

Structurer la trajectoire vers des services numériques plus sobres

Dr Ir Robert Viseur
Université de Mons
robert.viseur@umons.ac.be

Résumé :

Structurer la trajectoire vers des services numériques plus sobres

Dans un contexte où le poids environnemental du numérique est fréquemment critiqué, cette communication propose une grille de micro-évaluation de la sobriété des services numériques, notamment ceux fondés sur les données massives. Articulée autour des dimensions « production » et « consommation », cette grille vise à objectiver le rapport bénéfice - risque environnemental d'un service. Des cas d'usage concrets illustrent son potentiel comme outil d'aide à la décision et de structuration des trajectoires vers des services numériques plus sobres.

Citer ce document : Viseur, R. (2025). Structurer la trajectoire vers des services numériques plus sobres. Atelier « Accompagner les acteurs de la transition éco-responsable des SI », congrès Inforsid, Pau (France), 03 juin 2025.

Structurer la trajectoire vers des services numériques plus sobres

Contexte et motivations :

La crise climatique s'est accompagnée d'une prise de conscience de la matérialité des services numériques. Plus que d'une dématérialisation, c'est peut-être plutôt d'un « *transfert de support* » dont il faudrait parler (Bordage, 2019). La production du matériel (ordinateurs individuels, smartphones, objets connectés, équipements réseaux, serveurs etc.) nécessite ainsi des matières premières, de l'énergie et de l'eau, cette dernière étant potentiellement polluée dès lors qu'elle rentre dans un processus de fabrication, tandis que l'utilisation des services consomme à nouveau de l'énergie (Viseur, 2025a). De plus, le recyclage du matériel informatique reste limité, ce qui occasionne des déchets. Comment dès lors peut-on limiter l'impact environnemental des services numériques ? Dans le cas des services numériques basés sur les données massives, des ressources (énergie, eau) sont en plus nécessaires pour alimenter les centres de données. Ces derniers sont-ils davantage problématiques que des infrastructures plus légères, plus locales ? La réponse est plutôt négative, et ce, en dépit de leur caractère massif, dès lors que les centres de données se révèlent propices à des stratégies d'optimisation efficaces.

D'ailleurs, et d'une manière plus générale, au cours du cycle de vie d'un produit, par exemple d'un service numérique, l'innovation se déplace de l'amélioration des fonctionnalités vers l'optimisation de la production et de l'exploitation, avant que le produit ne soit sensiblement simplifié pour répondre à moindre coût aux besoins les plus courants (Viseur, 2025a ; Viseur, 2025b). Chez les *bigtechs* est optimisé ce qui coûte (matériel, énergie, eau). Cela passe notamment par des stratégies de focalisation (développer les compétences sur ce que l'on fait bien, externaliser le reste ; p. ex. infrastructures matérielles) et d'ouverture (collaborer pour améliorer collectivement les pratiques et les technologies ; p. ex. innovation ouverte et open-source) (Viseur, 2025b). Chez les ESN, la bonne volonté est souvent présente mais la sobriété numérique y est abordée sans réelle méthode (choix des technologies de développement, outils de mesure etc.) (Viseur, 2025a). Reste que sobriété ne rime pas avec optimisation, même si elle peut être un adjuvant utile (mais aussi avoir un effet antagoniste ; cf. effet rebond ; Gossart, 2015). La sobriété numérique poursuit en effet un objectif d'usage tempéré du numérique, c'est-à-dire « *dans des proportions raisonnables et uniquement lorsque c'est nécessaire* » (Bordage, 2019). Plusieurs politiques peuvent encourager la sobriété numérique (Viseur, 2025a) : l'information (p. ex. écoscores), la formation (p. ex. outils de mesure), l'incitation (p. ex. comptabilité carbone) et l'obligation (p. ex. loi REEN, directive CSRD et droit à la réparation).

Ces considérations s'inscrivent dans une réflexion plus large sur le sens de l'innovation (Aggeri, 2023). Et, sur ce plan, les impacts se révèlent différenciés si l'on compare, par exemple, d'une part, le Bitcoin (compensation par conception des gains d'efficacité matérielle) et la publicité ciblée (inflation dans la collecte de données à caractère personnel), d'autre part, la vidéo en ligne et la visioconférence (réduction des déplacements ou des supports physiques) (Viseur, 2025a). La littérature tend d'ailleurs à distinguer les usages propices à la durabilité des optimisations des infrastructures numériques. Deux disciplines sont ainsi distinguées : le « *Green IT* », qui porte sur l'optimisation des infrastructures, et le « *Green IS* », c'est-à-dire la « *digital sustainability* », qui porte davantage sur l'apport des outils numériques aux durabilités environnementales, sociales et économiques (Kotlarsky *et al.*, 2023). Aligner durabilité (« *doing good* ») et profitabilité (« *doing well* ») pourrait ainsi relever du challenge pour les entreprises (Yang *et al.*, 2020).

Construction de la grille de micro-évaluation :

Notre grille de micro-évaluation, permettant d'auto-évaluer rapidement la sobriété d'un service numérique s'appuyant sur des données massives, va dès lors s'articuler autour de deux dimensions : la « *Consommation* » (liée à ce que l'on fait du service) et la « *Production* » (liée aux ressources mobilisées

pour développer puis exploiter le service). Deux premiers critères vont être ajoutés pour, d'une part, évaluer le potentiel de l'usage du service en matière de durabilité (« *Potentiel de régénération* »), d'autre part, estimer l'optimisation des infrastructures de type centre de données (« *Optimisation des infrastructures* »). Les effets de bord sont pris en compte avec, d'une part, les achats (« *Consommations induites* ») et les investissements (« *Investissements induits* ») provoqués par l'utilisation du nouveau service numérique. La sobriété « *par le numérique* » (Viseur, 2025a), soit le « *physical-to-digital paradigm* » (Kurp, 2008), est couverte par le « *Potentiel de substitution* ». Enfin, la dimension « *Consommation* » est complétée par la « *Tempérance des usages* », permettant de tester l'existence de mécanismes incitatifs en matière de rétention (numérique compulsif) ou au contraire de limitation des éventuels effets rebonds. La dimension « *Production* » est complétée par les critères d'« *Optimisation des logiciels* », de « *Traitement raisonné des données* » et de « *Frugalité des modèles IA* ». Ce dernier critère permet la prise en compte du « *Green AI* » (Schwartz et al., 2025), notamment au travers de modèles plus petits (Viseur, 2025b).

Chaque critère de la grille de micro-évaluation s'accompagne d'une échelle de Lickert allant de -2 à 2, chaque niveau étant associé à une brève explication de manière à réduire la subjectivité inter-évaluateur. L'IA générative ChatGPT Plus a été utilisée pour clarifier ces descriptions puis trouver des intitulés évocateurs. Elle a également été exploitée en utilisant ChatGPT Plus comme un évaluateur, sur base de la grille de micro-évaluation complète. Une grille de tableau, permettant en outre la pondération des critères, fonction des priorités de l'organisation, a également été créée. Elle fournit par ailleurs un score (A, B, C, D et E) de sobriété numérique (« *SobrIScore* »).

Netflix		
	Pondération	Score
Consommation		
Potentiel de régénération	1	-1
Potentiel de substitution	1	2
Consommations induites	1	0
Tempérance des usages	1	-1
Production		
Investissements induits	1	
Optimisation des infrastructures	1	-1
Optimisation des logiciels	1	0
Traitement raisonné des données	1	-1
Frugalité du modèle IA	1	0
		SobrIScore
Consommation :	0,00	C
Production :	-0,50	D
Total :	-0,22	C

Cet outil permet de structurer une réflexion sur la souhaitabilité ou l'amélioration d'un service numérique, tout en considérant un rapport bénéfice - risque, ce qui est rarement réalisé. Consommer des ressources pour des services traitant des données massives. Pourquoi pas ? Mais pour quelle(s) application(s) ? En fonction des scores liés à la consommation et à la production, le service numérique peut ensuite être positionné par rapport à un idéal-type de sobriété numérique.

Positionnement des services numériques :

La situation, d'une part, côté consommation, d'autre part, côté production, permet d'identifier quatre quadrants, du plus problématique (« *voracité numérique* ») au moins problématique (« *sobriété exemplaire* »). Ce dernier ressort comme un idéal-type de sobriété numérique. Ce quadrant permet par exemple de visualiser l'état d'un portefeuille de services numériques au sein d'une organisation de manière à identifier les priorités d'amélioration.

Consommation

Usage tempéré

Sobriété apparente

Expérience utilisateur vertueuse masquant une empreinte infrastructurelle lourde.

Sobriété exemplaire

Frugalité harmonisée caractérisée par la sobriété côté usage, la frugalité côté production.

Usage compulsif

Voracité numérique

Usages et infrastructures cumulativement problématiques, impact global défavorable.

Frugalité paradoxale

Back-office optimisé mais usages encore énergivores ; sobriété partielle, contrastée.

Faible optimisation

Forte optimisation

Production

Limitations :

Notre grille de micro-évaluation présente des limitations. Premièrement, l'outil n'ambitionne pas de proposer une mesure exacte, objective et universelle de la sobriété numérique. Son objectif est en effet de pouvoir noter un service numérique, avec des pondérations susceptibles de changer suivants les organisations qui l'appliquent. Deuxièmement, l'optimisation des infrastructures ne prend pas en compte les effets liés à la localisation des centres de données. Si la concentration est propice aux économies d'échelle, donc aux optimisations globales, la tendance au gigantisme peut perturber les écosystèmes naturels (p. ex. accès à l'eau) et industriels (p. ex. consommation électrique). Cette dimension n'est actuellement pas captée par l'outil, que nous souhaitons garder simple. Troisièmement, l'effet n'est sans doute pris en compte que de manière incomplète au travers des dispositifs de modération et des limitations aux traitements des données. Quatrièmement, le caractère open-source des machines, des logiciels, des modèles, généralement propice à l'optimisation (coopétition, peu de développements redondants...) n'est pas captée par la grille de micro-évaluation.

Perspectives :

L'utilisation de ChatGPT Plus pour automatiser l'évaluation de services numériques populaires, sur base de la grille de micro-évaluation documentée, montre un potentiel intéressant. Cependant, elle semble s'accompagner d'une légère sous-estimation des nuisances occasionnées en matière de durabilité. L'exécution, critère par critère, avec une base de connaissance personnalisée (p. ex. GPT personnalisé ou NotebookML) mériterait d'être expérimentée.

Références :

- Aggeri, F. (2023). L'Innovation, mais pour quoi faire ? : Essai sur un mythe économique, social et managérial. Seuil. ISBN : 978-2021484489.
- Bordage, F. (2019). Sobriété numérique : Les clés pour agir. Buchet-Chastel.
- Gossart, C. (2015). Rebound Effects and ICT: A Review of the Literature. In: Hilty, L., Aebischer, B. (eds) ICT Innovations for Sustainability. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 310. Springer, Cham. DOI : 10.1007/978-3-319-09228-7_26.
- Kotlarsky, J., Oshri, I., & Sekulic, N. (2023). Digital sustainability in information systems research: Conceptual foundations and future directions. Journal of the Association for Information Systems, 24(4), 936-952. DOI : 10.17705/1jais.00825.
- Kurp, P. (2008). Green computing. Communications of the ACM, 51(10), 11-13. DOI : 10.1145/1400181.1400186.
- Schwartz, R., Dodge, J., Smith, N. A., & Etzioni, O. (2020). Green AI. Communications of the ACM, 63(12), 54-63. DOI : 10.1145/338183.
- Viseur, R. (2025b). Des fonctionnalités à coût maîtrisé ? Le modèle A-U appliqué à l'IA générative. APIA (Applications Pratiques de l'Intelligence Artificielle), Dijon (France), 30 juin 2025.
- Viseur, R. (2025a). Sobriété numérique et traitement des données massives : vers des stratégies d'innovation plus durables. Tic et Société, 18. DOI :10.4000/13vhn.
- Yang, X., Li, Y., & Kang, L. (2020). Reconciling "doing good" and "doing well" in organizations' green IT initiatives: A multi-case analysis. International Journal of Information Management, 51, 102052. 10.1016/j.ijinfomgt.2019.102052.

Grille de micro-évaluation (SobrIScore)

Consommation

Objectif : évaluer les effets du service sur les usages, les équipements et l’empreinte environnementale côté utilisateur.

Potentiel de régénération

Objectif : mesurer la contribution nette des usages du service au regard d’objectifs de durabilité.

-2	<u>Impact négatif multiple</u> : les usages permis par le service numérique contribuent de manière significative à dégrader la durabilité environnementale (p. ex. consommation énergétique accrue), la durabilité sociale (p. ex. dégradation de la cohésion ou du bien-être) et la durabilité économique (p. ex. croissance et création de valeur à long terme), avec un impact négatif sur une part substantielle de la population.
-1	<u>Impact négatif ciblé</u> : les usages permis par le service numérique contribuent de manière significative à améliorer l’un des trois types de durabilité (environnementale, sociale, économique), ou s’ils contribuent positivement sur un critère, cette contribution ne compense pas les dégradations observées par ailleurs.
0	<u>Neutralité ou incertitude</u> : les usages permis par le service numérique sont globalement neutres sur le plan de l’atteinte des objectifs de durabilité, soit qu’il n’y ait pas de réel impact, soit que ces impacts tendent à s’annuler, ou alors il n’y a pas suffisamment de données pour conclure.
+1	<u>Contribution positive ciblée</u> : les usages permis par le service numérique contribuent de manière significative à améliorer l’un des trois types de durabilité (environnementale, sociale, économique), ou s’ils contribuent négativement sur un ou plusieurs critères, cette contribution est nettement compensée par les bénéfices observés par ailleurs.
+2	<u>Contribution positive multiple</u> : les usages permis par le service numérique contribuent de manière significative à améliorer la durabilité environnementale (p. ex. consommation énergétique réduite), la durabilité sociale (p. ex. amélioration de la cohésion ou du bien-être) et la durabilité économique (p. ex. croissance et création de valeur à long terme), avec un impact positif sur une part substantielle de la population.

Potentiel de substitution

Objectif : estimer dans quelle mesure le service remplace ou optimise des activités existantes et réduit les flux physiques.

-2	<u>Sur-consommation physique</u> : le service se caractérise par une absence de mécanisme compensatoire crédible (réduction d’un autre poste). Le service induit ou augmente sensiblement des flux physiques (transport, logistique, impressions, emballages...) par rapport au scénario de référence, ou alors il nécessite l’achat d’un nouveau matériel dédié dont la durée de vie est courte et qui est non partageable.
-1	<u>Création d’un usage numérique</u> : le service se caractérise par une absence de mécanisme compensatoire crédible (réduction d’un autre poste). De plus, le système ajoute un usage entièrement nouveau (pas de substitut clair) dont l’ACV montre une augmentation nette de l’empreinte par rapport au statu quo.
0	<u>Neutralité</u> : l’activité remplacée est déjà numérique (même ordre de grandeur d’impact) ou les données manquent pour conclure.
+1	<u>Optimisation d’un usage existant</u> : l’activité est globalement maintenue, mais le service réduit faiblement les impacts environnementaux par unité fonctionnelle (fondé sur tests ou ACV tierce). Il n’y a pas d’augmentation notable d’autres flux.
+2	<u>Substitution d’une activité physique</u> : le service remplace un acte physique (transport, réunion, production) et démontre une forte réduction de GES ou d’énergie primaire par unité fonctionnelle. De plus, il n’induit aucune augmentation compensatoire majeure et s’accompagne d’un effet rebond maîtrisé.

Consommations induites

Objectif : mesurer, de façon reproductible, l'effet du service sur l'actif matériel de l'utilisateur final (achats supplémentaires, mises à niveau) ou, au contraire, économies de terminaux, d'accessoires.

-2	<u>Nouveaux périphériques dédiés</u> : le service numérique nécessite l'acquisition d'accessoires ou de périphériques complémentaires dédiés (p. ex. objet connecté).
-1	<u>Mise à niveau imposée</u> : le service numérique nécessite la mise à jour ou le remplacement du terminal utilisé pour l'utilisation du service (réutilisation en seconde main possible).
0	<u>Neutralité matérielle</u> : le service numérique ne nécessite aucune mise à jour matérielle (terminaux, accessoires...) et se contente de terminaux anciens.
+1	<u>Allongement de vie du terminal</u> : le service numérique conduit à décharger le terminal de consultation, par exemple en déléguant un traitement lourd, et permet donc d'en prolonger la durée de vie.
+2	<u>Réduction nette du parc</u> : le service numérique permet de réduire le nombre de terminaux ou d'accessoires utilisés (p. ex. un smartphone remplace un téléphone, appareil photo, un baladeur MP3 ou un GPS).

Tempérance des usages

Objectif : apprécier si l'interface incite ou limite la durée et la fréquence d'utilisation.

-2	<u>Rétention agressive généralisée</u> : des <i>dark patterns</i> sont activés par défaut et apparaissent dans la plupart des parcours d'utilisateur, sans option de désactivation, encourageant des usages compulsifs.
-1	<u>Rétention ponctuelle</u> : des <i>dark patterns</i> sont ponctuellement activés dans des parcours d'utilisateurs ; cependant, ces <i>dark patterns</i> sont peu présents ou ils peuvent être aisément désactivés via les réglages.
0	<u>Neutralité</u> : aucun <i>dark pattern</i> de rétention n'est visible. Par ailleurs, il n'existe aucune fonctionnalité explicite de limitation ou d'auto-régulation de l'usage.
+1	<u>Incitation modérée à la sobriété</u> : aucun <i>dark pattern</i> de rétention n'est utilisé. Des fonctionnalités encouragent une limitation d'usage (minuteur, récapitulatif hebdomadaire etc.) et sont clairement accessibles ; cependant, elles sont désactivées par défaut.
+2	<u>Bright patterns proactifs</u> : aucun <i>dark pattern</i> de rétention n'est utilisé ; De plus, des fonctionnalités de limitation sont activées par défaut (rappel de temps passé, pause automatique, écran final, etc.), réduisant ainsi le risque d'effet rebond, et leur contournement nécessite une action explicite.

Production

Objectif : évaluer l'efficacité et l'impact des infrastructures, logiciels et données côté fournisseur.

Investissements induits

Objectif : juger, côté producteur du service, si l'offre oblige à agrandir le parc d'infrastructures physiques ou, au contraire, permet de le rationaliser.

-2	<u>Infrastructure massive dédiée</u> : le service numérique nécessite pour son producteur d'investir dans une ou plusieurs nouvelles catégories d'infrastructures massives (p. ex. réseau satellitaire).
-1	<u>Infrastructure complémentaire locale</u> : le service numérique nécessite pour son producteur d'investir dans une infrastructure complémentaire (p. ex. réseau de capteurs).
0	<u>Aucun nouvel investissement significatif</u> : le service numérique recourt à des infrastructures existantes. Il ne nécessite pas, pour son producteur, d'investir dans une infrastructure complémentaire aux centres de données existants.
+1	<u>Rationalisation modérée</u> : le service numérique permet à son producteur de réduire la taille ou la variété des infrastructures nécessaires.
+2	<u>Fusion majeure d'infrastructures</u> : le service numérique permet à son producteur de remplacer des infrastructures de grande taille par une infrastructure unique (p. ex. infrastructure IP), ce qui réduit substantiellement les consommations matérielles et/ou électriques.

Optimisation des infrastructures

Objectif : mesurer l'efficacité énergétique, la mutualisation et le caractère low-tech de l'infrastructure employée.

-2	<u>Infrastructure sous-utilisée et inefficace</u> : (1) le taux d'utilisation moyen de la capacité est faible ; (2) ; son PUE et/ou son WUE sont supérieurs aux standards industriels ; (3) l'énergie utilisée est peu décarbonée ; (4) les mécanismes de mise en veille ou de démarrage à la demande sont absents ou inactifs ; (5) l'infrastructure est dédiée au service, n'est pas partagée.
-1	<u>Sous-utilisation ou inefficace</u> : un seul des cinq points ci-dessus est vérifié (sous-utilisation ou PUE/WUE non conforme aux bonnes pratiques ou source d'énergie fortement carbonée ou pas de mise en veille ou capacité dédiée).
0	<u>Infrastructure standard partagée</u> : l'infrastructure est partagée entre plusieurs services. Les valeurs de PUE et de WUE respectent les standards industriels. L'alimentation recourt au moins partiellement à des sources d'énergie décarbonée. Le taux d'utilisation est élevé.
+1	<u>Nouvelle capacité low-tech</u> : l'infrastructure est nouvelle mais s'appuie sur des technologies low tech ou à faible consommation. Les valeurs de PUE ou de WUE dépassent les standards industriels tandis que l'énergie utilisée est majoritairement décarbonée. Le taux d'utilisation est très élevé tandis que seules les machines utilisées sont démarrées.
+2	<u>Capacité low-tech pré-existante et partagée</u> : toutes les conditions précédentes sont satisfaites mais l'infrastructure était déjà en place (aucune nouvelle acquisition matérielle spécifique au service). Le service augmente le taux d'utilisation d'une infrastructure pré-existante.

Optimisation des logiciels

Objectif : apprécier l'efficacité d'exécution, la dette technique et la sobriété fonctionnelle du code.

-2	<u>Bloatware inefficace</u> : (1) l'exécution du logiciel est inefficace sur le plan de la consommation énergétique ou de capacités de calcul ; (2) la dette technique est élevée ; (3) le logiciel souffre de surcharge fonctionnelle (modules, codes jamais exécutés).
-1	<u>Inefficacité partielle</u> : au moins l'un des trois critères précédent est vérifié, les autres restant conformes.
0	<u>Bonnes pratiques standards</u> : (1) l'exécution du logiciel est efficace ; (2) la dette technique est sous contrôle ; (3) peu de fonctionnalités sont inutilisées ; (4) les performances ne sont pas profilées par l'équipe de développement.
+1	<u>Optimisation active</u> : (1) l'exécution du logiciel est efficace ; (2) la dette technique est faible ; (3) peu de fonctionnalités sont inutilisées ; (4) les performances sont profilées par l'équipe de développement.
+2	<u>Efficacité exemplaire</u> : (1) l'exécution du logiciel est économe ; (2) la dette technique est faible ; (3) le périmètre fonctionnel est maintenu au plus juste ; (4) les performances sont profilées par l'équipe de développement ; (5) les choix technologiques sont contraints par la recherche d'efficacité (langage compilé, algorithmes de faible complexité etc.).

Traitement raisonné des données

Objectif : mesurer la quantité, la rétention et l'optimisation des données collectées et traitées.

-2	<u>Explosion non maîtrisée des 3 V</u> : le service entraîne un volume croissant, une vitesse élevée et une forte variété de données. Les données sont durablement conservées sans qu'une justification métier n'y soit nécessairement associée.
-1	<u>Big data optimisé</u> : les 3V associés au service sont au moins partiellement sous contrôle tandis que des techniques d'optimisation sont mises en œuvre (compression, échantillonnage etc.). La rétention des données est limitée dans le temps ou ne concerne qu'une partie des données.
0	<u>Traitement raisonnable</u> : le volume de données est sous contrôle, stable, associé à une vitesse et une variété limitées. La rétention est alignée sur des exigences métiers, avec purge automatique. La collecte est limitée aux champs nécessaires (p. ex. PIA ou équivalent disponible).
+1	<u>Minimisation active</u> : le volume de données, bien que massif, est limité. Des pratiques de minimisation sont mises en œuvre : échantillonnage, anonymisation, suppression de certains champs d'origine, rétention de courte durée etc. Les pratiques sont encadrées (p. ex. pilotage de la minimisation par le DPO / le RSSI).
+2	<u>Pas de données massives</u> : les données ne sont pas massives ; de plus, leurs formats sont peu diversifiés et structurés. La rétention est de très courte durée. Les bases de données sont éventuellement auditées pour attester de cette minimisation des données.

Frugalité du modèle IA

Objectif : évaluer la taille, la consommation et le matériel requis par le modèle d'IA employé.

-2	<u>Modèle massif non optimisé</u> : le modèle est un modèle de très grande taille (p. ex. grand modèle de langage, LLM) basé sur les réseaux de neurones profonds (<i>deep learning</i>). Son exécution nécessite un matériel spécifique (un ou plusieurs GPU haut de gamme, centre de données). Il est peu ou prou optimisé pour abaisser les coûts d'entraînement et d'inférence.
-1	<u>Modèle massif optimisé</u> : le modèle est un modèle de très grande taille (réseau de neurone convolutif, grand modèle de langage...) basé sur les réseaux de neurones profonds (<i>deep learning</i>). Son exécution nécessite un matériel spécifique (un ou plusieurs GPU haut de gamme, centre de données) mais il bénéficie d'optimisations pour l'entraînement ou l'inférence (distillation, mixture of experts...).
0	<u>Modèle frugal</u> : le modèle, basé sur des réseaux de neurone profonds (<i>deep learning</i>), est de taille moyenne ; son exécution est compatible avec l'utilisation de GPU grands publics.
+1	<u>Petit modèle connexionniste</u> : le modèle est basé sur des réseaux de neurone profonds (p. ex. tenseurs). Le modèle ne nécessite pas de GPU pour fonctionner.
+2	<u>Modèle de <i>machine learning</i> classique</u> : le modèle est un modèle classique de <i>machine learning</i> (régression logistique, Naïve Bayes, SVM...) et ne mobilise aucun réseau de neurone profond.

Exemples

La grille est appliquée de manière automatique en la soumettant à ChatGPT, soit avec le modèle simple GPT-4o, soit avec le modèle avancé GPT-o3 (utilisé pour les tableaux ci-dessous).

kDrive : « B ».

Critère	Score	Justification
kDrive illustre un cloud souverain suisse performant, éco-conçu, exemplaire infrastructurellement, prolongeant le matériel utilisateur, mais sans dispositifs limitant automatiquement l'usage.		
Consommation		
Potentiel de régénération	1	Cloud mutualisé évite disques externes individuels, limite impressions & doublons, améliore souveraineté des données et collaboration distante.
Potentiel de substitution	1	Stockage cloud remplace disques physiques, envois USB, réduisant transports colis sans usage supplémentaire lourd.
Consommations induites	1	Aucun matériel requis, déleste stockage local, prolonge la durée de vie d'ordinateurs plus anciens.
Tempérance des usages	0	Interface neutre ; aucun dark pattern ni fonctionnalité limitant automatiquement le temps d'usage.
Production		
Investissements induits	0	kDrive utilise centres existants ; nouveau DC mutualisé bénéficie à plusieurs services, investissement supplémentaire marginal.
Optimisation des infrastructures	2	PUE ≈ 1,1, refroidissement air extérieur, énergie renouvelable, chaleur réutilisée ; infrastructure préexistante partagée.
Optimisation des logiciels	1	Code optimisé, compression automatique, profilage continu, dette technique maîtrisée selon documentation interne.
Traitement raisonné des données	1	Volumes dictés par utilisateurs ; conservation paramétrable ; pas de collecte excessive mais données potentiellement volumineuses.
Frugalité du modèle IA	2	Aucun modèle IA gourmand ; fonctions basiques sans nécessité GPU spécialisé.

Netflix : « C ».

Critère	Score	Justification
Netflix combine substitution efficace et optimisations techniques, mais consommation énergétique réseau, données massives et mécanismes d'engagement freinent le bilan durable.		
Consommation		
Potentiel de régénération	-1	Énergie de données élevée augmente émissions ; enrichissement culturel insuffisant pour compenser, impact négatif ciblé net.
Potentiel de substitution	2	Remplace production DVD, transport, magasins ; ACV démontrent >70 % d'émissions en moins par film visionné.
Consommations induites	0	Fonctionne sur smartphones, PC, téléviseurs existants ; mises à niveau facultatives, aucun périphérique obligatoire.
Tempérance des usages	-1	Lecture auto et recommandations infinies activées ; désactivables, mais réglages par défaut encouragent le binge-watching.
Production		
Investissements induits	-1	Des milliers de serveurs Open Connect déployés chez FAI, infrastructure complémentaire importante au-delà du cloud générique.
Optimisation des infrastructures	0	Appareils CDN efficaces, centres de données partiellement verts, matériel dédié, PUE standard avoisinant 1,2.
Optimisation des logiciels	1	Encodage adaptatif par titre et bitrate dynamique économisent ~20 % bande passante ; profilage performances actif.
Traitement raisonné des données	-1	Pétaoctets de télémétrie visionnage stockés ; compression, TTL présents mais volumes, vitesse demeurent élevés.
Frugalité du modèle IA	0	Modèles de recommandation <100 M paramètres, inférence sur CPU standard, aucun GPU spécialisé requis.

ChatGPT Plus : « C ».

Critère	Score	Justification
ChatGPT Plus améliore productivité et accessibilité, mais dépend d'infrastructures GPU énergivores et collecte importante ; bénéfice durable demeure encore globalement contrasté.		
Consommation		
Potentiel de régénération	-1	Risques chômage créatif et désinformation massive dépassent gains productivité ; impact social net négatif ciblé.
Potentiel de substitution	1	Réduit temps rédaction/codage ~30 %, optimise tâches existantes, pas remplacement activités physiques significatives.
Consommations induites	1	Calcul hors-terminal ; tourne sur anciens PC, mobiles ; repousse renouvellement matériel pour nombreux utilisateurs professionnels.
Tempérance des usages	1	Aucune boucle infinie ; quotas de messages par heure imposés ; usage compulsif limité sans être totalement bloqué.
Production		
Investissements induits	-1	Clusters GPU H100 dédiés, milliardaires ; nouvelle capacité HPC ajoutée, mutualisée partiellement, non low-tech.
Optimisation des infrastructures	0	Azure PUE 1,1 énergie renouvelable croissante, mais GPU haut de gamme dédiés, efficacité standard.
Optimisation des logiciels	1	GPT-4o int8, FlashAttention, spéculative decoding ; latence divisée, coût réduit, profilage continu intégration.
Traitement raisonné des données	-1	Corpus PB, télémétrie massive ; compression, TTL 30 jours, mais volume, vitesse toujours prépondérants.
Frugalité du modèle IA	-1	LLM massif MoE optimisé ; besoin GPU datacenter ; encodage 8-bit réduit coût, mais reste énergivore.

Version : 24 juin 2025 18:07.