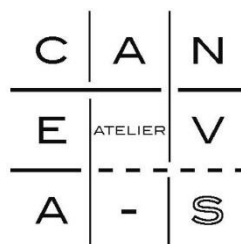


# Mise en place d'une approche d'évaluation des services écosystémiques pour la candidature de la Forêt d'Anlier au titre de Parc national

Description technique associée aux cartographies des services écosystémiques sur le territoire élargi du Parc.

Version intermédiaire -Marie Pairon – Première date de rédaction : 4 juillet 2022, modifié le 11 juillet et le 23 août 2022 (ajout de la carte d'estimation d'atténuation de la pollution lumineuse).



## Table des matières

1	INTRODUCTION .....	3
1.1	L'objectif poursuivi.....	3
1.2	L'évaluation des services écosystémiques .....	3
1.3	Contenu du rapport.....	3
2	SÉLECTION DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES PRINCIPAUX.....	4
3	CARTOGRAPHIE QUALITATIVE SIMPLIFIÉE.....	4
3.1	Méthodologie.....	4
3.2	Carte de l'occupation du sol utilisée.....	5
3.3	La carte des contextes écologiques marginaux et sensibles .....	8
3.4	Les statistiques d'occupation du sol X contextes écologiques sur le territoire d'étude.....	10
4	CARTOGRAPHIE DES DONNÉES BIOPHYSIQUES .....	11
4.1	Pilier approvisionnement : Produits agricoles.....	13
4.2	Pilier approvisionnement : Matériaux (bois).....	15
4.3	Pilier régulation - régulation des événements extrêmes.....	15
4.4	Pilier régulation - régulation du climat .....	17
4.5	Pilier régulation- régulation des nuisances/pollutions .....	19
4.6	Pilier culturel - environnement pour les activités de loisirs : Valeur récréative.....	21
4.7	Pilier culturel - environnement source d'inspirations, de valeurs et d'héritage : Valeur de non usage.....	24
5	CONCLUSIONS.....	25
6	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	26

# 1 Introduction

## 1.1 L'objectif poursuivi

Le présent rapport a pour objectif de présenter les développements méthodologiques utilisés pour présenter l'état de l'art en matière d'offre actuelle de services écosystémiques sur le territoire élargi du parc. Il répond à l'objectif poursuivi par la commande intitulé : « cartographier les principaux services écosystémiques présents sur le périmètre d'étude ».

## 1.2 L'évaluation des services écosystémiques

L'évaluation des SE en tant que telle est une matière complexe qui ne peut par définition être unique ou universelle, ce qui la rend difficile à comprendre et à appréhender. Cette évaluation est en effet liée à un usage (l'usage que l'homme a du service) qui peut être réel, potentiel, présent ou futur. La valeur des SE est donc liée aux représentations et aux usages dans un contexte, tout l'enjeu de l'évaluation étant de déterminer la valeur qui convient à un moment donné et pour un projet donné.

Les cartes des SE constituent un outil très important pour l'application pratique des SE et permettent de communiquer efficacement des informations spatiales complexes. Elles sont très utiles pour sensibiliser aux différences existantes entre l'offre et la demande de biens et services écosystémiques ou dans le cadre de l'éducation environnementale sur la dépendance de l'homme vis-à-vis d'écosystèmes fonctionnels.

En outre, les cartes sont des outils incontournables dans l'aménagement du territoire, ou dans la gestion des ressources environnementales. Pour répondre aux exigences des applications susmentionnées, des données et des informations de haute qualité, robustes et cohérentes sur l'offre, les flux et la demande de SE sont nécessaires à différents niveaux spatiaux et temporels.

## 1.3 Contenu du rapport

La méthodologie proposée pour répondre à l'objectif s'articule autour de trois grandes étapes :

- Détermination des services écosystémiques principaux sur le territoire du parc,
- Cartographie qualitative simplifiée de ces services sur base de la matrice dite de 'matrice des capacités',
- Cartographie des données biophysiques pour les services pertinents pour lesquels une méthodologie est disponible.

Elles sont décrites dans les sections suivantes.

L'annexe 1 reprend les cartes produites au format A4 pour les évaluations qualitatives. L'annexe 2 reprend les cartes produites au format A4 pour les évaluations quantitatives. Les données nécessaires à leur production sont disponibles sur demande.

Tous les traitements cartographiques ont été réalisés avec le logiciel ArcGIS Pro 2.9.2 (copyright 2021 ESRI).

Le rapport est également fourni avec les couches cartographiques nécessaires à la reproduction et/ou au traitement ultérieur de certaines cartes. Celles-ci sont fournies au format vectoriel (.shp) ou raster (.tif) en fonction de la donnée et portent le même nom que la carte de l'annexe qui les représente afin d'en faciliter le classement ultérieur.

## 2 Sélection des services écosystémiques principaux

La liste de l'ensemble des services adaptée à la Wallonie (voir : <https://services-ecosystemiques.wallonie.be/>) a été passée en revue afin de cibler les services qui étaient présents au sein du territoire. Cette sélection a été réalisée suite à des discussions avec les personnes de contact identifiées au sein du parc naturel.

## 3 Cartographie qualitative simplifiée

### 3.1 Méthodologie

La cartographie qualitative simplifiée a été réalisée sur base d'un exercice dit de matrice des capacités qui a été réalisé pour l'ensemble de la Wallonie en novembre 2021 dans le cadre de la convention intitulée « Mise en place d'outils opérationnels d'évaluation des services écosystémiques en Wallonie à toutes les étapes d'un projet (définition de la vision, conception et mise en œuvre) » entre le SPW/ARNE/DEMNA/DEE et l'ULiège (Gembloux Agro Biotech, Unité biodiversité et paysage) (Cahier spécial des charges n° 03.02.02-20-3035).

Une matrice des capacités est une table croisant, en lignes, la liste des services écosystémiques et, en colonnes, la typologie des écosystèmes comme illustré dans la figure ci-contre.

Les lignes de la matrice permettent de différencier les écosystèmes rendant des services écosystémiques potentiellement différents ou avec des niveaux de fournitures différents.

Chaque cellule de la matrice est remplie avec un score reflétant la capacité à produire un service écosystémique donné (par exemple, un score allant de 0 = non pertinent à 5 = capacité très élevée à fournir le service).

Les scores des cellules ont été remplis sur base de jugements d'experts.

Alors que les évaluations des services écosystémiques se concentrent majoritairement sur un nombre restreint de services, cette méthode permet de prendre en compte l'ensemble des services produits par un écosystème pour autant que cela ait un sens au regard de la typologie des écosystèmes choisis.

Les avantages de l'approche sont les suivants:

- L'approche est simplifiée et facilement compréhensible. Elle permet une première évaluation des SE.
- L'approche peut être un outil de communication efficace en raison de sa simplicité.
- L'approche peut constituer une première étape de travail avant une évaluation plus poussée et peut par exemple servir de grille de priorisation avant d'aller plus loin dans l'évaluation des services prioritaires.
- Pour certains services, cette approche est la seule approche possible pour produire une cartographie rapide qui ne fasse pas appel à de la modélisation.
- L'approche convient bien pour des zones d'études importantes (bien que plus la zone d'étude est importante, plus les simplifications et généralisations le seront aussi).

Les limites couramment citées sont les suivantes:

- L'approche est souvent basée sur des jugements d'experts, et donc dépendante des experts consultés.
- L'approche part du présupposé que la cartographie d'occupation du sol est un bon proxy pour cartographier les services rendus. Elle ne tient pas compte des

différences spatiales (hétérogénéité des conditions abiotiques ou différences de modes de gestion) ou temporelles.

- La réussite de l'exercice de remplissage va être fort dépendante des choix opérés pour construire la matrice en amont (choix des lignes, choix des colonnes, ...) et de la compréhension des termes par les experts.
- L'approche proposée ici se limite à la fourniture des services (offre) et n'aborde pas la question des bénéficiaires (demande): qui sont-ils et où se situent-ils? La réconciliation de l'offre et de la demande peut être faite via un travail supplémentaire d'évaluation de la demande qui n'est pas abordé par la matrice de l'offre.

Pour être le plus pertinent possible, il est intéressant d'utiliser une approche raffinée de l'approche matricielle simple. Il est intéressant en effet de prendre en compte, en plus des différents types d'occupation du sol les données suivantes :

- l'hétérogénéité du paysage, au travers de l'inclusion des facteurs abiotiques dans les lignes de la matrice,
- les activités humaines (modes de gestion) dans les lignes de la matrice.

La prise en compte des facteurs abiotiques et des activités humaines en plus de la typologie de l'occupation du sol est un exercice qui peut très vite devenir fastidieux au vu du nombre de lignes supplémentaires ajoutées, mais cela permet de répondre à certaines critiques souvent opposées à l'approche.

L'exercice réalisé en novembre 2021 a permis de prendre en compte les facteurs abiotiques au moyen d'un croisement entre les typologies des écosystèmes et les contextes écologiques marginaux.

Le nombre de lignes ainsi généré était déjà très conséquent, il n'a donc pas été possible de prendre en compte les modes de gestion dans l'exercice réalisé en 2021. Ce dernier a néanmoins permis d'obtenir un premier résultat de prise en compte des facteurs abiotiques dans l'évaluation des services écosystémiques.

### 3.2 Carte de l'occupation du sol utilisée

La carte d'occupation du sol utilisée est un des produits dérivés de la convention sur les services écosystémiques entre l'ULiège et le SPW.

Dans le cadre du travail réalisé sur les écosystèmes et les services qu'ils rendent, il est indispensable de pouvoir disposer d'une carte qui combine les informations en provenance de l'occupation du sol et de l'utilisation du sol, au même titre que l'ancienne carte COSW de 2007.

Par exemple, l'information en provenance de l'occupation du sol 'couvert herbacé toute l'année' ne renseigne absolument pas sur l'écosystème en présence : jardin de ville, tourbière, prairie, terrain de football etc... ? Ceci est un exemple pour montrer que la seule information du couvert herbacé est d'une utilité limitée pour caractériser les services écosystémiques rendus par l'écosystème.

La première approche proposée a été de combiner les résultats des produits wallons d'occupation et d'utilisation du sol (OCS et UTS). Cependant, nous avons, lors de cet exercice simplifié, été confronté à une série d'incohérences (exemple : prairies à l'UTS qui sont en résineux ou feuillus à l'OCS, difficulté de retracer la logique derrière la définition des parcelles dont l'utilisation est la 'conservation de la nature' dans l'UTS etc...). Par ailleurs, certaines informations plus détaillées que les produits OCS ou UTS étaient intéressantes à prendre en compte pour notre utilisation, et notamment par exemple les essences forestières, ou la distinction entre une mise à blanc en forêt et une zone de landes.

Cette première approche a donc été raffinée par l'analyse systématique de l'ensemble des données existantes en Wallonie en termes d'OCS et d'UTS afin de proposer un produit synthétique de l'ensemble de ces informations. Ce produit est au format raster à une résolution de 5 m de côté.

En Wallonie, diverses informations existent pour caractériser l'utilisation du sol. Il s'agit notamment des informations en provenance des sources suivantes :

- Le raster d'occupation du sol (2019, SPW),
- Le raster des essences forestières (ULiege Gembloux Agrobiotech - 2018, Forest is Life, Accord-cadre de recherches et de vulgarisations forestières SPW),
- La couche issue du travail en cours sur la caractérisation des milieux ouverts d'intérêt pour la biodiversité (ULiege Gembloux Agrobiotech - 2022, Unité biodiversité et paysage - convention de recherche pour le SPW - réseau écologique),
- La couche vectorielle TOP10V de l'IGN.

Par ailleurs, différentes sources d'information, en partie reprises mais pas toutes, dans la couche de l'utilisation du sol (Walous - 2018, SPW) existent pour caractériser l'utilisation du sol. Il s'agit notamment :

- De données pour illustrer les parcelles dont l'utilisation principale est la 'conservation de la nature',
- Des couches sur les terrils pour venir préciser l'utilisation dans les zones abandonnées,
- Des données issues du parcellaire agricole anonyme pour la précision de certaines cultures agricoles.

Ces données ont été synthétisées et classés en catégories d'occupation du sol pertinentes pour la typologie des écosystèmes utilisée dans la matrice des capacités. Elles seront détaillées dans la partie statistique de ce rapport qui fournit les classes d'occupation du sol pur la zone d'étude.

Le type d'utilisation a été croisé avec l'occupation du sol. Cette utilisation est soit directement issue de la couche d'utilisation du sol (utilisation secondaire et tertiaire et autres usages) ou bien retravaillée avec d'autres données.

Pour les parcelles identifiées comme utilisation à des fins de **conservation de la nature**, nous n'avons pas été en mesure de comprendre la logique derrière l'identification des parcelles désignées comme telles à l'UTS. Nous sommes donc repartis d'une règle simple et non discutable pour identifier les parcelles au sein desquelles l'utilisation majoritaire est la conservation de la nature ; il s'agit des :

- UG02, 06, 07 et Temp\_01 des sites Natura 2000,
- RND (réserves naturelles domaniales) et RNA (réserves naturelles agréées) selon la Loi de conservation de la nature (LCN),
- RF (réserves forestières) selon la LCN.

Pour les parcelles identifiées comme utilisation à des fins de **production primaire agricole**, nous avons été étonnés de constater qu'une partie non négligeable de zones identifiées comme 'utilisation primaire agricole - prairie' à l'UTS étaient en réalité boisées à l'OCS bien que ne faisant pas partie du masque agricole du parcellaire agricole anonyme. Nous sommes dès lors repartis de l'information du parcellaire agricole anonyme (masque agricole). Une part non négligeable des prairies est cependant non comprise dans ce parcellaire et il aurait été problématique de ne pas les prendre en compte dans l'utilisation agricole du territoire. Nous avons donc rajouté au parcellaire agricole anonyme les parcelles identifiées à l'UTS

comme 'prairies' - WALOUSMAJ = '1\_1\_1\_A' Or WALOUSMAJ = '1\_1\_1' ) et comme 'couvert herbacé toute l'année' à l'OCS.

Pour les parcelles identifiées comme utilisation à des fins de **production primaire sylvicole**, nous avons à nouveau été surpris de l'inclusion de certaines zones et l'exclusion de certaines autres à l'UTS. Pour être sûrs d'avoir les zones forestières majoritaires (en ce compris les zones de gagnage et de coupes à blanc), nous avons uni les informations de l'UTS (sylviculture) et du masque forestier (Gembloux AgroBiotech, Forest is Life) qui identifie les zones de minimum 50 ares comme faisant partie du masque forestier.

Les résultats des traitements sur le périmètre d'étude sont présentés au Tableau 1 en détail.

Tableau 1: Occupation du sol par grande catégorie d'utilisation du sol: superficies sur le périmètre d'étude (source : carte d'occupation et utilisation du sol, SPW, 2022)

Code de l'occupation du sol	Nom de l'occupation du sol	Superficie (ha)	(%)
SYL_FEU	Utilisation primaire sylvicole-Forêts feuillues	8 332	37.65%
SYL_MO	Utilisation primaire sylvicole-Milieus ouverts	2 086	9.43%
SYL_RES	Utilisation primaire sylvicole-Forêts résineux	4 954	22.38%
NAT_MF_FEU	Conservation de la nature-Forêts feuillues	345	1.56%
NAT_MF_RES	Conservation de la nature-Forêts résineux	68	0.31%
NAT_MO	Conservation de la nature-Milieus ouverts naturels ou extensifs	263	1.19%
NAT_PRA	Conservation de la nature-Prairies et prés de fauche	277	1.25%
NAT_CEAU_1	Eaux de surface-Cours d'eau navigables	9	0.04%
NAT_CEAU_2	Eaux de surface-Cours d'eau non navigables et milieux associés	78	0.35%
NAT_EAUS_2	Eaux de surface-Lacs de retenue d'eau (réservoirs)	40	0.18%
AGR_CULT_AUT	Utilisation primaire agricole-Autres cultures et autres usages agricoles	59	0.27%
AGR_CULT_CER	Utilisation primaire agricole-Céréales et assimilées	221	1.00%
AGR_CULT_FOU	Utilisation primaire agricole-Cultures fourragères	80	0.36%
AGR_CULT_MAI	Utilisation primaire agricole-Maïs fourrager	126	0.57%
AGR_CULT_OLE	Utilisation primaire agricole-Oléagineux	1	0.01%
AGR_CULT_SAR	Utilisation primaire agricole-Cultures sarclées (betteraves, chicorées, pdt, légumes)	16	0.07%
AGR_PRA_PER	Utilisation primaire agricole-Prairies permanentes	115	0.52%
AGR_PRA_TEM	Utilisation primaire agricole-Prairies temporaires	3 475	15.70%
AGR_SAP	Utilisation primaire agricole-Sapins de Noël	4	0.02%
AGR_VER	Utilisation primaire agricole-Vergers intensifs et fruits à coques	3	0.01%
ART_CAR	Utilisation secondaire et tertiaire-Carières	0	0.00%
ART_FRITERRIL	Utilisation secondaire et tertiaire-Zones abandonnées (friches)	88	0.40%
ART_JARD	Utilisation secondaire et tertiaire-Jardins et parcs	223	1.01%
ART_SOLN	Utilisation secondaire et tertiaire-Sols nus	51	0.23%
ART_SPOR	Utilisation secondaire et tertiaire-Equipements sportifs et loisirs de plein air	13	0.06%
ART_ZI	Utilisation secondaire et tertiaire-Zones imperméabilisées et bâtiments	746	3.37%
AUT_BOI	Autres usages-Zone boisée	228	1.03%
AUT_CULT	Autres usages-Couvert herbacé en rotation dans l'année	17	0.08%
AUT_HER	Autres usages-Couvert herbacé permanent	157	0.71%
AUT_MO	Autres usages-Couvert de buisson (résineux ou feuillus <3m)	58	0.26%

Le périmètre est dominé par les terres à usage sylvicole et agricole, pour 69 et 18% respectivement (Figure 1).

Utilisation du sol sur le périmètre (ha et %)

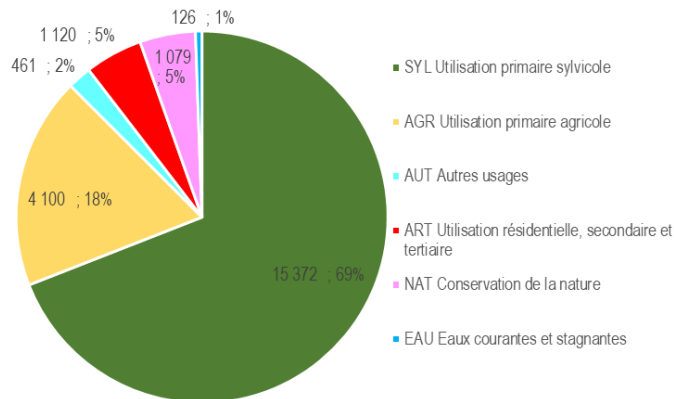


Figure 1: Utilisation du sol au sein du périmètre d'étude (source : carte d'occupation et utilisation du sol, SPW, 2022)

### 3.3 La carte des contextes écologiques marginaux et sensibles

La carte des contextes écologiques marginaux et sensibles est disponible au téléchargement sur WalOnMap : <https://geoportail.wallonie.be/catalogue/b18318eb-5e91-48ae-a6a5-6f49d06b15a1.html>.

La réalisation de biens et de services par les écosystèmes dépend d'abord des conditions biophysiques de l'environnement. L'altitude, la topographie et les types de sol sont les principaux facteurs de l'environnement qui vont agir sur la manière dont les processus écologiques vont pouvoir assurer un certain nombre des fonctions de base. Pour révéler ces conditions particulières, la carte des contextes écologiques sensibles et marginaux a été créée.

Des interactions entre la topographie, l'altitude et les types de sols découlent une grande diversité de conditions écologiques très particulières en Wallonie. Sur quelques hectomètres, les sols peuvent être profonds et avoir une forte aptitude à la production de céréales, être très superficiels et ne permettre que le développement de pelouses calcaires ou de forêts claires ou être gorgés d'eau dans certains fonds de vallées ou dans les zones tourbeuses.

Ces facteurs et leurs combinaisons déterminent les utilisations du sol possibles et expliquent bien souvent la structure des paysages façonnés par l'homme : les zones à plus fort potentiel de production agricole étant d'abord mobilisées pour laisser les territoires les plus marginaux en terme de production à des usages plus extensifs comme les forêts feuillues, du pâturage extensif ou des zones protégées.

Ils influencent également la capacité des écosystèmes présents à délivrer des services écosystémiques.

Pour intégrer l'influence du contexte écologique sur la production de services écosystémiques, la carte des contextes écologiques est construite d'abord à partir de la Carte Numérique des Sols de Wallonie (CNSW – reproduction de la carte des sols numérique de Belgique pour la Wallonie, source : SPW), du modèle numérique de terrain (MNT 2013-2014, source : SPW) et des aléas d'inondation par débordement de cours d'eau (série en vigueur : 24/03/2021, source : SPW). Cette carte découpe le territoire en différentes zones caractérisées par des conditions écologiques particulières d'**humidité**, de **fortes pentes**, et des **ols à substrat superficiel**.

Dans le cadre de cette couche :

- les contextes écologiques marginaux sont définis comme les contextes dans lesquels la mise en œuvre d'activités de productions agricoles et sylvicoles intensives nécessite des investissements lourds et induit une rentabilité faible,
- les contextes écologiques sensibles sont définis comme les contextes dans lesquels les enjeux écologiques (biodiversité et/ou services écosystémiques) sont importants sans être particulièrement contraignants en termes de productivité. Dans les contextes écologiques sensibles, on trouvera notamment les sols alluviaux et colluviaux plus secs, dont la richesse édaphique ne permet pas une inclusion dans la première définition. Il est toutefois évident que ces sols sont d'un plus grand potentiel biologique que d'autres sols secs et qu'ils ont une plus grande capacité à contribuer à des services de régulation (protection contre l'érosion, maintien des habitats tout au long du cycle de vie des espèces ...).

Sur le périmètre d'étude, 79% des sols, soit 17 530 ha sont considérés comme à bon potentiel (Tableau 2).

Les contextes écologiques marginaux en raison de leur degré important d'humidité représentent 11 % du territoire et sont distingués en sols tourbeux et paratourbeux (280 ha), sols non alluvial et colluvial hydromorphes (1336 ha) et sols alluvial et colluvial hydromorphe (986 ha). Les contextes sur pentes fortes (plus de 20 °) représentent 2% du territoire, avec 260 ha en exposition froide et 213 ha en exposition chaude. Il existe très peu de substrats superficiels et très superficiels au sein du périmètre.

Tableau 2: Contextes écologiques marginaux et sensibles : superficies sur le périmètre d'étude (source : carte des contextes écologiques marginaux et sensibles, SPW, 2021)

Code du contexte	Nom du contexte	Superficie (ha)	Pourcentage (%)
CE1M_A_Tou	Sol tourbeux et paratourbeux	279.8	1%
CE1M_B_Hum	Sol non alluvial et colluvial hydromorphe	1 335.9	6%
CE1M_C_All	Sol alluvial et colluvial hydromorphe	985.9	4%
CE1M_D_Ale	Sol plus sec, artificiel ou non cartographié situé en aléa d'inondation moyen et élevé	247.1	1%
CE1M_E_Pod	Sol podzolique ou sol podzolique en formation ou dégradé	4.6	0%
CE1M_F_PeF	Contexte sur pente de plus de 20 degrés d'exposition froide	259.7	1%
CE1M_G_PeC	Contexte sur pente de plus de 20 degrés d'exposition chaude	212.8	1%
CE1M_H_Sup	Substrat superficiel et très superficiel	13.0	0%
<b>Total contextes écologiques marginaux</b>		<b>3 338.6</b>	<b>15%</b>
CE2S_A_Ale	Sol plus sec, artificiel ou non cartographié situé en aléa d'inondation faible et très faible	618.6	3%
CE2S_B_PeF	Contexte sur pente de 15 à 20 degrés d'exposition froide	266.6	1%
CE2S_C_PeC	Contexte sur pente de 15 à 20 degrés d'exposition chaude	212.1	1%
CE2S_D_Sup	Autre substrat superficiel	166.6	1%
<b>Total contextes écologiques sensibles</b>		<b>1 263.9</b>	<b>6%</b>
<b>Total solde: sols à bon potentiel</b>		<b>17 530.0</b>	<b>79%</b>
<b>Total général</b>		<b>22 132.6</b>	

Pour limiter le nombre de lignes dans la matrice des capacités, seuls les contextes écologiques marginaux ont été pris en compte et ils ont été simplifiés en quatre catégories (SOLS01 à 04), les sols à bons potentiels (SOLS05) représentant le solde :

- SOLS01 Sols tourbeux et à engorgement d'eau permanent (e, f, g) (tous les sols CE1M\_A et une partie des CE1M\_B\_Hum et CE1M\_C\_All qui correspondent à la classe de drainage e, f et g),
- SOLS02 Sols à engorgement d'eau temporaire (h,i) (les sols CE1M\_B\_Hum et les CE1M\_C\_All qui correspondent à la classe de drainage h, i),
- SOLS03 Fortes pentes (>20°) (les sols CE1M\_F\_PeF et CE1M\_G\_PeC)
- SOLS04 Sols superficiels (les sols CE1M\_H)
- SOLS05 Sols à bon potentiel ou non cartographiés

### 3.4 Les statistiques d'occupation du sol X contextes écologiques sur le territoire d'étude

Le croisement des deux cartes décrites ci-avant permet d'obtenir la localisation, en tout point du territoire d'étude, des différents écosystèmes et de leur contexte. Comme on peut le constater au Tableau 3, l'utilisation sylvicole et agricole se fait dans la très grande majorité sur des sols à bons potentiels, bien qu'une partie des contextes écologiques marginaux soient utilisés pour la production primaire sylvicole et agricole. Ainsi, une partie des contextes écologiques hydromorphes (SOLS01 et SOLS02) sont utilisés en sylviculture et agriculture (1332.5 ha, soit 6% de la zone d'étude et 414.8 ha, soit 2% de la zone d'étude, respectivement).

Tableau 3: Croisement entre l'utilisation du sol et les contextes écologiques marginaux (source : SPW, 2022 ; traitements pour la zone d'étude).

Code UTS	Nom UTS	Code sols	Nom sols	Superficie (ha)	Pourcentage (%)
SYL	Utilisation primaire sylvicole	SOLS01	Sols tourbeux et à engorgement d'eau permanent	353.0	1.6%
		SOLS02	Sols à engorgement d'eau temporaire (h,i)	979.6	4.4%
		SOLS03	Fortes pentes (>20°)	232.0	1.0%
		SOLS04	Sols Superficiels	2.4	0.0%
		SOLS05	Sols à bon potentiel	13804.8	62.4%
NAT	Conservation de la nature	SOLS01	Sols tourbeux et à engorgement d'eau permanent	414.7	1.9%
		SOLS02	Sols à engorgement d'eau temporaire (h,i)	305.6	1.4%
		SOLS03	Fortes pentes (>20°)	3.9	0.0%
		SOLS04	Sols Superficiels	0.0	0.0%
		SOLS05	Sols à bon potentiel	354.7	1.6%
AGR	Utilisation primaire agricole	SOLS01	Sols tourbeux et à engorgement d'eau permanent	116.9	0.5%
		SOLS02	Sols à engorgement d'eau temporaire (h,i)	297.9	1.3%
		SOLS03	Fortes pentes (>20°)	3.2	0.0%
		SOLS04	Sols Superficiels	9.1	0.0%
		SOLS05	Sols à bon potentiel	3673.0	16.6%
ART	Utilisation résidentielle, secondaire et tertiaire	SOLS01	Sols tourbeux et à engorgement d'eau permanent	24.6	0.1%
		SOLS02	Sols à engorgement d'eau temporaire (h,i)	37.7	0.2%
		SOLS03	Fortes pentes (>20°)	15.5	0.1%
		SOLS04	Sols Superficiels	1.0	0.0%
		SOLS05	Sols à bon potentiel	1040.7	4.7%
AUT	Autres usages	SOLS01	Sols tourbeux et à engorgement d'eau permanent	37.9	0.2%
		SOLS02	Sols à engorgement d'eau temporaire (h,i)	33.2	0.1%
		SOLS03	Fortes pentes (>20°)	5.1	0.0%
		SOLS04	Sols Superficiels	0.4	0.0%
		SOLS05	Sols à bon potentiel	384.1	1.7%

### 3.5 Les cartographies qualitatives

Sur base des croisements cartographiques ainsi réalisés et de la matrice des capacités disponible, il est ensuite relativement facile de produire des cartographies de services simplifiées à des fins de communication et de vulgarisation. Ce sont ces cartes qui serviront principalement de support lors de la présentation des informations à la journée participative du 13 juillet 2022.

Les cartes ainsi produites sont disponibles à l'annexe 1 du présent document.

## 4 Cartographie des données biophysiques

L'exercice de la matrice a pour objectif principal de sensibiliser l'opinion publique et le monde politique à cette thématique et aux enjeux auxquels elle tente de répondre.

Elle doit être complétée par d'autres approches pour une évaluation intégrée des services et présente des limitations et des simplifications.

Outre l'approche de photo-élicitation qui fait l'objet d'un rapport séparé, il a été jugé intéressant de compléter l'approche simplifiée de la matrice des capacités par une approche plus détaillée pour certains services. Le choix des services à détailler ne s'est plus réalisé uniquement sur base de leur importance, mais également sur base des données disponibles en Wallonie pour les représenter. En effet, certains services, bien qu'importants, sont difficilement cartographiables en raison d'un manque de données ou de modèles permettant de les représenter de manière scientifiquement robuste.

D'une manière générale, les trois piliers sont représentés de manière équilibrée en terme de nombre. Les méthodologies utilisées pour ces représentations s'inspirent des meilleures méthodes connues en Wallonie à ce jour pour ces évaluations.

Les sources sont diverses :

- soit une méthodologie directement issue d'une convention entre le SPW et un organisme de recherche (exemple : AQUAMOD pour le modèle EPICgrid sur le bilan hydrologique et la qualité des eaux - Gembloux AgroBioTech - ou CARBIOSOL pour le stock de carbone organique total dans les sols - UCLouvain),
- soit l'application sur le périmètre d'étude d'une méthode de calcul utilisée dans l'outil Nature Value Explorer (exemple : amélioration de la qualité de l'air par capture des poussières ou atténuation par la végétation du bruit en provenance des grands axes routiers) ou dans d'autres programmes de recherche (exemple : convention GISER).

L'évaluation des services n'est pas une science exacte et de nouvelles données pourraient venir compléter soit la liste des services cartographiés (nous pensons notamment aux services estimant les stocks de bois dans le pilier approvisionnement qui ont fait l'objet d'inventaires de terrain spécifiques), soit le type d'indicateur (offre réelle, offre potentielle, demande...) ou améliorer la méthodologie proposée.

Les services qui ont fait l'objet d'une cartographie plus détaillées sont les suivants :

- **Pilier approvisionnement :**
  - **Produits agricoles.** Cette cartographie a pour but de représenter les services 'grandes cultures', 'prairies' et 'élevage' du jeu de cartes de photo-élicitation. Les données relatives aux petits élevages et petites cultures ne sont pas disponibles à notre connaissance et nous n'avons pas été en mesure d'estimer les produits issus de la forêt.
  - **Matériaux (bois).** Cette catégorie a pour but de représenter le service de production de bois théorique. C'est à ce stade une grossière simplification

(moyenne de bois fort tige en Ardenne par type de peuplements par classe de drainage issues de l'inventaire permanent forestier) et ne représente que l'offre potentielle et pas l'offre réelle. Nous n'avons pas été en mesure de proposer d'évaluation quantitative des productions de plantes, matière organique.

- **Pilier régulation – régulation des évènements extrêmes :**
  - Protection contre l'érosion. Ce service est évalué sur base des données issues de la convention GISER (équation de perte en sol).
  - Recharge des nappes. Ce service est évalué sur base des données issues de la convention AQUAMOD (modèle EPICgrid).
- **Pilier régulation – régulation du climat :**
  - Stockage de carbone dans la biomasse. Ce service est évalué sur base de données issues de l'inventaire permanent des ressources forestières de Wallonie et de données de densité de bois et de facteur d'expansion variables en fonction de l'essence.
  - Stockage de carbone dans les sols. Ce service est évalué sur base des données issues de la convention CARBIOSOL (GSOC map).
  - Evapotranspiration. Ce service est évalué sur base des données issues de la convention AQUAMOD (modèle EPICgrid).
- **Pilier régulation – régulation des nuisances/pollutions :**
  - Amélioration de la qualité de l'air. Ce service est évalué sur base de la capacité de la végétation à capter les particules fines (PM10). La carte des concentrations en PM10 a été fournie par l'AWAC.
  - Mitigation du bruit. Ce service est évalué sur base de la capacité de la végétation à limiter la propagation du bruit. Il se base sur les données de cartographie de bruit issu du trafic routier sur les tronçons reprenant plus de 3 millions de véhicules par an (SPW, rapportage 2017).
  - Purification de l'eau. Ce service est évalué sur base des données issues de la convention AQUAMOD (modèle EPICgrid).
  - Atténuation de la pollution lumineuse. Ce service est représenté sur base des données issues de la carte <https://www.lightpollutionmap.info/> par Jurij Stare (version 2.8.16) et des données de la NASA (VIIRS 2021).
- **Pilier culturel – environnement pour les activités de loisirs: Valeur récréative.** Ce service est évalué sur base de données issues de la convention SPW – Gembloux AgroBioTech sur les services écosystémiques.
- **Pilier culturel – environnement source d'inspirations, de valeurs et d'héritage: Valeur de non usage.** Ce service est évalué sur base d'une évaluation de la qualité biologique des habitats.

Les catégories suivantes n'ont pas du tout été abordées par nos cartographies quantitatives :

- Pilier d'approvisionnement : ensemble des énergies fournies à partir de biomasse végétale ou animale ou à partir des ressources renouvelables que nous utilisons à des fins énergétiques. Le périmètre ne comprend en effet pas d'éoliennes ou de panneaux solaires (hors toitures).
- Pilier régulation : la régulation des processus biologiques. Ces processus sont en effet extrêmement complexes à modéliser et dépendent de paramètres difficilement disponibles sans visites de terrain approfondies.
- Pilier culturel : l'environnement source d'expérience et de connaissance. Il semblerait que les hébergements en forêt soient très peu présents au sein du périmètre. Une cartographie des infrastructures type « panneaux didactiques » existants pourrait en partie combler cette lacune.

La méthodologie de production de ces cartes est détaillée ci-après. Les cartes sont disponibles dans l'annexe 2 au format A4. Elles apparaissent dans l'annexe 2 dans le même ordre que leur ordre de présentation dans ce rapport.

#### 4.1 Pilier approvisionnement : Produits agricoles

La méthodologie utilisée pour estimer le pilier d'approvisionnement en lien avec le service d'alimentation au sens large (production des cultures, cultures fourragères et prairies de manière indissociée) est tirée de la méthodologie présentée dans l'outil Nature Value Explorer (<https://www.natuurwaardeverkenner.be/#/>).

La production de produits agricoles fait référence aux cultures agricoles et au fourrage issu des prairies qui sont récoltées au sein de la zone. Le bénéfice qui en est tiré est considéré comme égal à la valeur ajoutée des biens produits sur ces parcelles.

Pour l'évaluation quantitative et monétaire, seules les parcelles situées en production primaire agricole sont considérées. La quantification se base sur la carte d'occupation des sols et sur les comptes des profits et pertes des exploitations agricoles basés sur le concept de marge brute standard. La marge brute standard par hectare ou unité de bétail se définit comme la valeur de la production par hectare ou tête de bétail moins les coûts de facteurs de production variables.

La marge brute standard est un concept européen. Il permet de donner une idée du revenu d'une exploitation en condition normales (en additionnant les différentes spéculations de l'exploitation). Ce système de marge brute standard, utilisé jusqu'en 2010, permettait de réaliser la typologie des exploitations ; c'est-à-dire qu'elle permettait de classer les exploitations dans l'orientation « Lait » ou « Grandes Cultures » ou « Viande », etc... Depuis 2010, ce concept n'est plus utilisé en Wallonie pour calculer ces typologies et il a été remplacé par la production brute standard (PBS). Le système suit la même philosophie sauf qu'il ne prend en compte que les produits (hors primes) dans le calcul.

Le fait de prendre en compte les frais d'exploitation dans le calcul de la valeur du service écosystémique relatif à la production agricole semble refléter correctement la valeur nette du produit (différence entre valeur de production et coût de production). Les valeurs utilisées dans l'outil sont moyennées entre les années 2015-2019 pour prendre en compte les variations annuelles des marchés.

L'indicateur de marge brute ne convient pas aux cultures fourragères. Pour ces cultures, les prix du marché ne peuvent être utilisés car la majorité des cultures fourragères ne sont pas vendues, mais utilisées comme aliments pour animaux. Une méthode alternative consiste à diviser les marges brutes des exploitations bovines (exploitation laitières et viandeuses confondues) par les superficies des parcelles de cultures fourragères et prairies de l'exploitation. On obtient ainsi un facteur de rendement par ha de cultures fourragères et prairies.

La **marge brute des cultures** a été calculée pour la Wallonie en se basant sur la production brute et moyennant les hypothèses suivantes :

- Les données sont calculées sur base des années 2015-2019,
- Un échantillon minimal de 10 observations est considéré par culture,
- Pour les betteraves, la prime qui est payée dans l'année N+1 est prise en compte dans les calculs.

Les travaux par tiers ont été retirés de l'analyse pour les raisons suivantes :

- Les travaux par tiers représentent des travaux forts différents en fonction du contexte de l'exploitation (exemple : uniquement les moissons ou pour les moissons

et l'épandage...), les travaux par tiers moyennés pour toutes les exploitations d'une même culture, mais ces valeurs ne reprennent pas la même chose,

- Les exploitations qui ne font pas de travaux par tiers ont aussi des frais : carburants, utilisation de la machine, temps ,... ces frais-là ne sont pas compris dans la marge brute. Prendre en compte les travaux par tiers reviendrait à considérer de manière différente les deux pratiques en « avantageant » les exploitations qui ne recourent pas aux travaux par tiers.

Par ailleurs, les hypothèses suivantes sont faites pour la méthodologie appliquée :

- La marge brute ne comprend que les coûts d'exploitation, pas les coûts fixes,
- Les résultats d'exploitation sont uniquement fonction des superficies cultivées par culture exprimées en ha,
- Les chiffres clés utilisés sont basés sur l'occupation du sol du parcellaire agricole anonyme de 2019. La composition des cultures varie fortement d'une année à l'autre. Cela n'est pas pris en compte. La variation des rendements des cultures est par contre elle prise en compte en utilisant une valeur moyenne des bilans bruts sur les années 2015-2019.
- Les chiffres agricoles ne couvrent qu'un échantillon d'exploitations et toutes les cultures ne sont pas étudiées. Nous utilisons les valeurs moyennes des cultures disponibles pour les cultures de la même classe.
- La donnée source pour la cartographie des éléments de l'occupation du sol en lien avec le service de production agricole est le parcellaire SIGEC (2019). Des regroupements ont dû être effectués dans les catégories détaillées du SIGEC. La principale précaution à noter dans ce regroupement est le fait qu'aucune distinction n'est faite dans NVE entre les différents types de céréales. Ainsi, l'orge, le froment, l'escourgeon,... sont tous regroupés dans une seule classe.

La marge brute des différentes cultures est présentée au Tableau 4.

Tableau 4: Marge brute des cultures pour les années 2015-2019 – toutes régions agricoles confondues (source : SPW, direction de l'analyse économique agricole, traitements Camille Delfosse)

Cultures 2015-2019 (toutes les RA confondues) - Nom de la culture	Nombre d'exploitations	MB travaux par tiers NON compris			
		P25	P50	P75	Moyenne
Autres céréales	181	610.5	888.6	1164.8	902.0
Autres légumes secs (y comp. sem. et mélange cér./lég. secs)	61	401.2	966.7	1391.3	956.2
Avoine d'hiver	37	549.9	706.6	1040.1	820.7
Avoine d'été	117	454.4	633.6	837.9	650.3
Betteraves sucrières (non compris semences)	580	1234.6	1559.0	1858.3	1545.7
Chicorée à sucre	80	1794.0	2426.7	2639.9	2270.2
Epeautre	571	572.9	916.6	1307.9	974.2
Escourgeon (orge d'hiver)	534	618.7	927.2	1161.9	905.8
Froment d'hiver	907	760.9	1028.0	1291.0	1044.2
Froment de printemps	20	484.3	612.1	771.6	604.8
Haricots verts (pour la conserverie)	45	1088.9	1678.0	1982.4	1611.5
Légumes en culture extensive de plein air	43	1036.6	1991.8	3708.9	2462.8
Mais grain	76	540.4	862.7	1142.0	892.0
Mais grain humide	21	548.5	925.1	1179.2	887.5
Orge de printemps	81	399.6	643.0	896.3	647.2
Plantes oléagineuses (colza etc.)	157	610.5	840.6	1021.2	823.9

Pois verts (pour la conserverie)	52	870.8	1144.2	1342.2	1206.1
Pommes de terre (mi-hâtives et tardives)	217	2280.1	3357.4	4631.1	3947.3

Pour les cultures fourragères, la marge brute se base sur les produits et les charges des exploitations d'herbivores (production bovine, sans distinction entre exploitations viandeuses et laitières). Les produits comprennent les produits des bovins et des cultures fourragères. Les charges quant à elles comprennent uniquement les charges affectables à la production bovine donc les semences/engrais/phytos des cultures fourragères mais également les aliments, les frais de vétérinaires, la paille, le matériel spécifique pour bovins,... La taille minimale des exploitations est fixée à 10 têtes de bétail. Les résultats de l'analyse sont présentés au Tableau 5.

Tableau 5: Marge brute des herbivores et cultures fourragères pour les années 2015-2019 – toutes régions agricoles confondues (source : SPW, direction de l'analyse économique agricole, traitements Camille Delfosse)

Années 2015-2019	P25	P50	P75	Moyenne
MB des herbivores et cultures fourragères €/ha de superficie fourragère	520	966	1655.39	1165.27

Le percentile utilisé pour représenter et cartographier la marge brute standard sur le territoire sont celles du P50 pour les sols de bonne aptitude et de P25 pour les cultures situées en contextes écologiques marginaux. Les chiffres sont exprimés en euros par hectare.

## 4.2 Pilier approvisionnement : Matériaux (bois)

La méthodologie développée ici est relativement simpliste. Nous n'avons pas à notre disposition de données de relevés des peuplements réalisés par les équipes du DNF ou du Parc et nous sommes dès lors repartis des données de l'inventaire forestier permanent.

Les données d'occupation du sol utilisées distinguent les grands types de peuplements : hêtres, douglas, épicéas, mélèzes, chênes, peupliers, bouleaux, autres résineux, autres feuillus (source : Forest is Life, Gembloux Agro BioTech, 2018). Pour chaque type de peuplement, nous avons extrait des données de l'inventaire forestier les moyennes de bois fort tige de l'essence principale de la futaie pour deux types de conditions de sol : les sols à drainage favorable qui ont été appliqués à nos SOLS 3, 4 et 5 de contextes écologiques et les sols à drainage h, i, e, f, g qui ont été appliqués à nos SOLS 1 et 2.

Les estimations produites sont en m<sup>3</sup> de bois fort tige. Cette information est une moyenne qui ne dépend que de la classe de drainage et du type d'essence et ne présente qu'une estimation très grossière de l'offre potentielle en terme de matériaux pour ces forêts. Il faudrait bien entendu raffiner l'information sur base de critères plus précis en matière de facteurs biophysiques (altitude, niveau trophique par exemple) et bien entendu de mode de gestion et d'âge des peuplements.

## 4.3 Pilier régulation – régulation des événements extrêmes

### 4.3.1 Protection des sols (lutte contre l'érosion)

Les écosystèmes régulent les phénomènes d'érosion en limitant les pertes de sols. Plus précisément, le couvert végétal protège le sol d'une partie des précipitations et du vent tandis que les racines participent à sa stabilisation. Plusieurs indicateurs permettent de mesurer

ce service : quantité de sols retenus par la végétation, nombre de ménages touchés par des coulées de boues, etc. Ce service assure le maintien de la qualité des sols et ainsi appuie les services de production végétale.

Les informations nécessaires au calcul de la perte en sols proviennent de la convention de recherche GISER pour le SPW et concernent :

- Le facteur LS est l'influence de la longueur de la pente et du degré de pente sur l'érosion.
- La susceptibilité du sol à l'érosion (facteur K) est calculée à partir de la structure du sol.
- Le facteur d'érodibilité de la pluie (facteur R)
- La sensibilité de la végétation à l'érosion (facteur C) est calculée sur la base de la couverture du sol.

Pour évaluer la sensibilité du sol à l'érosion, le calcul de perte en sol se base sur l'équation suivante Wischmeier et Smith, *Predicting Rainfall-Erosion Losses from Cropland East of the Rocky Mountains.*:

$$A \text{ (t/an)} = R * K * LS * C * P$$

Où

*R* : indice d'érosivité de la pluie, fonction de la quantité de pluie tombée par unité de temps

*K* : indice d'érodibilité du sol, fonction de la texture du sol et de sa teneur en carbone organique

*LS* : indice topographique, fonction de la pente et de la longueur de pentes

*C* : indice de couverture végétale et de pratiques culturales, fonction du couvert en place

*P* : indice d'aménagement anti-érosif

Le facteur C est obtenu sur base d'un tableau de correspondance entre l'occupation du sol et le facteur C, les valeurs du facteur K, LS et R sont obtenues sur base des données comprises dans les cartographies issues de la convention de recherche GISER. Le paramètre P est considéré constant (=1).

Cette équation permet de fournir des valeurs quantitatives de perte en sol.

#### 4.3.2 Recharge des nappes

Les données sont issues de la subvention SPW – Gembloux AgroBioTech intitulée : Modélisation prospective des impacts des pratiques agricoles sur la qualité du cycle de l'eau en Wallonie « Programme de recherche AQUAMOD ». Cette étude, qui s'est étalée sur un peu plus de 4 ans (1er décembre 2008 – 30 avril 2021), avait pour objectif principal de développer et d'utiliser le modèle EPICgrid afin d'évaluer l'impact des perturbations climatiques et anthropiques (pratiques agricoles) sur la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines en Wallonie.

Le modèle EPICgrid est un modèle hydrologique de bassin versant développé par l'Unité Systèmes Sol - Eau de Gembloux Agro-Bio Tech (ULg) (Sohier, 2011) sur base du modèle parcellaire EPIC (Williams et al., 1984).

Le modèle EPICgrid combine une description fine des relations entre le climat, l'eau, le sol et les plantes, telle que rencontrée dans les modèles 'Eau-Sol-Plantes' à l'échelle d'une parcelle élémentaire, et une description spatialement discrétisée du bassin versant ; en particulier, le modèle simule quotidiennement la croissance des plantes, la variation d'humidité du sol en relation avec la transpiration des végétaux.

Les données d'entrée utilisées pour la modélisation sont multiples :

- données météorologiques journalières (précipitations, données de l'évapotranspiration potentielle, température de l'air, CO<sub>2</sub>) ;
- données du milieu : topographiques, pédologiques, géologiques, taux de matière organique, ... ;
- données d'occupation du sol : zones urbanisées, types de cultures, types de forêts, ... ;
- paramètres de croissance des cultures ;
- données relatives aux pratiques agricoles : dates de semis et de récolte, type de travail du sol, quantités de fertilisants organiques et minéraux, ... ;
- ...

Le modèle EPICgrid simule, jour après jour, pour chaque maille du bassin versant pondérée de ses composantes, les flux d'eau et de nutriments (azote, phosphore) vers les eaux de surface et vers les eaux souterraines. Les bilans hydrologiques répartissent par bassin versant ou par masse d'eau les termes :

- d'évapotranspiration réelle ;
- de flux d'eau issus du sol et du sous-sol apportés directement aux eaux de surface (ruissellement direct et flux hypodermiques lents) ;
- et de flux de percolation, apportés aux eaux souterraines (recharge ou « pluie efficace »).

Les cartes proposées ici sont les valeurs directement extraites du modèle EPICgrid pour les années 2015-2018 pour les variables suivantes en relation avec la ressource en eau, à savoir : la recharge des nappes de base : moyenne annuelle sur la période 2015-2018. Les valeurs sont données en mm/an.

## 4.4 Pilier régulation – régulation du climat

### 4.4.1 Stockage de carbone dans la biomasse

Les plantes absorbent le carbone de l'environnement et l'utilisent pour accumuler de la biomasse. Le carbone est ainsi (temporairement) soustrait à l'atmosphère. Tous les types de végétations absorbent le carbone, mais les forêts jouent un rôle particulièrement important pour l'absorption. Dans les autres types de végétation, l'absorption du carbone est de nature plus temporaire, car le carbone est libéré dans l'environnement lorsque les plantes se décomposent.

La quantification du stockage de carbone dans la biomasse vivante se fait sur la base des valeurs de volume de bois fort tige en m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.an<sup>-1</sup> dont les calculs ont été présentés dans le service de production de bois.

Ce volume fait référence au bois fort tige et pour calculer le stockage annuel de carbone, il faut ajouter au volume calculé un volume de branches et de racines. Pour ce faire, on utilise les facteurs d'expansion de la biomasse (BEF). Une fois le volume total de l'arbre (partie aérienne et racinaire) estimée, il faut transformer le volume (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.an<sup>-1</sup>) en valeur de carbone (C.ha<sup>-1</sup>.an<sup>-1</sup>) sur base de la densité de carbone spécifique à l'espèce (exprimée en tonnes de C.m<sup>-3</sup>). La densité de carbone spécifique par essence se calcule sur base d'un facteur de densité du bois spécifique à l'essence qui est multiplié par une constante de 0.5 communément utilisée pour estimer la part de carbone stockée dans la biomasse ligneuse (Latte et al., 2013).

$$\text{Séquestration de C (MgC/ha.an)} = V * (1+BF) * WD * 0,5$$

Où

*V* = volume de bois fort tige – voir service de production

*BF* = facteur d'expansion de la biomasse, variable en fonction de l'essence- permet notamment de prendre en compte le volume racinaire

*WD* = facteur de densité du bois, variable en fonction de l'essence

*0,5* = constante de facteur de conversion en C

Les valeurs sont exprimées en MgC/ha.

#### 4.4.2 Stockage de carbone dans les sols

Les écosystèmes participent à la régulation du climat à diverses échelles : à l'échelle globale en séquestrant une partie des gaz à effet de serre et aux échelles régionale et locale en modifiant les variables climatiques telles que la température, l'humidité de l'air, la vitesse du vent.

La quantité de carbone organique dans le sol dépend de nombreux facteurs, parmi lesquels l'utilisation du sol, la texture du sol et le niveau des eaux souterraines jouent un rôle important.

Presque toutes les formes de travail du sol affectent négativement les stocks de carbone, les sols des écosystèmes naturels auront des stocks plus importants que les sols traités intensivement. Indépendamment de l'utilisation du sol, l'état d'humidité et la teneur en argile du sol déterminent principalement la capacité de stockage du carbone. Plus le sol est humide et plus la teneur en argile est élevée, plus le carbone peut être stocké. Les interventions de gestion telles que le drainage réduisent le stockage. Le facteur temps joue également un rôle important dans le stockage potentiel du carbone, en particulier pour des sols engorgés en permanence.

Les valeurs proposées ici sont celles issues directement de la convention CARBIOSOL (SPW).

En Wallonie, la convention CARBIOSOL a permis le développement d'indicateurs de la qualité biologique et du carbone organique des sols agricoles en Wallonie. Lors de cette convention, des estimations ont également été faites en forêt pour obtenir la carte de référence belge sur l'ensemble du territoire (carte GSOC – Global Soil Organic Carbon).

Le carbone organique total dépend du pourcentage de carbone organique dans l'échantillon de sol (%SOC), de la profondeur, de la densité apparente et de la charge caillouteuse. La profondeur considérée dans l'étude est de 30 cm.

Dans CARBIOSOL, le carbone organique total est spatialisé sur base de modèles GAM (Generalise Additive Models) à une résolution de 40x40m. Les covariables environnementales utilisées dans le modèle sont : l'occupation du sol, la texture, les attributs morphométriques, la hauteur d'eau du sol, les précipitations Chartin et al., « Mapping Soil Organic Carbon Stocks and Estimating Uncertainties at the Regional Scale Following a Legacy Sampling Strategy (Southern Belgium, Wallonia) »..

Les données observées utilisées pour calibrer le modèle pour la zone agricole sont les données collectées par le réseau CARBOSOL (592 sites, dont 371 sous cultures et 221 sous prairies).

Pour les sols forestiers, les données observées pour calibrer le modèle sont celles collectées par l'inventaire permanent forestier. Des ajustements ont été nécessaires car le %SOC n'est calculé que dans 10% des placettes, à une profondeur de 0-20 cm et aucune information n'était disponible sur la densité apparente ni la charge caillouteuse.

Les données sont fournies en MgC/ha.

### 4.4.3 Evapotranspiration

La carte proposée ici est directement extraite du modèle EPICgrid pour les années 2015-2018 pour la variable suivante en relation avec la ressource en eau : évapotranspiration réelle : moyenne annuelle sur la période 2015-2018. Les valeurs sont exprimées en mm/an.

## 4.5 Pilier régulation- régulation des nuisances/pollutions

### 4.5.1 Amélioration de la qualité de l'air

Les écosystèmes et leurs êtres vivants captent et séquestrent une partie des poussières, des polluants et des odeurs maintenant ainsi une certaine qualité de l'air. Ce service peut être mesuré de diverses façons : capacité de la végétation à séquestrer des polluants, poussières et odeurs, quantité de ces composés capturés par la biomasse végétale ou perception des acteurs vis-à-vis de la qualité de l'air ambiant. Il aide à maintenir un environnement de qualité et peut ainsi être associé aux services culturels liés à l'environnement de vie.

Les informations nécessaires pour le calcul sont d'une part la carte de l'occupation du sol et d'autre part, une carte de la concentration en PM<sub>10</sub> dans l'air. Cette donnée nous a été fournie par l'AWAC pour l'année 2020.

La contribution de la végétation au filtrage des composants polluants dépend du type de végétation, du type de contamination, de l'emplacement et de l'implantation de la végétation. De tous les types de végétation, les arbres captent le plus efficacement les polluants, suivis par les arbustes. Par conséquent, un score a été établi sur la base du taux de dépôt de particules en fonction du type de végétation telle que définie dans la carte d'occupation du sol.

Le cœur de l'analyse est l'estimation des taux de dépôt. Ceux-ci sont basés sur une modélisation du VITO. Pour les graminées et les feuillus, la modélisation VITO cadre bien avec les mesures et les études de modèles de la littérature. Pour les forêts de conifères, les estimations ont été ajustées à la hausse sur la base d'une étude de modèle détaillée récente de l'Université de Gand pour les forêts de conifères en Flandre, et cette valeur est plus conforme à celle de la littérature. Les chiffres clés pour les arbustes et l'eau sont plus incertains.

Pour les types d'écosystèmes pour lesquels aucune donnée de mesure n'était disponible, les chiffres existants pour les champs, les prairies, les arbustes et les forêts ont été extrapolés en fonction du type de végétation dans l'écosystème concerné pour lequel aucune donnée n'était disponible (par exemple, la bruyère était assimilée aux arbustes).

La formule suivante est utilisée pour déterminer la capture nette:

$$Capture = (D * C_{PM10} * 3.1536) * R$$

Où :

*D* est le taux de dépôt (cm.s<sup>-1</sup>)

*C<sub>PM10</sub>* est la concentration en PM<sub>10</sub> en µg.m<sup>-3</sup>

*R* est une constante de remise en suspension de 1 à 50 %

La capture de particules PM<sub>10</sub> est mesurée en kg.ha<sup>-1</sup>.an<sup>-1</sup>.

### 4.5.2 Mitigation du bruit

La carte de réduction du bruit ne calcule les effets de la végétation sur l'atténuation du bruit en provenance des axes très fréquentés pour lesquels des cartes de bruits sont disponibles.

L'effet de la couverture végétale dépend de la fréquence et des conditions météorologiques et n'est pas directement proportionnel à la distance. Il existe de grandes différences dans l'absorption du son pour les différents types de végétation. Cela est dû, entre autres, à la grande diversité de la végétation, par exemple des arbres à feuilles caduques ou des conifères, à la taille des arbres, à la quantité de feuillage et à la saison.

L'effet acoustique des forêts n'est significatif qu'à partir d'une largeur d'au moins 100 m (perceptible par l'homme) et a également un point de saturation (selon les effets pris en compte, il se situe autour de 200-300 m) (ISO9613-2:1996). Les chiffres rapportés pour la réduction du bruit sont entre 3 dB(A) et 16 dB(A) pour 100 à 200m de forêt (voir données collectées dans le cadre du projet ECOPLAN). Les résultats sont saisonniers (l'effet de réduction du bruit d'une forêt de feuillus en été est plus élevé). Toutefois, les estimations choisies constituent une estimation prudente de l'effet (des valeurs plus élevées sont rapportées dans certaines études étrangères) et peuvent donc être utilisées comme une moyenne annuelle approximative.

L'occupation du sol est divisée pour le calcul en 3 grands types de couverts : pas de végétation (surface imperméabilisées et bâtiments) (type 0), couvert herbacé et cultures (type 1), et forêt (type 3).

La capacité minimale et maximale de ces trois types de végétations à atténuer le bruit est reprise dans le Tableau 6.

Tableau 6: Evaluation quantitative de la capacité moyenne d'atténuation du bruit (en dB(A) par type de végétation pour autant qu'elle fasse minimum 200 mètres de large (source : NVE et ECOPLAN)

Type de végétation	Atténuation minimale (dB(A))	Atténuation maximale (dB(A))
Type 0	0	0
Type 1	3	6
Type 2	9	22

Les couches de données constituant les différentes cartographies du bruit découlent de la Directive européenne 2002/49/CE - "Environmental Noise Directive" (ou Directive Noise) - relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement. Au sens de la Directive, le bruit dans l'environnement est défini comme étant "le son extérieur non désiré ou nuisible résultant d'activités humaines, y compris le bruit émis par les moyens de transports, le trafic routier, ferroviaire ou aérien et provenant de sites d'activité industrielle tels que ceux qui sont définis à l'annexe I de la directive 96/61/CE du Conseil du 24 septembre 1996 relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution". La directive a été adoptée et transposée en Région wallonne par l'arrêté du Gouvernement wallon du 13 mai 2004 relatif à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement. Elles sont publiées sur WalOnMap et regroupent les informations relatives à la cartographie stratégique du bruit provenant notamment des axes routiers principaux supportant plus de 3 millions de véhicules par an en Wallonie.

Nous nous sommes basés sur l'indicateur LDEN qui représente un niveau sonore moyen provenant des axes routiers principaux concernés. Le LDEN (L=level, d=day, e=evening, n=night) est un indicateur du niveau de bruit global pendant une journée (jour, soirée et nuit), moyenné sur une année entière. Il représente le niveau d'exposition total au bruit et est utilisé pour qualifier la gêne liée cette exposition. Des valeurs du LDEN, exprimées en décibels pondérés A (dB(A)) (unité qui correspond au mieux à la sensibilité réelle de l'oreille humaine), ont été soustraites les valeurs prises par l'atténuation attendue en provenance de la végétation (Tableau 6).

Les valeurs sont dès lors fournies en dB(A).

### 4.5.3 Purification de l'eau

Les écosystèmes et leurs êtres vivants sont responsables de l'oxygénation, de la filtration, de la séquestration et de la dégradation des polluants, participant ainsi à la purification des eaux de surface et souterraines. Ces activités biologiques peuvent être mesurées de plusieurs manières : indicateurs de respiration microbienne, demande en eau de bonne qualité, etc. Ce service est à la base des services de production d'eau en assurant sa qualité.

Ce service écosystémique contribue à une meilleure qualité de l'eau.

Le modèle EPICgrid présenté au point 4.3.2, permet également de mettre en évidence différents indicateurs ayant trait aux pressions sur les eaux de surfaces et les eaux souterraines.

Nous avons choisi de représenter ici quatre indicateurs en lien avec ces pressions :

- 1 Flux d'azote vers les eaux souterraines. Les valeurs sont exprimées en kg/ha/an.
- 2 Flux direct (ruissellement direct et flux hypodermiques lents) d'azote vers les eaux de surface. Les valeurs sont exprimées en kg/ha/an.
- 3 Concentration en nitrate des eaux de lessivage à proximité des nappes de base. Les valeurs sont exprimées en mg/l et calculées sur une moyenne de 2015 à 2018.
- 4 Concentration en nitrate des eaux de lessivage à la base de la zone racinaire. Les valeurs sont exprimées en mg/l et calculées sur une moyenne de 2015 à 2018.

### 4.5.4 Atténuation de la pollution lumineuse

La pollution lumineuse se caractérise par la présence de lumière liée à l'éclairage artificiel nocturne. Elle a des conséquences sur la faune, la flore et les écosystèmes ainsi que des effets suspectés ou avérés sur la santé humaine.

Les données proposées pour ce service sont celles directement issues du site [www.lightpollutionmap.info](http://www.lightpollutionmap.info) par Jurij Stare.

C'est une application cartographique qui affiche du contenu lié à la pollution lumineuse. L'utilisation première était d'afficher les données VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) de la NASA de manière conviviale. Ces données, collectées depuis 2012, présente la radiance des points d'éclairage en  $10^{-9} \text{ W/cm}^2 \cdot \text{sr}$ .

## 4.6 Pilier culturel - environnement pour les activités de loisirs : Valeur récréative

Les services culturels représentent les opportunités d'expériences et de pratiques culturelles permises par l'existence d'un cadre naturel ou semi-naturel particulier.

Les écosystèmes dans leur ensemble (sol, relief, végétation, faune...), souvent couplés à des infrastructures d'origine humaine, fournissent un cadre rassemblant les conditions permettant l'exercice de loisirs tels que la marche ou randonnée, la course à pieds, la pratique du vélo ou de sports motorisés (moto cross, quad, ...) l'équitation, le canoë, kayak, pique-nique, parapente, ... Dans ce cas-ci, ces espaces naturels sont partagés, c'est-à-dire que les individus ou collectivités qui utilisent ce service n'empêchent pas l'utilisation par d'autres individus.

Seuls les aspects relatifs à l'environnement pour la vie courante et pour les loisirs sont abordés de manière directe dans notre évaluation quantitative, via l'estimation de l'importance des espaces pour les activités de loisirs et de tourisme. .

Les cartes proposées ici couvrent diverses formes de loisirs et de tourisme. Outre les activités spécifiques orientées vers la nature (observation des oiseaux, étude de la nature,

etc.), elle comprend également les loisirs dits doux (marche et vélo) et des activités spécifiques telles que le jeu, la marche, le VTT, la natation, la navigation de plaisance, la chasse et la pêche.

Les motifs de visite sont variés : détente et oxygénation, motifs sociaux (sorties en famille ou entre amis) et, dans une moindre mesure, motifs spécifiquement orientés vers la nature Goossen et de Boer, « Recreatiemotieven en belevingsferen in een recreatief landschap - literatuuronderzoek »..

Les estimations et les méthodes présentées ci-après sont issues de la convention intitulée « Mise en place d'outils opérationnels d'évaluation des services écosystémiques en Wallonie à toutes les étapes d'un projet (définition de la vision, conception et mise en œuvre) » entre le SPW/ARNE/DEMNA/DEE et l'ULiège (Gembloux Agro Biotech, Unité biodiversité et paysage).

Les éléments définissant la quantité et la qualité des zones récréatives par maille de 100x100 mètres sont définies sur base d'une somme de scores attribués à chaque maille du territoire en fonction de :

1 pour les scores positifs :

- sa diversité de couvert,
- la proximité de l'eau,
- ses qualités paysagères,
- la présence de zones culturelles ou historiques,
- la densité des sentiers publics,
- la densité de chemins balisés,
- la présence d'infrastructures pour accueillir les visiteurs.

2 pour les scores négatifs :

- la quiétude,
- la proximité de zones industrielles ou fortement bâties,
- les perturbations visuelles.

La demande pour les activités récréatives à vocation naturelle (en visites par an) sont définies comme la somme du :

- nombre de visites par habitant, réparties en visites locales (à pied et à vélo) et supra-locales, et extrapolé au nombre total d'habitants,
- nombre total de touristes (personnes séjournant au moins une nuit) à vocation 'nature' uniquement (entrées dans des attractions à vocation 'naturelles' ou pourcentage des nuitées totales sur base d'une enquête auprès des touristes).

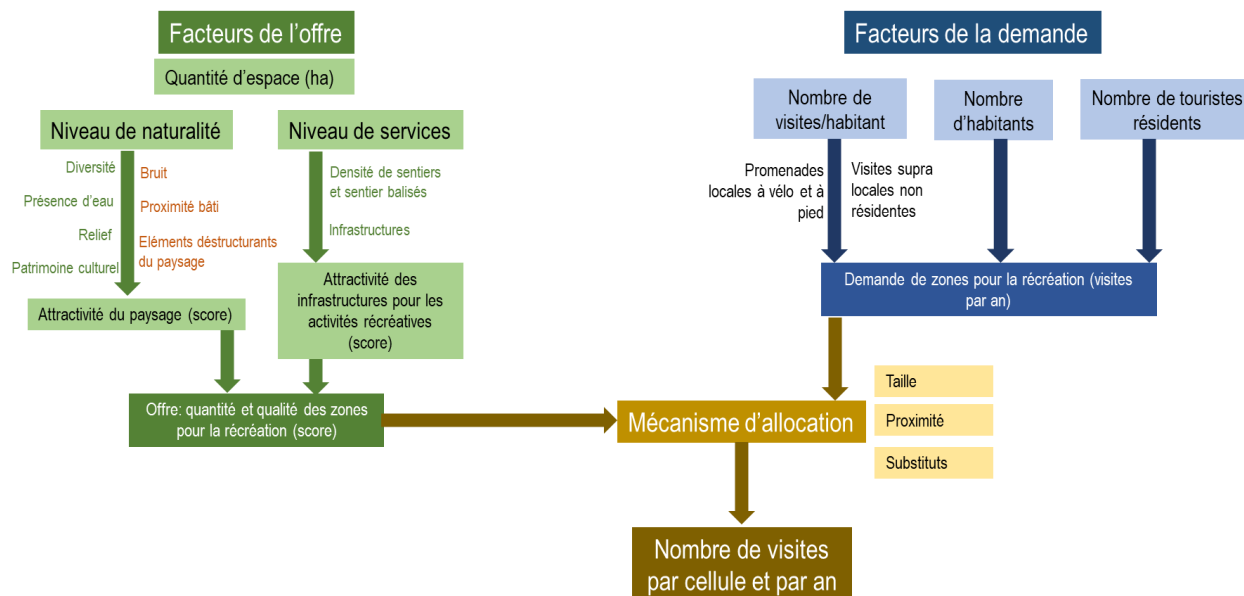


Figure 2: Modèle récréatif (adapté de De Nocker et al. 2016)

Les détails du mécanisme d'allocation des visites par maille du territoire sont disponibles dans le rapport final de la convention.

On distingue :

Le **nombre de visites locales** (depuis le domicile) à pied et à vélo par cellule. Ce nombre dépend des paramètres suivants :

- Le nombre d'habitants dans la zone d'influence qui sont susceptibles de venir visiter la maille car leur lieu de résidence est situé à une distance de moins de 5 km (pied) ou moins de 10 km (vélo),
- Le nombre de visites locales par habitant et par an,
- La valeur du score d'attractivité de la maille comparée à l'attractivité des mailles de la zone d'influence (une maille aura d'autant moins de probabilité de venir se faire visiter qu'elle a une valeur de score faible tandis que les autres scores de la zone d'influence sont élevés),
- Le nombre de cellules qui seront effectivement parcourues par le promeneur ou le cycliste.

**Les visites supra-locales sans nuitées.** Elles ont ceci de particulier qu'elles doivent avoir lieu dans des zones qui sont théoriquement plus attractives pour la promenade que les zones choisies pour les sorties locales depuis le domicile. Il convient donc de sélectionner dans la carte des scores d'attractivité uniquement les zones avec un niveau de naturalité important et d'une taille suffisante. L'hypothèse prise dans cette étude est la suivante : les zones doivent être naturelles (forêts, zone naturelle, eau) et avoir une taille minimale de 15 ha. On supprime de ces zones également toutes les zones militaires, les zones fortement urbanisées et les zones autour des autoroutes et des chemins de fer.

**Les visites supra-locales avec nuitées (touristes résidents).** Les valeurs de la demande se basent sur les statistiques de disponibilité en logement par type d'hébergements auxquelles sont appliqués un pourcentage d'occupation et de visites dans un but de loisirs en lien avec la nature. La répartition de ces touristes résidents dans les mailles autour de leur lieu de villégiature se fait ensuite selon la même logique que celle des visiteurs locaux, en considérant qu'ils se rendent dans un rayon de 20 km autour de leur lieu de villégiature et qu'ils effectuent en moyenne 7,5 km de promenade.

Les valeurs sont exprimées en nombre de visiteurs par an.

#### 4.7 Pilier culturel - environnement source d'inspirations, de valeurs et d'héritage : Valeur de non usage

Les services culturels visés ici représentent les opportunités d'expériences et de pratiques culturelles permises par l'existence d'éléments de biodiversité aux caractéristiques particulières.

Les différents éléments de la biodiversité (les individus, les espèces, les écosystèmes, les paysages, ...) sont à l'origine de nombreuses émotions et de sentiments. Il s'agit par exemple d'une qualité esthétique ou sonore, d'une odeur, d'un souvenir, ... qui va provoquer des sentiments, un ressenti chez l'individu et/ou auquel celui-ci va accorder du sens. Les sentiments suscités et le sens accordé à l'expérience sont propres à chaque individu; c'est pourquoi une même expérience ou un même service culturel sera qualifié d'inspiration, d'apprentissage, de spiritualité ou autres selon la personne qui la vivra. Ces expériences et pratiques culturelles apportent des bénéfices physiques, intellectuels, sociaux et/ou culturels.

Ces services sont par définition plus difficiles à mesurer.

Une estimation a été produite sur base de la qualité biologique des habitats. Ceux-ci sont classés en 3 grandes catégories sur base des informations dont nous disposons :

Les sites à **très haute valeur biologique** sont les suivants :

- UG02, 06, 07 et Temp\_01 des sites Natura 2000,
- RND (réserves naturelles domaniales) et RNA (réserves naturelles agréées) selon la Loi de conservation de la nature (LCN),
- RF (réserves forestières) selon la LCN,
- Les sites repris en SGIB,
- Les sites repris comme d'intérêt pour la biodiversité dans la cartographie des écotopes (source : LifeWatch, version 4.3, 2018).

Les **sites à haute valeur biologique** sont les autres forêts feuillues en Natura 2000.

Les **sites à valeur biologique faible** sont représentées par le solde.

Les valeurs proposées dans la carte sont catégorielles et ne présentent pas d'unité.

## 5 Conclusions

Le présent rapport avait pour but de présenter les méthodologies d'évaluation des services écosystémiques réalisés dans le cadre de la mission intitulée ' Mise en place d'une approche d'évaluation des services écosystémiques pour la candidature de la Forêt d'Anlier au titre de Parc national'. Il ne représente qu'une première partie de l'approche d'évaluation des services et s'accompagne d'un exercice de photo-élicitation qui s'est tenue le mercredi 13 juillet en présence d'un groupe de participants choisis et invités par le Parc Naturel.

Les cartographies présentées dans ce rapport et consultables en Annexe 1 (cartes qualitatives) et 2 (cartes quantitatives) au format A4 ont permis de servir de support à cette journée.

Elles ont été complétées à la suite de cette journée et le présent rapport présentait leur version finale en date du 23 août 2022.

## 6 Références bibliographiques

- Chartin, Caroline, Antoine Stevens, Esther Goidts, Inken Krüger, Monique Carnol, et Bas van Wesemael. « Mapping Soil Organic Carbon Stocks and Estimating Uncertainties at the Regional Scale Following a Legacy Sampling Strategy (Southern Belgium, Wallonia) ». *Geoderma Regional* 9 (juin 2017): 73-86. <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2016.12.006>.
- De Nocker, Leo, Inge Liekens, Rik Hendrix, et Jeremy De Valck. « Mapping Demand and Supply for Recreation in Green Areas », 2016, 1.
- Goossen, C.M., et T.A. de Boer. « Recreatiemotieven en belevingsferen in een recreatief landschap - literatuuronderzoek ». Alterra-rapport 1692, ISSN 1566-7197 - in opdracht van Ministrie van VROM, 2008.
- Latte, Nicolas, Gilles Colinet, Adeline Fayolle, Philippe Lejeune, Jacques Hébert, Hugues Claessens, et Sébastien Bauwens. « Description of a New Procedure to Estimate the Carbon Stocks of All Forest Pools and Impact Assessment of Methodological Choices on the Estimates ». *European Journal of Forest Research* 132, n° 4 (1 juillet 2013): 565-77. <https://doi.org/10.1007/s10342-013-0701-6>.
- Sohier C., 2011. Développement d'un modèle hydrologique sol et zone vadose afin d'évaluer l'impact des pollutions diffuses et des mesures d'atténuation sur la qualité des eaux en Région wallonne (thèse de doctorat). Université de Liège – Gembloux Agro-Bio Tech, 338 p., 30 tabl., 146 fig.
- Williams J.R., Jones C.A., Dyke P.T., 1984. A modelling approach to determining the relationship between erosion and soil productivity. *Transactions of the ASAE*. 27, 129-144.
- Wischmeier, Walter H., et Dwight David Smith. *Predicting Rainfall-Erosion Losses from Cropland East of the Rocky Mountains: Guide for Selection of Practices for Soil and Water Conservation*. U.S. Department of Agriculture, 1965.