plus établis, tels que l'éducation aux médias (Buckingham, 2003 ; Fastrez, 2010) ou l'éducation relative à l'environnement (Sauvé, 1997 ; 2017), un corpus structuré permettant de conceptualiser l'enseignement de la sobriété numérique n'est pas encore disponible.

Une autre **limite est d'ordre géographique**. La majorité des travaux existants, y compris ceux réalisés dans le cadre de cette recherche doctorale, se situent dans le monde francophone européen. Cela réduit la portée internationale des résultats et complique leur mise en perspective avec des contextes socioculturels différents. La littérature sur les comparaisons interculturelles (Proulx, 2002) montre pourtant que l'appropriation du numérique varie fortement selon les environnements sociaux, culturels et économiques. Cette variabilité pourrait entraîner une transformation significative des méthodes d'enseignement de la protection de l'environnement en tant que compétence numérique.

Enfin, comme l'a souligné Dufort (2023) dans sa lecture critique de notre article *Vers une éducation à la sobriété numérique* (Descamps et al., 2022), certains aspects mériteraient d'être approfondis. L'auteur note par exemple que si les **enseignants** sont envisagés comme des fers de lance de l'éducation à la sobriété numérique, la question de leur **formation initiale ou continue** pour aborder des questions socialement vives n'a pas été suffisamment traitée. Cet angle, absent du périmètre de cette thèse, représente une piste pertinente pour la suite des recherches.

En conclusion, l'objectif de cette recherche doctorale était avant tout exploratoire. En raison du caractère novateur de l'objet étudié, il ne s'agissait pas de proposer un modèle achevé, mais bien d'ouvrir le champ des possibles et de poser les bases d'une transposition didactique qui reste à construire collectivement.

6.3. Perspective de recherche

L'éducation à la sobriété numérique n'en est encore qu'à ses débuts. À mesure qu'elle sera davantage institutionnalisée et mise en œuvre sur le terrain à travers les référentiels et programmes scolaires, notamment dans le cadre de la réforme du Pacte d'Excellence et de l'introduction progressive du tronc commun en Fédération Wallonie-Bruxelles, de nouvelles recherches deviendront possibles. L'intégration des impacts environnementaux du numérique dans des référentiels tels que le FMTTN (Fédération Wallonie-Bruxelles, 2022) ouvre ainsi la voie à des études comparatives et longitudinales, permettant de suivre l'évolution des connaissances, des attitudes et des comportements des élèves, étudiants et enseignants dans la durée.

Une première perspective majeure concerne justement la mise en place **d'approches longitudinales**. Il serait pertinent de suivre les apprenants sur une ou plusieurs années afin de mesurer la consolidation des savoirs et l'internalisation des écogestes numériques. Il serait envisageable de s'inspirer de l'étude longitudinale sur dix ans de Lampropoulos et al. (2021) qui montre comment les usages numériques évoluent chez les étudiants et enseignants. Il serait possible de transposer la méthodologie mixte et de l'adopter à l'internalisation des écogestes numériques.

Une autre piste consiste à développer des **recherches comparatives** à plus grande échelle : comparer différentes modalités pédagogiques, analyser l'efficacité de ressources de sensibilisation existantes et

populaire comme la *Fresque du Numérique*, ou encore comparer les effets de dispositifs en fonction des publics (élèves du primaire, étudiants, enseignants, citoyens). Ces démarches contribueraient à consolider le cadre didactique de la sobriété numérique et à mieux identifier les pratiques les plus efficaces.

Un autre prolongement consisterait à **élargir les terrains d'étude au-delà du cadre scolaire**. Comme l'a souligné Dufort (2023), le développement d'une véritable communauté apprenante suppose d'impliquer l'ensemble des acteurs d'un territoire. De fait, des initiatives de sensibilisation existent déjà dans des lieux extrascolaires tels que les maisons de jeunes, les associations, les entreprises ou les collectivités locales. De nouveaux supports, comme les jeux de plateau *Phone@Impact* ou *Numéville*, permettent également de sensibiliser directement dans les foyers. Explorer ces différents contextes (familiaux, associatifs, professionnels) permettrait de mieux comprendre comment l'éducation à la sobriété numérique peut se diffuser dans l'ensemble de la société.

Un autre axe à explorer découle des limites relevées dans cette thèse concernant les pratiques auto-déclarées. De futures recherches gagneraient à **s'intéresser aux pratiques effectives**, par exemple en se focalisant sur un comportement particulier (navigation en ligne, gestion des emails, application de stratégies d'éco-conception, choix d'équipements) et en observant les usages réels dans un environnement sécurisé, grâce à l'analyse de logs ou d'outils techniques adaptés. Ces travaux permettraient de réduire l'écart entre les discours et les pratiques et ainsi de mieux cerner les leviers réels du changement.

Les **perspectives méthodologiques autour de l'EMSN** (Échelle de Maturité à la Sobriété Numérique) sont également nombreuses. Cet

outil pourrait être validé sur des échantillons plus larges, appliqué dans différents contextes éducatifs (scolaire, universitaire, formation continue, professionnel) et adapté à de nouveaux publics, notamment les élèves du primaire et du secondaire. Des versions spécifiques pourraient être développées pour les usages pédagogiques des enseignants ou pour les pratiques en entreprise. Par ailleurs, l'EMSN devrait être régulièrement mise à jour afin de prendre en compte les évolutions rapides des technologies et des usages. Depuis le début de cette recherche, l'essor de l'intelligence artificielle a profondément transformé le paysage numérique, et de nouveaux usages irresponsables ont émergé (Gordon et al., 2023). Par exemple, l'ADEME (2024) recommande de privilégier des IA spécifiques, moins énergivores, plutôt que des modèles généralistes particulièrement gourmands. Une adaptation de l'EMSN intégrant les enjeux et usages spécifiques à l'IA serait donc nécessaire.

Les **recherches comparatives internationales** représentent également une perspective pouvant être prometteuse. Dans notre cadre conceptuel, nous avons voulu inscrire l'éducation à la sobriété numérique au croisement de l'éducation au numérique, de l'éducation relative à l'environnement et d'autres didactiques (géographie, sciences, éducation aux médias). Or, comme le rappelle Simonneaux (2008), les contenus, les finalités et les méthodes de l'éducation relative à l'environnement varient fortement selon les contextes culturels, politiques et nationaux. Le rapport mondial sur les usages numériques (We Are Social & Meltwater, 2024) souligne par ailleurs des disparités importantes : en Afrique subsaharienne, l'usage est dominé par le téléphone mobile souvent sans accès stable à l'électricité, alors qu'en Europe et en Amérique du Nord, les usages sont plus équilibrés entre ordinateur et mobile, et qu'en Asie de l'Est, la connectivité est massive mais parfois encadrée par des restrictions politiques. Ces différences

appellent des recherches comparatives afin d'élaborer des dispositifs éducatifs adaptés aux réalités locales et aux curricula en vigueur.

Une autre perspective réside dans l'étude de la mise en œuvre et de **l'appropriation** d'outils pédagogiques comme **EducoNetImpact** (Descamps, 2023), conçu dans le cadre de cette recherche. Ce guide pédagogique, proposant des séquences clé en main, des fiches thématiques, des jeux et un parcours d'autoformation, pourrait faire l'objet d'investigations spécifiques. Il serait notamment intéressant d'étudier comment les enseignants se les approprient, quelles ressources ils privilégient, comment ils les adaptent à leur contexte, et quels effets chaque ressources produisent sur les élèves. La constitution de communautés éducatives autour de telles ressources pourrait également être explorée, tout comme l'élaboration de progressions pédagogiques allant du primaire au supérieur et la définition d'approches interdisciplinaires transférables.



Figure 35. EducoNetImpact

Enfin, une perspective incontournable concerne **l'intelligence artificielle**. Le développement fulgurant de l'IA éducative suscite déjà des interrogations quant à son impact environnemental. Plusieurs travaux soulignent sa forte consommation énergétique (De Vries,

2023 ; Kieffer, 2023 ; Luccioni et al., 2023), et l'UNESCO (2024) appelle à une IA éducative respectueuse de l'environnement. Dans son référentiel de compétences en IA pour les enseignants, l'UNESCO insiste sur la nécessité de « promouvoir une IA éducative digne de confiance et respectueuse de l'environnement », en soulignant que « comprendre les émissions de carbone de l'IA est crucial pour les enseignants et contribue à sensibiliser leurs élèves et étudiants au changement climatique » (UNESCO, 2024, p. 20). L'une des perspectives de recherche les plus actuelles consiste donc à explorer comment les acteurs de l'éducation peuvent enseigner une utilisation écoresponsable de l'IA, en s'appuyant sur le cadre conceptuel élaboré dans le cadre de cette recherche doctorale. Cela permettrait de proposer des pistes concrètes pour aligner l'éducation numérique de l'IA avec les impératifs écologiques.

II. Conclusion Générale

Tout l'intérêt de cette recherche doctorale était de s'intéresser à la protection de l'environnement comme une compétence numérique, un objet encore inédit dans les sciences de l'éducation. L'enjeu est né d'un double constat : d'une part, l'urgence climatique, soulignée dans chaque rapport du GIEC (IPCC, 2021), qui rend incontournable une réflexion sur la sobriété, notamment numérique ; d'autre part, le rôle central reconnu à l'éducation dans la réalisation des Objectifs de Développement Durable (ONU, 2015). Ces deux dimensions se croisent dans un impératif clair : articuler numérique et durabilité en éducation (Boboc & Metzger, 2023). La question principale posée par cette thèse fut donc la suivante : **comment penser et enseigner la sobriété numérique dans un cadre scolaire et citoyen ?**

Pour y répondre, une démarche holistique a été adoptée, articulant réflexion conceptuelle et expérimentations de terrain. Sur le plan théorique, cette recherche a permis de proposer un cadre de littérature en sobriété numérique et d'explorer les conditions de sa transposition didactique, un processus encore rare mais essentiel pour tout objet émergent (Chevallard, 1991). Sur le plan empirique, plusieurs dispositifs pédagogiques ont été conçus et testés auprès de publics variés incluant des élèves du secondaire, des étudiants du supérieur, des enseignants en formation. Ces expérimentations ont montré des résultats encourageants en termes de progression des connaissances, de développement de l'esprit critique et de stimulation de la motivation à agir. Elles révèlent aussi que si l'acquisition des savoirs est rapide, l'internalisation des écogestes exige du temps, de la répétition et une inscription curriculaire.

Sur le plan méthodologique, la recherche a abouti au développement de l'EMSN, une échelle de maturité en sobriété numérique, dont les premiers usages confirment le potentiel pour évaluer les compétences et soutenir l'auto-positionnement des apprenants. Enfin, cette recherche s'inscrit dans une véritable perspective de recherche-action, en produisant des outils concrets pour le terrain. *EducoNetImpact* (Descamps, 2023), conçu comme un guide pédagogique, offre aux enseignants et aux institutions des séquences, des fiches thématiques et des ressources prêtes à l'emploi, afin de les accompagner dans une thématique encore nouvelle, souvent perçue comme complexe, et pour laquelle ils ne sont pas encore formés.

Bien entendu, plusieurs limites doivent être reconnues : la taille restreinte et la diversité limitée des échantillons, le caractère déclaratif de certaines données ou encore le statut émergent du concept. Ces contraintes invitent à la prudence dans l'interprétation des résultats. Mais loin de fragiliser le travail, elles en soulignent la nature exploratoire et ouvrent un vaste champ d'investigation pour la recherche future.

Cette dynamique s'inscrit déjà dans un contexte en évolution. Des initiatives comme *Alt Impact* (formation de référents sobriété numérique dans le supérieur) (Berthoud et al., 2024), la *Fresque du numérique* (Collin et al., 2024), ou encore divers jeux et outils éducatifs témoignent d'une reconnaissance croissante de la légitimité de cet objet d'enseignement. Toutefois, comme l'a montré l'expérience de l'éducation au développement durable il y a une décennie, une intégration aboutie ne pourra advenir qu'à la condition d'une convergence entre volontés politiques, académiques et professionnelles (Girault & Sauv  , 2008).

Au-delà de la salle de classe, il convient d'éviter toute dissonance pédagogique. Ce principe doit guider cette évolution. On ne peut enseigner la sobriété numérique tout en maintenant des pratiques institutionnelles marquées par la surconsommation technologique. La protection de l'environnement est une compétence numérique à enseigner. Mais la sobriété numérique doit également devenir un principe structurant de l'éducation, irrigant la gouvernance des établissements, la gestion des infrastructures et équipements, ainsi que les pratiques pédagogiques et professionnelles. C'est à cette condition que l'éducation pourra contribuer pleinement à une transition numérique durable.

Enfin, cette recherche ouvre de nombreuses perspectives : études longitudinales et comparatives, extension à de nouveaux contextes (familiaux, associatifs, professionnels), observation des pratiques effectives, approfondissement méthodologique de l'EMSN, comparaisons internationales et intégration des nouveaux enjeux liés à l'intelligence artificielle. Ces prolongements témoignent de la vitalité d'un champ émergent, appelé à jouer un rôle majeur dans la transition vers un numérique durable et citoyen.

En conclusion, la sobriété numérique peut et doit devenir une compétence citoyenne essentielle, à la fois enseignée et vécue collectivement. Cette recherche doctorale contribue à poser les jalons d'une éducation au numérique qui soit aussi une éducation porteuse d'enjeux pour l'avenir : une éducation capable de former des citoyens conscients, critiques et acteurs de la transition écologique.

ADEME [Agence De l'Environnement de la Maitrise de l'Energie]. (2021). *La face cachée du numérique. Réduire les impacts du numérique sur l'environnement*. ADEME. [https://www.pays-landerneau-daoulas.fr/medias/2021/03/1811 LA FACE CACHEE DU NUMERIQUE.pdf](https://www.pays-landerneau-daoulas.fr/medias/2021/03/1811_LA_FACE_CACHEE_DU_NUMERIQUE.pdf)

ADEME. (2024). Eviter le recours à l'IA générative. Alt IMPACT. <https://altimpact.fr/bonnes-pratiques/eviter-le-recours-a-lia-generative/>

Albero, B. (2013). Quels enjeux pour les recherches sur les usages du numérique dans l'enseignement supérieur?. *Distances et médiations des savoirs*, 4. <https://doi.org/10.4000/dms.367>

Amichaud, D. (2021). *Former l'ingénieur du XXIe siècle. Intégrer les enjeux socio-écologiques dans les formations du Groupe INSA - Rapport intermédiaire*. The Shift Project. <https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2021/02/Rapport-intermediaire-Former-lingenieur-du-XXIe-siecle.pdf>

Anadón, M. (2019). Les méthodes mixtes : implications pour la recherche « dite » qualitative. *Recherches qualitatives*, 38(1), 105–123. <https://doi.org/10.7202/1059650ar>

André, N., Loye, N. & Laurencelle, L. (2015). La validité psychométrique : un regard global sur le concept centenaire, sa genèse, ses avatars. *Mesure et évaluation en éducation*, 37(3), 125–148. <https://doi.org/10.7202/1036330ar>

Arfaoui, M., & Elbaz, J. (2025) *Numérique adolescent et vie privée*. 2025. <https://hal.science/hal-04919994v2>

Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19-32. <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>.

Banwell, N. (2024). La durabilité forte comme pilier central de l'écocitoyenneté. *Cahiers Pédagogiques*, n° 596(7), 47-48. <https://doi.org/10.3917/cape.596.0047>

Batista, B., & Martins, F. (2024). Formation des enseignants au développement durable – Éducation et diversité linguistique et bioculturelle dans le cadre du projet TEDS. *Recherches en didactique des langues et des cultures*, 22(2). <https://doi.org/10.4000/11qa9>

Berthoud, F., Bousseau, L., Giraudo, C., Macé, N., Marivain, D., Ninassi, B., & Pierson, J. M. (2024). *Sobriété numérique : Référentiel de compétences socles pour tous, en milieu professionnel* [Rapport]. Inria. <https://inria.hal.science/hal-04752687>

Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera, M. (2022). *GreenComp: The European sustainability competence framework*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://dx.doi.org/10.2760/13286>.

Bonneuil, C. et Fressoz, J.-B. (2016). *L'Événement anthropocène : La Terre, l'histoire et nous*. Le Seuil. <https://shs.cairn.info/levenement-anthropocene-la-terre-lhistoire-et-nous--9782757859599?lang=fr>

Bordage, F. (2019). *Sobriété numérique : Les clés pour agir*. Buchet/Chastel.

Boulet, P., Bouveret, S., Bugeau, A., Frenoux, E., Ligozat, A.-L., Marquet, K., Marquet, P., Michel, O. et Ridoux, O. (2020). *Référentiel de connaissances pour un numérique écoresponsable* [Rapport de recherche]. EcoInfo. <https://hal.science/hal-02954188>.

Buckingham, D. (2003). Media education and the end of the critical consumer. *Harvard educational review*, 73(3), 309-327.

Butori, R., & Parguel, B. (2010). Les biais de réponse : Impact du mode de collecte des données et de l'attractivité de l'enquêteur [Communication]. *Congrès de l'Association Française du Marketing (AFM)*, Le Mans, France. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00636228>

Carretero, S., Vuorikari, R. et Punie, Y. (2017). *DigComp 2.1. The Digital Competence Framework for Citizens with Eight Proficiency Levels and Examples of Use*. Publications Office of the European Union. <http://dx.doi.org/10.2760/38842>.

Chawla, L. (1999). Life paths into effective environmental action. *The Journal Of Environmental Education*, 31(1), 15-26. <https://doi.org/10.1080/00958969909598628>

Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble : La Pensée Sauvage.

Chevallard, Y. (1991). Concepts fondamentaux de la didactique : Perspectives apportées par une approche anthropologique. *Publications de l'Institut de recherche en mathématiques de Rennes*, (S6), 160–163.

Collin, A., Capitaine, A., Vincent, A. F., Coquerelle, M., Dejous, C., Ghiotto, A., Desainte-Catherine, M., Loubet, P., & Jégo, C. (2024). Enseignements sur les enjeux environnementaux et les impacts du numérique dans une école d'ingénieurs. *Journal of Environmental, Economics, Society and Engineering Studies (JEESES)*, 1(1), 5–10.

Cordier, A., & Erhel, S. (2023). *Les enfants et les écrans* (Mythes et réalités). Retz.

Cordier, A. (2024, 9 mai). « Interdire les écrans » ou « éduquer au numérique » : l'insoutenable alternative. *The Conversation*. Consulté sur <https://theconversation.com/interdire-les-ecrans-ou-eduquer-au-numerique-linsoutenable-alternative-229397>

Costello, A. B., & Osborne, J. (2019). Best practices in exploratory factor analysis: Four recommendations for getting the most from your analysis. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 10(1).

Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>

D'Hainaut, L. (1975). *Concepts et méthodes de la statistique. Tome 1*. Labor.

Damar, M.-E. (2018). Les pratiques déclarées des enseignants sur leur enseignement grammatical : quelles élaborations pour quelles transmissions des discours métalinguistiques ? *Cahiers De L'ACEDLE*, 15(1). <https://doi.org/10.4000/rdlc.2683>

Danias-Uraga, M., & Lannegrand, L. (2020). Les usages numériques des adolescents : des profils diversifiés en lien avec leur identité personnelle. *Enfance*, N° 3(3), 397-416. <https://doi.org/10.3917/enf2.203.0397>

Daniel, M. (2013). L'engagement des individus pour le développement durable : une étude quantitative des achats et des usages durables. *Management & Avenir*, 64, 185-203. <https://doi.org/10.3917/mav.064.0185>.

De Landsheere, G. (1982). *La recherche expérimentale en éducation*. Delachaux & Niestlé, Paris, France.

De Vries, A. (2023). The growing energy footprint of artificial intelligence. *Joule*, 7(10), 2191-2194. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2023.09.004>

Della Libera, C., Daouda, C. M., Deschietere, G., & Heeren, A. (2024). Dérèglement climatique, santé mentale et éco-anxiété. *Louvain médical*, 143(1), 46.

Delors, J. (1996). *L'éducation, un trésor est caché dedans*. Odile Jacob.

Descamps, S. (2023). *EducoNetImpact : Un guide pédagogique pour éduquer à la sobriété numérique*. <https://www.educonetimpact.com/>

Descamps, S., Boumazguida, K., Temperman, G., & De Lièvre, B. (2023). Sobriété numérique et acteurs de l'éducation : analyse croisée de leur sentiment de compétence et de leurs usages déclarés. *Distances et Médiations des Savoirs*, 43. <https://doi.org/10.4000/dms.9259>

Descamps, S., Temperman, G. et De Lièvre, B. (2022). Vers une éducation à la sobriété numérique. *Humanités numériques*, 5. <https://doi.org/10.4000/revuehn.2858>.

Digital Wallonia. (2021). *Baromètre 2021 de maturité numérique des citoyens wallons.* Agence du numérique.
<https://www.digitalwallonia.be/fr/publications/citoyens2021>.

Digital Wallonia. (2023). *Baromètre de maturité numérique 2023 des citoyens wallons.* Agence du numérique.
<https://www.digitalwallonia.be/fr/publications/citoyens-2023/>

Dionne, L. & Lefebvre, I. (2022). L'éducation relative à l'environnement et au changement climatique : l'appui d'ententes internationales pour son institutionnalisation. *Éducation relative à l'environnement*, 17(1).
<https://id.erudit.org/iderudit/1093841ar>

DRANE de Lyon. (2022). *Une labellisation numérique responsable pour les établissements scolaires.* <https://projects.directory/projects/9PZGir1q/blog-entries>

Dufort, D. (2023). Sarah Descamps, Gaëtan Temperman, et Bruno De Lièvre, Vers une éducation à la sobriété numérique. *Distances et Médiations des Savoirs*, 43. <https://doi.org/10.4000/dms.9509>

Dupeyron, J. (2020). L'exemplarité des enseignants et des éducateurs. *Le Télémaque*, N° 57(1), 75-91. <https://doi.org/10.3917/tele.057.0075>

Fastrez, P. (2010). Quelles compétences le concept de littératie médiatique englobe-t-il? Une proposition de définition matricielle. *Recherches en communication*, 33, 35-52.

Fédération Wallonie-Bruxelles. (2022). *Référentiel de formation manuelle, technique, technologique et numérique (FMTTN).* Fédération Wallonie-Bruxelles.
http://www.enseignement.be/index.php?page=23827&do_id=17242&do_check=CNEJLFQGE

Fluckiger C. (2010). La culture numérique adolescente. *Les cahiers de l'Orme*, 3

Fontanié, M., & Lenevez, L. (2025). Approche éthique de la sobriété numérique dans l'enseignement scolaire et supérieur : une étude de terrain

exploratoire. *Interfaces Numériques*, 14(2-3).
<https://doi.org/10.25965/interfaces-numeriques.5549>

Fredricks, J. A., Wang, M.-T., Schall Linn, J., Hofkens, T. L., Sung, H., Parr, A., & Allerton, J. (2016). Using qualitative methods to develop a survey measure of math and science engagement. *Learning and Instruction*, 43, 5–15.
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.01.009>

Fullan, M. (2007). Change the terms for teacher learning. *The Learning Professional*, 28(3), 35. Gottesdiener et Davallon (1999)

Gehlbach, H., & Brinkworth, M. E. (2011). Measure twice, cut down error: A process for enhancing the validity of survey scales. *Review of general psychology*, 15(4), 380-387.

Giannini, S. (2025). *Bridging the green and digital transitions through education*. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/jztn3849>

Giraud, C. (2025). Cartographie des formations incluant la thématique de la sobriété numérique dans l'Enseignement Supérieur en France. *Binaire*.
<https://www.lemonde.fr/blog/binaire/2024/12/13/cartographie-des-formationen-incluant-la-thematique-de-la-sobriete-numerique-dans-lenseignement-superieur-en-france/>

Gordon, A., Jafari, A., & Higgs, C. (2023). The hidden cost of the AI boom: social and environmental exploitation. *The Conversation*.
<https://theconversation.com/the-hidden-cost-of-the-ai-boom-social-and-environmental-exploitation-208669>

Grangeat, M. (2015). L'éducation scientifique pour une citoyenneté responsable : les six objectifs clés, les préconisations et les questions de recherche [Rapport]. HAL-SHS. <https://shs.hal.science/halshs-01227484>

Hattie, J. (2017). *L'apprentissage visible pour les enseignants*. Presse de l'Université du Québec.

Huet-Gueye, M., Fourchard, F., & Beaumatin, A. (2018). La construction de la citoyenneté : points de vue et expériences d'enfants et d'adolescents. *Le*

Sujet Dans la Cité, Actuels N° 7(1), 87-105.
<https://doi.org/10.3917/lstdlc.hs07.0087>

IPCC [Intergovernmental Panel on Climate Change], 2021. *Climate Change 2021 : The Physical Science Basis*. Cambridge : Cambridge University Press.
<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

Isambert-Jamati, V. (2020). Des Sciences de l'éducation : un pluriel important lorsqu'il s'agit de recherche. *Revue Française de Pédagogie*, 206, 103-105.
<https://doi.org/10.4000/rfp.8951>

Jeziorski, A., Therriault, G., & Morin, É. (2021). Représentations sociales, rapports aux savoirs et pratiques enseignantes autour de questions socialement vives environnementales : quels croisements, quelles tensions ? *Phronesis*, 10(2-3), 176-193. <https://doi.org/10.7202/1081791ar>

Kaboré, N. D., Frenette, É., & Hébert, M. (2022). Revue systématique sur les pratiques évaluatives probantes en évaluation formative à l'enseignement primaire et secondaire. *Revue des Sciences de L Éducation*, 48(1).
<https://doi.org/10.7202/1096356ar>

Kieffer, D. (2023). Pollution numérique et Intelligence Artificielle : comment réduire l'empreinte carbone ?. *Optim'ease*. <https://optimease.eu/pollution-numerique-et-intelligence-artificielle-comment-reduire-lempreinte-carbone/>

Kinnear, P., & Gray, C. (2010). *SPSS facile appliqué à la psychologie et aux sciences sociales : Maîtriser le traitement de données*. De Boeck Supérieur.

Kollmuss, A., & Agyeman, J. (2002). Mind the Gap : Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behaviour ? *Environmental Education Research*, 8(3), 239-260.
<https://doi.org/10.1080/13504620220145401>

Lampropoulos, G., Siakas, K., Makkonen, P., & Siakas, E. (2021). A 10-year longitudinal study of social media use in education. *International Journal of Technology in Education (IJTE)*, 4(3), 373-398.
<https://doi.org/10.46328/ijte.123>

Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 159-174. <https://doi.org/10.2307/2529310>

Lange, J., & Munier, V. (2019). Interdisciplinarités : rencontres entre les disciplines, enjeux, dispositifs, freins et leviers. *RDST*, 19, 9-20. <https://doi.org/10.4000/rdst.2210>

Lange, Jean-Marc. 2014. « Éducation au développement durable : intérêts et limites d'un usage scolaire des investigations multiréférentielles d'enjeux ». *Éducation et socialisation*, 36. <https://doi.org/10.4000/edso.959> .

Lapointe, P. et Morrissette, J. (2017). La conciliation des intérêts et enjeux entre chercheurs et professionnels lors de la phase initiale de recherches participatives en éducation. *Phronesis*, 6(1), 8-20. <https://doi.org/10.3917/phron.061.0008>.

Lenevez, L. (2024, décembre). *Concilier transition numérique et transition écologique : un enjeu éthique pour l'éducation ?* [Communication]. Sobriété numérique Eduter (PNF, 2024), Institut Agro Dijon, Dijon, France. <https://hal.science/hal-05041077>

Livingstone, S., & Helsper, E. (2007). Gradations in digital inclusion: Children, young people and the digital divide. *New Media & Society*, 9(4), 671–696. <https://doi.org/10.1177/1461444807080335>

Luccioni, S., Jernite, Y., Strubell, E. (2023). *Power Hungry Processing | Watts | Driving the Cost of AI Deployment ?*. <https://arxiv.org/pdf/2311.16863.pdf>

Mannila, L., Nordén, L.-A., & Pears, A. (2018). *Digital competence, teacher self-efficacy and training needs*. Conference International Computing Education Research (ICER '18), New York. <https://doi.org/10.1145/3230977.3230993>

Marcoux, G., & Béland, S. (2016). Retour sur l'évaluation diagnostique. *Mesure et évaluation en éducation*, 39(3), 97–103. <https://doi.org/10.7202/1040138ar>

Martinand, J. L. (1987). Quelques remarques sur les didactiques de disciplines in *Didactique I. Les sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle*, (1-2), 23-35.

Mathie, R. G. (2024). A Whole School Approach : A Synthesis of Interconnected Policy, Practice, and Research Conceptualisations. Dans *Sustainable development goals series* (p. 9-33). https://doi.org/10.1007/978-3-031-56172-6_2

Mercier, C., & Trichet, F. (2023). Accompagner les formateurs et les étudiants à la sobriété numérique. *Distances et Médiations des Savoirs*, 43. <https://doi.org/10.4000/dms.9449>

Mialaret, G. (2009). Les méthodes de recherche en sciences de l'éducation. Presses Universitaires de France. <https://doi.org/10.3917/puf.miala.2004.01>

Michaut, C., & Roche, M. (2017). L'influence des usages numériques des étudiants sur la réussite universitaire. *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, 33(1). <https://doi.org/10.4000/ripes.1171>

Mongin, P., Bertolini, M. & Levieux, F. (2018). *Former avec le Microlearning : Créer des modules courts et efficaces*. Dunod. <https://doi.org/10.3917/dunod.mongi.2018.02>

Monnoyer-Smith, L. (2017). Transition numérique et transition écologique. *Annales des Mines - Responsabilité & environnement*, 87(3), 5-7. <https://doi.org/10.3917/re1.087.0005>.

Morin, É., Therriault, G. & Bader, B. (2019). Le développement du pouvoir agir, l'agentivité et le sentiment d'efficacité personnelle des jeunes face aux problématiques sociales et environnementales : apports conceptuels pour un agir ensemble. *Éducation et Socialisation*, 51. <https://doi.org/10.4000/edso.5821>

Mouguiama-Daouda, C., Della Libera, C., & Heeren, A. (2025). Changement climatique et santé mentale : Un tour d'horizon des enjeux et perspectives. *Revue francophone de clinique comportementale et cognitive*, 29(1), 00–00.

Naoufal, N. (2017). Justice environnementale et écocitoyenneté. Dans L. Sauvé, I. Orellana, C. Villemagne, & B. Bader (Eds.), *Éducation*,

environnement, écocitoyenneté : repères contemporains (pp. 101–118). Presses de l'Université du Québec.

Niang, A. Y. (2023). La pratique de la réflexivité, un moyen de satisfaire aux nouvelles exigences liées à la sobriété numérique en formation continue des enseignants. *Distances et Médiations des Savoirs*, 43. <https://doi.org/10.4000/dms.9313>

Niang, M. (2022). Analyses de contenu (documentaire, entrevues, etc.). Dans *Guide décolonisé et pluriversel de formation à la recherche en sciences sociales et humaines* (Module 8). Éditions Science et Bien Commun. <https://scienceetbiencommun.pressbooks.pub/projetthese/chapter/metho-des-danalyse-de-contenu/>

Nleme Ze, Y. S., & Molinari, G. (2022). Développement et validation psychométrique d'une échelle de mesure de l'engagement des apprenants dans les forums de discussion des MOOC. *Distances et médiations des savoirs*, 40. <http://journals.openedition.org/dms/8538>

ONU [Organisation des Nations Unis] (2015). *Transformer notre monde : le Programme de développement durable à l'horizon 2030*. Nations Unies. <https://sdgs.un.org/2030agenda>

Ortiz-Rojas, M., Chiluiza, K., Valcke, M., & Bolanos-Mendoza, C. (2025). How gamification boosts learning in STEM higher education: A mixed methods study. *International Journal of STEM Education*, 12(1). doi:10.1186/s40594-024-00521-3.

Papi, C. (2012). Des référentiels à la validation des compétences numériques : questionnements et dispositifs. *Questions Vives*, 7(17), 11-17. <https://doi.org/10.4000/questionsvives.986>

Papy, J. (2016). La thèse sous forme d'articles. Dans Noreau, P., & Bernheim, E. (Eds). *La thèse*. Presses de l'Université de Montréal (pp. 223-232). <https://doi.org/10.4000/books.pum.4094>

Parizot, I. (2012). L'enquête sociologique. Dans *Quadrige* (p. 93-113). <https://doi.org/10.3917/puf.paug.2012.01.0093>

Pelletier, L. G., Green-Demers, I., & Béland, A. (1997). Pourquoi adoptez-vous des comportements écologiques ? Validation en langue française de l'échelle de motivation vis-à-vis des comportements écologiques. *Revue canadienne des sciences du comportement*, 29(3), 145–156. <https://doi.org/10.1037/0008-400X.29.3.145>

Perez, M. (2024). *L'université peut-elle porter des pratiques pédagogiques sobres en répondant à ses missions de formation?* [Communication]. 19^e congrès du RIODD - Réseau international de recherche sur les organisations et le développement durable, Bordeaux, France. <https://hal.science/hal-04723925/>

Perret, D., & Plantard, P. (2024). Capital culturel numérique des enseignants et territoires apprenants : Analyses des ressources et des parcours d'appropriation du numérique par les enseignants dans des tiers lieux coopératifs. *Recherches en éducation*, (55). <https://doi.org/10.4000/ree.12394>

Pinard, R., Potvin, P., & Rousseau, R. (2004). Le choix d'une approche méthodologique mixte de recherche en éducation. *Recherches qualitatives*, 24(1), 58–82. <https://doi.org/10.7202/1085563ar>

Pinheiro, S. L. (2021). Penser l'éducation environnementale à partir des discours sur l'environnement, la société et le numérique. *Cahiers COSTECH*, 1, Article 18. <https://doi.org/10.34692/cahierscostech.vi1.18>

Proulx, S. (2002, mars). Trajectoires d'usages des technologies de communication : Les formes d'appropriation d'une culture numérique comme enjeu d'une « société du savoir ». *Annales des télécommunications*, 57(3), 180–189.

Ravez, C. (2018). Éducation à la citoyenneté : quoi de neuf ? *Cahiers Pédagogiques*, N° 547(6), 7. <https://doi.org/10.3917/cape.547.0007>

Reuter, Y. (2014). Didactiques et disciplines : une relation structurelle. *Éducation & Didactique*, 8(1), 53-64. <https://doi.org/10.4000/educationdidactique.1877>

Robert-Mazaye, C., Goulet, F., Turcotte, S., Demers, S., Belleau, É., & Barroca-Paccard, M. (2021). Comprendre les composantes de l'écocitoyenneté chez les enfants et les jeunes : une réflexion théorique. *Tréma*, 56. <https://doi.org/10.4000/trema.7020>

Sacré, M., Lafontaine, D., & Toczek, M.-C. (2021). Comprendre et concevoir des revues systématiques de la littérature en sciences de l'éducation et de la formation. *Nouveaux cahiers de la recherche en éducation*, 23(2), 1–27. <https://doi.org/10.7202/1085361ar>

Sauvé, L. (1997). *Pour une éducation relative à l'environnement - Éléments de design pédagogique. Guide de développement professionnel à l'intention des éducateurs.* (2e édition). Guérin.

Sauvé, L. (2007). L'approche critique en éducation relative à l'environnement : origines théoriques et applications à la formation des enseignants. *Revue des Sciences de L'Éducation*, 23(1), 169-187. <https://doi.org/10.7202/031912ar>

Sauvé, L. (2017). L'éducation à l'écocitoyenneté. Dans A. Barthes, J.-M. Lange, & C. Chauvigné (Eds.), *Dictionnaire critique des enjeux et concepts des « éducations à »* (pp. 56–65). Paris: L'Harmattan.

Selvi, K. (2010). Teachers' competencies. *Cultura*, 7(1), 167-175. <https://doi.org/10.5840/cultura20107133>.

Simonneaux, L. (2008). L'enseignement des questions socialement vives et l'éducation au développement durable. *Pour*, 198(3), 179-185. <https://doi.org/10.3917/pour.198.0179>.

Soares, A. (2013). *Comment parler d'écologie aux enfants ?*. Le Baron perché.

Soubiale, N., & Dupré, D. (2023). Durabilité environnementale et sobriété numérique à l'ère de la gouvernance territoriale. *Revue COSSI : communication, organisation, société du savoir et information*, 12. <https://hal.science/hal-04380641/>

Stanton, A. (Réalisateur). (2008). *WALL·E* [Film]. Pixar Animation Studios; Walt Disney Pictures.

Tadlaoui-Brahmi, A. & Roelens, C. (2024). Éduquer à la citoyenneté numérique à l'école : entre révolutions sociales et technologiques, dévolution aux élèves et risque d'involution ? *Raisons Éducatives*, N° 28(1), 181-202. <https://doi.org/10.3917/raised.028.0181>

Temperman, G. (2013). Visualisation du processus collaboratif et assignation de rôles de régulation dans un environnement d'apprentissage à distance [Thèse de doctorat, Université de Mons]. TEL (thèses-en-ligne). Consulté sur <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01005304>

Temperman, G., De Lièvre, B., Depover, C., & De Stercke, J. (2012, décembre). Effets des modalités d'intégration d'un outil d'auto-régulation dans un environnement d'apprentissage collaboratif à distance [Communication]. *Colloque Technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement (TICE 2012)*, Lyon, France.

Tremblay, C., & Poellhuber, B. (2022). Analyse qualitative de référentiels de compétences du XXI^e siècle, numériques et informationnelles : tendances mondiales observées. *Formation et profession*, 30(2), 1-26. <https://doi.org/10.18162/fp.2022.648>

Tricot, A. (2007). L'expérimentation et la démarche scientifique. *Recherches En Didactique des Langues et des Cultures*, 4(4). <https://doi.org/10.4000/rdlc.5007>

Tricot, A. (2017a). *L'innovation pédagogique (Mythes et réalités)*. Retz.

Tricot, A. (2017b). La connaissance et la solution. *Éducation et didactique*, 11(11-2), 57-61.

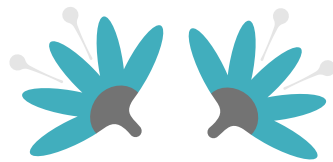
UNESCO. (2024). *AI competency framework for teachers*. <https://doi.org/10.54675/ZJTE2084>

Vygotsky L. S. (1978). *Mind in Society. The Development of Higher Psychological Processes*, HUP. <http://dx.doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4>

Wanlin, P. (2007). L'analyse de contenu comme méthode d'analyse qualitative d'entretiens : une comparaison entre les traitements manuels et

l'utilisation de logiciels [Communication]. *Recherches Qualitatives, Hors série* (3), 243–272.

We Are Social & Meltwater. (2024). *Digital 2023: Global overview report*. We Are Social.



Annexes

Liste des annexes

Les annexes correspondant à la traduction d'un article (annexes 1, 4 et 12) sont consultables ci-après.

Annexe 1 : Analyse qualitative de l'importance de la protection de l'environnement dans les référentiels de compétences numériques (version française de *Qualitative analysis of the importance of protecting the environment within digital competence frameworks*)..... **V**

Annexe 2 : Liste des référentiels de compétences numériques analysés traitant des questions environnementales liées aux technologies numériques.

Annexe 3 : Grille de codage pour l'analyse qualitative de la place de la protection de l'environnement dans les référentiels de compétences numériques.

Annexe 4 : Enseigner la sobriété numérique avec WALL·E : une séquence pédagogique pour élèves de 12 à 14 ans (version française de *Teaching digital sobriety with WALL·E: an educational sequence for 12-14 year olds*)..... **XLIII**

Annexe 5 : Dispositif d'apprentissage « Éduquer à la sobriété numérique avec WALL·E ».

Annexe 6 : Test de connaissances pour les élèves de 12 à 14 ans.

Annexe 7 : Évolution des usages écoresponsables du numérique chez les élèves de 12 à 14 ans.

Annexe 8 : Planning de la campagne de sensibilisation sur Instagram.

Annexe 9 : Dispositif d'apprentissage : « Décrypter le greenwashing » chez des élèves de 12 ans.

Annexe 10 : *Échelle de mesure de la maturité à la sobriété numérique* (EMSN) - première version.

Annexe 11 : *Échelle de mesure de la maturité à la sobriété numérique* (EMSN) - version finale.

Annexe 12 : Effets de deux modalités de scénarios gamifiés pour éduquer à la sobriété numérique les étudiants du supérieur (version française de Effects of two scenario approaches for digital sobriety education among higher education students.).... LXXI

Annexe 13 : *Échelle de motivation vis-à-vis des comportements écologiques* (EMCE) (Pelletier et al., 1997), adaptée à la sobriété numérique.

Annexe 14 : Escape Game utilisé avec les étudiants de l'enseignement supérieur.

Annexe 15 : Chartes d'action d'étudiants : actions individuelles.

Annexe 16 : Chartes d'action d'étudiants : actions collectives.

Annexe 17 : Chartes d'action des acteurs de l'éducation.

Annexe 18 : Grille de codage pour l'analyse qualitative des actions en faveur de la sobriété numérique dans les établissements scolaires.

Les annexes sont consultables numériquement via le lien suivant :
<https://m-url.eu/r-6e31>



Annexe 1 : Analyse qualitative de l'importance de la protection de l'environnement dans les référentiels de compétences numériques.

Version française de *"Qualitative analysis of the importance of protecting the environment within digital competence frameworks"*

Citation originale : Sarah Descamps, Gaëtan Temperman et Bruno De Lièvre, « Qualitative analysis of the importance of protecting the environment within digital competence frameworks », soumis à la revue « Discover Education », le 12 octobre 2025 (en cours de relecture)

1. Introduction.

L'urgence climatique et la définition d'objectifs clairs pour répondre aux enjeux environnementaux, notamment au travers des Objectifs du Développement Durable (UN, 2015) conjuguées à l'omniprésence du numérique dans les sociétés contemporaines impose de repenser les compétences attendues des citoyens du XXI^e siècle (Ferrari, 2013 ; Vuorikari, Kluzer, & Punie, 2022 ; Bianchi et al., 2022). Longtemps considérés comme deux domaines distincts, le numérique et la durabilité tendent aujourd'hui à s'entrecroiser, en particulier dans les discours éducatifs et les référentiels de compétences. Ainsi la protection de l'environnement figure comme l'une des 21 compétences numériques du DigComp ((Ferrari, 2013 ; Vuorikari, Kluzer, & Punie, 2022)

Or, si l'intégration du numérique dans les curricula éducatifs est désormais bien documentée (Tremblay & Poellhuber, 2022), la manière dont les questions environnementales y sont considérées demeure peu explorée. Comment la protection de l'environnement est-elle intégrée au sein des compétences numériques ? S'agit-il d'une dimension marginale ou d'un axe structurant ?

Cet article propose d'apporter un éclairage à ces questions à travers une analyse qualitative de référentiels de compétences numériques, en mobilisant une méthodologie de scoping review (Arksey & O'Malley, 2005 ; Munn et al., 2022) et d'analyse inductive (Miles, Huberman, & Saldaña, 2023). En examinant les discours et les contenus relatifs aux enjeux environnementaux du numérique, il s'agit de mieux comprendre comment se construit cette compétence numérique.

2. Revue de la littérature.

2.1. Les compétences numériques dans l'éducation au numérique.

Au cours des dernières décennies, la maîtrise des outils numériques a progressivement évolué, passant d'un savoir-faire technique périphérique à une compétence centrale dans les systèmes éducatifs contemporains. Dès la fin du XXe siècle, Gilster (1997) introduisait le concept de littératie numérique, défini comme l'ensemble des connaissances et habiletés requises pour utiliser efficacement les ordinateurs et Internet. Il identifiait déjà plusieurs compétences clés, telles que l'évaluation critique de l'information, la navigation par hyperliens, la recherche d'informations et la capacité à organiser les connaissances.

En 2006, la Commission européenne reconnaît le numérique comme l'un des huit domaines de compétences clés pour l'apprentissage tout au long de la vie. Cette reconnaissance s'accompagne d'une définition qui dépasse la simple technicité, en évoquant l'usage sûr et critique des technologies (Commission européenne, 2006), signalant ainsi un tournant vers une approche plus holistique.

Durant les années 2010, la notion de compétence numérique s'enrichit et intègre des dimensions cognitives, critiques et créatives. Ferrari (2013) en propose une définition élargie : « *confident, critical and creative use of ICT to achieve goals related to work, employability, learning, leisure, inclusion and/or participation in society* » (p. 2). Cette formulation met en avant la capacité de l'utilisateur à mobiliser les technologies avec autonomie,

discernement et inventivité. C'est dans ce contexte que le cadre européen de référence DigComp voit le jour. Dans son premier domaine, intitulé « Information », on retrouve des compétences similaires à celles décrites par Gilster (1997), auxquelles s'ajoutent les dimensions de « Communication », « Création de contenu », « Sécurité » et « Résolution de problèmes » (voir Tableau 1).

Tableau 1 - Les compétences numériques du DigComp (Ferrari, 2013, p. 5)

Domaine de compétence	Compétence
1. Information et Données	1.1. Naviguer, rechercher et filtrer des données, des informations et des contenus numériques
	1.2. Évaluer les données, les informations et les contenus numériques
	1.3. Gérer les données, les informations et les contenus numériques
2. Communication et Collaboration	2.1. Interagir grâce aux technologies numériques
	2.2. Partager des contenus avec des technologies numériques
	2.3. S'engager dans la citoyenneté grâce aux technologies numériques
	2.4. Collaborer via les technologies numériques
	2.5. Nétiquette
	2.6. Gérer son identité numérique
3. Création de contenus numérique	3.1. Créer du contenu numérique
	3.2. Intégrer et réélaborer des contenus numériques
	3.3. Droits d'auteur et licences d'utilisation
	3.4. Programmation
4. Protection et Sécurité	4.1. Protéger les appareils numériques
	4.2. Protéger les données personnelles et la vie privée
	4.3. Protéger sa santé et le bien-être
	4.4. Protéger l'environnement
	5.1. Résoudre des problèmes techniques

5. Résolution de problèmes	5.2. Identifier des besoins et des solutions numériques/technologiques
	5.3 Utilisation créative des technologies numériques
	5.4 Identifier les lacunes en matière de compétences numériques

Parallèlement, plusieurs chercheurs en sciences de l'éducation (Brotcorne & Valenduc, 2009 ; Papi, 2012 ; Gallardo-Echenique et al., 2015) insistent sur la complexité croissante de ces compétences. Papi (2012) souligne notamment qu'au XXI^e siècle, la plupart des activités professionnelles et éducatives nécessitent une adaptation rapide à des usages numériques variés. Il met en garde contre une illusion de compétence : bien que les jeunes générations soient familières des technologies, cela ne garantit pas une maîtrise réelle, notamment en ce qui concerne les usages critiques et éthiques, creusant ainsi de nouvelles formes d'inégalités. Selon Brotcorne & Valenduc (2009), ce glissement d'une simple « habileté informatique » vers une véritable « culture numérique » implique dès lors des savoir-faire, des savoir-être (attitudes) et des savoir-décrypter (pensée critique, conscience éthique).

Dans une revue de la littérature, Pettersson (2018) observe que les concepts de compétence numérique, de pédagogie numérique, de littératie numérique, ou encore de compétence en TIC, sont souvent utilisés de manière interchangeable. Cette prolifération sémantique tend à brouiller les contours conceptuels, tout en témoignant de l'importance stratégique du sujet dans les politiques éducatives. D'autres auteurs (Tremblay & Poellhuber, 2022) identifient un consensus relatif autour des compétences du XXI^e siècle, parmi lesquelles figurent la collaboration, la communication, la citoyenneté, la pensée critique, la créativité, la résolution de problèmes, la littératie numérique et la littératie informationnelle (Chalkiadaki, 2018 ; van Laar et al., 2020).

À l'échelle européenne, l'identification d'un référentiel commun a constitué un levier structurant pour l'éducation au numérique. La version 2.1 du DigComp, publiée en 2017, précise huit niveaux de maîtrise allant du niveau débutant (A1) au niveau expert (C2) (Carretero et al., 2017). La dernière

version, DigComp 2.2 (Vuorikari et al., 2022), intègre les développements actuels contextualisés aux technologies émergentes, telles que l'intelligence artificielle, les objets connectés ou encore les données massives, afin de maintenir la pertinence du référentiel dans un environnement en constante évolution.

Le DigComp s'est ainsi imposé comme une référence centrale dans les politiques éducatives et de formation en Europe. Il alimente la conception d'outils d'évaluation, de parcours de formation et de plans d'action à l'échelle nationale : « Brevet Informatique et Internet » en France (Ministère éducation nationale jeunesse vie associative, 2011) ; Common Digital Competence Framework for Teachers (CDCFT) en France (INTEF ; 2017) ; le référentiel de Formation Manuelle, Technique, Technologique et Numérique (FMTTN) en Belgique francophone (Fédération Wallonie-Bruxelles, 2022). En parallèle, un cadre spécifique a été élaboré pour les professionnels de l'éducation : le DigCompEdu (Punie, & Redecker, 2017). Ce référentiel identifie 22 compétences numériques à maîtriser par les enseignants. Ces compétences sont regroupées en six domaines : (1) *Engagement professionnel*, (2) *Ressources numériques*, (3) *Enseignement et apprentissage*, (4) *Évaluation*, (5) *Autonomisation des apprenants* et (6) *Accompagnement à la compétence numérique des apprenants*.

2.2. Les compétences pour la durabilité dans l'éducation relative à l'environnement.

L'éducation relative à l'environnement (ERE) émerge progressivement dans les années 1970, dans un contexte de prise de conscience mondiale des enjeux écologiques. Contrairement à la littératie numérique, plus récente, l'ERE bénéficie d'une histoire plus longue dans le champ éducatif. Villemagne (2010) retrace les grandes étapes de sa construction. La Conférence de Stockholm (1972) marque un tournant en reconnaissant officiellement la portée mondiale des problèmes environnementaux et en soulignant la nécessité d'une réponse éducative internationale (Kiss & Sicault, 1972). Trois ans plus tard, la Charte de Belgrade (1975) en précise les objectifs et les principes fondateurs, en établissant des liens étroits entre protection de

l'environnement, justice sociale et développement économique, et en affirmant le caractère éminemment politique de l'éducation environnementale (Gough, 2006). La Conférence intergouvernementale de Tbilissi (1977) consolide ces fondements en définissant les grandes orientations pédagogiques et en appelant à une transition de la sensibilisation à l'action.

L'ERE se structure progressivement comme un champ éducatif à part entière, visant à transformer le rapport que les individus entretiennent avec leur environnement (Villemagne, 2010). Dans les années 1980 et 1990, elle s'articule de plus en plus avec la notion de développement durable. La Conférence de Moscou (1987) propose un plan d'action en ce sens, tout en soulignant les obstacles à l'institutionnalisation de l'ERE dans les systèmes éducatifs traditionnels (Gough, 2006). Ce glissement conceptuel vers une éducation au développement durable (EDD) traduit une évolution importante : on passe d'une approche centrée sur la protection de la nature à une vision systémique intégrant les dimensions écologiques, sociales et économiques de la durabilité (Villemagne, 2010).

À la suite des grandes conférences internationales, de nombreuses initiatives voient le jour pour renforcer l'EDD à l'échelle mondiale. Ainsi, la Décennie des Nations Unies pour l'éducation en vue du développement durable (2005-2014), coordonnée par l'UNESCO (2005), ambitionne de mobiliser les systèmes éducatifs, formels et informels, autour des principes de durabilité. Cette dynamique s'inscrit désormais dans le cadre de l'Agenda 2030 et des 17 Objectifs de développement durable (ODD). La cible 4.7 stipule que, d'ici 2030, tous les apprenants doivent avoir acquis les connaissances et les compétences nécessaires pour promouvoir un développement durable (ONU, 2015). Dans cette perspective, l'éducation verte est à la fois un domaine de formation à part entière et un levier transversal pour atteindre les ODD (Akinsemolu & Onyeaka, 2025).

Dans le sillage de cette mobilisation internationale, le concept de compétences pour la durabilité s'impose dans les discours éducatifs. L'objectif ne se limite plus à la transmission de savoirs environnementaux,

mais s'oriente vers le développement d'un ensemble intégré de savoir-faire, de savoir-être et de valeurs qui permettent aux apprenants d'agir en faveur de la transition écologique (Gough, 2005 ; Rieckmann, 2018). Dès les années 2000, des chercheurs en éducation et en durabilité ont proposé des cadres de compétences clés. Wiek et al. (2011) identifient cinq compétences centrales : la pensée systémique, la pensée anticipatrice, la pensée normative, la capacité stratégique et la collaboration. Ces propositions ont ensuite été reprises et enrichies par d'autres travaux.

L'UNESCO (2017) propose une synthèse de référence, articulée autour de huit compétences transversales jugées essentielles face aux défis contemporains :

1. Pensée systémique : capacité à comprendre les interrelations dans les systèmes sociaux, économiques et naturels ;
2. Pensée critique : analyse des normes, valeurs et pratiques non durables ;
3. Compétence anticipatrice : projection de futurs possibles et scénarios alternatifs ;
4. Compétence normative : identification et clarification des valeurs de durabilité ;
5. Compétence stratégique : planification d'actions concrètes et transformatrices ;
6. Compétence de collaboration : aptitude à coopérer et à résoudre des problèmes collectivement ;
7. Conscience de soi : réflexivité sur ses propres actions, attitudes et valeurs ;
8. Résolution de problèmes complexes : approche intégrée et créative face aux situations multi-dimensionnelles.

Selon Rieckmann (2018), ces compétences constituent le socle permettant aux individus de devenir des penseurs critiques et systémiques, dotés de capacité d'agir (agency) et aptes à concevoir des réponses innovantes aux défis socio-écologiques.

Sur cette base théorique, plusieurs cadres de référence ont été élaborés à l'échelle nationale et internationale. En Europe, la Commission européenne a initié la création d'un référentiel de compétences en matière de durabilité :

GreenComp, publié en janvier 2022 (Bianchi et al., 2022). Ce cadre définit les compétences durables comme un ensemble intégré de connaissances, d'aptitudes et d'attitudes permettant de vivre, de travailler et d'agir de manière durable. Il identifie 12 compétences regroupées en quatre domaines interdépendants, sans hiérarchie (voir Tableau 2).

Tableau 2 - Les compétences de durabilité du GreenComp (Bianchi et al., 2022, p.14-15).

Domaine	Compétence
1. Incarner les valeurs de la durabilité	1.1 Accorder de la valeur à la durabilité
	1.2 Encourager l'équité
	1.3 Promouvoir la nature
2. S'ouvrir à la complexité dans la durabilité	2.1. Pensée systémique
	2.2 Pensée critique
	2.3 Cadrage des problèmes
3. Envisager des avenir durables	3.1 Littératie des futurs
	3.2. Adaptabilité
	3.3 Pensée exploratoire
4. Agir pour la durabilité	4.1 Agentivité politique
	4.2. Action collective
	4.3. Initiative individuelle

Dans l'enseignement, l'approche privilégiée reste l'intégration transversale des thématiques de durabilité dans les disciplines existantes, plutôt que l'instauration de cours distincts d'EDD. Cette stratégie d'« infusion curriculaire » présente toutefois des limites : elle risque de diluer les contenus, en dispersant l'EDD au sein de multiples disciplines, sans visibilité ni cohérence pédagogique (Villemagne, 2010). Les chercheurs soulignent ainsi la nécessité de former les enseignants à l'interdisciplinarité, à la pédagogie de projet et aux démarches transformatrices (Mappin & Johnson, 2005). Dans cette perspective, Sezen-Barrie et al. (2025) insistent sur la dimension émotionnelle de l'apprentissage en EDD, en intégrant non

seulement des approches croisées entre disciplines, mais aussi des espaces pour cultiver l'espoir et le bien-être des apprenants.

Les travaux en sciences de l'éducation révèlent aujourd'hui une grande diversité de courants en ERE, que Sauvé (2017) identifie de manière détaillée : naturaliste, conservationniste, résolutique, systémique, scientifique, mésologique, morale/éthique, holistique, ethnographique, écoformative, biorégionaliste, praxique, critique sociale, féministe, axée sur la durabilité, ou encore centrée sur l'écocitoyenneté.

Sur le plan pédagogique, la littérature met en avant l'importance de démarches actives, participatives et expérientielles (Sezen-Barrie et al., 2025 ; Akinsemolu & Onyeaka, 2025). Ces compétences ne peuvent en effet être transmises par un enseignement transmissif classique : elles se construisent à travers des expériences concrètes, des projets collectifs, des réflexions critiques et des actions engageantes. Plusieurs recherches confirment que les approches centrées sur l'apprenant, orientées vers l'action et ancrées dans des contextes authentiques favorisent le développement de compétences telles que la pensée critique, la collaboration, l'agentivité et la résolution créative de problèmes (Rieckmann, 2018).

2.3. La protection de l'environnement comme compétence numérique.

L'intégration de la protection de l'environnement au sein des référentiels de compétences numériques illustre la convergence progressive entre les deux champs abordés précédemment. Dès sa première version, le cadre européen DigComp intègre une dimension environnementale explicite. Dans DigComp 1.0 (Ferrari, 2013), le quatrième domaine de compétence intitulé « *safety* » ne se limite pas aux questions de cybersécurité ou de protection de la vie privée. Il inclut également une compétence intitulée « *Protecting the environment* », définie comme la capacité à « *be aware of the impact of ICT on the environment* » (Ferrari, 2013, p. 31). Aux côtés de compétences telles que « *protecting devices* », « *protecting personal data* » et « *protecting health and well-being* », cette compétence témoigne d'une approche holistique de la sécurité numérique, intégrant une conscience écologique.

Concrètement, dans DigComp 1.0 (Ferrari, 2013), la compétence se traduit par des attentes encore modestes : il s'agit pour l'utilisateur de reconnaître que l'usage des technologies numériques consomme de l'énergie et mobilise des ressources naturelles, et d'adopter quelques gestes simples pour en limiter l'impact, tels qu'éteindre les équipements inutilisés pour économiser l'énergie. L'accent est alors principalement mis sur une sensibilisation générale aux effets négatifs des technologies de l'information et de la communication (TIC) sur l'environnement.

Au fil des révisions du cadre, la compétence « *Protecting the environment* » a connu une évolution notable, traduisant une prise de conscience accrue de l'importance des enjeux liés à la sobriété numérique et à l'écoresponsabilité. Dès DigComp 2.1 (Carretero et al., 2017), une structuration plus fine des niveaux de compétence est introduite, distinguant huit niveaux de maîtrise allant de 1 (niveau de base) à 8 (niveau très avancé). Cette progression permet de modéliser plus précisément comment la compétence environnementale peut se développer, d'un usager débutant, conscient des enjeux de base, jusqu'à un usager expert capable de concevoir et de mettre en œuvre des pratiques numériques écoresponsables (Tableau 3).

Tableau 3 - Les niveaux de maîtrises de la compétence « Protecting the environment » (Carretero & al., 2017, p. 39)

Fondamental	1	À un niveau élémentaire et avec des conseils, je suis capable de : reconnaître les impacts environnementaux simples des technologies numériques et de leur utilisation
	2	À un niveau élémentaire et de manière autonome, avec des conseils appropriés si nécessaire, je suis capable de : reconnaître les impacts environnementaux simples des technologies numériques et de leur utilisation.
Intermédiaire	3	De manière autonome et en résolvant des problèmes simples, je suis capable de : indiquer les impacts environnementaux bien définis et courants des technologies numériques et de leur utilisation.
	4	De manière autonome, en fonction de mes propres besoins, et en résolvant des problèmes bien définis et non routiniers, je suis capable de : discuter des moyens de protéger

		l'environnement contre l'impact des technologies numériques et de leur utilisation.
Avancé	5	En plus de guider les autres, je peux montrer différentes façons de protéger l'environnement contre l'impact des technologies numériques et leur utilisation.
	6	À un niveau avancé, en fonction de mes propres besoins et de ceux des autres, et dans des contextes complexes, je suis capable de : choisir les solutions les plus appropriées pour protéger l'environnement contre l'impact des technologies numériques et de leur utilisation.
Hautement spécialisé	7	À un niveau hautement spécialisé, je suis capable de : - créer des solutions à des problèmes complexes, dont la définition est limitée, liés à la protection de l'environnement contre l'impact des technologies numériques et leur utilisation. - intégrer mes connaissances pour contribuer à la pratique et aux connaissances professionnelles et guider les autres dans la protection de l'environnement.
	8	Au niveau le plus avancé et le plus spécialisé, je suis capable de : - créer des solutions pour résoudre des problèmes complexes impliquant de nombreux facteurs interdépendants liés à la protection de l'environnement contre l'impact des technologies numériques et leur utilisation. - proposer de nouvelles idées et de nouveaux processus dans ce domaine.

Enfin, DigComp 2.2 (Vuorikari et al., 2022) a apporté une mise à jour des descripteurs associés aux connaissances, aux aptitudes et aux attitudes pour chaque compétence. Cette version actualisée vise à tenir compte des évolutions technologiques récentes, telles que l'intelligence artificielle, tout en renforçant explicitement le volet de la durabilité numérique en abordant l'obsolescence programmée ou encore les low-tech. La compétence environnementale est ainsi replacée dans une perspective systémique, invitant les citoyens à intégrer la réflexion écologique au cœur de leurs usages technologiques.

Tableau 4 - Les savoirs, savoir-faire et attitudes de la compétence « Protéger l'environnement » (Vuorikari et al., 2022, p. 47)

Savoirs	203. Être conscient de l'impact environnemental des pratiques numériques quotidiennes (par exemple, le streaming vidéo qui repose sur le transfert de données) et du fait que cet impact est lié à la consommation d'énergie et aux émissions de carbone des appareils, des infrastructures réseau et des centres de données. 204. Être conscient de l'impact environnemental de la fabrication des appareils numériques et des batteries (par exemple, pollution et sous-produits toxiques, consommation d'énergie) et du fait qu'à la fin de leur vie, ces appareils doivent être éliminés de manière appropriée afin de minimiser leur impact environnemental et de permettre la réutilisation de composants rares et coûteux et de ressources naturelles. 205. Être conscient que certains composants des appareils électroniques et numériques peuvent être remplacés afin de prolonger leur durée de vie ou leurs performances, mais que certains peuvent être délibérément conçus pour cesser de fonctionner correctement après une certaine période (obsolescence programmée). 206. Connaître les comportements « verts » à adopter lors de l'achat d'appareils numériques, par exemple choisir des produits moins énergivores en utilisation et en veille, moins polluants (produits plus faciles à démonter et à recycler) et moins toxiques (utilisation limitée de substances nocives pour l'environnement et la santé). 207. Connaître que les pratiques du commerce électronique, telles que l'achat et la livraison de biens physiques, ont un impact sur l'environnement (par exemple, empreinte carbone du transport, production de déchets). 208. Être conscient que les technologies numériques (y compris celles basées sur l'IA) peuvent contribuer à l'efficacité énergétique, par exemple en surveillant les besoins en chauffage des logements et en optimisant leur gestion. 209. Être conscient que certaines activités (par exemple, l'entraînement de l'IA et la production de cryptomonnaies comme le Bitcoin) sont des processus gourmands en ressources en termes de données et de puissance de calcul. La consommation d'énergie peut donc être élevée, ce qui peut également avoir un impact environnemental important. (IA)

Savoir-faire	210. Savoir comment appliquer des stratégies low-tech efficaces pour protéger l'environnement, par exemple en éteignant les appareils et en désactivant le Wi-Fi, en n'imprimant pas de documents, en réparant et en remplaçant des composants afin d'éviter le remplacement inutile d'appareils numériques. 211. Savoir comment réduire la consommation d'énergie des appareils et des services utilisés, par exemple en modifiant les paramètres de qualité des services de streaming vidéo, en utilisant le Wi-Fi plutôt que la connexion de données lorsqu'il est à la maison, en fermant les applications, en optimisant les pièces jointes aux e-mails. 212. Savoir comment utiliser les outils numériques pour améliorer l'impact environnemental et social de son comportement de consommateur (par exemple, en recherchant des produits locaux, en recherchant des offres collectives et des options de covoiturage pour le transport).
Attitudes	213. Chercher des moyens permettant aux technologies numériques de contribuer à un mode de vie et de consommation respectueux de la durabilité de la société humaine et de l'environnement naturel. 214. Rechercher des informations sur l'impact environnemental des technologies afin d'influencer son comportement et celui des autres (par exemple, ses amis et sa famille) pour qu'ils adoptent des pratiques numériques plus écoresponsables. 215. Prendre en compte l'impact global du produit sur la planète lorsqu'il choisit des moyens numériques plutôt que des produits physiques, par exemple lire un livre en ligne ne nécessite pas de papier et les coûts de transport sont donc faibles, mais il faut tenir compte des composants toxiques des appareils numériques et de l'énergie nécessaire pour les recharger. 216. Prendre en considération les conséquences éthiques des systèmes d'IA tout au long de leur cycle de vie : celles-ci comprennent à la fois l'impact environnemental (conséquences environnementales de la production d'appareils et de services numériques) et l'impact sociétal, par exemple la plateformesation du travail et la gestion algorithmique qui peuvent porter atteinte à la vie privée ou aux droits des travailleurs ; l'utilisation d'une main-d'œuvre bon marché pour étiqueter des images afin de former les systèmes d'IA. (IA)

Ainsi, cette compétence dans DigComp ne se limite plus à une simple prise de conscience individuelle. Elle devient une composante essentielle d'une citoyenneté numérique éclairée, exigeant un engagement critique, informé et orienté vers l'action pour répondre aux défis socio-écologiques contemporains.

3. Méthodologie.

À l'issue de cette revue de la littérature, il apparaît que les compétences numériques et les compétences en matière de durabilité, bien que construites historiquement sur des trajectoires distinctes, tendent aujourd'hui à converger, notamment à travers l'évolution des cadres de compétences européens. Dans cette perspective, notre étude propose d'analyser de manière qualitative la place accordée à la protection de l'environnement au sein des principaux référentiels de compétences numériques.

3.1. Recension des référentiels.

Cette recherche mobilise la méthode de scoping review développée par Arksey et O'Malley (2005), une approche de plus en plus utilisée pour explorer de vastes champs de connaissance, notamment dans des études similaires menées par Tremblay et Poellhuber (2022). Dans notre contexte, cette méthodologie vise à examiner de manière systématique la place accordée aux enjeux environnementaux au sein des référentiels de compétences numériques. Comme le rappellent Munn et al. (2022), la scoping review permet de cartographier un domaine de savoir, offrant ainsi une vue d'ensemble tout en identifiant les lacunes existantes dans la littérature. Cette approche est particulièrement pertinente pour notre objectif, qui consiste à analyser comment les référentiels de compétences numériques contemporains intègrent la sensibilisation aux impacts environnementaux des technologies ainsi que la promotion de pratiques écoresponsables.

La première étape de la méthode, selon Arksey et O'Malley (2005), consiste à définir clairement la question de recherche. Dans le cadre de cette étude,

la question porte sur la présence explicite de la protection de l'environnement comme compétence numérique (Carretero et al., 2017 ; Descamps et al., 2022), ainsi que sur les contenus d'apprentissage qui y sont associés.

La deuxième étape implique l'identification et la sélection des sources pertinentes. Trois principales bases ont été mobilisées. Premièrement, la base de données de l'UNESCO (2023)⁶⁴, établie en 2022 et actualisée en 2023, a constitué une source essentielle pour repérer les cadres de compétences numériques destinés aux enseignants, aux apprenants et aux citoyens à l'échelle internationale. Deuxièmement, la base compilée par Tremblay et Poellhuber (2022) a été exploitée, offrant une recension exhaustive fondée sur plusieurs bases académiques majeures (ERIC, APA, PsycNET) ainsi que sur Google Scholar, à partir de mots-clés tels que « digital literacy », « information literacy » et « 21st century competences ». Troisièmement, une recherche complémentaire a été effectuée afin d'identifier des référentiels publiés entre 2022 et 2025, garantissant ainsi l'actualité du corpus. Ce croisement de sources a conduit à la sélection initiale de 110 documents.

La troisième étape a consisté en l'application de critères d'inclusion et d'exclusion, inspirés de ceux proposés par Tremblay et Poellhuber (2022), afin d'affiner le corpus. Nous avons retenu uniquement les documents décrivant explicitement un référentiel ou un cadre de compétences numériques au sens strict. À titre d'exemple, bien que la base UNESCO comprenne une étude de McKinsey & Company (Dondi et al., 2019), celle-ci a été écartée car elle constitue davantage une évaluation des compétences liées au marché du travail qu'un référentiel de compétence. De plus, seuls les référentiels publiés à partir de 2008 ont été conservés, cette date marquant l'introduction du concept de sobriété numérique par Bordage (2008), mettant en lumière l'impact environnemental des usages technologiques. Enfin, les documents non accessibles ont été exclus. À l'issue de cette sélection, 63 référentiels, à la fois nationaux et internationaux, ont été retenus pour l'analyse.

⁶⁴ <https://unevoc.unesco.org/home/Digital+Competence+Frameworks>

La quatrième étape a consisté en une extraction systématique des informations relatives aux pratiques écologiques et à la sensibilisation environnementale. L'analyse s'est appuyée sur l'examen du champ lexical utilisé dans les référentiels en lien avec la protection de l'environnement, l'impact écologique du numérique et les comportements écoresponsables.

Enfin, conformément aux recommandations méthodologiques d'Arksey et O'Malley (2005), les données extraites ont été organisées et synthétisées. L'analyse qualitative ainsi conduite, qui sera détaillée dans la section suivante, met en évidence les grandes tendances observées concernant l'intégration des enjeux environnementaux dans les référentiels de compétences numériques.

3.2. Description des référentiels recensés.

Le tableau 5 présente les référentiels recensés et analysés, classés selon une catégorisation inspirée de celle proposée par Tremblay et Poellhuber (2022). Sur les 63 référentiels retenus, la majorité a été publiés entre 2014 et 2019, représentant 42,85 % de l'échantillon.

En ce qui concerne la langue d'origine, l'anglais prédomine nettement : 68,25 % des documents ont été initialement publiés en anglais, souvent pour assurer un aspect international. D'un point de vue géographique, plus de la moitié des référentiels (55,55 %) ont été élaborés à l'échelle nationale, principalement par des pays tels que le Canada, la France, la Suisse ou l'Espagne. Une proportion de 12,69 % correspond à des cadres produits à l'échelle européenne, tandis qu'un tiers des référentiels (31,74 %) ont été conçus à une échelle internationale, à l'initiative d'organisations telles que l'UNESCO ou d'entreprises multinationales comme Microsoft.

S'agissant des publics cibles, les référentiels s'adressent principalement aux élèves et aux étudiants (50,79 %), suivis des enseignants et formateurs (34,92 %), et, dans une moindre mesure, des citoyens en général (26,98 %). Une catégorie « autres » regroupe les référentiels destinés à des publics professionnels spécifiques, tels que les bibliothécaires.

Enfin, 57,14 % des documents analysés (36 sur 63) comportent une mention explicite relative aux enjeux de durabilité et de responsabilité environnementale. Ce sous-ensemble constitue le corpus sur lequel portera l'analyse qualitative approfondie présentée dans la section suivante. L'analyse diachronique révèle par ailleurs une évolution notable : les enjeux environnementaux sont initialement peu présents dans les référentiels publiés avant 2013, mais leur prise en compte devient systématique dans les productions récentes, depuis 2020.

Tableau 5 - Description des référentiels recensés.

		Présence d'un lien avec les enjeux environnementaux		Total
		Oui	Non	
Année de publication	2008-2013	9	12	21
	2014-2019	14	13	27
	2020-2025	13	2	15
Langue de l'originale	Français	7	5	12
	Anglais	25	18	43
	Autre	3	5	8
Type d'organisme	International	10	10	20
	Européen	5	3	8
	National	21	14	35
Public cible des compétences	Élèves/Étudiants	20	12	32
	Enseignants/Formateurs	14	8	22
	Citoyens	10	7	17
	Autres	0	2	2
Total		36	27	63

3.3. Processus d'analyse qualitative des référentiels.

Une analyse de contenu systématique a été conduite, en s'appuyant sur la méthodologie proposée par Tremblay et Poellhuber (2022), elle-même inspirée des travaux de Miles et Huberman (2023). Cette approche a été choisie pour sa capacité à structurer l'analyse qualitative tout en permettant de dégager des tendances émergentes à partir d'un corpus documentaire étendu.

La première étape a consisté à identifier un champ lexical spécifique aux enjeux environnementaux liés au numérique. Ce champ a été défini à partir de la compétence « Protecting the environment » issue du cadre DigComp 2.2 (Vuorikari et al., 2022) et enrichi par une correspondance avec le référentiel de connaissances pour un numérique éco-responsable élaboré par Boulet et al. (2020). À l'issue de ce travail préparatoire, la liste suivante de termes a été retenue :

carbon emission, CO₂, climate, critical use, responsible use, digital detox, ecological, e-commerce, eco-responsible, eco-friendly, energy, energy efficiency, energy consumption, environment, environmental impact, ethic, ethical, footprint, green, green economy, lifespan, low tech, green tech, obsolescence, pollution, recycle, reduce, repair, responsible, responsibility, reuse, sustainable, sustainability, sustainable development, waste.

Ces termes ont été considérés pour effectuer une recherche systématique dans l'ensemble des 63 référentiels recensés. L'analyse a été réalisée manuellement à l'aide du logiciel Taguette, permettant d'identifier les occurrences ainsi que les contextes d'utilisation des termes sélectionnés.

Le traitement des données a suivi une approche inductive, dans laquelle les catégories de classification ont émergé directement du matériau analysé, sans cadre théorique préétabli. Cette pré-analyse a permis d'identifier trois grandes catégories thématiques :

- La compréhension de l'impact environnemental des technologies
- L'adoption de comportements responsables dans l'usage du numérique
- L'utilisation des technologies au service du développement durable

Ces catégories ont servi de base à l'élaboration d'une grille de codage appliquée à l'ensemble des référentiels sélectionnés. Afin de garantir la fiabilité du processus d'analyse, un double codage a été réalisé par deux codeurs indépendants. Le calcul du coefficient de Cohen's Kappa ($\kappa = 0,85$), indiquant un accord quasi parfait (Landis & Koch, 1977), atteste de la robustesse et de la cohérence du codage effectué.

4. Résultats.

4.1. Une compétence numérique parfois absente.

Comme mentionné dans notre cadre théorique, la compétence « *Protecting the environment* » est reconnue comme une composante des compétences numériques (Carretero et al., 2017 ; Vuorikari et al. 2022). Pourtant, l'analyse des référentiels révèle que 27 documents sur 63 (42,85 %) n'abordent absolument pas les enjeux environnementaux liés au numérique.

Parmi ces référentiels, plusieurs cadres nationaux et internationaux se distinguent par l'absence totale de référence à l'impact écologique des technologies. C'est notamment le cas de l'*ICT Competency Framework for Teachers* (UNESCO, 2018), du *National Digital Literacy Mission (NDLM) Scheme* développé en Inde (Ministry of Electronics and Information Technology of India, 2015), ou encore du *Digitales Kompetenzmodell für Österreich* élaboré en Autriche (Federal Ministry for Digital and Economic Affairs of Austria, 2021). Certains cadres produits par des entreprises technologiques majeures, telles que Microsoft, illustrent également cette tendance ; leur programme *Digital Literacy* (Microsoft, 2022) ne comporte aucune mention explicite des enjeux environnementaux.

Une caractéristique notable de ces 27 référentiels est leur dimension majoritairement anglophone : 66,67 % d'entre eux (18 sur 27) ont été rédigés en anglais, suggérant une possible tendance contextuelle liée aux priorités éducatives des pays anglophones en matière de compétences numériques.

Il est toutefois intéressant de souligner que certains de ces documents mobilisent les termes « sustainability » ou « sustainable », sans pour autant les rattacher explicitement au développement durable tel que défini par les Objectifs de développement durable (ODD) des Nations Unies (ONU, 2015). Dans ces cas, le terme renvoie davantage à une notion de pérennité ou de viabilité temporelle qu'à une dimension environnementale.

Par exemple, dans le référentiel espagnol *Common Digital Competence Framework for Teachers* (CDCFT) (INTEF, 2017), il est mentionné que les

enseignants doivent être capables de « *transmit, share and promote the need for sustainable use of technology among members of the education community* » (p. 56). Ici, le terme « sustainable » est utilisé dans une perspective de durabilité des usages technologiques, sans référence explicite aux impacts écologiques.

Un constat similaire émerge concernant les notions de « responsible » et « responsibility », qui faisaient partie du champ lexical identifié pour cette étude. Ainsi, dans le *Information Literacy Framework for Wales : Finding and Using Information in 21st Century Wales* (Cardiff University, 2011), la responsabilité est abordée sous l'angle éthique et informationnel, comme l'illustrent les extraits suivants : « *use information found ethically and responsibly* » (p. 29) et « *demonstrate personal responsibility to share and curate information and data* » (p. 37). La notion de responsabilité renvoie ici à la gestion éthique de l'information, sans lien avec la durabilité environnementale.

Enfin, il est à noter que certains référentiels abordant pourtant la citoyenneté numérique n'intègrent aucune réflexion sur l'impact écologique des technologies. C'est le cas du document *Enabling e-Learning* publié par le Ministry of Education of New Zealand (2020), qui traite des dimensions sociales et éthiques du numérique sans évoquer les enjeux environnementaux associés.

4.2. Comprendre l'impact environnemental des technologies.

L'analyse des référentiels révèle une présence significative de la sensibilisation aux impacts environnementaux du numérique. En effet, 21 référentiels abordent explicitement cette thématique, représentant ainsi 58,33 % des documents intégrant une dimension environnementale (21/36). L'occurrence des termes liés à ces enjeux a été relevée à 29 reprises dans les documents analysés, témoignant d'une prise de conscience croissante.

Certains référentiels, comme le *Cadre de Référence des Compétences Numériques* (CRCN) (Ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports, 2020) en France ou le *Digi.komp* en Autriche (eEducation Austria,

2022), intègrent cette sensibilisation à plusieurs reprises. Cette prise de conscience repose sur la reconnaissance des conséquences environnementales des usages numériques quotidiens, tels que le streaming, le stockage de données ou encore la fabrication des équipements.

Par exemple, en France, le *Brevet Informatique et Internet, école* (Ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et de la Vie associative, 2011) souligne l'importance de « prendre conscience des enjeux citoyens de l'usage de l'informatique et de l'Internet » (p. 4). Cette démarche de conscientisation écologique rejoint la définition proposée par Cesarman et Méndez (2013), qui considèrent qu'il s'agit de la capacité d'un individu ou d'une société à reconnaître l'impact de ses actions sur l'environnement et à adopter progressivement des comportements plus respectueux des écosystèmes.

L'analyse montre que cette sensibilisation s'appuie sur un socle de connaissances portant sur les impacts écologiques liés à la production, à l'utilisation et à la fin de vie des dispositifs numériques. Le *DigComp 2.2* (Vuorikari, Kluzer, & Punie, 2022) intègre largement ces notions, en mettant en avant des concepts tels que la pollution numérique, la consommation énergétique ou l'extraction de ressources rares. De même, le *Common Digital Competence Framework for Teachers* (CDCFT) (INTEF, 2017) insiste sur l'importance de comprendre le cycle de vie des équipements numériques : « *I have information on the environmental problems associated with their manufacture, use, and disposal* » (p. 55).

Un autre axe fondamental repose sur la prise de conscience de sa propre empreinte numérique. Le *Digital Literacy Skills Framework* (DLSF) en Australie (Australian Department for Education, Skills and Employment, 2021) invite les individus à « *begin to recognise your own digital footprint* » (p. 21). De manière similaire, le *Cadre de Compétence Numérique* du Québec (Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur, 2019) encourage les utilisateurs à « faire une évaluation réfléchie et honnête de sa propre utilisation de la technologie numérique » (p. 23). Cette prise de conscience dépasse la sphère individuelle pour inclure une dimension collective, comme le souligne le CRCN français : « comprendre ses responsabilités individuelles

et collectives » (Ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports, 2020).

L'enjeu énergétique est également mis en avant dans plusieurs référentiels. Le CRCN rappelle notamment qu'il est essentiel de « prendre conscience des enjeux énergétiques » (Ibid.). Cette réflexion s'étend aux nouvelles technologies particulièrement énergivores, comme l'intelligence artificielle (IA). Le *AI Competency Framework for Teachers* de l'UNESCO (2024) aborde cette question en soulignant « *Focus on the environmental costs of AI, in particular how its lifecycle and value chain can harm the environment and exacerbate the climate crisis* ».

Enfin, l'obsolescence programmée est identifiée comme un élément clé de la sensibilisation environnementale. Le *Continuum de développement de la compétence numérique* du Québec (Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur, 2019) insiste sur la nécessité de « développer sa pensée critique à l'égard du numérique, notamment par rapport à l'obsolescence programmée et aux impacts environnementaux des appareils numériques ». Cette approche critique est également présente dans le CDCFT espagnol, qui incite à « *have an informed opinion on the positive and negative aspects of the use of technology on the environment* » (INTEF, 2017, p. 55).

Ainsi, la compréhension de l'impact environnemental des technologies numériques émerge comme un axe structurant dans de nombreux référentiels, témoignant d'une prise de conscience croissante et d'une volonté d'intégrer la durabilité dans les compétences numériques du XXI^e siècle.

4.3. L'adoption de comportements numériques responsables.

Notre analyse révèle que l'adoption de comportements numériques responsables est une thématique largement abordée dans les référentiels traitant des enjeux environnementaux. En effet, 20 référentiels y font explicitement référence, représentant 63,88 % (23/36) des référentiels intégrant une dimension environnementale. De plus, ce concept apparaît à

63 occurrences dans notre analyse, témoignant de son importance croissante.

Plusieurs référentiels soulignent l'importance d'une utilisation plus responsable des technologies numériques. Par exemple, le *Digital Teaching Professional Framework* (Education and Training Foundation, 2019) au Royaume-Uni insiste sur la nécessité pour les enseignants « *to encourage learners to use digital technologies safely and responsibly* » (p. 75). De même, le *Developing Mobile Digital Skills in Low-and Middle-Income Countries* (Jacobs, 2021) évoque explicitement « *a responsible use of digital technologies* » (p. 15). Dans une perspective plus globale, *The Global Framework for Educational Competence in the Digital Age* (ProFuturo, 2020) met en avant l'importance de minimiser les effets négatifs des technologies (p. 20).

Les référentiels recensés abordent différentes pratiques permettant de limiter l'impact environnemental du numérique à travers des éco-gestes concrets :

- L'adoption de stratégies low-tech : Cela inclut des actions telles que l'extinction des appareils inutilisés, l'optimisation des paramètres énergétiques ou encore la réduction des impressions. *BC's Digital Literacy Framework* (British Columbia, 2013), quant à lui, met en avant la nécessité d'une recherche d'information en ligne écoresponsable : « *a digitally competent person uses the Internet to carry out research effectively and responsibly* » (p. 1).
- Des choix d'équipements plus durables : Certains référentiels sensibilisent aux critères d'achat responsable, en mettant l'accent sur l'éco-conception, la limitation des substances toxiques et la recyclabilité des équipements. Le *CDCFT* (INTEF, 2017) aborde cette question en recommandant « *the acquisition of efficient digital equipment in an appropriate way* » (p. 56).
- La promotion du réemploi et de la réparation : L'extension de la durée de vie des appareils numériques est également mise en avant, notamment dans le *CDCFT* (INTEF, 2017) et le *DigComp 2.2* (Vuorikari, Kluzer & Punie,

2022) mentionne la réparation des équipements pour allonger leur durée de vie.

- L’optimisation de la consommation énergétique : L’importance de la réduction de la consommation énergétique des services numériques est particulièrement soulignée dans les différents référentiels. Par exemple, le *CDCFT* espagnol (Ibid.) mentionne la nécessité de « reduce energy consumption and optimise the use of devices ». De même, le *Digi.komp* autrichien (eEducation Austria, 2022) propose des gestes simples permettant d’économiser de l’énergie.
- Le recyclage des équipements obsolètes : Plusieurs référentiels insistent sur la gestion responsable des déchets numériques. Le *CDCFT* espagnol (INTEF, 2017) recommande « properly dispose of obsolete equipment’ and ‘participate in the recycling of equipment » (p. 56). De manière similaire, le référentiel belge de *Formation Manuelle, Technique, Technologique et Numérique (FMTTN)* (Fédération Wallonie-Bruxelles, 2022) en Belgique précise que « l’élève utilise rationnellement les consommables et les énergies. Il veille à limiter l’impact écologique de ses activités, notamment en triant et en valorisant les déchets produits ».

L’adoption de comportements numériques responsables ne repose pas uniquement sur la mise en œuvre d’éco-gestes, mais implique également une posture plus globale de responsabilité numérique. Par exemple, le *DQ Global Standard on Digital Literacy, Digital Skills and Digital Readiness* (DQ Institute, 2019) évoque l’idée d’une « *digital intelligence* » permettant d’utiliser la technologie « to provide access to affordable, reliable and sustainable energy for all » (para. 8). Cette notion renvoie à une approche intégrée du numérique, où la responsabilité individuelle et collective joue un rôle clé.

Enfin, la posture d’un usage stratégique et réfléchi des technologies est mise en avant par le *Mapping Digital Competence: Towards a Conceptual Understanding* (Ala-Mutka, 2011), qui stipule que :

« As well as the skills to use the tools, people must have the motivation and competence to apply these tools strategically and innovatively in different work and life contexts, for their own

benefit, as well as that of their community, the economy and the environment. » (p. 7).

Ainsi, l'adoption de comportements numériques responsables repose à la fois sur la mise en œuvre de pratiques concrètes visant à limiter les impacts écologiques du numérique, et sur le développement d'une posture réflexive, critique et engagée face aux usages technologiques.

4.4. Utilisation des technologies pour un développement durable

L'intégration des technologies numériques au service du développement durable demeure encore peu présente dans les référentiels analysés. Seuls 8 référentiels sur 36 (22,22 %) abordant les enjeux environnementaux y font explicitement référence. L'occurrence de cette thématique reste également limitée, avec seulement 14 mentions recensées dans l'ensemble du corpus.

Malgré cette faible présence, certains référentiels soulignent le rôle des technologies dans la promotion d'un développement plus durable. Le *Framework for Student Learning* (Government of Alberta, 2011) met ainsi en avant la responsabilité des apprenants dans la préservation de leur environnement et de leur société en précisant que les « *Alberta learners are responsible and contribute positively to the quality and sustainability of their environment, communities and society* » (p.4). Dans la même optique, *Mapping Digital Competence* (Ala-Mutka, 2011) insiste sur l'importance d'encourager des innovations numériques qui répondent aux défis écologiques et sociétaux, affirmant que « *ICTs play a special role in fostering innovation and developing new solutions to societal challenges such as sustainability* » (p.9).

Cette perspective est également adoptée par le *CRCN* (Ministère de l'Éducation Nationale, de la Jeunesse et des Sports, 2020), qui met l'accent sur le potentiel des technologies numériques pour améliorer le bien-être collectif, en indiquant qu'il est essentiel de « tirer parti des potentialités [des TIC] pour favoriser le développement personnel, le soin, l'inclusion dans la société et la qualité des conditions de vie, pour soi et pour les autres ». Cette nécessité d'agir concrètement est renforcée par l'*ETF READY Model*

(European Training Foundation, 2022), qui affirme que « *educators provide opportunities for learners to participate in learning activities that promote sustainable thinking and action, and that reflect societal, environmental and economic challenges* ».

L'application des technologies aux objectifs de développement durable (ODD) est un domaine en plein essor, comme le souligne l'*Artificial Intelligence and Digital Transformation Competencies for Civil Servants* (UNESCO, 2022). Selon ce référentiel, « *un nombre croissant de travaux montrent que les solutions numériques développées par les gouvernements peuvent influencer positivement les ODD* » (p.48), notamment en facilitant la gestion des déchets ou en réduisant les émissions de gaz à effet de serre.

Le *DigComp 2.2* (Vuorikari, Kluzer, & Punie, 2022) illustre concrètement comment les citoyens peuvent utiliser les technologies pour optimiser leur consommation énergétique et améliorer la durabilité de leurs pratiques. Il met en avant l'importance de « *plan a strategy using several IoT and mobile devices to carry out a task* » (p. 48), comme l'optimisation de la consommation énergétique via un smartphone ajustant l'intensité lumineuse. Ce même cadre souligne également le rôle des plateformes numériques dans la mobilisation citoyenne autour des enjeux environnementaux, en insistant sur la nécessité de « *creating opportunities for joint action between different communities, sectors and regions with varying interests in sustainability issues* » (p. 34).

D'autres référentiels, tels que le *Digi.komp* autrichien (eEducation Austria, 2022), encouragent également l'utilisation des technologies pour réduire l'empreinte écologique, recommandant d'« *use technology to take measures to save energy and resources* » (p. 16). Cela peut inclure des pratiques telles que la recherche de produits locaux via des applications, l'organisation de covoiturages ou la mise en place d'achats collectifs pour limiter les impacts du transport.

Cependant, plusieurs référentiels insistent également sur l'importance d'adopter une posture critique face aux effets, bénéfiques comme néfastes,

du numérique sur le développement durable. L'INTEF (2017) souligne la nécessité d'avoir « *an informed opinion on the positive and negative aspects of the use of technology on the environment* » (p. 55), tandis qu'Ala-Mutka (2011) rappelle l'importance d'« *a critical and thoughtful attitude to the information available and responsible use of interactive media* » (p. 34).

Ainsi, bien que moins présents dans les référentiels analysés, les usages du numérique au service du développement durable font émerger un potentiel significatif. Ces usages soulignent l'importance d'adopter une approche équilibrée, consciente à la fois des opportunités offertes par les technologies et des défis qu'elles posent en matière de durabilité.

4.5. Prendre en compte les aspects éthique, sociaux, économique et de santé du numérique

Les enjeux éthiques, sociaux, économiques et sanitaires du numérique sont en lien avec les enjeux environnementaux. Mais, dans les référentiels analysés, seulement six référentiels évoquent explicitement les dimensions éthiques du numérique, soit 16,66 % (6/36) des documents étudiés. Cette prise en compte des conséquences éthiques du numérique s'inscrit dans la définition de l'éthique proposée par Hadot et al. (2001), qui consiste à examiner les jugements moraux et les questions normatives concernant ce que les individus devraient faire. L'éthique englobe ainsi un ensemble de principes et de normes guidant les comportements pour assurer l'intégrité et le respect des droits humains. Dans le domaine du numérique, cela inclut notamment les conditions de travail dans les mines de terres rares ou le travail des enfants (Courboulay, 2021).

Certains référentiels insistent sur l'adoption d'un comportement éthique et responsable. Par exemple, le référentiel de la Commission scolaire des sommets (2016) met l'accent sur la nécessité d'adopter des comportements respectueux, tandis que pour l'*Idaho Department of Education* (2010), il faut demander aux enseignants d'avoir une pratique réflexive qui inclut « *an ethical, legal and responsible use of technology* » (p.5).

Le *DigComp 2.2* (Vuorikari, Kluzer & Punie, 2022) approfondit cette question en insistant sur la nécessité de « take account of the ethical consequences of artificial intelligence systems throughout their lifecycle, integrating both their environmental and societal impacts ». Il souligne notamment des problématiques telles que « platformisation of work and algorithmic management that may infringe privacy or workers' rights, or the use of cheap labour for labelling images to train AI systems ». Ce référentiel met également en lumière le double potentiel des technologies numériques, qui peuvent être des leviers d'inclusion sociale tout en renforçant certaines formes d'exclusion.

Cette réflexion rejoint la notion de *numérique responsable* (Couboulay, 2021), qui implique une analyse critique de l'impact du numérique sur les crises globales, qu'elles soient environnementales, sociales ou économiques. Au Québec, le *Continuum de développement de la compétence numérique* (Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur, 2019) aborde cette question sous l'axe « Agir en citoyen éthique à l'ère du numérique », en intégrant les contextes social, économique et environnemental. Il recommande notamment d'aborder la thématique de l'économie verte dans le cadre de l'éducation au numérique.

Les enjeux sociaux et économiques sont également explorés dans d'autres référentiels. Par exemple, le *Digital Skills Framework* (Gekara et al., 2019) en Australie met en évidence les implications sociales du numérique, tandis que l'UNESCO (2022) ajoute une perspective économique en évoquant les inégalités socio-économiques et la nécessité de « understanding the increase in socio-economic inequalities and the growing threat of pandemics ».

Certains référentiels insistent également sur les dimensions légales et réglementaires. Par exemple, le *Teacher Educator Technology Competencies* (Foulger et al., 2017) mentionne l'importance d'une « legal, ethical and socially responsible use of technology ».

La question des impacts du numérique sur la santé est abordée par sept référentiels, soit 19,44 % (7/36) des documents analysés. En Belgique, le

FMTTN (Fédération Wallonie-Bruxelles, 2022) souligne ainsi que « l'élève doit savoir caractériser les outils numériques également en fonction de leur impact sur la santé et sur l'environnement ». De même, en France, le CRCN (*Ministère de l'Éducation Nationale, de la Jeunesse et des Sports, 2020*) insiste sur l'importance de « *prévenir et limiter les risques générés par le numérique sur la santé, le bien-être et l'environnement* », en développant une « connaissance des effets du numérique sur la santé physique et psychique et sur l'environnement, ainsi que des pratiques, services et outils numériques dédiés au bien-être, à la santé et à l'accessibilité ».

Cette préoccupation est également partagée par d'autres référentiels, notamment le *Digi.komp* (eEducation Austria, 2022) en Autriche et le *Professional Digital Competence Framework for Teachers* (Kelentric et al., 2017) en Norvège. Par ailleurs, le *référentiel de l'OECD (2009)* introduit la notion de détox numérique, recommandant « learning how to manage digital stress, workload and distractions ; taking account of the human and natural environment when using digital tools » (p.2).

Bien que ces enjeux restent sous-représentés dans les référentiels analysés, leur importance est de plus en plus reconnue. L'éthique, les impacts sociaux et économiques ainsi que la santé constituent des dimensions essentielles à intégrer dans une réflexion globale des usages du numérique.

4.6. Rôle des enseignants et de la communautés éducative.

Parmi les référentiels analysés, treize mettent en avant le rôle des enseignants et de la communauté éducative dans l'adoption d'un numérique plus responsable et la sensibilisation à ces enjeux écologiques au sein de l'école, soit 38,88 % (14/36) des documents étudiés.

Tout d'abord, les enseignants jouent un rôle clé dans la sensibilisation aux impacts environnementaux du numérique. Le *Global Framework for Educational Competence in the Digital Age* (Profuturo, 2020) souligne que « educators promote environmental awareness, both for themselves and for those around them » (p. 8). Cette perspective est également présente dans le DigCompEdu (Punie & Redecker, 2017), qui considère la protection de

l'environnement comme une compétence numérique. Il est ainsi demandé aux enseignants de conscientiser leurs apprenants aux impacts du numérique sur l'environnement et de favoriser une utilisation plus responsable des technologies.

Au-delà de cette sensibilisation, il s'agit également de promouvoir des compétences numériques responsables au sein des communautés éducatives. Le CDCFT (INTEF, 2017) recommande ainsi aux enseignants d'appliquer « educational suggestions with students to recycle and reuse end-of-life equipment in the educational community to raise awareness of the need to respect the environment » (p. 56). Cette approche illustre l'importance d'actions concrètes, telles que le recyclage et le réemploi des technologies.

Dans cette même logique, le ETF READY Model (European Training Foundation, 2022) insiste sur l'importance d'intégrer les principes du développement durable dans les pratiques pédagogiques. Il mentionne que les éducateurs doivent offrir aux apprenants « opportunities to participate in learning activities that promote sustainable thinking and action, and that reflect societal, environmental and economic challenges ». De plus, il souligne que « educators act as role models by promoting and adopting environmentally sustainable behaviour and practices ».

Au-delà de la sensibilisation, il est essentiel d'intégrer des pratiques numériques pédagogiques plus responsables, prenant en compte les enjeux environnementaux des technologies. Il ne s'agit pas seulement d'éduquer les élèves aux impacts du numérique, mais aussi d'adopter une utilisation plus responsable des technologies à l'échelle de l'établissement scolaire afin de réduire son empreinte écologique.

Le CDCFT (INTEF, 2017) propose plusieurs mesures concrètes que les enseignants peuvent mettre en place, notamment :

- Connaître l'existence de bonnes pratiques permettant d'économiser de l'énergie lorsqu'ils utilisent leurs appareils numériques dans un cadre pédagogique.

- Appliquer certaines mesures d'économie d'énergie lorsqu'ils utilisent des équipements numériques en classe.
- Choisir du matériel et des services respectueux de l'environnement dans leurs pratiques pédagogiques.
- Prendre conscience que l'utilisation efficace des fournitures (matériel, encre, papier) peut réduire les coûts, la consommation et les émissions de carbone

Dans cette optique, le *Global Framework for Educational Competence in the Digital Age* (Profuturo, 2020) recommande aux enseignants d'utiliser des outils durables et d'encourager la transformation des espaces d'apprentissage en espaces écologiques et respectueux de l'environnement.

De son côté, le *Framework for Student Learning* en Alberta (Government of Alberta, 2011) rappelle que les enseignants doivent adopter des comportements responsables et contribuer positivement à la protection de leur environnement et de leur communauté.

Enfin, plusieurs référentiels insistent sur la nécessité d'une stratégie institutionnelle portée par l'établissement dans son ensemble. Le *Professional Development Framework for Digital Learning* (Department of Basic Education Republic of South Africa, 2019) souligne qu'une école durable doit disposer « *a sustainability and scalability plan to maintain and extend digital tools and resources to a greater number of learners in a variety of contexts* ». Ce plan doit être régulièrement actualisé et intégré au projet global de l'établissement, en lien avec ses priorités éducatives et financières.

Le véritable changement s'opère ainsi lorsque les directives en faveur d'un usage numérique responsable sont partagées avec l'ensemble de la communauté éducative : enseignants, élèves, personnel administratif, et parents. La sensibilisation s'inscrit alors dans une approche systémique, engageant tous les acteurs scolaires vers une éducation au numérique éthique et durable.

5. Discussions et conclusion

L'analyse qualitative des 63 référentiels de compétences numériques révèle une évolution marquée dans la prise en compte des enjeux environnementaux. Avant 2013, rares étaient les référentiels intégrant ces dimensions, ce qui correspond à une période où la littératie numérique était principalement conçue sous l'angle technique, comme l'a formulé Gilster (1997) en insistant sur la capacité à naviguer et évaluer l'information en ligne. Cette observation corrobore la dynamique enclenchée par la première version du cadre européen *DigComp* (Ferrari, 2013), qui a progressivement introduit la notion de protection de l'environnement dans le champ des compétences numériques. Depuis 2020, la prise en compte des enjeux environnementaux est devenue systématique, y compris dans les référentiels traitant de thématiques émergentes telles que l'intelligence artificielle (UNESCO, 2024).

Trois axes majeurs ressortent de notre analyse. Le premier est la compréhension de l'impact environnemental des technologies, qui étend la définition traditionnelle de la littératie numérique vers une conscience des systèmes socio-écologiques. Cette dimension fait écho aux compétences du GreenComp (Bianchi et al., 2022), notamment la pensée systémique et la pensée critique, en incitant les apprenants à comprendre l'interconnexion entre les usages numériques et les écosystèmes.

Le deuxième axe concerne l'adoption de comportements numériques responsables, illustrant un approfondissement des savoir-être associés au numérique. Cette approche rejoint directement le domaine « Acting for sustainability » du GreenComp (Ibid.), en particulier les sous-compétences d'initiative individuelle et d'action collective. En promouvant des gestes concrets (réduire sa consommation énergétique, recycler ses équipements, privilégier des technologies durables) les référentiels encouragent une éthique de la responsabilité à la fois individuelle et communautaire.

Le troisième axe, encore en développement, porte sur l'utilisation des technologies au service du développement durable. Il mobilise la littératie

numérique non seulement comme capacité d'usage, mais aussi comme moyen d'exploratory thinking (et de futures literacy (GreenComp ; Ibid.), en projetant des futurs numériques plus soutenables. Certains référentiels mettent ainsi en avant le rôle des technologies dans l'optimisation de la consommation énergétique ou la mobilisation citoyenne pour la transition écologique (Vuorikari, Kluzer, & Punie, 2022).

Par ailleurs, l'analyse montre que l'intégration des enjeux environnementaux s'inscrit dans une dynamique plus large, qui inclut des aspects éthiques, sociaux, économiques et de santé. La littératie numérique contemporaine, telle que revisitée par Tremblay et Poellhuber (2022), ne se limite plus à la maîtrise technique, mais exige aussi une posture critique et éthique face aux usages numériques. Ce croisement entre éthique et durabilité est pleinement en phase avec les valeurs promues par le GreenComp, notamment le soutien à l'équité et l'incarnation des valeurs de durabilité.

Comme le démontrait déjà Mercier et Trichet (2023), le rôle des enseignants et de la communauté éducative apparaît comme un levier stratégique pour développer cette compétence. De nombreux référentiels attribuent aux éducateurs la responsabilité d'être des modèles et des vecteurs de sensibilisation à la durabilité numérique (ProFuturo, 2020 ; INTEF, 2017). Ce qui invite les enseignants à agir et à impliquer les apprenants dans des dynamiques de changement durable.

À l'avenir, il semble souhaitable que les référentiels de compétences numériques intègrent de manière encore plus transversale et systématique les enjeux environnementaux, non comme des éléments périphériques, mais comme des composantes essentielles des compétences du XXI^e siècle. Le renforcement de la dimension éthique, la prise en compte systématique de l'empreinte écologique des pratiques numériques et la formation des enseignants à ces enjeux apparaissent comme des pistes prioritaires.

En conclusion, l'étude met en évidence une évolution encourageante vers une intégration accrue des enjeux de durabilité dans les compétences numériques. Toutefois, ce mouvement doit encore se consolider pour

accompagner efficacement les transformations numériques et environnementales en cours. La formation d'une citoyenneté numérique écoresponsable constitue un défi majeur pour l'éducation contemporaine, nécessitant un engagement renforcé de l'ensemble de la communauté éducative.

6. Bibliographie.

Akinsemolu, A. A., & Onyeaka, H. (2024). The role of green education in achieving the sustainable development goals : A review. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 210, 115239. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.115239>

Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19-32. <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>.

Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera Giraldez, M. (2022). *GreenComp – The European sustainability competence framework*. Luxembourg : Office des publications de l'Union européenne

Bordage, Frédéric. (2008). *Glossaire*. GreenIT.fr. <https://www.greenit.fr/2008/05/21/glossaire/>.

Boulet, P., Bouveret, S., Bugeau, A., Frenoux, E., Ligozat, A.-L., Marquet, K., Marquet, P., Michel, O. et Ridoux, O. (2020). *Référentiel de connaissances pour un numérique écoresponsable* [Rapport de recherche]. EcoInfo. <https://hal.science/hal-02954188>.

Brotcorne, P. et Valenduc, G. (2009). Les compétences numériques et les inégalités dans les usages d'internet. Comment réduire ces inégalités ?. *Les Cahiers du numérique*, . 5(1), 45-68. <https://shs.cairn.info/revue-les-cahiers-du-numerique-2009-1-page-45?lang=fr>.

Cardiff University. (2011). *Information Literacy Framework for Wales: Finding and Using Information in 21st Century Wales*. Librairies Wales. https://libraries.wales/wp-content/uploads/2016/06/Information_Literacy_Framework_Wales.pdf.

Cesarman, F. et Mendès, R. (2013) . Prise de conscience écologique. *Le Coq-héron*, n° 213(2), 17-23. <https://doi.org/10.3917/cohe.213.0017>

Chalkiadaki, A. (2018). A Systematic Literature Review of 21st Century Skills and Competencies in Primary Education. *International Journal of Instruction*, 11(3), 1-16.

Commission européenne. (2006). *Recommandation du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre 2006 relative aux compétences clés pour l'éducation et la formation tout au long de la vie*. Journal officiel de l'Union européenne. [http://data.europa.eu/eli/reco/2006/143\(1\)/oj](http://data.europa.eu/eli/reco/2006/143(1)/oj)

Courboulay, V. (2021). Vers un numérique responsable. Repensons notre dépendance aux technologies digitales. Actes Sud Éditions.

Descamps, S., Temperman, G. et De Lièvre, B. (2022a). Vers une éducation à la sobriété numérique. *Humanités numériques*, 5. <https://doi.org/10.4000/revuehn.2858>.

Dondi, M., Klier, J., Panier, F., & Schubert, J. (2019). *Defining the skills citizens will need in the future world of work*. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/industries/public-sector/our-insights/defining-the-skills-citizens-will-need-in-the-future-world-of-work>

Gallardo-Echenique, E. E., de Oliveira, J. M., Marqués-Molias, L., Esteve-Mon, F., Wang, Y., & Baker, R. (2015). Digital competence in the knowledge society. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 11(1).

Gilster, P. (1997). *Digital literacy*. Wiley Computer Pub.

Gough, A. (2006). A Long, Winding (and Rocky) Road to Environmental Education for Sustainability in 2006. *Australian Journal of Environmental Education*, 22(1), 71–76. doi:10.1017/S0814062600001671

Kiss, A. C., & Sicault, J. (1972). La Conférence des Nations Unies sur l'environnement (Stockholm, 5/16 juin 1972). *Annuaire Français de Droit International*, 18(1), 603-628. <https://doi.org/10.3406/afdi.1972.1717>

Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 159-174. <https://doi.org/10.2307/2529310>

Mappin, M. J. & Johnson, E. A. (2005). *Environmental education and advocacy: Changing perspectives of ecology and education*. Cambridge University Press.

Mercier, C., & Trichet, F. (2023). Accompagner les formateurs et les étudiants à la sobriété numérique. *Distances et Médiations des Savoirs*, 43. <https://doi.org/10.4000/dms.9449>

Microsoft. (2022). *Digital Literacy Curriculum*. Microsoft. <https://www.microsoft.com/en-us/digital-literacy>.

Ministry of Education of New Zealand. (2020). *Enabling e-Learning – New Zealand Curriculum*. Te Poutahu Curriculum Center. <https://newzealandcurriculum.tahurangi.education.govt.nz/new-zealand-curriculum-online/learning-content-resources/technology/5637144652>.

Ministry of Electronics and Information Technology of India. (2015). *National Digital Literacy Mission (NDLM) Scheme*. Government of India. <https://nielit.gov.in/ajmer/content/national-digital-literacy-mission>

Munn, Z., Pollock, D., Khalil, H., Alexander, L., McInerney, P., Godfrey, C. M., Peters, M., & Tricco, A. C. (2022). What are scoping reviews? Providing a formal definition of scoping reviews as a type of evidence synthesis. *JBIM Evidence Synthesis*, 20(4), 950-952. <https://doi.org/10.11124/JBIES-21-00483>

Papi, C. (2012). Des référentiels à la validation des compétences numériques : questionnements et dispositifs. *Questions vives – Recherches en éducation*, 7(17). <http://journals.openedition.org/questionsvives>

Pettersson, F. (2018). Sur les enjeux de la compétence numérique dans les contextes éducatifs - Revue de littérature. *Éducation et technologies de l'information*, 23, 1005-1021. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9649-3>

Rieckmann, M. (2018). Learning to transform the world: key competencies in Education for Sustainable Development. In A. Leicht, J. Heiss & W. J. Byun (Éds.), *Issues and trends in Education for Sustainable Development* (p. 39-59). Paris : UNESCO.

Sauvé, L. (2017). Une diversité de courants en éducation relative à l'environnement. In A. Barthes, A. & J.M Lange. (Dir.). *Dictionnaire critique des enjeux et concepts des Éducatrices à*. (113-124). Paris : L'Harmattan

Sezen-Barrie, A., Windschitl, M. and Nxumalo, F. (2025), Transformative Climate and Environmental Education for a Just Future. *Science Education*. <https://doi.org/10.1002/sce.21963>

- Tremblay, C., & Poellhuber, B. (2022). Analyse qualitative de référentiels de compétences du XXI^e siècle, numériques et informationnelles : tendances mondiales observées. *Formation et profession*, 30(2), 1-26. <https://doi.org/10.18162/fp.2022.648>
- UN. (2015). Sustainable Development Goals. United Nations Development Programme. <https://www.undp.org/sustainable-development-goals>
- UNESCO. (2005). *United Nations Decade of Education for Sustainable Development (2005-2014): international implementation scheme*. UNESCO Education Sector. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000148654>
- United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- van Laar, E., van Deursen, A. J. A. M., van Dijk, J. A. G. M. et de Haan, J. (2020). Determinants of 21st-Century Skills and 21st-Century Digital Skills for Workers: A Systematic Literature Review. *SAGE Open*, 10(1). <https://doi.org/10.1177/2158244019900176>
- Villemagne, C. (2010). Chapitre 1. Regard historique sur le développement de l'éducation relative à l'environnement. In S. La Branche & N. Milot (eds.). *Enseigner les sciences sociales de l'environnement* (1^{re}). Lille : Presses universitaires du Septentrion. <https://doi.org/10.4000/books.septentrion.15352>

Annexe 4 : Enseigner la sobriété numérique avec WALL·E : une séquence pédagogique pour élèves de 12 à 14 ans

Version française de *"Teaching digital sobriety with WALL·E: an educational sequence for 12-14 year olds"*

Citation originale : Sarah Descamps, Gaëtan Temperman et Bruno De Lièvre, « Teaching digital sobriety with WALL·E: an educational sequence for 12-14 year olds. », soumis à la revue « Irish Journal of Technology Enhanced Learning », le 12 décembre 2025 (en cours de relecture) .

1. Introduction

Si les impacts environnementaux du numérique sont aujourd’hui mieux documentés (Berthoud, 2017 ; Cellard & Marquet, 2025) et connu, la manière de les intégrer dans une démarche éducative demeure encore peu explorée, en particulier au niveau de l’enseignement obligatoire. Pourtant, la capacité à comprendre et à limiter ces effets figure explicitement parmi les compétences clés définies dans le cadre européen des compétences numériques (DigComp), qui appelle à une adaptation consciente des pratiques numériques face aux enjeux écologiques (Redecker & Punie, 2017).

Cette étude vise à évaluer les effets d’un dispositif d’apprentissage, intégrant le film d’animation *WALL·E* (Andrew Stanton, 2008), sur les connaissances, les usages déclarés et les perceptions des élèves de 12 à 14 ans en matière de sobriété numérique. Ancrée dans une perspective socio-constructiviste, cette recherche entend explorer les apports conjoints de la culture populaire, de la pédagogie active et de l’éducation à l’environnement pour favoriser une prise de conscience critique et responsable. L’objectif est d’analyser dans quelle mesure une telle séquence pédagogique peut amener les élèves à adopter

des usages numériques plus sobres, tout en développant une meilleure compréhension des enjeux écologiques contemporains.

2. Revue de la littérature

Cette revue de la littérature éclaire les principaux fondements théoriques et empiriques ayant guidé la conception du dispositif d'apprentissage évalué dans cette étude. Trois axes sont développés : les enjeux de l'éducation à la sobriété numérique, le rôle du socio-constructivisme dans l'éducation relative à l'environnement, et l'intérêt pédagogique du film d'animation *WALL·E* pour sensibiliser les élèves aux questions écologiques. Ce cadrage théorique permet d'ancrer le dispositif que nous présentons dans la section suivante.

2.1. L'éducation à la sobriété numérique

Selon Descamps et al. (2022), la notion de sobriété numérique se situe à l'intersection de deux dynamiques majeures : la transition écologique et la transformation numérique. Elle désigne un usage raisonné des technologies, attentif à leurs externalités environnementales. Dans un contexte où les usages numériques se généralisent dès le plus jeune âge, il devient essentiel d'éduquer les citoyens, y compris les adolescents, à des pratiques plus durables (Caron & Maurel, 2023 ; Ripoll, 2025). Les élèves de 12 à 14 ans, grands utilisateurs du numérique et encore en construction identitaire, représentent à ce titre un public stratégique pour initier une prise de conscience susceptible de se diffuser dans leur environnement social. C'est pourquoi dans le référentiel de Formation Manuelle, Technique, Technologique et Numérique (FMTTN) de la Fédération Wallonie Bruxelles en Belgique, il s'agit d'un des attendus en 2^{ième} secondaire: « *Il prend conscience de l'impact écologique de certains usages du numérique* » (Fédération Wallonie-Bruxelles, 2022, p.68).

Pour structurer cette éducation à la sobriété numérique, Descamps et al. (2022) proposent un modèle en trois axes, s'appuyant sur des apports croisés

issus de l'éducation à l'environnement, à l'énergie, au développement durable, au numérique et à la citoyenneté :

- Axe 1 - Comprendre les impacts environnementaux du numérique : À travers l'analyse du cycle de vie des équipements (Berthaud, 2017), les élèves sont amenés à identifier les effets écologiques de chaque phase (fabrication, usage, fin de vie, et recyclage) en mobilisant des supports concrets et visuels.
- Axe 2 - Identifier des solutions numériques en faveur de l'environnement : Il s'agit ici de montrer que le numérique peut aussi être un levier de transition écologique, par exemple à travers des plateformes de covoiturage ou de circuits courts. Cette approche valorise les usages positifs, sans tomber dans la culpabilisation.
- Axe 3 - Adopter des pratiques numériques responsables : Le dernier axe invite à la mise en pratique, par exemple à travers la co-construction d'une charte d'éco-gestes numériques en classe (désactiver les vidéos automatiques, limiter les pièces jointes lourdes, privilégier du matériel reconditionné, etc.).

Plusieurs recommandations pédagogiques permettent de faciliter cette démarche auprès des adolescents. D'une part, il est essentiel de maintenir une approche non culpabilisante, qui valorise les efforts plutôt que de stigmatiser les usages (Soares, 2013). D'autre part, l'utilisation de supports concrets (schémas, images, extraits de films) rend visible l'infrastructure invisible du numérique (serveurs, data centers, déchets électroniques) souvent absente des représentations mentales des élèves.

Enfin, l'implication active des élèves avec une approche socio-constructiviste est centrale : rechercher, débattre, formuler des hypothèses et questionner leurs usages contribue à construire un savoir critique et durable.

Des recherches récentes confirment l'importance de cette prise de conscience. Ripoll (2025), dans une étude portant sur la formation à la sobriété numérique dans les humanités numériques, montre que les étudiants mettent en œuvre des pratiques techniquement sobres (compression d'images, hébergement léger, simplicité des sites), mais sans

toujours avoir conscience de leur portée environnementale. Elle souligne l'intérêt de faire de la sobriété numérique un objectif explicite de formation, articulant compétences techniques, réflexivité et éthique numérique.

2.2. La place du socio-constructivisme dans l'éducation relative à l'environnement

Le dispositif d'apprentissage mis en œuvre dans le cadre de cette étude s'inscrit dans une perspective socio-constructiviste. Cette approche pédagogique repose sur l'idée que les apprenants construisent activement leurs connaissances en interaction avec leur environnement et en collaboration avec autrui (Ouellet, 2005). Loin de concevoir l'élève comme un récepteur passif de savoirs préétablis, le socio-constructivisme valorise l'engagement cognitif, le dialogue, la réflexion critique et la mise en lien avec l'expérience vécue (Garnier et al., 2009).

Cette orientation théorique entre en résonance directe avec les finalités contemporaines de l'éducation relative à l'environnement (ERE), qui dépasse aujourd'hui la simple transmission de connaissances écologiques pour promouvoir des démarches participatives et réflexives (Legendre, 2008). Depuis plusieurs décennies, de nombreux chercheurs (Bader, 1998 ; Fortin-Debart, 2013 ; Robottom, 2004) plaident pour une ERE d'inspiration socio-constructiviste, qui vise à former des citoyens capables de comprendre, de problématiser et d'agir face à la complexité des enjeux environnementaux.

Comme le souligne Bader (1998), l'un des défis fondamentaux de l'ERE consiste à amener les élèves à « *complexifier leurs représentations des sciences et de l'environnement* » en intégrant des dimensions éthiques, sociales et politiques, tout en reconnaissant « *la part d'indétermination inhérente à tout savoir scientifique* ». Dans cette optique, l'environnement n'est pas présenté comme un objet stable à préserver, mais comme un construit socio-culturel évolutif, en constante négociation collective.

Fortin-Debart (2013) insiste ainsi sur la nécessité de concevoir l'environnement comme un « *projet communautaire* », ce qui implique de privilégier en classe des dispositifs coopératifs où l'on « *apprend les uns avec*

les autres, les uns des autres ». Les savoirs environnementaux se construisent alors dans une dynamique de co-construction entre élèves et enseignants. Rooney et Larochelle (1998-1999, cités par Fortin-Debart, 2013) vont plus loin encore en affirmant que la crise environnementale elle-même relève d'une construction sociale, et que les interactions humaines sont un facteur central de transformation des représentations et des comportements. Dans cette perspective, l'apprentissage coopératif est vu comme un levier pour développer la pensée critique et les compétences métacognitives essentielles à une ERE émancipatrice.

Robottom (2004) rappelle quant à lui que l'adoption d'une posture socio-constructiviste suppose de reconnaître que les apprenants ne se contentent pas d'absorber des savoirs, mais qu'ils les construisent activement à partir de leurs connaissances antérieures, de leur vécu, et des contextes concrets qu'ils traversent. Cela implique de traiter le savoir environnemental non comme un corpus figé, mais comme un ensemble de contenus en transformation, à explorer et à discuter avec les élèves.

Ce principe est particulièrement pertinent dans le cadre de l'éducation à la sobriété numérique, une thématique émergente dont les contenus évoluent rapidement en raison de la transformation continue des technologies et des pratiques numériques (Descamps et al., 2022). Aborder l'impact environnemental du numérique à travers une démarche socio-constructiviste permet aux élèves d'ancrer leurs apprentissages dans leur quotidien technologique, tout en développant une pensée critique sur leurs propres usages.

De nombreuses pédagogies actives mobilisées en ERE s'inscrivent dans cette approche socio-constructiviste : apprentissage par problèmes, projets de classe, enquêtes de terrain, jeux de rôle, débats argumentés ou simulations. Ces approches partagent l'objectif de faire émerger du sens par l'expérience, l'échange et la confrontation des points de vue, plutôt que par la simple réception de contenus (Arik et Yilmaz, 2020 ; Robottom, 2004 ;).

Sur le plan empirique, plusieurs travaux confirment l'efficacité de ces approches en matière d'acquisition de connaissances et de transformation des attitudes. La méta-analyse conduite par Arik et Yilmaz (2020), portant sur 57 études publiées entre 2000 et 2015, révèle que les dispositifs d'enseignement fondés sur le constructivisme et l'apprentissage actif produisent un effet significatif sur les acquis des élèves en ERE, avec une taille d'effet globale de $g \approx 1,46$. Ce résultat, particulièrement robuste, s'observe à différents niveaux d'enseignement (de l'école primaire au secondaire) et dans divers formats pédagogiques (projets interdisciplinaires, modules par problèmes, etc.).

Le socio-constructivisme semble également favoriser un engagement plus fort des apprenants envers les enjeux environnementaux. L'étude de Yustina et al. (2011), menée auprès d'élèves de 13 à 14 ans, montre que ceux ayant suivi une séquence socio-constructiviste ont significativement amélioré leurs attitudes vis-à-vis de la gestion de l'environnement, comparativement à un groupe témoin ayant reçu un enseignement plus traditionnel. Les auteurs soulignent que cette approche pédagogique contribue à renforcer la sensibilité écologique et la motivation à agir concrètement en faveur de l'environnement.

2.3. L'utilisation du film WALL·E pour sensibiliser aux enjeux écologiques

Dans un contexte de crise écologique mondiale, les enseignants sont de plus en plus nombreux à mobiliser des ressources issues de la culture populaire pour sensibiliser les élèves aux enjeux du développement durable. Parmi ces supports, le film d'animation *WALL·E* d'Andrew Stanton (2008), produit par *Pixar*, occupe une place singulière. Cette œuvre est citée comme un levier pédagogique efficace pour aborder, auprès d'un jeune public, des problématiques environnementales complexes (Hamalosmanoglu et al., 2020 ; Korfiatis et al., 2020).

WALL·E met en scène un monde dystopique dans lequel la Terre est devenue inhabitable, conséquence directe de la surconsommation, de la production

massive de déchets et de la dégradation de l'environnement. Le récit suit un petit robot, seul sur la planète, chargé de nettoyer les vestiges d'une humanité exilée dans l'espace. Cette dystopie écologique, où la technologie remplace progressivement l'humain, propose une lecture critique de nos modes de vie contemporains, marqués par le consumérisme, la dépendance numérique et la perte de lien avec la nature (López Fuentes, 2022).

Classé parmi les « éco-animations » (Brereton, 2014), *WALL·E* s'inscrit dans un courant de productions culturelles visant à éveiller la conscience environnementale des jeunes spectateurs. Le film juxtapose des représentations contrastées, une planète dévastée d'un côté, une humanité déshumanisée par la technologie de l'autre, pour souligner que la survie des sociétés humaines dépend de la préservation du vivant. De nombreux auteurs reconnaissent à ce film une forte valeur pédagogique, notamment grâce à son caractère accessible.

Plusieurs recherches en sciences de l'éducation ont étudié les effets du visionnage de *WALL·E* sur les représentations environnementales des jeunes. Korfiatis et al. (2020), par exemple, ont analysé l'impact du film sur des élèves âgés de 9 et 12 ans à Chypre, en mesurant les associations d'idées autour de concepts liés à l'écologie avant et après la projection. Leurs résultats montrent une transformation significative des représentations : après le visionnage, les enfants associent plus fréquemment la Terre à des notions telles que les déchets et la pollution. Les élèves plus âgés établissent un lien explicite entre les activités humaines et la production de déchets, tandis que les plus jeunes développent des associations plus positives autour du recyclage ou de la réduction des déchets. Les auteurs notent que l'impact conceptuel est plus marqué chez les plus jeunes, probablement en raison d'une exposition antérieure plus limitée aux questions environnementales.

Si ces résultats doivent être interprétés avec prudence, compte tenu de la taille limitée des échantillons, ils confirment néanmoins le potentiel du film pour faire évoluer les conceptions des élèves sur les relations entre l'humain et la nature. D'autres études confortent ces observations. Thanya et Suganthan (2023) ont mobilisé *WALL·E* auprès d'étudiants plus âgés, et ont

constaté que le film facilitait la compréhension de concepts comme la déforestation, la pollution ou les changements climatiques.

L'effet du film ne se limite aux connaissances. Il semble également agir sur les attitudes et les intentions comportementales. Hamalosmanoğlu et al. (2020) ont mené une recherche auprès de 130 étudiants en formation pédagogique, à qui ils ont proposé un visionnage de *WALL·E* intégré à un cours d'éducation à l'environnement. Les résultats montrent une amélioration significative des comportements écologiques auto-déclarés et des attitudes vis-à-vis du recyclage après l'intervention. Une autre étude, quant à elle, met en évidence que le film suscite un intérêt renouvelé pour les questions environnementales et agit comme un déclencheur émotionnel et motivationnel, en particulier lorsqu'il est intégré à un dispositif pédagogique structuré (Thanya & Suganthan, 2023).

Ainsi, l'ensemble de ces travaux souligne que *WALL·E* constitue un outil éducatif pertinent pour initier une réflexion critique sur les enjeux environnementaux et encourager des attitudes plus responsables. Toutefois, à ce jour, la majorité des recherches mobilisant ce film se focalise sur des thématiques liées aux déchets, au recyclage ou à la préservation de la nature. À notre connaissance, aucun travail n'a encore étudié l'usage de *WALL·E* dans une perspective éducative centrée sur les problématiques technologiques contemporaines, et plus spécifiquement sur la sobriété numérique. C'est précisément dans cette perspective que s'inscrit la présente recherche.

3. Méthodologie

3.1. Contexte et démarche méthodologique

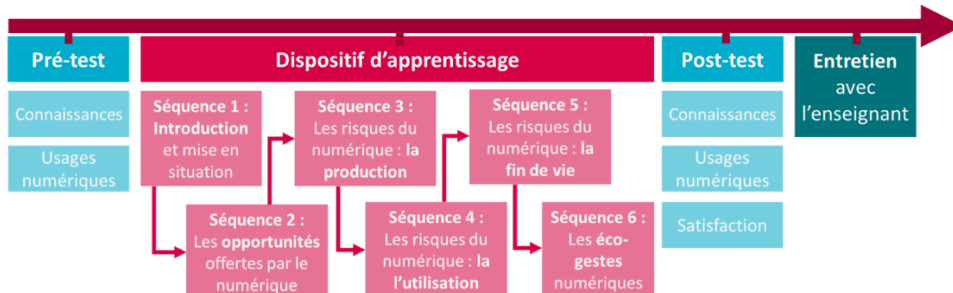
L'objectif de cette étude est d'évaluer l'efficacité d'un dispositif technopédagogique destiné à sensibiliser des élèves âgés de 12 à 14 ans aux enjeux de la sobriété numérique. Cette expérimentation prend place dans une perspective éducative citoyenne, critique, mobilisant les principes de l'apprentissage socio-constructiviste (Ouellet, 2005), dans laquelle les élèves sont invités à construire activement leurs savoirs à travers des interactions

avec leurs pairs, des activités réflexives et des productions collaboratives. Loin d'une transmission descendante de contenus, le dispositif met l'accent sur la co-construction du sens, l'analyse critique des pratiques numériques et la recherche de solutions concrètes.

Dans cette optique, la démarche adoptée vise à instaurer un climat d'apprentissage participatif et impliquant, articulé autour de la réflexivité, de la discussion argumentée et de la création de contenus. Ce positionnement pédagogique s'inscrit dans les recommandations formulées sur l'approche socio-constructiviste (Garnier et al., 2009), et celles qui promeuvent l'éducation à la sobriété numérique (Descamps et al., 2022). Le choix d'une pédagogie active répond également à un impératif d'alignement avec les réalités vécues par les adolescents, souvent exposés à des injonctions numériques contradictoires, entre consommation intensive et injonctions à la sobriété.

L'étude s'inscrit dans une perspective exploratoire. Nous avons opté pour une étude de cas sans groupe témoin, considérant que les contenus abordés, en l'occurrence, l'éducation à la sobriété numérique, ne font pas encore l'objet d'un enseignement formel systématisé dans les programmes scolaires. Comme le rappelle Yin (2014), l'étude de cas constitue une méthode pertinente pour explorer en profondeur des phénomènes émergents ou innovants dans leur contexte réel. Toutefois, cette approche présente des limites inhérentes, notamment l'impossibilité de généraliser les résultats à l'ensemble d'une population cible (Bédard, 2005).

Figure 1 : Déroulement de l'étude de cas et du scénario d'apprentissage.



Le dispositif s'est déployé sur une durée de six semaines selon un design pré et post-test sans groupe témoin. Il est structuré en trois phases :

3.1.1. Pré-test (semaine 0)

Avant le démarrage de la séquence pédagogique, les élèves participants ont été invité à répondre à un questionnaire en ligne. Ce pré-test avait pour objectif d'établir un état des lieux initial à partir de deux dimensions complémentaires :

- d'une part, les connaissances des élèves relatives à la sobriété numérique et à l'empreinte environnementale du numérique ;
- d'autre part, leurs usages numériques déclarés, incluant la navigation, la communication en ligne, la gestion de leur environnement numérique, ainsi que leurs habitudes de consommation technologique. Parmi les comportements responsables présents dans l'étude de Descamps et al. (2023), uniquement les écogestes adaptés à notre public de jeunes adolescents ont été sélectionnés.

3.1.2. Le dispositif d'apprentissage (semaine 1 à 6)

La séquence pédagogique a été conçue dans le prolongement du modèle élaboré par Descamps et al. (2022), qui articule trois dimensions interdépendantes : la compréhension des impacts sur l'environnement, le numérique au service de la transition écologique, et l'identification de pistes d'action concrètes. L'ensemble de la démarche vise à accompagner les élèves dans une prise de conscience éclairée des impacts environnementaux du numérique, tout en les engageant dans une réflexion sur leurs propres pratiques.

Le scénario d'apprentissage s'est déployé sur six semaines, chacune correspondant à une séquence thématique :

1. Dans un premier temps, les élèves ont été invités à mobiliser leurs représentations du numérique. L'analyse d'images et la discussion collective ont fait émerger une question centrale : les technologies constituent-elles un risque ou une opportunité pour l'environnement ? Un premier extrait du film d'animation *WALL·E* (Stanton, 2008) a été

utilisé comme déclencheur réflexif, facilitant la mise en débat de cette problématique.

2. Cette seconde séquence a conduit les élèves à travailler en binômes pour analyser des documents portant sur les apports positifs du numérique. Les présentations croisées en classe ont donné lieu à une synthèse collective des opportunités.
3. Un second extrait du film *WALL·E* a permis d'introduire la notion de cycle de vie des équipements numériques, en mettant l'accent sur la phase de production. À l'aide d'un corpus documentaire, les élèves ont mené des recherches visant à mieux comprendre les impacts environnementaux de cette étape.
4. Les élèves ont été invités à interroger leurs usages numériques quotidiens, notamment en lien avec la consommation d'énergie et la durée d'utilisation des appareils.
5. À partir d'un corpus documentaire, les élèves ont mené un travail de recherche individuel. Ensuite, ils ont confronté leurs réponses en petits groupes, dans une démarche de discussion et de validation collective. Une synthèse graphique retraçant les différentes étapes du cycle de vie des équipements a été produite.
6. Pour clore la séquence, les élèves ont été d'abord participés un jeu de consolidation des acquis et ensuite, ils ont été invités à identifier, à partir de ressources variées, des gestes numériques écoresponsables qu'ils pourraient mettre en œuvre. Chaque élève concevant aussi sa propre charte d'usage responsable.

Le recours à des extrait du film *WALL·E* constitue une spécificité forte du dispositif. Ce support narratif, accessible et évocateur, permet d'aborder de manière sensible et critique des thématiques complexes telles que la surconsommation, la dépendance technologique, l'épuisement des ressources ou encore la gestion des déchets. Sa mise en œuvre vise à favoriser l'adhésion des élèves et à stimuler leur capacité à faire des liens entre fiction, vécu et réalités environnementales. Comme le préconise Thanya et Suganthan (2023), l'utilisation de ce film a été intégré à un dispositif

d'apprentissage structuré. Il ne s'agissait donc pas d'un simple visionnage du film d'animation.

3.1.3. Post-test (semaine 7)

À l'issue de la séquence pédagogique, un questionnaire final a été administré aux élèves, selon des modalités similaires à celles du pré-test. Ce post-test visait à évaluer les évolutions déclarées en matière de connaissances et de pratiques liées à la sobriété numérique. En complément des questions initiales, des items supplémentaires ont été intégrés afin de mesurer le niveau de satisfaction des élèves quant à l'expérience d'apprentissage vécue. Ces items prenaient la forme d'échelles de Likert, permettant de recueillir leur appréciations des différentes activités d'apprentissage (utilisation du film d'animation, débat, jeu, etc.).

Le questionnaire s'est conclu par trois questions ouvertes, invitant les élèves à exprimer leur ressenti personnel à propos de la séquence, à identifier les éléments marquants de leur apprentissage, ainsi qu'à formuler un jugement sur l'impact potentiel de ces acquis sur leurs comportements numériques.

Parallèlement, un entretien non directif a été conduit avec l'enseignant ayant mis en œuvre le dispositif. Cette démarche visait à recueillir un retour d'expérience qualitatif, centré sur la réception du dispositif par les élèves, les ajustements opérés au fil des séances, ainsi que les éventuels leviers ou obstacles identifiés pour une future reconduction.

3.2. Questions de recherche

Plusieurs études ont mis en lumière l'intérêt pédagogique du film d'animation *WALL·E* dans le cadre de l'éducation relative à l'environnement (Hamalosmanoglu et al., 2020 ; Korfiatis et al., 2020). Ces travaux montrent que ce support fictionnel peut susciter une prise de conscience écologique, encourager des comportements responsables en matière de recyclage, et nourrir une réflexion critique sur la relation entre les sociétés humaines et la planète, en particulier chez les enfants âgés de 9 à 12 ans.

Dans la présente étude, le film *WALL·E* a été mobilisé dans un autre cadre d'analyse : celui de la sobriété numérique. Il s'agit ici d'évaluer les effets d'un dispositif pédagogique fondé sur une approche socio-constructiviste et centré sur les impacts environnementaux du numérique, à destination d'élèves de 12 à 14 ans, en articulant sensibilisation, réflexion critique et appropriation de gestes écoresponsables.

Conçue comme une étude de cas, cette recherche exploratoire vise à répondre aux trois questions suivantes :

Q1 : Dans quelle mesure le dispositif d'apprentissage permet-il une progression des connaissances des élèves concernant l'empreinte écologique des technologies numériques et le concept de sobriété numérique ?

Q2 : Le dispositif induit-il une évolution dans les usages numériques déclarés des élèves, en lien avec des comportements plus sobres et responsables ?

Q3 : Comment les élèves perçoivent-ils les différents éléments pédagogiques (activités, jeux, extraits de film, débats) mobilisés pour les sensibiliser à la sobriété numérique ?

3.3. Echantillon

Cette étude repose sur un échantillon de circonstance composé d'élèves de première et de deuxième secondaire, soit des adolescents âgés de 12 à 14 ans (âge moyen estimé à 13,57 ans), scolarisés dans un établissement de la Fédération Wallonie-Bruxelles (Belgique), situé en milieu urbain défavorisé. L'école participante présente un indice socio-économique de 2 sur 20, ce qui indique un environnement socialement vulnérable, marqué par de fortes inégalités. Ce contexte peut influencer de manière significative les usages numériques des élèves, ainsi que leur rapport aux enjeux écologiques et technologiques.

Le dispositif pédagogique a été mis en œuvre dans le cadre du cours de géographie, auprès de huit groupes-classes : cinq classes de première secondaire et trois classes de deuxième secondaire. Au total, 140 élèves ont

été exposés à l'intervention : 96 en première secondaire et 44 en deuxième secondaire.

Parmi ceux-ci, 81 élèves ont complété l'ensemble du protocole de recherche, en participant à la fois au pré-test et au post-test. Cet ensemble constitue l'échantillon final retenu pour l'analyse. La répartition des élèves au sein de cet échantillon est la suivante :

- 59 élèves de première secondaire (72,8 %)
- 22 élèves de deuxième secondaire (27,2 %)

Le tableau 1 ci-dessous présente les caractéristiques principales de l'échantillon final, incluant la répartition par niveau, le genre, et l'âge moyen.

	Genre		n	N	Moyenne âge
	F	M			
1^{er} secondaire	45,76 % (27/59)	54,24 % (32/59)	n1 = 59	81	13,57 ans ($\sigma = 0,79$)
2^{ème} secondaire	54,55 % (12/22)	45,45 % (10/22)	n2 = 22		

Tableau 1 : Caractéristiques de l'échantillon

4. Résultats

4.1. La progressions des connaissances des élèves

Cette section vise à répondre à la première question de recherche : Dans quelle mesure le dispositif d'apprentissage permet-il une progression des connaissances des élèves concernant l'empreinte écologique des technologies numériques et le concept de sobriété numérique ?

Afin de mesurer cette évolution, les élèves ont complété un test de connaissances sur 20 avant (pré-test) et après (post-test) la séquence d'apprentissage. Les scores obtenus ont permis de calculer des gains relatifs d'apprentissage et des pertes relatives, selon la formule proposée par d'Hainaut (1975) :

$$\text{Gain} = (\text{Score final} - \text{Score initial}) / (\text{Score maximum} - \text{Score initial}) \times 100.$$

$$\text{Loss} = (\text{Score initial} - \text{Score final}) / \text{Score initial} \times 100$$

Ce calcul permet d'estimer l'efficacité pédagogique du dispositif tout en tenant compte du niveau de départ de chaque élève. Conformément aux recommandations méthodologiques, seules les situations de gain ont été analysées, sans nécessité d'évaluer des pertes relatives.

	N	Pré-test (/20)		Post-test (/20)		Gain relatif (%)	
		$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	σ
1^{er} secondaire	59	8,20	1,70	14,36	1,64	52,21	12,46
2^{ème} secondaire	22	8,5	1,77	14,18	1,49	49,90	8,41
Tous	81	8,28	1,72	14,30	1,60	51,58	11,54

Tableau 2 : Gains relatifs des connaissances sur la sobriété numérique

Le tableau 2 présente les gains moyens relatifs obtenus par niveau (première et deuxième secondaire), ainsi que pour l'ensemble de l'échantillon. Le gain relatif moyen global s'élève à 51,58 %, ce qui dépasse nettement le seuil de 30 % fixé par d'Hainaut (1975) pour considérer un apprentissage comme significatif. Ces résultats suggèrent que le dispositif d'apprentissage, fondé sur une approche socio-constructiviste et incluant le film d'animation *WALL·E*, a eu un effet positif sur l'acquisition de connaissances relatives à la sobriété numérique et à l'empreinte environnementale des technologies.

L'analyse par niveau d'enseignement révèle peu de disparités. Les élèves de première secondaire obtiennent un gain moyen de 52,21 %, contre 49,90 % pour les élèves de deuxième secondaire. Cette proximité dans les résultats a été statistiquement vérifiée. Un test de normalité (Shapiro-Wilk) indique une distribution normale des données pour les élèves de première ($p = 0,236$), mais non pour ceux de deuxième secondaire ($p = 0,008$). En conséquence, un test de Mann-Whitney a été réalisé. Les résultats ne montrent aucune différence statistiquement significative entre les deux groupes ($U = 798,0$; $p = 0,367$).

Ces données suggèrent que le niveau d'enseignement n'a pas influencé l'efficacité du dispositif. Autrement dit, l'acquisition de connaissances semble indépendante de l'année suivie, ce qui soutient la transférabilité pédagogique de la séquence en première comme en deuxième secondaire. Cela ouvre des perspectives encourageantes pour une intégration plus large de l'éducation à la sobriété numérique dès les premières années du secondaire.

Ces résultats quantitatifs sont également étayés par l'analyse des réponses ouvertes recueillies dans le post-test. Les élèves y expriment de manière spontanée ce qui les a particulièrement marqués au cours de la séquence. De nombreux verbatims révèlent une prise de conscience claire de l'impact environnemental du numérique : « *Je ne savais pas que mon téléphone pollue autant* », « *Le réchauffement climatique à cause des recherches Internet* ». Certains évoquent également la dimension sociale et éthique liée à la fabrication des équipements numériques : « *Les enfants ou adultes qui travaillent dans des conditions dégueulasses en Afrique* », « *Les gens qui usent leur santé pour les outils électroniques* ». L'extrait du film *WALL·E*, quant à lui, semble avoir laissé une impression émotionnelle forte, notamment à travers les images de « *la Terre couverte de déchets* » ou de « *ce que ça pourrait devenir* ». Cette diversité de formulations témoigne d'une appropriation personnelle du contenu, mais aussi de l'efficacité d'une pédagogie active, visuelle et contextualisée pour susciter un engagement réflexif chez les élèves.

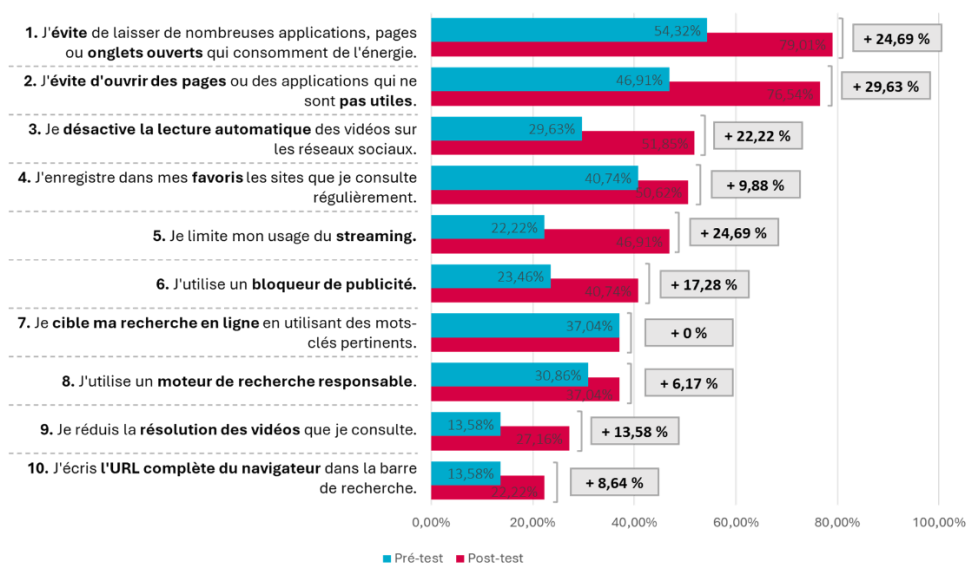
4.2. La progression des usages numériques déclarés

Cette section vise à répondre à la deuxième question de recherche : Dans quelle mesure le dispositif d'apprentissage permet-il une évolution des usages numériques déclarés en lien avec la sobriété numérique ?

Pour explorer cette dimension, les élèves ont été invités à indiquer, avant et après la séquence d'apprentissage, les gestes écoresponsables qu'ils déclaraient mettre en œuvre dans leur vie quotidienne. L'analyse s'appuie sur les quatre axes présents dans l'étude de Descamps et al. (2023) : la navigation en ligne, la communication numérique, la gestion d'un environnement numérique et la consommation de technologies. Les résultats ci-dessous

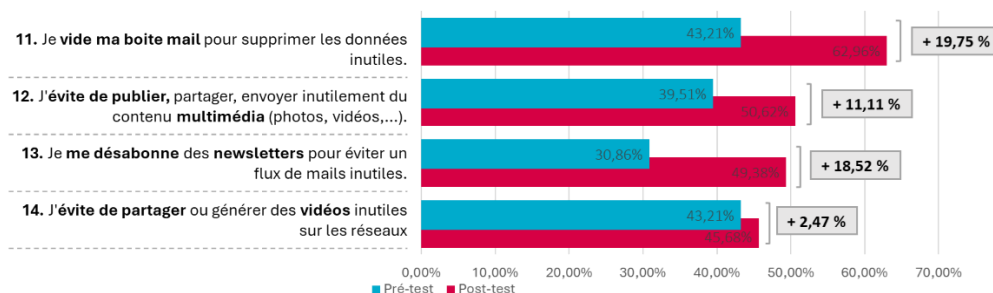
reflètent donc des pratiques déclarées, qui traduisent davantage une intention ou une sensibilisation qu’une observation directe des comportements réels.

Figure 2 : Evolution des gestes écoresponsables liés à la navigation en ligne.



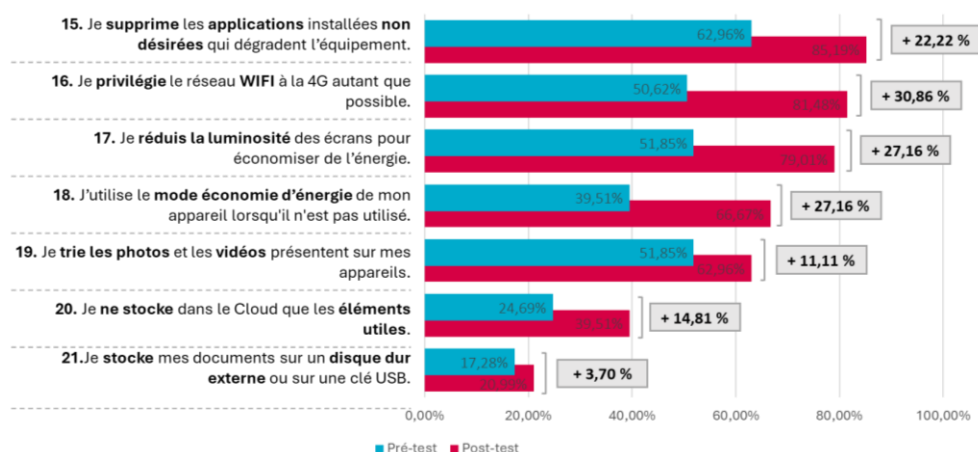
Comme l’illustre la figure 2, les élèves rapportent avoir intégré plusieurs gestes visant à réduire leur impact environnemental lors de leur navigation en ligne. Le comportement qui connaît la progression la plus marquée est le fait d’éviter d’ouvrir des pages ou applications inutiles, avec une évolution de +29,63 % entre le pré-test et le post-test (76,54 % des élèves le déclarent après l’intervention). Deux autres pratiques enregistrent une hausse de +24,69 % : éviter de laisser des onglets ou applications ouverts inutilement (79,01 % au post-test), et limiter le streaming (46,91 %). De même, la désactivation de la lecture automatique des vidéos sur les réseaux sociaux progresse de +22,22 %. À l’inverse, l’utilisation de mots-clés pour cibler les recherches en ligne ne montre aucune évolution (+0,00 %), probablement en raison d’un usage déjà optimisé ou perçu comme acquis. De plus, ce comportement étant lié à la capacité à rechercher de l’information en ligne, il mériterait une attention particulière pour être réellement développé chez des élèves de cet âge (Kumps, 2024).

Figure 3 : Evolution des gestes écoresponsables liés à la communication.



La figure 3 présente les évolutions des pratiques liées à la communication. Deux comportements ressortent : se désabonner des newsletters inutiles (+18,52 %) et vider régulièrement sa boîte mail (+19,75 %). Ce dernier comportement est désormais pratiqué par 62,96 % des élèves, dans une optique explicitement écologique. Par ailleurs, 50,62 % des élèves déclarent éviter d'envoyer ou partager inutilement du contenu multimédia, avec une progression de +11,11 %.

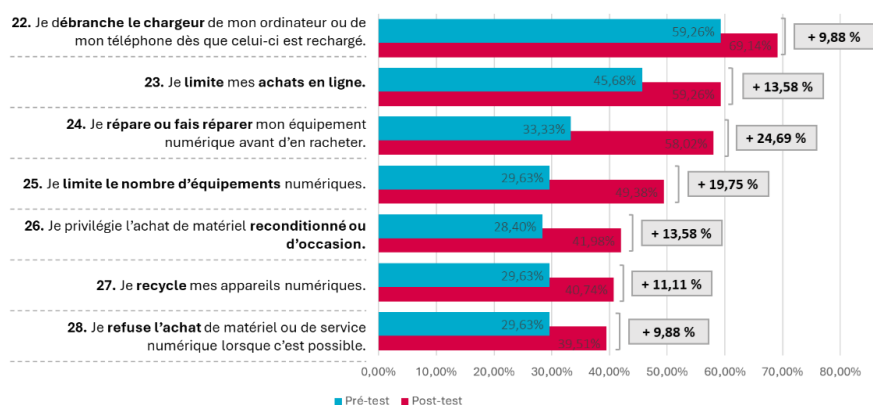
Figure 4 : Evolution des gestes écoresponsables liés à la gestion d'environnement numérique.



Les résultats présentés à la figure 4 indiquent que les élèves ont également intégré plusieurs gestes de gestion responsable de leur environnement numérique. Le comportement qui évolue le plus est le recours au réseau Wi-Fi plutôt qu'à la 4G (+30,86 % ; 81,48 % des élèves au post-test). La réduction

de la luminosité de l'écran et l'utilisation du mode économie d'énergie connaissent toutes deux une progression de +27,16 %. Par ailleurs, la suppression des applications inutiles atteint un taux élevé de mise en œuvre déclarée après la séquence (85,19 % ; +22,22 %). Enfin, 62,96 % des élèves déclarent trier leurs photos et vidéos, en hausse de +11,11 %.

Figure 5 : Evolution des gestes écoresponsables liés à la consommation des technologies



Enfin, la figure 5 porte sur les gestes liés à la consommation numérique. L'évolution la plus significative concerne la réparation des équipements avant d'en racheter (+24,69 % ; 58,02 % des élèves). Le fait de limiter le nombre d'équipements numériques progresse aussi (+19,75 %), tout comme l'achat de matériel reconditionné ou d'occasion (+13,58 %), et la limitation des achats en ligne (+13,58 %). En revanche, le débranchement des chargeurs inutilisés connaît une évolution plus modeste (+9,88 %), ce comportement étant déjà relativement répandu en amont de l'intervention (59,26 % au pré-test).

Au-delà de ces résultats, plusieurs éléments qualitatifs recueillis à travers les réponses ouvertes et l'entretien avec l'enseignant apportent un éclairage complémentaire. Certains élèves évoquent leur volonté de mettre en pratique les conseils reçus, ou encore de sensibiliser leur entourage. Par exemple, on peut lire : « *Je pourrais mettre en pratique quelques conseils qu'on a eus pendant cette séquence* » ou « *En changeant mes habitudes ou en en parlant à ma famille* ». L'enseignant confirme cette tendance,

soulignant que de nombreux élèves exprimaient une envie de « *diffuser le message* » autour d’eux.

Ce potentiel de transfert intergénérationnel des apprentissages est d’autant plus intéressant que plusieurs élèves de 12 à 14 ans mentionnent aussi les limites de leur marge d’action, notamment en ce qui concerne l’achat ou le renouvellement des appareils numériques, généralement décidé par leurs parents. Toutefois, la sensibilisation acquise durant la séquence permettrait, selon eux, d’amorcer un dialogue familial autour de ces enjeux.

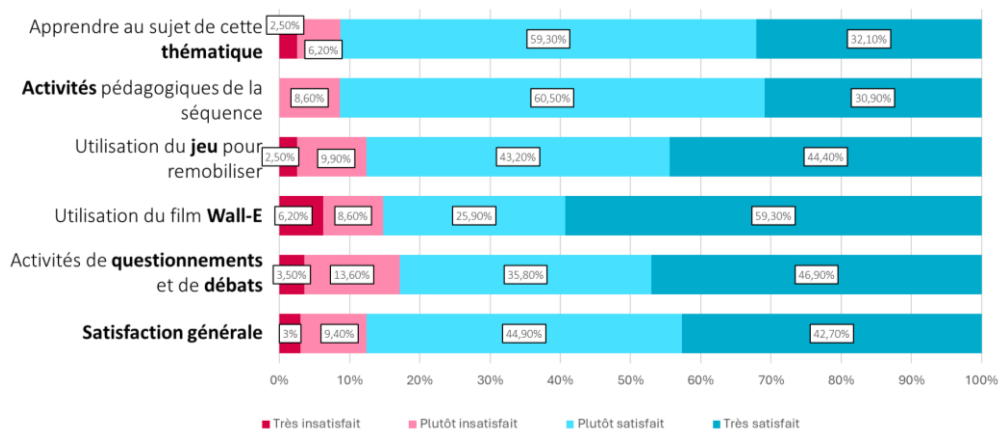
Ces résultats indiquent que le dispositif a favorisé une prise de conscience et une mobilisation déclarative sur des gestes concrets. Ils suggèrent aussi que le format pédagogique actif et contextualisé (film, débat, jeu, charte) a permis d’ancrer les apprentissages dans les réalités quotidiennes des élèves. Bien qu’il ne soit pas possible d’observer directement les changements réels de comportement, ces déclarations témoignent d’un premier pas vers une appropriation critique et engagée de la sobriété numérique.

4.3. La perception de l’utilité et la satisfaction des élèves

Afin de compléter l’analyse du dispositif d’apprentissage, cette section vise à répondre à la troisième question de recherche : Comment les élèves perçoivent-ils les différents éléments pédagogiques (activités, jeux, extraits de film, débats) mobilisés pour les sensibiliser à la sobriété numérique ?

Pour cela, les élèves ont été invités à évaluer leur niveau de satisfaction vis-à-vis de différentes modalités pédagogiques, sur une échelle allant de 0 (très insatisfait) à 3 (très satisfait). Les résultats de cette évaluation sont présentés à la figure 6. De manière générale, la séquence d’apprentissage a été bien reçue : une large majorité des élèves se déclarent plutôt satisfaits (44,90 %) ou très satisfaits (42,70 %), ce qui constitue un signal positif quant à l’acceptabilité et à la pertinence du dispositif.

Figure 6 : Satisfaction par modalité pédagogique.



Parmi les éléments pédagogiques évalués, l'utilisation d'extraits du film *WALL·E* ressort comme étant la plus appréciée ($\bar{X} = 2,38$; $\sigma = 0,88$). Plus de la moitié des élèves (59,30 %) s'en déclarent même très satisfaits. L'impact émotionnel du film est souvent souligné dans les réponses ouvertes, comme en témoigne cette élève : « *le moment qui montre ce que pourrait être la Terre à cause des récoltes de métaux précieux et des déchets transférés dans d'autres pays* ». L'entretien mené avec l'enseignant va dans le même sens : « *Beaucoup d'élèves ne connaissaient pas le film, ils l'ont particulièrement apprécié. Certains disaient même que ce film leur donnait envie d'agir pour ne pas que le monde devienne comme dans WALL·E* ».

Le jeu mobilisé en fin de séquence pour réactiver les apprentissages a également été très bien reçu ($\bar{X} = 2,30$; $\sigma = 0,75$). Il est perçu comme un moment à la fois engageant et utile. Un élève souligne qu'il s'agit de l'un des moments marquants de la séquence. L'enseignant confirme que cette modalité a permis de réviser les contenus de manière implicite : « *Les élèves ont revu le contenu sans s'en rendre compte, grâce à l'aspect ludique.* »

Les moments de débat et de questionnement, intégrés dans une logique socio-constructiviste, ont également été bien évalués ($\bar{X} = 2,26$; $\sigma = 0,83$), tout comme l'ensemble des activités d'apprentissage proposées ($\bar{X} = 2,22$; $\sigma = 0,59$). L'enseignant note un fort niveau d'implication : « *Il y a eu énormément de discussions et de débats.* » Il observe également que des

élèves habituellement passifs en cours de géographie se sont montrés beaucoup plus engagés, interagissant davantage que d'ordinaire, en particulier lorsqu'il s'agissait de partager leurs propres expériences numériques.

Enfin, l'appréciation générale de la thématique abordée est elle aussi très positive ($\bar{X} = 2,21$; $\sigma = 0,66$). Les élèves ont exprimé un réel intérêt pour ce sujet à la croisée du numérique et de l'écologie. Selon l'enseignant, c'est précisément cette articulation entre deux univers familiers, la crise climatique, omniprésente dans les médias, et le numérique, qu'ils utilisent au quotidien, qui a suscité leur curiosité. Une élève souligne : « *L'envers du décor, on ne sait pas forcément... en achetant des appareils comme un téléphone, que derrière il y a la pollution, l'extraction des matières et l'exploitation des humains.* » Cette prise de conscience est confirmée par les propos de l'enseignant : « *Les élèves étaient parfois très loin de la réalité.* » Une autre élève résume bien l'importance de cette démarche : « *C'était même important, je trouve, que l'on parle de ça. Car nous, derrière nos écrans, on ne se rend pas compte de tout ce que cela provoque.* »

5. Discussion et conclusion

Les résultats de cette recherche mettent en évidence une progression significative des connaissances des élèves de 12 à 14 ans concernant l'empreinte écologique du numérique. Le gain relatif moyen de 51,58 % observé pour les connaissances atteste de l'efficacité du dispositif d'apprentissage mis en place, quels que soient les niveaux scolaires impliqués. Ce constat confirme l'intérêt d'une approche pédagogique ancrée dans le socio-constructivisme et articulée autour des principes de l'éducation à la sobriété numérique tels que conceptualisés par Descamps et al. (2022).

Ces résultats convergent avec ceux de Wilson (2003), qui suggère que des dispositifs éducatifs bien structurés peuvent générer des apprentissages similaires chez des élèves d'âges rapprochés. Dans le cadre de cette étude, l'absence de différence significative entre les deux niveaux scolaires, malgré un échantillon plus large en première secondaire, tend à montrer que

l'approche adoptée permet de surmonter les écarts liés à l'âge ou au parcours scolaire.

La pédagogie socio-constructiviste semble ici avoir joué un rôle clé dans l'appropriation des contenus, en facilitant l'engagement actif des élèves. En mettant l'accent sur la co-construction des savoirs, les interactions entre pairs, les débats argumentés et la résolution de problèmes, le dispositif a mobilisé des leviers pédagogiques reconnus pour leur efficacité en éducation relative à l'environnement (Fortin-Debart, 2013 ; Robottom, 2004 ; Arik & Yilmaz, 2020).

L'utilisation du film d'animation WALL·E comme ressource centrale a renforcé cette dynamique. Son impact émotionnel et narratif a favorisé l'adhésion des élèves, contribuant à une meilleure compréhension des enjeux, mais aussi à une transformation des attitudes et intentions comportementales, comme l'ont également observé Korfiatis et al. (2020) ou Thanya et Suganthan (2023). L'intégration du film dans un cadre structuré et réfléchi a permis de dépasser la simple réception passive d'un message écologique, rejoignant ainsi les recommandations de Brereton (2014) et de Hamalosmanoğlu et al. (2020) sur l'importance d'un encadrement pédagogique explicite pour exploiter le potentiel éducatif de la fiction.

Les résultats qualitatifs montrent d'ailleurs que cette démarche a suscité un engagement réflexif fort : plusieurs élèves ont exprimé leur intention de partager les apprentissages avec leur entourage, en particulier leur famille. Cette volonté de diffusion témoigne d'une forme d'appropriation sociale des savoirs et rejoint les finalités de l'ERE, qui vise à outiller les jeunes pour qu'ils deviennent des vecteurs de changement (Fortin-Debart, 2013). En parallèle, certains élèves ont exprimé les limites de leur pouvoir d'action, notamment sur les choix technologiques réalisés par leurs parents, soulignant ainsi la complexité des dynamiques d'appropriation des gestes écoresponsables dans les sphères privées.

Ces observations renforcent l'idée que l'éducation à la sobriété numérique ne saurait se réduire à un ensemble d'injonctions normatives ou de prescriptions

techniques. Elle nécessite une approche systémique, articulant les dimensions techniques, sociales, politiques et éthiques des technologies numériques (Descamps et al., 2022 ; Ripoll, 2025). À ce titre, les résultats de cette recherche s'inscrivent pleinement dans la réflexion portée par Flipo (2025), qui appelle à dépasser les approches centrées sur l'efficacité énergétique pour questionner plus largement nos modes de vie numériques et leurs implications.

Malgré ces résultats encourageants, certaines limites méthodologiques doivent être soulignées. D'une part, l'absence de groupe témoin ne permet pas d'établir une relation causale stricte entre le dispositif et les évolutions observées (Weidmann & Miratrix, 2019). D'autre part, les comportements numériques responsables ont été mesurés sur la base de déclarations des élèves, ce qui expose à un biais de désirabilité sociale, un phénomène bien connu dans le domaine des comportements écologiques auto-déclarés (Dupré et al., 2014). Pour renforcer la validité de ce type de recherche, il serait utile d'intégrer des méthodes mixtes incluant, par exemple, des observations, des journaux d'usage ou des données numériques (logs) permettant de trianguler les résultats.

Par ailleurs, un suivi à plus long terme serait nécessaire pour évaluer la durabilité des changements de comportements, tout comme une expérimentation dans d'autres contextes géographiques ou socioculturels pour tester la transférabilité du dispositif. Ces pistes constitueraient des prolongements pertinents afin de renforcer la portée et la robustesse de ce type d'intervention éducative.

Enfin, il convient de rappeler que cette recherche s'inscrit dans une logique d'étude de cas. Le dispositif a été conçu pour répondre à un besoin spécifique identifié localement et autour d'un objet d'apprentissage encore émergent dans les curricula officiels : la sobriété numérique. Cette posture méthodologique, fondée sur une co-construction entre chercheurs, enseignants et élèves, vise moins à produire des généralisations qu'à éclairer des potentialités pédagogiques concrètes, dans une perspective de recherche orientée vers l'action (Paillé & Mucchielli, 2012 ; Mercier & Trichet, 2023).

En somme, cette étude souligne qu'un enseignement ancré dans la culture numérique des adolescents, soutenu par des approches actives et critiques, peut non seulement accroître les connaissances mais aussi éveiller des attitudes responsables. À l'heure où les enjeux écologiques et technologiques s'entrecroisent, intégrer la sobriété numérique dans les pratiques éducatives apparaît comme une nécessité urgente et porteuse de sens.

6. Bibliographie

Arik, Selçuk & Yılmaz, Mehmet. (2020). The Effect of Constructivist Learning Approach and Active Learning on Environmental Education: A Meta-Analysis Study. *International Electronic Journal of Environmental Education*. 10. 44-84.

Bader, B. (1998). Une vision socialisée des sciences au service d'une éducation relative à l'environnement socioconstructiviste. *Canadian Journal of Environmental Education*, 3, 156-175

Bédard, M. G. (2005). *La méthode des cas : guide orienté vers le développement des compétences* (2^e éd.). Gaëtan Morin.

Berthoud, F. (2017). Numérique et écologie. *Annales des Mines-Responsabilité & environnement*, 87 (3), 72-75. <https://doi.org/10.3917/re1.087.0072>.

Brereton, P. (2014). *Animated Ecocinema and Affect: A Case Study of Pixar's UP*. Dans A. Weik von Mossner (Éd.), *Moving Environments: Affect, Emotion, Ecology, and Film* (chap. 9, pp. 281–309). Waterloo, Canada : Wilfrid Laurier University Press.

Caron, M., & Maurel, R. (2023). *Penser la transition numérique : Vers un monde digital durable*. Éditions de l'Atelier.

Cellard, L., & Marquet, C. (2025). Matérialités environnementales du numérique. *RESET*, 15. <https://doi.org/10.4000/14adk>

D'Hainaut, L. (1973). Etude d'une nouvelle variable pour l'analyse statistique des expériences pédagogiques. *Bulletin De Psychologie*, 26(305), 622-630.

Descamps, S., Boumazguida, K., Temperman, G., & De Lièvre, B. (2023). Sobriété numérique et acteurs de l'éducation : analyse croisée de leur sentiment de

compétence et de leurs usages déclarés. *Distances et Médiations des Savoirs*, 43. <https://doi.org/10.4000/dms.9259>

Descamps, S., Temperman, G., & Lièvre, B. D. (2022). Vers une éducation à la sobriété numérique. *Humanités numériques*, (5). <https://doi.org/10.4000/revuehn.2858>

Dupré, M., Meineri, S., & Guéguen, N. (2014). Communication engageante appliquée au tri sélectif: comparaison entre les techniques du pied-dans-la-porte et du double-pied-dans-la-porte. *Les cahiers internationaux de psychologie sociale*, 102(2), 259-284. <https://doi.org/10.3917/cips.102.0259>.

Fédération Wallonie-Bruxelles. (2022). *Référentiel de formation manuelle, technique, technologique et numérique (FMTTN)*. Fédération Wallonie-Bruxelles Consulté sur http://www.enseignement.be/index.php?page=23827&do_id=17242&do_check=CNEJLFQGEC

Flipo, F. (2025). L'impératif de la sobriété numérique : enjeux et définitions. *Humanités Numériques*, 11. <https://doi.org/10.4000/1498s>

Fortin-Debart, C. (2013). *Pour une approche coopérative de l'environnement à l'école primaire*. Éducation relative à l'environnement – Regards, Recherches, Réflexions, 11, 1-19. <https://doi.org/10.4000/ere.3905>

Garnier, C., Bednarz, N., & Ulanovskaya, I. (2009). Chapitre 17. L'apprentissage comme activité collective: choix et organisation des activités selon les courants russe et socio-constructiviste. In *Après Vygotski et Piaget* (pp. 259-279). De Boeck Supérieur.

Hamalosmanoğlu, M., Kızılay, E., & Saylan Kırmızıgül, A. (2020). The effects of using animated films in the environmental education course on prospective teachers' behavior towards environmental problems and their attitude towards solid waste and recycling. *International Online Journal of Education and Teaching*, 7(3), 1178–1187.

Korfiatis, K., Photiou, M., & Petrou, S. (2020). Effects of eco-animations on nine- and twelve-year-old children's environmental conceptions: How *WALL-E* changed young spectators' views of earth and environmental protection. *The*

Journal of Environmental Education, 51(5), 381–394.
<https://doi.org/10.1080/00958964.2020.1747965>

Kumps, A. (2024). *Former les enseignants à la didactique de la recherche d'information en ligne à partir des pratiques effectives des élèves* [Thèse de doctorat, Université de Mons, Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation].

Legendre, M. F. (2008). Un regard socioconstructiviste sur la participation des savoirs à la construction du lien social. *Éducation et francophonie*, 36(2), 63-79.
<https://doi.org/10.7202/029480ar>

López Fuentes, A. V. (2022). *Environmental Education Through the Use of WALL-E and the Index for Inclusion*. Communication présentée à la conférence ECER 2022 (European Conference on Educational Research), Yerevan, Arménie.

Mercier, C., & Trichet, F. (2023). Accompagner les formateurs et les étudiants à la sobriété numérique. *Distances et Médiations des Savoirs*, 43.
<https://doi.org/10.4000/dms.9449>

Ouellet, F. (2005). Socioconstructivisme et éducation à la citoyenneté. In *Le cégep, pour savoir agir: actes du 25e Colloque de l'AQPC*, p. 68-86. Association québécoise de pédagogie collégiale,.

Paillé, P. et Mucchielli, A. (2012). *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales*. Armand Colin. <https://doi.org/10.3917/arco.paill.2012.01>.

Redecker, C., & Punie, Y. (2017). European Framework for the Digital Competence of Educators. Luxembourg : Office of European Union. *Commission européenne*. Consulté à l'adresse ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/european-framework-digital-competence-educators-digcompedu

Ripoll, É. (2025). Sensibiliser les étudiants à la sobriété numérique dans la gestion de projets en humanités numériques. *Humanités Numériques*, 11.
<https://doi.org/10.4000/1498v>

Robottom, I. (2004). *Constructivism in Environmental Education: Beyond Conceptual Change Theory*. Australian Journal of Environmental Education, 20(2), 93-101

Soares, A.(2013). *Comment parler d'écologie aux enfants ?*. Le Baron perché.

Stanton, A. (Réalisateur). (2008). *WALL·E* [Film]. Pixar Animation Studios; Walt Disney Pictures.

Thanya, R., & Suganthan, C. (2023). Enhancement of learners' receptive skills through task-based activities to understand the eco-centric issues using *WALL-E*. *World Journal of English Language*, 13(7), 490–498. <https://doi.org/10.5430/wjel.v13n7p490>

Weidmann, B., & Miratrix, L. (2019). *Lurking Inferential Monsters ? Quantifying bias in non-experimental evaluations of school programs*. arXiv (Cornell University). <https://doi.org/10.48550/arxiv.1910.07091>

Wilson, Valerie. (2003). *All In Together? An overview of the literature on composite classes*. University of Glasgow

Yin, R. K. (2014). *Case Study Research: Design and Methods* (5th ed.). SAGE Publications.

Yustina, P., Osman, K., & Meerah, T. S. M. (2011). *Developing positive attitudes towards environmental management: Constructivist approach*. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 15, 4048–4052. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.04.412>

Annexe 12 : Effets de deux modalités de scénarios gamifiés pour éduquer à la sobriété numérique les étudiants du supérieur.

Version française de *"Effects of two scenario approaches for digital sobriety education among higher education students"*.

Citation originale : Sarah Descamps, Gaëtan Temperman, et Bruno De Lièvre, « Effects of two scenario approaches for digital sobriety education among higher education students. », International Journal of Educational Technology in Higher Education [En ligne], 22, 70 | 2025, mis en ligne le 24 novembre 2025. URL : <https://link.springer.com/article/10.1186/s41239-025-00569-3> F ; DOI : <https://doi.org/10.1186/s41239-025-00569-3>

1. Introduction

Dans un contexte de transformation numérique accélérée, l'enseignement supérieur occupe une position stratégique pour le développement des compétences du XXI^e siècle, et en particulier des compétences numériques (Tzafilkou et al., 2022). Celles-ci font l'objet de référentiels notamment à l'échelle européenne, à l'instar du DigComp, qui identifie, parmi les dimensions clés, la capacité à « *être conscient de l'impact environnemental des technologies numériques et de leur utilisation* » (Carretero et al., 2017). Cette compétence, souvent négligée, constitue pourtant un levier essentiel pour former des citoyens numériques responsables.

Face à l'urgence climatique et à la pollution croissante du numérique, cette dimension des compétences numériques appelle une attention particulière. L'UNESCO (Giannini, 2024) appelle d'ailleurs à rassembler la transition numérique et la transition écologique grâce à l'éducation pour donner naissance à une véritable « Green Digital Education ». En francophonie,

l'éducation à la sobriété numérique, qui vise à comprendre, interroger et transformer ses usages numériques pour en limiter l'empreinte écologique, s'impose comme un enjeu central de l'éducation contemporaine (Descamps et al., 2022a ; Mercier & Trichet, 2023). Les digital natives, majoritairement connectés et utilisateurs intensifs des technologies (Alcaez, 2022), nécessitent une sensibilisation accrue aux conséquences écologiques de leurs pratiques numériques. Pourtant, malgré la reconnaissance institutionnelle de cette nécessité, les systèmes éducatifs peinent encore à intégrer pleinement la sobriété numérique dans leurs curricula, et les recherches dans le champ des sciences de l'éducation sur cette thématique émergente restent limitées (Dufort, 2023).

C'est dans cette perspective que s'inscrit la présente étude. Elle se positionne dans le champ de la technologie éducative en mobilisant des dispositifs ludopédagogiques de type escape game pour explorer les conditions d'apprentissage d'une littératie à la sobriété numérique. Elle se propose de répondre à cette lacune en visant trois objectifs principaux : (1) analyser les effets de deux scénarios pédagogiques distincts sur la maturité des étudiants à la sobriété numérique, (2) examiner leur motivation à adopter des écogestes numériques, et (3) évaluer le développement de leur sentiment de compétence à agir collectivement en faveur de la sobriété numérique.

En complément, l'étude examine en quoi un dispositif hybride (composé d'éléments numériques et physiques) peut renforcer la motivation et une forme d'engagement dans des pratiques numériques plus responsables. En s'inscrivant dans une démarche expérimentale mobilisant des dispositifs ludopédagogiques, cette recherche entend fournir des contributions à la fois pratiques et théoriques à cette problématique. Elle vise à éclairer l'efficacité des approches éducatives testées auprès d'un public étudiant du supérieur, tout en contribuant à l'élaboration de cadres pédagogiques dans les champs de l'éducation à la sobriété numérique.

2. Revue de la littérature

2.1. *L'éducation à la sobriété numérique*

Parmi les compétences numériques du DigComp, l'une d'entre elles, intitulée « Protéger l'environnement » est souvent négligée dans les initiatives visant à développer les usages numériques en éducation, et cela s'observe particulièrement dans l'enseignement supérieur. Pourtant, le rôle de l'éducation dans la sensibilisation des jeunes générations aux impacts du numérique est essentiel (Mercier & Trichet, 2023). Les jeunes figurent parmi les plus grands usagers des technologies numériques. En 2022, le temps d'écran hebdomadaire moyen des adolescents âgés de 13 à 19 ans atteignait 36 heures et 8 minutes, soit une augmentation de 5 heures et 45 minutes en l'espace de 11 ans (Alcaraz, 2022). Ces usages massifs entraînent des impacts environnementaux croissants liés au numérique : consommation énergétique, extraction des matières premières, ou encore gestion des déchets électroniques.

Face à cette situation, l'éducation à la sobriété numérique devient une urgence (Descamps et al., 2022a). Elle vise à sensibiliser les individus à l'impact environnemental des technologies tout en promouvant des pratiques numériques écoresponsables. Ces auteurs ont proposé un modèle de littératie en sobriété numérique organisé autour de trois composantes :

- analyser l'impact des modes de vie numériques sur l'environnement grâce à des outils comme l'analyse du cycle de vie ;
- rechercher et identifier des solutions numériques de manière nuancée pour protéger l'environnement ;
- adopter des écogestes numériques et agir collectivement pour favoriser une sobriété numérique.

Si la littérature scientifique sur cette éducation spécifique reste encore limitée, plusieurs initiatives éducatives émergent cependant. Par exemple, des MOOCs (Massive Open Online Courses) comme ceux proposés par

l'Institut du Numérique Responsable⁶⁵ ou l'INRIA⁶⁶ adoptent une approche transmissive combinée à des quiz pour sensibiliser aux impacts du numérique (Lagarrigue et al., 2023). En parallèle, des dispositifs d'apprentissage actif, tels que la *Fresque du Numérique*⁶⁷, ont également été développés. Cet outil, particulièrement utilisé dans l'enseignement supérieur, permet aux participants de travailler en petits groupes pour réfléchir sur leurs modes de vie numériques, tout en développant l'intelligence collective (Meyer, 2023). Ces ateliers se terminent généralement par une réflexion collective sur des écogestes numériques applicables au quotidien (Jouzel, 2022 ; Collin et al., 2024).

Enfin, certaines études, comme celle menée par Tilbury et ses collègues (2024), explorent les liens entre l'apprentissage pour le développement durable et l'éducation numérique. L'étude recense les cas concrets d'initiatives éducatives européennes. Toutefois, bien que ces recherches mettent en avant l'utilisation du numérique comme un outil éducatif pour sensibiliser à l'environnement, elles abordent rarement la question de l'éducation à la sobriété numérique comme une finalité en soi.

À ce jour, peu d'études ont évalué l'impact des dispositifs d'apprentissage spécifiquement consacrés à l'éducation à la sobriété numérique, notamment dans l'enseignement supérieur. Or, comme le soulignent Mercier et Trichet (2023), de plus en plus d'universités cherchent à équilibrer innovations pédagogiques et pratiques numériques, témoignant ainsi d'une volonté croissante de tendre vers une sobriété numérique dans l'enseignement supérieur.

2.2. La place de l'éducation à la durabilité dans l'enseignement supérieur

L'éducation à la sobriété numérique est étroitement liée à l'éducation à la durabilité, car elle mobilise des savoirs, des savoir-faire et des compétences

⁶⁵ <https://www.academie-nr.org/>

⁶⁶ <https://www.fun-mooc.fr/fr/cours/impacts-environnementaux-du-numerique/>

⁶⁷ <https://www.fresquedunumerique.org/>

issus de ce domaine (Descamps et al., 2022a). L'éducation à la durabilité vise à développer les compétences nécessaires pour promouvoir le développement durable. Elle encourage des comportements responsables tout en abordant les trois piliers du développement durable à différents niveaux :

- économique, qui cherche à garantir une croissance équitable et durable ;
- environnemental, qui met l'accent sur la préservation et la gestion des ressources naturelles ;
- social, qui promeut l'équité et la justice sociale.

Selon l'UNESCO (2017), l'éducation à la durabilité, aussi qualifiée de *Green Education*, prépare les individus à prendre des décisions éclairées et à agir pour le bien-être de la planète. Dans cette perspective, l'éducation est ainsi à la fois un Objectif de Développement Durable (ODD) en soi, l'ODD 4, qui vise à « assurer une éducation de qualité inclusive et équitable et promouvoir des opportunités d'apprentissage tout au long de la vie », et un levier permettant d'atteindre les autres ODD fixés par les Nations Unies.

Pour accompagner cette ambition, l'UNESCO (2017, 2020, 2022, 2024) a élaboré une série de documents cadres à destination des politiques nationales et des acteurs de l'éducation, proposant des lignes directrices et des actions concrètes. Par exemple, la *Feuille de route pour l'éducation au développement durable* (UNESCO, 2020) préconise d'« *appliquer une pédagogie interactive basée sur des projets et axée sur l'apprenant, transformant tous les aspects de l'environnement d'apprentissage, afin de permettre aux apprenants d'expérimenter ce qu'ils apprennent et d'apprendre à partir de leurs expériences* » (p. 8). Ce cadre défend une approche pédagogique active, expérientielle et centrée sur l'apprenant, qui peut être mobilisée dans des contextes numériques hybrides.

Plus récemment, en 2024, l'UNESCO a aussi publié des orientations visant à intégrer l'éducation à la durabilité dans les curricula. Concernant la problématique spécifique de l'impact des technologies numériques, ces orientations stipulent que les apprenants de plus de 18 ans devraient être

capables d'étudier l'impact des systèmes et infrastructures numériques et de proposer des solutions pour améliorer leur efficacité tout en réduisant la pollution associée. Cette compétence s'aligne sur les objectifs de la sobriété numérique, en articulant responsabilité technologique et transition écologique.

Au niveau européen, la Commission européenne a également développé des cadres de référence pour guider l'intégration de la durabilité dans l'éducation. De la même manière qu'elle a conçu le *DigComp* pour les compétences numériques, elle a mis en place un référentiel spécifique pour les compétences en matière de durabilité : le *GreenComp* (Bianchi et al., 2022). Ce référentiel se compose de quatre domaines de compétences interconnectés : incarner les valeurs de durabilité ; embrasser la complexité de la durabilité ; envisager des futurs durables ; agir pour la durabilité. Ces quatre domaines sont déclinés en douze compétences spécifiques, destinées à développer les connaissances, les aptitudes et les attitudes nécessaires pour penser, planifier et agir en faveur d'un avenir plus vert et durable (Gibert, 2022).

Les universités jouent un rôle essentiel dans le développement des compétences liées à la durabilité. Dans son rapport, Jouzel (2022) souligne l'urgence d'accélérer l'implication des établissements d'enseignement supérieur afin de former les jeunes adultes aux enjeux de la transition écologique et du développement durable. Pour atteindre cet objectif, une démarche par compétences, associée à la mise en œuvre de pédagogies actives, s'avère indispensable. Ces approches éducatives doivent également favoriser la participation et la prise de parole des apprenants, en leur offrant un espace d'expression critique et collaborative.

Dans cette perspective, plusieurs travaux soulignent l'intérêt d'intégrer les technologies éducatives comme leviers pour enseigner la durabilité aux étudiants. Par exemple, Dziubaniuk et al. (2023) montrent comment des environnements d'apprentissage connectivistes, basés sur l'apprentissage collaboratif, peuvent soutenir l'acquisition de compétences en durabilité dans l'enseignement supérieur. Cette approche illustre le potentiel des

dispositifs numériques à favoriser l'engagement des étudiants dans des pratiques durables, notamment lorsqu'ils sont mobilisés dans des contextes pédagogiques actifs et interconnectés.

Le développement des compétences en durabilité s'appuie sur des fondements théoriques largement discutés dans la littérature, notamment à travers les concepts d'éducation relative à l'environnement (ERE) et d'éducation à l'écocitoyenneté. L'ERE vise à développer une compréhension critique des enjeux environnementaux tout en promouvant des comportements responsables envers l'environnement (Sauvé & Brunelle, 2003). Selon Sauvé (2005), cette approche dépasse la simple résolution des problèmes environnementaux. Elle inclut une dimension critique et transformatrice, en interrogeant les pratiques et valeurs sociétales qui nuisent à l'environnement.

Pour le public spécifique des jeunes adultes, Villemagne (2017) souligne que l'éducation relative à l'environnement doit intégrer des préoccupations sociales, économiques, culturelles, politiques et écologiques. Il s'agit d'un processus qui engage les apprenants dans une déconstruction des idées, croyances et valeurs dominantes, ainsi que des structures de pouvoir qui contribuent aux problématiques environnementales. Cette approche invite les participants à développer une réflexion approfondie et un esprit critique face aux défis de la durabilité.

L'éducation à l'écocitoyenneté, quant à elle, va au-delà de la sensibilisation environnementale. Elle met l'accent sur la citoyenneté active et la justice sociale, encourageant l'engagement civique et la participation démocratique pour aborder les défis environnementaux (Sauvé, 2017 ; Naoufal, 2017). Selon Blanchet-Cohen (2017), cette forme d'éducation repose sur l'apprentissage collectif, qui offre aux participants l'opportunité d'exprimer leur conscience environnementale tout en élargissant leur compréhension de la citoyenneté. La co-construction, en tant que méthode d'apprentissage, est mentionnée, car elle permet de construire des solutions partagées et adaptées aux réalités des apprenants.

Les approches de l'ERE et de l'éducation à l'écocitoyenneté sont étroitement liées et se complètent mutuellement. L'ERE fournit une base de connaissances et de sensibilisation environnementale, tandis que l'éducation à l'écocitoyenneté mobilise ces acquis pour promouvoir une participation active et responsable dans la société (Sauvé & Brunelle, 2003 ; Sauvé, 2017). Ensemble, ces approches visent à former des individus informés, critiques et engagés, capables de contribuer à un développement durable.

Outre l'acquisition de savoirs et le développement de compétences en durabilité, ces formes d'éducation favorisent également un processus d'*empowerment* individuel et collectif. Elles encouragent les adultes et leurs communautés à s'engager dans des actions collectives visant à transformer les pratiques sociétales (Clover & al., 2013). Ce processus renforce l'idée que l'éducation à la durabilité ne se limite pas à un apprentissage individuel, mais constitue également un levier pour initier des changements profonds et durables, y compris dans les usages technologiques.

2.3. La ludopédagogie pour éduquer à la sobriété numérique

L'apprentissage actif, fondement de l'éducation relative à l'environnement et de l'éducation à l'écocitoyenneté, peut également être mis en œuvre par le biais de la ludopédagogie (Genevois & Leininger-Frézal, 2010 ; Lépinard, 2024). Cette approche, qui mobilise le jeu comme vecteur d'apprentissage, s'inscrit dans une logique pédagogique participative, expérientielle et engageante. Dans le cadre de cette étude, elle a été mobilisée pour sensibiliser les étudiants aux enjeux du numérique responsable et favoriser l'adoption de pratiques plus sobres.

La ludopédagogie, définie comme une approche éducative utilisant le jeu comme vecteur d'apprentissage, s'est avérée pertinente dans de nombreux contextes éducatifs, notamment dans l'éducation relative à l'environnement et à l'écocitoyenneté (Genevois & Leininger-Frézal, 2010). Elle repose sur l'idée que le jeu, en tant qu'activité intrinsèquement engageante et motivante, favorise l'apprentissage actif en impliquant les participants de manière dynamique. Lavigne (2022) souligne que la ludopédagogie ne se

limite pas à l'usage de jeux à visée récréative, mais cherche à intégrer des mécanismes ludiques dans des contextes pédagogiques afin de renforcer l'engagement et la motivation des apprenants. Ce type de médiation permet de combiner immersion, prise de décision et réflexion critique, conditions souvent réunies dans les dispositifs d'escape game.

Progressivement, cette approche se diffuse dans l'enseignement universitaire, en valorisant l'expérience ludique au-delà de la simple transmission de connaissances théoriques (Lépinard, 2024). La ludopédagogie ambitionne de créer des environnements d'apprentissage interactifs, immersifs et dynamiques, où les apprenants peuvent développer des compétences tout en participant à des activités stimulantes. La méta-analyse de Zeng et al. (2024) met en évidence l'effet positif de la gamification sur les performances des étudiants. Ces résultats sont corroborés par l'étude d'Ortiz et al. (2025), qui se concentre sur l'impact de la gamification dans l'apprentissage des STEM dans l'enseignement supérieur. Cette dernière confirme non seulement son efficacité en termes de performances, mais également son influence significative sur la motivation des apprenants. Toutefois, ces effets varient selon les contextes, les profils des étudiants et la manière dont le jeu est intégré dans le scénario pédagogique (Callan et al., 2015). Certains auteurs soulignent les risques d'une gamification superficielle ou instrumentalisée, qui peut nuire à la profondeur de l'apprentissage si elle n'est pas accompagnée de véritables objectifs éducatifs.

Par ailleurs, Murillo-Zamorano et al. (2021) soulignent que la gamification, lorsqu'elle est intégrée dans des dispositifs d'apprentissage actif, peut concilier les attentes de la société numérique, du monde académique et des étudiants. Leur étude démontre que des expériences ludiques co-créatives et responsabilisantes favorisent le développement de compétences clés pour le XXI^e siècle.

Les supports utilisés dans le cadre de la ludopédagogie peuvent inclure des jeux physiques ou numériques. Tilbury et ses collègues (2024) recensent, au niveau européen, plusieurs exemples de serious games conçus pour

sensibiliser aux enjeux de durabilité, tels que *Earth Cub*⁶⁸s et *Questagame*⁶⁹. Concernant l'éducation à la sobriété numérique, des initiatives commencent à émerger. Par exemple, *Econumia*⁷⁰ est un jeu de plateau pour aborder les enjeux du numérique responsable, *PhoneImpact*⁷¹ est un jeu sérieux au sujet de la fabrication des smartphones, tandis que *Impact-Agency*⁷² est un serious game (en ligne) pour sensibiliser aux pratiques numériques écoresponsables. Malgré la richesse de ces initiatives, peu d'entre elles font l'objet d'évaluations scientifiques rigoureuses, et aucune, à notre connaissance, n'a étudié les effets d'un escape game hybride dans un contexte universitaire visant à développer une littératie en sobriété numérique.

Ce vide théorique et empirique renforce l'intérêt de notre étude, qui se situe à l'intersection de l'éducation au numérique, de la durabilité et de la ludopédagogie. En mobilisant un dispositif combinant composantes numériques et physiques dans un scénario gamifié, elle permet d'examiner l'impact de cette approche sur la motivation, la prise de conscience écologique et le sentiment de compétence collective. Ce lien entre escape game, engagement cognitif et apprentissage a d'ailleurs été documenté dans des recherches récentes, notamment par Marfisi-Schottman et ses collègues (2022), qui montrent que les dispositifs ludiques complexes, centrés sur des problématiques sociétales, favorisent une implication accrue des apprenants et soutiennent leur motivation autodéterminée.

Cette dynamique motivationnelle peut être éclairée par la théorie de l'autodétermination (Deci & Ryan, 1985), qui distingue différents types de motivation selon leur degré d'autonomie perçue. En contexte éducatif, la motivation autodéterminée (intrinsèque ou identifiée) est associée à un engagement durable, à une meilleure qualité d'apprentissage et à un

⁶⁸ <https://earthcubs.com/watch/>

⁶⁹ <https://questagame.com/>

⁷⁰ <https://gamepartners.fr/numerique-responsable-econumia/>

⁷¹ <https://learninglab.gitlabpages.inria.fr/serious-game/smartphone/>

⁷² <https://www.impact-agency.com/serious-game-numerique-responsable-ecogestes-numeriques/>

sentiment accru de compétence. Appliquée à la durabilité, cette théorie a été mobilisée dans plusieurs travaux pour comprendre l'adoption de comportements pro-environnementaux. Pelletier et al. (1997) ont montré que plus la motivation à agir écologiquement est autodéterminée, plus elle est durable dans le temps. Fiorello et Luu (2014) confirment ce lien, en soulignant que les actions écoresponsables sont renforcées lorsqu'elles reposent sur une motivation autonome, plutôt que sur la contrainte ou la culpabilité. Ces résultats soutiennent l'idée que les dispositifs éducatifs ludiques et collaboratifs favorisant la motivation autodéterminée sont particulièrement pertinents pour sensibiliser durablement les étudiants aux enjeux de la sobriété numérique.

3. Méthodologie

3.1. Questions de recherche

L'éducation à la sobriété numérique dans l'enseignement supérieur demeure un champ de recherche largement inexploré dans la littérature scientifique. Cette étude vise à examiner les effets de deux scénarios d'apprentissage sur les étudiants de l'enseignement supérieur, en mobilisant des approches pédagogiques ludiques et actives. Nous avons cherché à analyser l'influence de ces dispositifs sur trois dimensions fondamentales : la motivation des étudiants à adopter des pratiques numériques écoresponsables, leur maturité à la sobriété numérique, et leur sentiment de compétence à agir collectivement.

Trois questions de recherche ont été formulées pour structurer cette analyse:

Q1 : Comment ces scénarios influencent-ils **la progression** des étudiants en termes de **maturité à la sobriété numérique**, notamment en ce qui concerne leur sentiment de compétence et leur capacité à utiliser les technologies de manière responsable ?

Q2 : Quels sont les **effets** des deux scénarios d'apprentissage **sur la motivation** des étudiants à adopter des pratiques numériques écoresponsables ?

Q3 : Dans quelle mesure ces scénarios d'apprentissage impactent-ils le **sentiment de compétence** des étudiants à **agir collectivement pour promouvoir la sobriété numérique** au sein d'une communauté universitaire ?

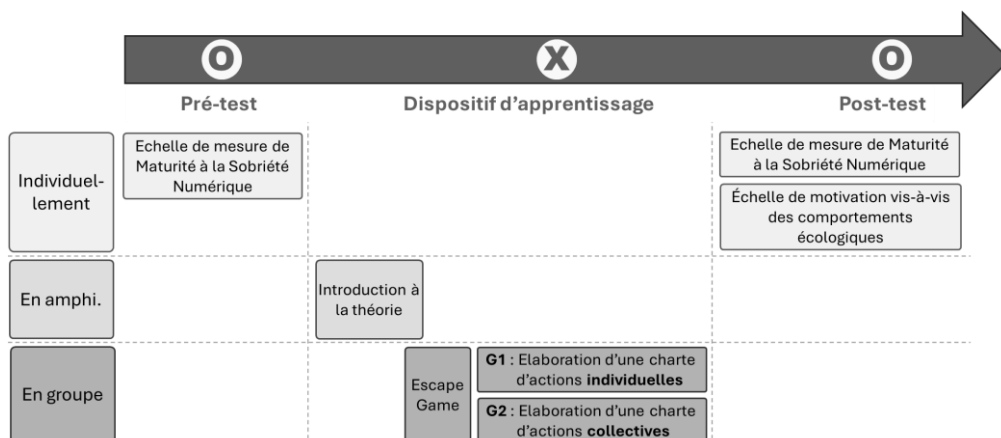
La troisième question revêt une importance particulière, dans la mesure où les rapports du GIEC (2023) insistent sur la nécessité de développer des capacités d'action collective pour relever les défis environnementaux actuels. Loin de se limiter à des changements individuels, la transition vers un numérique plus sobre nécessite une approche systémique fondée sur la coopération, l'engagement citoyen et la transformation des usages collectifs. Cette dimension du sentiment de compétence collective s'inscrit pleinement dans le cadre de la théorie de l'autodétermination (Deci & Ryan, 1985), selon laquelle la perception de compétence constitue l'un des leviers clés de la motivation autodéterminée et de l'adoption de comportements durables.

Ces trois questions de recherche permettent d'articuler notre réflexion autour des dimensions motivationnelles, cognitives, comportementales et collectives de l'éducation à la sobriété numérique dans le contexte de l'enseignement supérieur.

3.2. Plan expérimental

Cette section présente le dispositif d'apprentissage, ainsi que le plan expérimental, illustré à la figure 1.

Figure 36 - Schématisation du déroulement de l'expérimentation



L'expérimentation s'articule en trois étapes distinctes :

1. Dans un premier temps, tous les participants ont complété un **pré-test** permettant de recueillir des données personnelles afin de caractériser l'échantillon, ainsi qu'une évaluation à l'aide de l'Échelle de mesure de Maturité à la Sobriété Numérique (EMSN) (Descamps et al., 2022b). L'EMSN est un outil psychométriquement validé, conçu pour évaluer deux dimensions principales :

- Le sentiment de compétence des participants dans trois domaines spécifiques : compétences numériques, écologiques, et sobriété numérique.
- Les pratiques numériques écoresponsables des participants, classées en quatre catégories : navigation, communication, gestion d'un environnement numérique, et consommation.

Pour chaque item, les répondants doivent se positionner sur échelle de Likert allant de 0 à 3. Cette évaluation fournit un score global de maturité à la sobriété numérique, permettant une mesure standardisée de la situation initiale des participants.

2. **L'intervention pédagogique** a été structurée en plusieurs étapes :

- **Introduction théorique** : Une session introductive magistrale de 10 minutes a permis de poser les bases théoriques en lien avec la littératie en sobriété numérique, conformément au cadre proposé par Descamps et al. (2022a).

- **Escape game** : Les participants ont ensuite pris part à un escape game, une activité ludique et interactive visant à résoudre des énigmes et des quiz portant sur l'impact environnemental des technologies numériques et leur utilisation responsable. L'objectif final était d'ouvrir un coffre-fort virtuel. Notre jeu mobilisait une combinaison de supports : cartes physiques (quiz, QR codes) et interactions numériques (navigation web, mur collaboratif en ligne, coffre sécurisé virtuel). Cette hybridation entre supports tangibles et digitaux visait à renforcer l'immersion, la collaboration et la réflexivité, conformément aux principes de la ludopédagogie expérientielle.

Figure 2 - Illustration du jeu



- **Élaboration d'une charte d'éco-gestes numériques** : Une fois le coffre-fort ouvert, les participants ont été invités à concevoir une charte d'éco-gestes à déposer sur un mur virtuel.

Figure. 3 - Exemples de Charte d'éco-gestes numériques élaborées par les étudiants.



À ce stade, les étudiants ont été répartis, de manière aléatoire, en deux groupes selon des scénarios pédagogiques distincts :

- **Le groupe 1** a élaboré une charte axée sur des actions **individuelles**, dans une démarche d'écocitoyenneté orientée vers la responsabilité personnelle. Cette approche repose sur un modèle pédagogique basé sur le pragmatisme cognitif (Naoufal, 2017). Cette perspective considère que l'apprentissage se construit par l'expérience concrète et la réflexion personnelle sur l'action. Elle met l'accent sur le développement de la pensée critique de l'individu, sa capacité à faire des choix éclairés et à adopter des comportements responsables à partir de sa propre analyse des enjeux environnementaux.
- **Le groupe 2** a élaboré une charte axée sur des actions **collectives** à l'échelle d'une communauté universitaire. Ce scénario s'appuie sur une pédagogie coopérative et expérientielle, en intégrant des dimensions pragmatiques cognitives et affectives (Ibid.). Ce cadre théorique postule que l'émergence d'une conscience écocitoyenne se nourrit à la fois de l'engagement intellectuel (compréhension des enjeux de sobriété numérique), de l'action concrète en groupe, et du partage émotionnel et symbolique autour de valeurs communes. L'approche vise ainsi à renforcer la

capacité à agir ensemble, en valorisant la co-construction, la solidarité, et l'appropriation collective des savoirs et des solutions.

Ces distinctions entre les deux modalités s'appuient sur la typologie des pratiques en écocitoyenneté décrite par Naoufal (Ibid).

3. Enfin, les participants ont complété un **post-test**, comprenant à nouveau l'EMSN afin de mesurer la progression des étudiants. Le questionnaire incluait également l'Échelle de Motivation vis-à-vis des Comportements Ecologiques (EMCE) validée en français (Pelletier & al., 1997), qui évalue plusieurs dimensions motivationnelles : intrinsèque ; extrinsèque intégrée ; extrinsèque identifiée ; extrinsèque introjectée ; extrinsèque externe ; amotivation. Cet outil de mesure comprend des échelles de Likert allant entre 1 à 7.

3.3. Echantillon

L'échantillon de cette étude se compose d'étudiants inscrits en première année de bachelier en sciences psychologiques et de l'éducation. Le dispositif d'apprentissage s'inscrit dans le cadre d'une unité d'enseignement consacrée au développement des compétences numériques.

Au total, 164 étudiants ont participé à une séance d'apprentissage visant à développer la compétence « *protéger l'environnement* » comme une composante des compétences numériques. Parmi eux, 107 étudiants ont complété à la fois le pré-test et le post-test. Ils constituent l'échantillon retenu pour l'analyse des données.

Concernant les caractéristiques de cet échantillon, il est majoritairement féminin, avec 82,24 % (88/107) de femmes et a une moyenne d'âge de 21,02 ans ($\sigma = 6,83$). Par ailleurs, l'intérêt des participants pour les différents enjeux liés à l'éducation à la sobriété numérique a été évalué. Plus précisément, leur sensibilité envers les technologies, l'environnement, et la sobriété numérique elle-même a été mesurée à l'aide d'une échelle de Likert allant de 0 à 3. Les résultats, présentés dans le tableau 1, montrent que les étudiants de

l'échantillon manifestent un intérêt particulier pour les questions environnementales.

Tableau 1 - Sensibilité en amont du dispositif d'éducation à la sobriété numérique

Sensibilité Echelle de Likert allant de 0 à 3	Moyenne ($\bar{X}$)	Coefficient de variation (CV)
Les technologies et l'impact du numérique sur l'être humain	1.80	39.89
L'écologie et la protection de l'environnement	2.13	39.26
Les impacts environnementaux du numérique et la sobriété numérique	1.66	50.86

4. Résultats

4.1. Effets de deux scénarios d'apprentissage sur la maturité à la sobriété numérique

Afin d'évaluer l'évolution de la maturité à la sobriété numérique des étudiants, un score global a été calculé en répondant à EMSN avant et après l'expérimentation. Les gains relatifs et les pertes relatives ont été déterminés en appliquant la formule d'Hainaut (1975), définie comme suit :

$$\text{Gain : } (\text{Score APRÈS} - \text{Score AVANT}) / (\text{Score MAXIMUM} - \text{Score AVANT}) \times 100.$$

$$\text{Perte : } (\text{Score APRÈS} - \text{Score AVANT}) / \text{Score AVANT} \times 100.$$

Les résultats obtenus pour chaque groupe d'étudiants sont présentés dans le Tableau 2. Selon la littérature, un gain relatif est généralement considéré comme positif lorsqu'il dépasse 30 à 35 % (Gérard & Van Lint-Muguerza, 2000). Toutefois, Gérard (2003) souligne que pour des apprentissages de nature sociale et comportementale, comme ceux investigués dans cette étude, un seuil de 25 % est pertinent pour juger de la significativité du progrès. Sur cette base, il apparaît que dans les deux groupes, le dispositif

pédagogique a eu un effet positif sur la maturité à la sobriété numérique des apprenants (GR : 27,63% et 25,85%).

Tableau 2 - Gains relatifs des scores de maturité à la sobriété numérique

Charte d'actions.	Pré-test (%)			Post-test (%)		Gain Relatif (%)	
	N	$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	σ
Groupe 1 : individuelles	57	40,01	9,42	60,62	12,30	27,63	11,79
Groupe 2 : collectives	50	40,19	8,89	59,48	9,50	25,85	10,28
Tous	107	40,09	9,13	60,09	11,04	26,80	11,09

Afin de comparer les deux scénarios d'apprentissage, un test de *Mann-Whitney U* a été réalisé. Ce test non paramétrique est approprié pour comparer deux groupes indépendants lorsque les données ne suivent pas une distribution normale, comme confirmé dans notre cas par les résultats du test de normalité de *Shapiro-Wilk* ($p < 0,001$ pour les deux groupes). Les résultats du test de *Mann-Whitney* indiquent que la valeur p est supérieure à 0,05 (voir Tableau 3). Par conséquent, aucune différence statistiquement significative n'a été observée entre les deux groupes en ce qui concerne le gain relatif de maturité à la sobriété numérique ($W=1531$; $p = 0.051$).

4.2. Effets de deux scénarios d'apprentissage sur la motivation à adopter des comportements numériques plus responsable

Pour évaluer la motivation des apprenants à adopter des comportements numériques responsables, nous avons utilisé l'EMCE développée par Pelletier et al. (1997). Une question supplémentaire a été intégrée à cette échelle afin de mesurer la motivation des étudiants à adopter les éco-gestes identifiés dans leurs chartes d'apprentissage. Cette échelle, allant de 1 à 7, permet de distinguer les différents types de motivation.

Tableau 3 - Motivation des apprenants à adopter des comportements numériques plus responsables

Motivation	Groupe 1 (N=57)				Groupe 2 (N=50)				Tous (N=107)			
	$\bar{X}$	σ	Min	Max	$\bar{X}$	σ	Min	Max	$\bar{X}$	σ	Min	Max
Adoption écogestes	5,18	0,95	3,00	7,00	5,08	0,97	3,00	7,00	5,13	0,95	3,00	7,00
Intrinsèque	4,74	1,23	2,25	7,00	4,65	1,37	1,50	7,00	4,70	1,29	1,50	7,00
Extrinsèque Intégrée	4,39	1,41	1,25	7,00	4,15	1,35	1,50	7,00	4,28	1,38	1,25	7,00
Identifiée	5,33	1,02	2,50	7,00	5,23	0,98	1,50	7,00	5,28	1,00	1,50	7,00
Introjectée	4,31	1,56	1,00	7,00	4,44	1,57	1,00	7,00	4,37	1,56	1,00	7,00
Externe	2,51	1,14	1,00	5,50	2,40	1,27	1,00	6,00	2,46	1,20	1,00	6,00
Amotivation	2,65	0,88	1,25	4,50	3,10	1,07	1,00	6,75	2,86	0,99	1,00	6,75

L'examen du tableau 3 révèle plusieurs résultats intéressants. Quel que soit leur groupe, les étudiants se montrent relativement motivés à adopter les écogestes numériques qu'ils ont identifiés dans leurs chartes ($\bar{X} = 5,13$). Le type de motivation le plus élevé est la motivation extrinsèque par réglementation identifiée ($\bar{X} = 5,28$), suivie de la motivation intrinsèque ($\bar{X} = 4,70$). Ces résultats suggèrent que les étudiants reconnaissent l'importance de la sobriété numérique, la percevant comme un choix conscient. Ils semblent également trouver un sens à adopter des pratiques numériques plus responsables, tirant une satisfaction personnelle de cette démarche. En revanche, la motivation liée à des facteurs extérieurs, tels que les récompenses, sanctions ou pressions sociales, est relativement faible ($\bar{X} = 2,46$). De plus, l'amotivation, c'est-à-dire l'absence de motivation, demeure relativement faible chez les étudiants ($\bar{X} = 2,86$), ce qui constitue un signe positif.

Tableau 4 - Comparaison de la motivation à adopter des comportements numériques plus responsables

Motivation		W	df	p
Adoption écogestes		1499.500		0.626
Intrinsèque		1442.000		0.918
Extrinsèque	Intégrée	1578.000		0.340
	Identifiée	1537.000		0.484
	Introjectée	1368.500		0.726
	Externe	1536.500		0.486
Amotivation		1093.000		0.038

Pour comparer la motivation entre les deux groupes, nous avons réalisé des tests de *Mann-Whitney U*. Les résultats sont présentés dans le Tableau 4, et montrent qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les deux groupes pour les différents types de motivation sauf concernant l'amotivation. La valeur p associée est inférieure à 0,05 ($p = 0,038$), ce qui indique une différence significative entre les groupes. Nous pouvons affirmer que le groupe 2, ayant réfléchi à une approche collective des usages numériques écoresponsables, présente un niveau d'amotivation plus élevé que le groupe 1, se sentant ainsi plus désengagé à adopter des écogestes numériques.

4.3. Effets de deux scénarios d'apprentissage sur le sentiment de compétence à agir collectivement.

Dans le cadre de cette étude, l'EMSN intègre deux items mesurant le sentiment de compétence à agir collectivement. Ainsi, les étudiants ont été invités à s'évaluer sur une échelle de Likert allant de 0 à 3 pour deux dimensions : (1) leur sentiment de compétence à « *agir et mettre en place des actions collectives pour réduire l'impact des technologies numériques sur l'environnement* », et (2) leur sentiment de compétence à « *agir collectivement en participant à des projets environnementaux, en collaborant et en développant des initiatives créatives pour la protection de l'environnement* ». Afin de mesurer l'évolution de ces perceptions, des gains

relatifs ont été calculés pour ces deux items selon la formule d'Hainaut (1975).

Tableau 5 - Gains relatifs concernant le sentiment de compétence à agir collectivement

		Pré-test		Post-test		Gain Relatif (%)	
		$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	σ
Agir collectivement pour réduire l'impact du numérique	G1	0,74	0,61	1,51	0,83	33,33	33,48
	G2	0,68	0,74	1,82	0,80	47,33	34,89
	Tous	0,71	0,67	1,65	0,83	39,88	34,70
Agir collectivement pour protéger l'environnement	G1	1,09	0,63	1,51	0,80	20,47	37,54
	G2	1,20	0,67	2,02	0,62	44,67	37,26
	Tous	1,14	0,65	1,75	0,77	31,78	39,16

Les résultats globaux, présentés dans le Tableau 5, indiquent que les gains relatifs moyens, calculés pour l'ensemble des participants, sont supérieurs à 30 % pour les deux items. Ces résultats (39,88% et 31,78%) suggèrent que le dispositif d'apprentissage a eu un impact positif sur le développement des compétences perçues par les étudiants pour agir collectivement, que ce soit pour réduire l'impact environnemental du numérique ou pour protéger l'environnement en général.

Cependant, une analyse des moyennes en fonction des deux groupes révèle des différences. Les participants du groupe ayant travaillé sur une charte d'actions individuelles montrent un gain relatif de 20,47 % (donc inférieur à 30 %). Pour ces étudiants, le dispositif d'apprentissage n'a donc pas permis une amélioration notable de leur sentiment de compétence à agir collectivement pour protéger l'environnement.

Pour approfondir cette observation, des tests de *Mann-Whitney U* ont été réalisés pour comparer les deux groupes, comme le montre le Tableau 7. Les résultats des tests révèlent des différences statistiquement significatives entre les deux groupes. Les p-values associées sont inférieures à 0,05, ce qui

permet de conclure que les étudiants ayant travaillé sur une charte d'actions collectives (groupe 2) ont développé un sentiment de compétence plus élevé à agir collectivement, à la fois pour réduire l'impact environnemental du numérique ($p = 0,015$) et pour protéger l'environnement ($p < 0,001$).

Tableau 6 - Comparaison des gains relatifs concernant le sentiment de compétence à agir collectivement

Mann-Whitney U				
		W	df	p
				Groupe 1 ≠ Groupe 2
				Groupe 1 < Groupe 2
Agir collectivement pour réduire l'impact du numérique		1531.000		0.030
Agir collectivement pour protéger l'environnement				<.001

Ces résultats confirment l'existence d'un effet différentiel du scénario d'apprentissage sur la capacité perçue des étudiants à agir collectivement. Le scénario basé sur des actions collectives semble davantage favoriser le développement de ce sentiment de compétence que celui axé sur des actions individuelles. Une hypothèse explicative possible est que la nature du scénario collectif a offert aux étudiants davantage d'occasions d'échanger sur des idées collectives et de co-construire des solutions. En mobilisant des mécanismes de co-création et de co-réflexion, le scénario collectif s'aligne également sur les principes de la pédagogie socioconstructiviste, qui valorise l'apprentissage par l'action partagée et la construction de sens en groupe (Brini, 2024).

5. Discussion

Cette étude a pour objectif d'analyser les effets de deux scénarios d'apprentissage visant à éduquer les étudiants à la sobriété numérique. Les résultats montrent des gains significatifs en termes de maturité à la sobriété numérique pour les deux scénarios, sans différence notable entre les groupes. Ces résultats confirment l'efficacité globale du dispositif d'apprentissage, indépendamment du type de scénario adopté : une approche pédagogique basée sur le pragmatisme cognitive (Naoufal, 2017) ou une approche pragmatiques cognitives et affectives (Ibid).

En ce qui concerne la motivation à adopter des comportements numériques responsables, les deux groupes ont obtenu des résultats élevés. La motivation élevée des étudiants, principalement fondée sur des régulations identifiées et intrinsèques, soutient l'idée que l'expérience d'apprentissage a su mobiliser une motivation autodéterminée, selon les postulats de la théorie de l'autodétermination (Deci & Ryan, 1985). Ce type de motivation est associé à un engagement durable et à l'adoption de comportements pro-environnementaux (Pelletier et al., 1997 ; Fiorello & Luu, 2014). Ce résultat illustre une prise de conscience d'utilisation plus écoresponsable des technologies.

Toutefois, un niveau d'amotivation plus élevé a été observé dans le groupe ayant travaillé sur des actions collectives. Cela pourrait être attribué à une surcharge cognitive liée à la complexité de la tâche collective (Bouzidi et al., 2006) ou à un manque d'implication individuelle, possiblement dû à une perception d'éloignement vis-à-vis de l'action personnelle concrète. Il est également possible que la complexité de la tâche collective ait suscité une forme de distance affective ou une difficulté à se projeter dans l'action, ce qui rejoint les limites identifiées dans certains dispositifs de gamification (Callan et al., 2015). A l'inverse, les étudiants ayant réfléchi à des actions individuelles auraient davantage procédé à une introspection sur leurs propres usages numériques, ce qui pourrait expliquer un niveau plus faible d'amotivation dans ce groupe.

Le scénario axé sur les actions collectives a démontré un impact supérieur sur le développement du sentiment de compétence à agir collectivement. Ce résultat confirme l'efficacité de cette approche pour renforcer cette capacité. Cependant, il convient de rester attentif à son potentiel effet sur l'amotivation. Malgré cela, cette approche semble plus adaptée pour développer la compétence collective, laquelle, en l'absence d'un apprentissage dédié, reste relativement faible (Descamps et al., 2023). Le scénario d'apprentissage encourageant donc les étudiants à réfléchir sur leur pouvoir d'agir collectivement a démontré un impact positif sur leur sentiment d'auto-efficacité. Selon Bader et al. (2017), cette pratique pédagogique constitue un levier pour contribuer à une transformation sociétale. Ce constat est cohérent avec les travaux de Murillo-Zamorano et al. (2021), qui soulignent que des dispositifs pédagogiques gamifiés, co-créatifs et responsabilisants permettent de concilier apprentissage actif, engagement personnel et acquisition de compétences. De même, l'intégration de moments dédiés à l'action collective dans les dispositifs d'apprentissage favorise l'engagement des apprenants à agir en faveur de la durabilité, comme le souligne Lange (2014).

Il est important de noter que les résultats obtenus reposent sur des auto-déclarations et des sentiments de compétence, qui ne reflètent pas nécessairement les usages et capacités réels des apprenants. Ces données reposant sur des auto-évaluations, elles pourraient être influencées par un biais de déclaration ou l'effet Dunning-Kruger (Girard et al., 2024), c'est-à-dire un biais cognitif selon lequel les individus les moins compétents ont tendance à surestimer leurs capacités, faute de recul ou de connaissances suffisantes pour évaluer objectivement leurs compétences. Dans un contexte où la protection de l'environnement en tant que compétence numérique est encore peu travaillée chez les étudiants (Mercier & Trichet), il est possible que certains participants, manquant de recul objectif sur leurs compétences réelles en la matière, aient surestimé leur sentiment de compétence par méconnaissance de la complexité ou de l'étendue réelle de la thématique.

Par ailleurs, la durée limitée de l'intervention pourrait restreindre les effets sur des comportements numériques à long terme. Une perspective pour les recherches futures serait d'examiner les effets à long terme des dispositifs pédagogiques sur les comportements numériques réels, par exemple en utilisant des post-tests différés (Crinon et al., 2003). En effet, les changements de comportement, notamment ceux liés à des pratiques comme l'usage responsable du numérique, nécessitent souvent un accompagnement prolongé (Mercier & Trichet) et des rappels réguliers pour être maintenus dans le temps.

Enfin, l'intégration de méthodes mixtes, de mesures qualitatives pourrait être envisagée pour mieux comprendre les motivations et les freins des apprenants. Une analyse des traces, c'est-à-dire des actions inscrites dans les chartes élaborées par les étudiants selon leur groupe, pourrait également fournir des informations complémentaires sur les impacts des scénarios testés.

6. Conclusion

Cette étude tend à montrer l'efficacité de notre dispositif pédagogique ludique pour sensibiliser les étudiants de l'enseignement supérieur à la sobriété numérique et renforcer leurs compétences collectives face aux défis environnementaux. En s'appuyant sur un escape game hybride intégrant des éléments numériques et physiques, le dispositif a permis de mobiliser une pédagogie active, immersive et engageante, en cohérence avec les principes de la ludopédagogie.

Les résultats soulignent que les étudiants adoptent des comportements numériques responsables principalement par choix conscient (motivation identifiée) ou par satisfaction personnelle (motivation intrinsèque), plutôt que par contrainte ou désengagement. Ces profils motivationnels, en lien avec la théorie de l'autodétermination (Deci & Ryan, 1985), sont particulièrement favorables à une appropriation durable des comportements pro-environnementaux (Pelletier et al., 1997).

Nos observations confirment l'importance des approches collaboratives pour développer des compétences écocitoyennes et favoriser le sentiment de compétence collective, un levier clé dans la capacité en faveur d'une transition durable. Elles encouragent les institutions d'enseignement supérieur, public ciblé dans cette étude, à intégrer ces pratiques dans leurs programmes, notamment à travers des scénarios pédagogiques centrés sur l'action collective, la co-construction et la réflexivité.

Enfin, cette recherche ouvre des perspectives pour évaluer les effets à long terme sur les comportements numériques réels et pour affiner les dispositifs éducatifs en vue d'une transition numérique et écologique durable. À l'intersection de la technologie éducative, de la durabilité et de la motivation, cette étude contribue ainsi à une réflexion pédagogique plus large sur la manière d'éduquer à un numérique plus sobre, plus conscient et plus collaboratif.

7. Bibliographie

Alcaraz, M. (2022). *Les plus petits passent 6 heures par semaine sur Internet, autant que sur la télévision*. Les Echos. <https://www.lesechos.fr/tech-medias/medias/les-plus-petits-passent-6-heures-par-semaine-sur-internet-autant-que-sur-la-television-1394549>

Bader, B., Therriault, G., & Morin, E. (2017). In L. Sauvé, I. Orellana, C. Villemagne, & B. Bader (Eds.), *Éducation, environnement, écocitoyenneté : repères contemporains* (pp. 101–118). Presses de l'Université du Québec.

Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera, M. (2022). *GreenComp: The European sustainability competence framework*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/13286>

Blanchet-Cohen, N. (2017). Apports des pédagogies autochtones à l'apprentissage de l'écocitoyenneté. In L. Sauvé, I. Orellana, C. Villemagne, & B. Bader (Eds.), *Éducation, environnement, écocitoyenneté : repères contemporains* (pp. 68–80). Presses de l'Université du Québec.

Bouzidi, D., Ajhoun, R., & Benkiran, A. (2006). Les annotations pour un apprentissage collaboratif. In *Premières journées communication et apprentissages instrumentés en réseau* (pp. 372–382). Amiens.

- Brini, R. (2024). L'innovation en pédagogie active : regards croisés sur l'apprentissage par le Design Thinking et l'affordance numérique pour un enseignement universitaire plus engageant et inclusif [Thèse de doctorat]. Université de Bordeaux. <https://theses.hal.science/tel-05035429/>
- Callan, R. C., Bauer, K. N., & Landers, R. N. (2015). How to avoid the dark side of gamification: Ten business scenarios and their unintended consequences. In T. Reiniers & L. C. Wood (Eds.), *Gamification in Education and Business* (pp. 553–568). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10208-5_28
- Carretero, S., Vuorikari, R., & Punie, Y. (2017). *DigComp 2.1: The digital competence framework for citizens with eight proficiency levels and examples of use*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/38842>
- Clover, D. E., Jayme, B., Hall, B. L., & Follen, S. (2013). *The nature of transformation: Environmental adult education*. Sense Publishers.
- Collin, A., Capitaine, A., Vincent, A. F., Coquerelle, M., Dejous, C., Ghiotto, A., Desainte-Catherine, M., Loubet, P., & Jégo, C. (2024). Enseignements sur les enjeux environnementaux et les impacts du numérique dans une école d'ingénieurs. *JEESES*, 1(1).
- Crinon, J., Marin, B., & Legros, D. (2003). L'impact de la collaboration à distance sur l'apprentissage des temps du récit au cycle 3. In *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain* (pp. 103–114). ATIEF.
- D'Hainaut, L. (1975). *Concepts et méthodes de la statistique. Tome 1*. Labor.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York, NY: Plenum.
- Descamps, S., Temperman, G., Boumazguida, K., & De Lièvre, B. (à paraître). Développement et validation psychométrique d'une échelle de mesure de la maturité à la sobriété numérique.
- Descamps, S., Temperman, G., Boumazguida, K., & De Lièvre, B. (2023). Sobriété numérique et acteurs de l'éducation : analyse croisée de leur sentiment de compétence et de leurs usages déclarés. *Distances et médiations des savoirs*, 43. <https://doi.org/10.4000/dms.9259>
- Descamps, S., Temperman, G., & De Lièvre, B. (2023). Évaluer sa maturité à la sobriété numérique : comment évaluer ce nouvel enjeu du XXI^e siècle ? In 33^e Colloque de l'ADMEE-Europe : Pluralité de contextes, pluralité d'évaluations en éducation, Université des Antilles, Pointe-à-Pitre.

Descamps, S., Temperman, G., & De Lièvre, B. (2022a). Vers une éducation à la sobriété numérique. *Humanités numériques*, 5. <https://doi.org/10.4000/revuehn.2858>

Dufort, D. (2023). Sarah Descamps, Gaëtan Temperman, et Bruno De Lièvre, Vers une éducation à la sobriété numérique. *Distances et médiations des savoirs*, 43. <https://doi.org/10.4000/dms.9509>

Dziubaniuk, O., Ivanova-Gongne, M., & Nyholm, M. (2023). Learning and teaching sustainable business in the digital era: A connectivism theory approach. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 22. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00390-w>

Fiorello, A., & Luu, P. (2014). Promouvoir des changements de comportements durables : les apports de la théorie de l'autodétermination. Une application au comportement de tri des déchets ménagers. *Revue Française du Marketing*, 249(4/5), 37–64.

Genevois, S., & Leininger-Frézal, C. (2010). Les “serious games” : un outil d’éducation au développement durable ? In *Colloque international Éducation au développement durable et à la biodiversité : concepts, questions vives, outils et pratiques*, Digne-les-Bains.

Gérard, F. M., & Van Lint-Muguerza, S. (2000). Quel équilibre entre une appréciation globale de la compétence et le recours aux critères ? In C. Bosman, F. M. Gérard, & X. Roegiers (Eds.), *Quel avenir pour les compétences ?* (pp. 135–140). De Boeck Université.

Gérard, F. M. (2003). L’évaluation de l’efficacité d’une formation. *Gestion 2000*, 20(3), 13–33.

Giannini, S. (2024). *Bridging the green and digital transitions through education*. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/ZACQ4808>

Gibert, A. (2022). GreenComp : des compétences pour un avenir durable. *Cahiers pédagogiques*, 576(3), 7. <https://doi.org/10.3917/cape.576.0007>

Girard, A., Gérard, I., Colin, O., Moyon, M., & Vanhoolandt, C. (2024). Étude de l’impact d’un dispositif d’apprentissage différencié et personnalisé en sciences en première année d’université. In *L’enseignement supérieur et les communautés : des dynamiques interconnectées*, AIPU, Le Mans.

IPCC. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>

Jouzel, J. (2022). *Sensibiliser et former aux enjeux de la transition écologique et du développement durable dans l'enseignement supérieur*. Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

Lagarrigue, A., Ninassi, B., & Farhi, L. (2023). Impact'Num le MOOC responsable. *Collection numérique de l'AMUE*, 29(2). <https://hal.science/hal-04402645>

Lange, J.-M. (2013). Curriculum possible de l'éducation au développement durable : entre actions de participation et investigations multiréférentielles d'enjeux. *Éducation relative à l'environnement*, 11. <https://doi.org/10.4000/ere.691>

Lavigne, M. (2022). La ludopédagogie, acteurs et idéologie. *Educations*, 6(1). <https://doi.org/10.21494/ISTE.OP.2022.0821>

Lépinard, P. (2024). La ludopédagogie au service du développement des compétences transversales des futurs managers. In *Formation* (pp. 178–184). EMS Editions.

Marfisi-Schottman, I., Longeon, T., Furnon, C., & Marne, B. (2022). 10 Commandments of the Serious Game Padawan: Lessons Learned After 4 Years of Professional Training. In T. E. Eds. (Ed.), *Lecture Notes in Computer Science: Vol. 13647. Games and Learning Alliance* (pp. 97–108). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-22124-8_7

Mercier, C., & Trichet, F. (2023). Accompagner les formateurs et les étudiants à la sobriété numérique. *Distances et médiations des savoirs*, 43. <https://doi.org/10.4000/dms.9449>

Meyer, J. (2023). Une fresque pour les jeunes. *Les Cahiers Dynamiques*, 82(1), 94–96. <https://doi.org/10.3917/lcd.082.0094>

Murillo-Zamorano, L. R., Sánchez, J. Á. L., Godoy-Caballero, A. L., & Muñoz, C. B. (2021). Gamification and active learning in higher education: Is it possible to match digital society, academia and students' interests? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 16. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00249-y>

Naoufal, N. (2017). Justice environnementale et écocitoyenneté. In L. Sauvé, I. Orellana, C. Villemagne, & B. Bader (Eds.), *Éducation, environnement*,

écocitoyenneté : repères contemporains (pp. 101–118). Presses de l'Université du Québec.

Ortiz-Rojas, M., Chiluita, K., Valcke, M., & Bolanos-Mendoza, C. (2025). How gamification boosts learning in STEM higher education: A mixed methods study. *International Journal of STEM Education*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00521-3>

Pelletier, L. G., Green-Demers, I., & Béland, A. (1997). Pourquoi adoptez-vous des comportements écologiques ? Validation en langue française de l'échelle de motivation vis-à-vis des comportements écologiques. *Revue canadienne des sciences du comportement*, 29(3), 145–156. <https://doi.org/10.1037/0008-400X.29.3.145>

Pellon, I. (2021). Work, waste and cleanup: Narratives about a global/local social action to “clean up” the planet. *SN Social Sciences*, 1, Article 270. <https://doi.org/10.1007/s43545-021-00275-7>

Sauvé, L., & Brunelle, R. (2003). Éducation relative à l'environnement : regards-recherche-réflexion. *Chaire de recherche du Canada en éducation relative à l'environnement*, 4, 378. UQÀM. <https://doi.org/10.4000/vertigo.5110>

Sauvé, L. (2017). L'éducation à l'écocitoyenneté. In A. Barthes & J.-M. Lange (Eds.), *Dictionnaire critique des enjeux et concepts des « éducations à »* (pp. 56–65). L'Harmattan.

Sauvé, L. (2005). Repères pour la recherche en éducation relative à l'environnement. In *Éducation et environnement. Un croisement de savoirs* (pp. 27–47).

Tilbury, D., Auzinger, M., & Zarka, Z. (2024). *Study on learning for sustainability and digital education in primary and secondary schools*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2766/3742964>

Tzafilkou, K., Perifanou, M., & Economides, A. A. (2022). Development and validation of students' digital competence scale (SDiCoS). *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00330-0>

UNESCO. (2022). *Berlin declaration on education for sustainable development: Learn for our planet, act for sustainability*. UNESCO.

UNESCO. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. UNESCO.

UNESCO. (2020). *Education for sustainable development: A roadmap*. UNESCO.

UNESCO. (2024). *Greening curriculum guidance: Teaching and learning for climate action*. UNESCO.

Villemagne, C. (2017). Éducation à l'environnement des adultes. In L. Sauvé, I. Orellana, C. Villemagne, & B. Bader (Eds.), *Éducation, environnement, écocitoyenneté : repères contemporains* (pp. 157–176). Presses de l'Université du Québec.

Zeng, J., Sun, D., Looi, C., & Fan, A. C. W. (2024). Exploring the impact of gamification on students' academic performance: A comprehensive meta-analysis of studies from the year 2008 to 2023. *British Journal of Educational Technology*, 55(6), 2478–2502. <https://doi.org/10.1111/bjet.13471>