



Logiciel NVE – Wallonie

Adaptation du logiciel Nature Value Explorer développé par le VITO, en vue de disposer d'un outil opérationnel d'évaluation des services écosystémiques en Wallonie

Manuel utilisateur

Février 2022

LOGICIEL NVE – Wallonie
Manuel utilisateur
Février 2022

Version 2.1

Dernière date de modification : février 2022

Équipe du projet

Marc Dufrière
Marie Pairon

Biodiversité - Services écosystémiques - Biens communs
UR BIOSE/Axe Biodiversité et Paysages - UR TERRA
Université de Liège - Gembloux Agro-Bio Tech
Passage des Déportés, 2
B-5030 Gembloux, Belgique



Inge Liekens
Steven Broekx

VITO NV
Unit RMA (environmental modelling)
Boeretang 200
B-2400 Mol, Belgique



Composition du comité d'accompagnement

Le comité d'accompagnement de la mission est chargé de la coordination globale des projets ainsi que de la vérification et validation des prestations. Il est composé des membres de l'équipe de projet et pour le pouvoir adjudicateur du fonctionnaire dirigeant (Catherine Généreux), et de : Adam Sophie (SPW Mobilité et Infrastructures - Département Expertises Hydraulique Environnement - Direction des Etudes environnementales et paysagères), Baillij Michel (SPW Agriculture, Ressources naturelles et environnement - Département de la Nature et des Forêts - Direction des Ressources forestières), Brahic Yvan (SPW Agriculture, Ressources naturelles et environnement - Département du Développement, de la Ruralité et des Cours d'eau et du Bien-être animal - Direction de l'Aménagement foncier rural), de Thysebaert Didier (SPW Agriculture, Ressources naturelles et environnement - Département de l'Étude du milieu naturel et agricole - Direction de l'État environnemental), Detiffe Nicolas (SPW Agriculture, Ressources naturelles et environnement - Département du Développement, de la Ruralité et des Cours d'eau et du Bien-être animal - Direction des Cours d'eau non navigables), Engels Patrick (SPW Agriculture, Ressources naturelles et environnement - Département de l'Étude du milieu naturel et agricole - Direction de la Coordination des Données), Fermin Nicolas (SPW Agriculture, Ressources naturelles et environnement - Département de l'Environnement et de l'eau - Direction des eaux de surface), Fierens Corentin (SPW Agriculture, Ressources naturelles et environnement - Département du Sol et des Déchets - Direction de la Protection des sols), Joiris Eric (SPW Agriculture, Ressources naturelles et environnement - Département de la Nature et des Forêts - Direction de la Nature et des Espaces verts), Lebeau Julie (SPW Agriculture, Ressources naturelles et environnement - Département de la Nature et des Forêts - Direction de la Nature et des Espaces verts), Marée Sophie (CR Senne - LIFE BELINI), Mulders Christian (SPW Agriculture, Ressources naturelles et environnement - Département de l'Environnement et de l'eau - Cellule intégration Agriculture-Environnement), Poncelet Catherine (SPW Agriculture, Ressources naturelles et environnement - Département du Développement, de la Ruralité et des Cours d'eau et du Bien-être animal - Direction des Cours d'eau non navigables), Rollin Xavier (SPW Agriculture, Ressources naturelles et environnement - Département de la Nature et des Forêts - Direction de la Nature et des Espaces verts).

Table des matières

1.	Pourquoi ce manuel et l’outil NVE ?	10
2.	L’évaluation des services écosystémiques.....	11
2.1.	Que sont les services écosystémiques ?	11
2.2.	Pourquoi évaluer les services écosystémiques ?.....	12
2.3.	Quelle est la valeur économique d’un écosystème ?.....	12
2.4.	Pourquoi évaluer la valeur économique des écosystèmes ?	13
3.	Qu’est ce qui se cache derrière l’outil Nature Value Explorer (NVE) ?	15
3.1.	Quels écosystèmes ?	15
	Rivières et lacs	15
	Zones humides	15
	Landes et arbustes	15
	Prairies maigres riches en espèces.....	15
	Forêts	16
	Terres cultivées et prairies.....	16
	Terres à végétation éparse	16
	Zones urbaines	16
3.2.	Quels services écosystémiques ?.....	16
3.3.	Les méthodes utilisées	19
	Une approche pyramidale	19
	L’appréciation qualitative	20
	L’évaluation quantitative	20
	L’évaluation monétaire	21
	Traduction sous forme d’indicateurs	21
3.4.	Données cartographiques d’entrée.....	22
	Cartographie de l’occupation/utilisation des sols	22
	Cartes des sols et topographie	23
	Cartes relatives aux forêts	26
	Cartes des scores pour les services culturels récréatifs.....	26
	Autres cartographies nécessaires	32
3.5.	Résultats.....	36
	Quoi ?.....	36
	Comment l’utiliser ?.....	37
	Utilisation dans le cadre d’une étude d’incidences.....	37
3.6.	Limitations	40

Tous les services ne sont pas couverts de la même manière	40
Risque de double comptage	40
Incertitude lors du transfert de valeurs	41
Autres restrictions.....	41
4. L’outil web : un outil vivant	41
4.1. Précision de certaines méthodes et de certains services	41
4.2. Fonctionnalités améliorées.....	41
4.3. Participation des utilisateurs	42
5. Guide pratique d’utilisation de l’outil	43
5.1. S’enregistrer.....	43
5.2. Mon écran d’accueil	44
5.3. Créer un nouveau scénario	45
Définir la zone d’étude.....	45
Ajout d'une mesure.....	48
Consulter ou changer l’information de base	51
Information supplémentaire	52
Services écosystémiques	53
5.4. Les résultats	54
Evaluation qualitative.....	55
Evaluation quantitative	57
Evaluation monétaire.....	58
Tableau de bord	59
Téléchargement de tous les résultats	60
5.5. Retours d’expérience	61
6. Evaluation de la valeur écologique.....	63
6.1. Description.....	63
6.2. Evaluation qualitative	63
6.3. Eléments d’attention - hypothèses	64
6.4. Traduction sous forme d’indicateur	64
7. Evaluation des services : services d’approvisionnement	65
7.1. Alimentation	65
Production agricole	65
Animaux sauvages terrestres.....	68
Plantes et champignons sauvages terrestres comestibles	69
Poissons, crustacés et mollusques élevés des eaux douces	70
7.2. Eaux.....	71
7.3. Matériaux.....	72

Production de bois	72
Autres plantes et animaux (ornements, matériaux,...)	77
7.4. Energie issue de la biomasse	77
Arbres et résidus ligneux à des fins énergétiques	78
Matière organique issue de l’agriculture et des déchets à des fins énergétiques	78
8. Evaluation des services : services de régulation.....	79
8.1. Pollutions	79
Bioremédiation des sols pollués.....	79
Amélioration de la qualité de l’air par la capture des poussières	79
Purification des eaux de surface et souterraines	82
Mitigation du bruit	90
Mitigation des impacts visuels et des odeurs.....	90
8.2. Evénements extrêmes : Prévention des inondations, de l’érosion et rétention des sédiments	91
Infiltration	91
Protection contre les inondations	95
Protection contre la perte en sol et l’érosion hydrique diffuse.....	95
8.3. Régulation du climat.....	100
Séquestration de carbone dans les sols.....	100
Séquestration de carbone dans la biomasse	107
8.4. Processus biologique.....	110
Service de pollinisation	110
Contrôle biologique.....	113
Maintien des habitats tout au long du cycle de vie des espèces.....	113
9. Evaluation des services : services culturels	115
9.1. Services culturels totaux – préférences exprimées	115
Description	115
Points d’attention.....	117
9.2. Environnement pour les loisirs : valeur récréative	117
Appréciation qualitative.....	122
Evaluation quantitative	122
Evaluation monétaire.....	122
Points d’attention.....	123
Traduction sous forme d’indicateur	123
Exemple de calcul.....	123
9.3. Environnement de la vie courante	125

Environnement biologique des lieux de vie, de travail ou d'études : augmentation de la valeur des résidences	125
Environnement biologique des lieux de vie, de travail ou d'études : effets sur la santé au contact de la nature	126
9.4. Source d'expériences et de connaissance	130
Description	130
9.5. Source d'inspiration et de valeurs	131
Description	131
9.6. La valeur de non-usage	131
Evaluation quantitative et monétaire	131
Les données à utiliser.....	132
Exemple de calcul.....	132
10. Conclusion.....	133
11. Références	134

Liste des tableaux

TABLEAU 1: SCORES POUR LA CARTE DU RELIEF	28
TABLEAU 2: SCORES POUR LA CARTE DES ÉLÉMENTS CLASSÉS	28
TABLEAU 3: SCORE POUR LA PRÉSENCE DE BÂTI EN FONCTION DU POURCENTAGE DE BÂTI ET DE BÂTI INDUSTRIEL DANS LES 500 M AUTOUR DU PIXEL (SOURCE : DE NOCKER ET AL., 2016).	29
TABLEAU 4: SCORE POUR LA PRÉSENCE D'ÉLÉMENTS DÉSTRUCTURANTS (SOURCE : DE NOCKER ET AL., 2016)	30
TABLEAU 5: SCORES D'ATTRACTIVITÉ POUR LES DENSITÉS DE SENTIERS DANS UNE MAILLE (SOURCE : DE NOCKER ET AL., 2016)	31
TABLEAU 6: VALEURS PRISES PAR LES INDICATEURS DE RARETÉ, QUALITÉ BIOLOGIQUE, VULNÉRABILITÉ ET REMPLAÇABILITÉ	33
TABLEAU 7: GROUPES DE BIOTOPES ET SUPERFICIES ASSOCIÉES (SOURCE : GBXAGROBIOTECH – THÈSE AXEL BOURDOUXHE).....	35
TABLEAU 8: EVOLUTION DE LA CROISSANCE DÉMOGRAPHIQUE EN RÉGION WALLONNE (MOYENNE DES POURCENTAGES PAR AN PAR DIZAINES D'ANNÉES) (SOURCE : 1991-2019 : OBSERVATIONS, STATBEL; 2020-2071 : PERSPECTIVES - MISE À JOUR COVID-19, BFP ET STATBEL)	38
TABLEAU 9: MARGE BRUTE DES CULTURES POUR LES ANNÉES 2015-2019 – TOUTES RÉGIONS AGRICOLES CONFONDUES (SOURCE : SPW, DIRECTION DE L'ANALYSE ÉCONOMIQUE AGRICOLE, TRAITEMENTS CAMILLE DELFOSSE)	67
TABLEAU 10: 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).....	68
TABLEAU 11: EXTRAIT DE LA TABLE DE DONNÉES POUR L'ÉVALUATION DU SERVICE DE PRODUCTION DE BOIS (SOURCE : LIEKENS, SMEETS, ET STAES 2018)	74
TABLEAU 12: PRIX DE VENTE DES GRUMES SUR PIED (MOYENNE SUR LES CLASSES DE CIRCONFÉRENCE, PRIX 2020)	74
TABLEAU 13: VALEURS QUALITATIVES, QUANTITATIVES ET MONÉTAIRES POUR L'ÉVALUATION DU SERVICE RELATIF À LA CAPTURE DES PARTICULES FINES.....	81
TABLEAU 14: SCORE POUR L'ÉVALUATION QUALITATIVE (SOURCE : ECOPLAN 2016)	85
TABLEAU 15: POTENTIEL MAXIMAL DE DÉNITRIFICATION BASÉ SUR LA DIFFÉRENCE ENTRE LE NIVEAU HAUT (GHG) ET LE NIVEAU BAS (GLG) DE LA NAPPE EN %.....	85
TABLEAU 16: DÉBIT MAXIMAL D'ALIMENTATION EN FONCTION DU NIVEAU DES EAUX SOUTERRAINES (SOLS LOURDS: A, L, E, U, G, V, ET COMBINAISONS MM/JOUR) (SOURCE: PINAY ET AL. (2007)).....	86
TABLEAU 17: DÉBIT MAXIMAL D'ALIMENTATION EN FONCTION DU NIVEAU DES EAUX SOUTERRAINES (SOLS LÉGERS: Z, S, P, X MM/JOUR) (SOURCE: PINAY ET AL. 2007)	86
TABLEAU 18: CORRECTION DE LA VITESSE D'ALIMENTATION EN FONCTION DE LA TEXTURE DU SOL (SOURCE: PINAY ET AL. 2007).....	87
TABLEAU 19: LESSIVAGE DE L'AZOTE EN FONCTION DE LA CULTURE ET DE LA TEXTURE DU SOL (SOURCE : VAN OVERTVELD ET AL. (2011)).....	87
TABLEAU 20: SCORES POUR L'ÉVALUATION QUALITATIVE.....	92
TABLEAU 21: CORRESPONDANCE ENTRE CLASSES DE TEXTURE DU SOL ET INFILTRATION MAXIMALE (SOURCE : VAN BATELAAN, MEYUS ET AL. 2007)	92
TABLEAU 22: INTERCEPTION PAR LE COUVERT VÉGÉTAL	93
TABLEAU 23: SCORE QUALITATIF SUR BASE DU PRODUIT ENTRE LE FACTEUR LS ET LE FACTEUR K.....	97
TABLEAU 24: FACTEURS C - VALEURS DE LA CONVENTION GISER (2019) POUR LES CULTURES.....	97
TABLEAU 25: VALEURS DU FACTEUR C POUR LES AUTRES TYPES D'OCCUPATION DU SOL	98
TABLEAU 26: SCORE POUR L'ÉVALUATION QUALITATIVE.....	104
TABLEAU 27: CHIFFRES CLÉS SUR LES COÛTS EXTERNES DES GAZ À EFFET DE SERRE POUR LE STOCKAGE DE CARBONE SUR LA PÉRIODE 2010-2050. (SOURCE : DE NOCKER ET AL. 2010)	105
TABLEAU 28: QUANTITÉS DE CARBONE DANS LES SOLS FORESTIERS	105
TABLEAU 29: POURCENTAGES DE SABLE, LIMON ET ARGILE PAR CLASSE DE TEXTURE (SOURCE : MEERSMANS ET AL. (2008) ET ADAPTATION VITO)	105
TABLEAU 30: ÉVALUATION MONÉTAIRE : CHIFFRES CLÉS DES COÛTS EXTERNES DES GAZ À EFFET DE SERRE POUR LE STOCKAGE DU CARBONE SUR LA PÉRIODE 2010-2050.....	109
TABLEAU 31: SCORE DE DEMANDE EN POLLINISATION POUR LES CULTURES SITUÉES DANS UN RAYON DE 1KM AUX ALENTOURS DE LA ZONE D'ÉTUDE SCORE (SCORE DE LA DEMANDE)	112
TABLEAU 32: SCORE DE DISPONIBILITÉ DES ÉCOSYSTÈMES POUR LES INSECTES (SCORE DE L'OFFRE)	112
TABLEAU 33: SCORE D'ADÉQUATION DE L'ÉCOSYSTÈME POUR LES INSECTES (SCORE DÉTAILLÉ).....	112
TABLEAU 34: NOMBRE DE VISITES TOTAL PAR HABITANT ET PAR AN EN FONCTION DES DIFFÉRENTS TYPES D'ACTIVITÉ (SOURCE : TRADUIT DE DE NOCKER ET AL. 2016)	119
TABLEAU 35: TABLEAU RÉCAPITULATIF DES EFFETS SUR LA SANTÉ DE 10 % D'ESPACES VERTS SUPPLÉMENTAIRES À 1 KM ET 3 KM DU DOMICILE.	128

TABLEAU 36: SCORE POUR L'ÉVALUATION QUALITATIVE.....	129
TABLEAU 37: ÉVALUATION QUANTITATIVE DES EFFETS SUR LA SANTÉ DE 1 HA D'ESPACE VERT SUPPLÉMENTAIRE EN DALY PAR 1000 HABITANTS.....	129
TABLEAU 38: FACTEUR DE CORRECTION POUR LA ZONE D'ÉTUDE	129

Liste des figures

FIGURE 1: PYRAMIDE DE L'ÉVALUATION DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES.....	19
FIGURE 2: APERÇU DE LA LISTE DES CARTOGRAPHIES SERVANT DE DONNÉES D'ENTRÉE DANS L'OUTIL	22
FIGURE 3: ILLUSTRATION DE LA VALEUR PRISE PAR LE SCORE 'DIVERSITÉ' EN FONCTION DU POURCENTAGE DE COUVERT FORESTIER DANS LES 500 MÈTRES AUTOUR DU PIXEL (SOURCE : DE NOCKER ET AL., 2016)	28
FIGURE 4: MODÈLE RÉCRÉATIF (ADAPTÉ DE DE NOCKER ET AL. 2016)	119
FIGURE 5: ILLUSTRATION DU PRINCIPE DE CALCUL DE LA RÉPARTITION DES VISITES LOCALES SUR BASE DES PARAMÈTRES DU NOMBRE D'HABITANTS PAR MAILLE, DU NOMBRE MOYEN DE VISITES LOCALES PAR HABITANT ET PAR AN, DE LA VALEUR D'ATTRACTIVITÉ DE LA MAILLE ET DES MAILLES DE LA ZONE D'INFLUENCE, DU NOMBRE DE CELLULES VISITÉES, ET DU NOMBRE DE CELLULES DE LA ZONE D'INFLUENCE	120

1. Pourquoi ce manuel et l'outil NVE ?

Par le passé, les effets sur la nature et le paysage n'étaient souvent pris en compte que de manière qualitative dans les décisions politiques. Une raison importante à cet état de fait est l'absence d'indicateurs utilisables et fiables pour les quantifier et les monétariser. De nombreuses études de cas et recherches sur les avantages des écosystèmes peuvent être trouvées dans la littérature scientifique, mais il n'est pas facile de traduire les résultats en méthodes utilisables en pratique pour comparer différents scénarios de modification d'utilisation des sols.

Ce manuel vise principalement à fournir des méthodes pragmatiques pour évaluer les changements dans la fourniture de services écosystémiques (SES) de projets donnés. Il peut s'agir d'un outil pour toute personne (gestionnaires, aménageurs, gouvernements, organisations de protection de la nature ou habitants actifs) qui souhaite évaluer l'importance socio-économique des écosystèmes. Cela peut être fait pour démontrer la valeur des changements, pour évaluer les avantages des investissements ou pour être utilisé, par exemple, dans une analyse coûts-bénéfices sociaux ou dans un rapport d'étude d'incidence sur l'environnement (RIE, EIE).

Le manuel fournit un plan étape par étape pour estimer les effets du changement d'affectation des sols sur les services écosystémiques, puis pour calculer leur valeur économique. Pour un certain nombre de services écosystémiques, le manuel explique exactement en quoi consiste ce service et comment il peut être évalué qualitativement, quantitativement et/ou monétairement. Il explique les hypothèses de départ, les données d'entrée nécessaires et où trouver ces données. Enfin, chaque service écosystémique est illustré par un exemple. Ces données sont basées sur une compréhension progressive de l'évaluation qualitative, quantitative et monétaire des services écosystémiques.

Les méthodes décrites dans ce manuel sont également appliquées dans l'outil web "Nature Value Explorer" (www.natuurwaardeverkenner.be), que vous pouvez utiliser pour explorer quels services écosystémiques sont importants dans votre région ou sont affectés par votre projet. Dans l'outil web, vous pouvez dessiner votre zone d'étude sur une carte ou la télécharger via un fichier de forme (type shapefile). L'outil récupère ensuite toutes les données nécessaires à partir des couches cartographiques existantes. Ainsi, vous ne devez pas les collecter vous-même. Via ce lien, vous pouvez également obtenir plus d'informations de fond sur les méthodes utilisées.

Les méthodes conviennent pour une première évaluation indicative de l'impact d'un projet ou d'une politique sur les services écosystémiques fournis. Si un service écosystémique spécifique s'avère très important ou soulève des discussions entre les parties prenantes, il est recommandé d'utiliser une modélisation écologique et/ou économique plus détaillée. Dans la mesure du possible, nous avons fourni des exemples de ces modèles plus détaillés pour chaque service écosystémique présenté dans ce manuel.

2. L'évaluation des services écosystémiques

2.1. Que sont les services écosystémiques ?

L'homme utilise un large éventail de services et de matières premières que les écosystèmes produisent. Ces avantages sont communément appelés "services écosystémiques" et comprennent à la fois des produits (par exemple l'eau potable) et des processus (par exemple la décomposition des déchets). Parallèlement à la croissance démographique, la demande de matières premières et de services fournis par les écosystèmes augmente également. Beaucoup ont longtemps cru que les services écosystémiques étaient gratuits, invulnérables et inépuisables. Mais aujourd'hui, l'impact de leur utilisation et la surexploitation des milieux par l'homme est de plus en plus évident : par exemple, la qualité de l'air et de l'eau est menacée, les océans sont surexploités, les parasites et les maladies se propagent au-delà de leurs frontières historiques, la déforestation menace la protection naturelle contre l'érosion, etc.

L'homme prend de plus en plus conscience que les services fournis par les écosystèmes ne sont pas inépuisables et sont menacés, et qu'il faut trouver un équilibre entre les intérêts humains à court et à long terme. Le concept consistant à considérer la nature et les paysages comme producteurs de services écosystémiques nous permet de valoriser les avantages de la nature et des paysages et fournit un cadre pour rassembler et intégrer les différents aspects sociaux, économiques et environnementaux.

Dans un contexte international, le concept de services écosystémiques fait l'objet d'une grande attention. Les Nations unies ont publié l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (MEA) en 2005. Plus de 1 360 scientifiques et experts du monde entier ont fait le point sur la biodiversité¹ et les ressources naturelles dont dispose l'homme. Ils ont conclu que 15 des 24 services écosystémiques examinés dans le monde sont en déclin parce qu'ils ne sont pas utilisés de manière durable. Cette conclusion des scientifiques a également conduit de plus en plus de politiciens et de décideurs à reconnaître l'importance du concept de services écosystémiques. Par exemple, la conférence des Nations unies sur le développement durable (RIO+20) fait référence à la sauvegarde des zones où la biodiversité et les services des écosystèmes sont importants. Dans la stratégie de l'UE en matière de biodiversité, la Commission souligne l'importance des services écosystémiques et déclare vouloir investir dans la cartographie et l'évaluation des services écosystémiques et de leurs processus sous-jacents (projet MAES). L'initiative TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) fournit un cadre pour cartographier les avantages économiques de la biodiversité ou les coûts croissants de la perte de biodiversité.

C'est suite au constat de la dégradation continue de la biodiversité et des services associés qu'est née Panama City, le 21 avril 2012, la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES). C'est un organe intergouvernemental indépendant créé par 94 états pour renforcer l'interface science-politique en matière de biodiversité et de services écosystémiques pour la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité, le bien-être humain à long terme et le développement durable. Les travaux de l'IPBES

¹ Pour rappel, la biodiversité est définie au sens large, la biodiversité, ou diversité biologique, désigne la variété et la variabilité du monde vivant sous toutes ses formes. Elle est définie plus précisément dans l'article 2 de la convention sur la diversité biologique comme la « variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes »

peuvent être regroupés en quatre domaines complémentaires qui font l'objet de publications séparées depuis la création de l'organe:

- Réaliser des évaluations : sur des thèmes spécifiques (par exemple, "Pollinisateurs, pollinisation et production alimentaire"); sur des questions méthodologiques (par exemple, "Scénarios et modélisation"); et aux niveaux régional et mondial (par exemple, "Évaluation mondiale de la biodiversité et des services écosystémiques").
- Soutenir les décisions politiques : identifier les outils et méthodologies pertinents pour les politiques, faciliter leur utilisation et catalyser leur développement futur.
- Renforcer les capacités et les connaissances : identifier et répondre aux besoins prioritaires en matière de capacités, de connaissances et de données de nos États membres, experts et parties prenantes.
- Communiquer et sensibiliser : assurer la plus grande portée et l'impact de notre travail.

Un nouveau rapport 'biodiversité et changement climatique'² co-publié par le GIEC et l'IPBES est paru le 10 juin 2021. Il s'agit de la toute première collaboration entre l'IPBES et des scientifiques sélectionnés du GIEC qui s'attaquent ensemble aux crises climatiques et à leur impact social combiné. Par ailleurs, le résumé à l'intention des décideurs politiques³ de la toute première évaluation des écosystèmes à l'échelle de l' UE 2020 a été publié le 20 mai 2021. Ce travail a analysé l'évolution des pressions exercées sur la biodiversité et l'état des écosystèmes européens. Un message clé est que l' UE a besoin d'un réseau d'observation de la biodiversité plus performant et d'un rapport plus cohérent sur l'état des écosystèmes.

2.2. Pourquoi évaluer les services écosystémiques ?

L'analyse des services écosystémiques présente l'avantage de mettre en évidence la dépendance et les interactions entre les écosystèmes et les sociétés humaines. Elle permet aussi de révéler les relations de dépendance entre les acteurs d'un même territoire ainsi que les externalités négatives de certaines activités (Maebe et al. 2018).

Réaliser un diagnostic d'évaluation des SE, par son caractère global et inclusif, permet notamment de servir de support aux démarches participatives réunissant une grande diversité d'acteurs et d'utilisateurs directs et indirects et/ou de proposer un excellent outil pédagogique et de communication.

L'évaluation des SE, notamment au travers de cartographies, peut également servir de base à des outils d'aide à la décision, rendant ces évaluations disponibles à un plus large public et aux décideurs (Grêt-Regamey et al. 2017).

2.3. Quelle est la valeur économique d'un écosystème ?

Lorsque nous pensons à la valeur de quelque chose, nous pensons souvent à l'utilité ou à l'importance que cette chose a pour nous. En d'autres termes, la valeur indique à quel point quelqu'un veut quelque chose. En termes économiques, la valeur signifie "la quantité de quelque chose d'autre que nous sommes prêts à abandonner pour l'obtenir". Cette valeur est déterminée par les préférences individuelles. La valeur étant en soi un concept intangible, l'homme a très tôt cherché des moyens de la rendre mesurable. Ainsi, dans le passé, la valeur était exprimée en quantités de biens tangibles tels que le grain ou le métal. Aujourd'hui, la valeur est classiquement exprimée en termes monétaires. La quantité d'argent qu'une personne est prête à payer pour quelque chose nous renseigne sur ce que cette personne est prête à abandonner en termes

² [Le rapport Biodiversité & Crises climatiques](#)

³ [Le résumé à l'intention des décideurs politiques \(SPM\)](#)

d'autres biens et services pour obtenir ce bien ou ce service particulier. Nous appelons cela la volonté de payer (willingness to pay, en anglais). L'argent n'est donc qu'une unité de mesure.

On suppose très souvent que le prix du marché est égal à la valeur d'un bien ou d'un service. Ce n'est souvent pas le cas. Pour les services écosystémiques, la valeur est rarement égale au prix que nous payons, car la plupart des services écosystémiques ne peuvent être trouvés sur un marché et sont donc "gratuits". Cela ne signifie pas que leur valeur est nulle ou que nous ne pouvons pas déterminer cette valeur. Il existe plusieurs méthodes pour cela, qui sont brièvement expliquées dans ce manuel. Même les services écosystémiques qui sont vendus n'ont pas nécessairement le bon prix parce que le marché ne fonctionne pas parfaitement (par exemple, les subventions ou coûts environnementaux ne sont pas répercutés sur les prix, les situations de monopoles, etc...).

L'objectif de l'évaluation économique d'un écosystème est de déterminer sa valeur économique totale, ou en d'autres termes, de déterminer la contribution totale des écosystèmes à la prospérité et au bien-être de l'homme. Un écosystème peut être considéré dans un sens plus large que les zones naturelles de haute valeur biologique. Les zones agricoles ou les espaces verts urbains fournissent également des services écosystémiques.

La valeur économique totale se compose de deux grandes parties : la valeur d'usage et la valeur de non-usage.

La valeur d'usage comprend :

- une valeur d'usage direct : nous tirons des biens et des services directement de l'écosystème, comme le bois, les loisirs et le fait de faire l'expérience sensorielle de l'écosystème,
- une valeur d'usage indirecte : nous tirons des services qui ont un effet indirect sur notre prospérité et entraînent des économies pour la société dans son ensemble, comme l'épuration de l'eau, la protection contre les inondations, etc.

La valeur de non-usage comprend :

- une valeur de transfert : la disponibilité d'espaces verts est importante pour les générations actuelles et futures,
- une valeur d'existence : nous attachons de l'importance au fait qu'il y ait de l'espace pour les plantes et les animaux et à la présence de ces plantes et animaux eux-mêmes,
- une valeur d'option : nous attachons de la valeur au fait qu'une zone nous donne la possibilité d'utiliser un bien ou un service dans le futur (sans en faire réellement usage aujourd'hui). Dans la littérature, cette valeur est parfois incluse dans la valeur d'usage.

Outre la valeur économique, une valeur intrinsèque est également attribuée aux espaces verts. Il s'agit de la valeur que possède une chose, indépendamment de son contexte, de son environnement ou de sa position dans un ensemble plus vaste. La nature a une valeur en soi sans avoir besoin d'avoir une valeur pour les gens. La valeur intrinsèque ne doit pas être confondue avec la valeur d'existence (la valeur que nous attachons à l'existence des plantes et des animaux).

2.4. Pourquoi évaluer la valeur économique des écosystèmes ?

Les écosystèmes fournissent toute une série de services qui contribuent à notre prospérité. De nombreux secteurs tels que l'agriculture, la pêche, l'énergie et l'industrie (produits pharmaceutiques, tourisme, etc.) dépendent de la biodiversité et des services écosystémiques. La valeur économique de nos écosystèmes et de leur riche biodiversité est donc considérable. Malgré leur importance pour la société et notre économie et l'existence d'un grand nombre de textes

législatifs (par exemple, les directives "Habitats" et "Oiseaux" et la loi sur la conservation de la nature), la biodiversité mondiale est toujours en déclin. Les objectifs en matière de nature ne sont souvent pas atteints, bien que le nombre de réalisations sur le terrain soit en augmentation. Les avantages des écosystèmes sont ignorés dans de très nombreuses décisions. Les principales raisons en sont les suivantes :

- Les écosystèmes présentent de nombreuses formes d'avantages dont l'impact n'est pas toujours appréciable au niveau local. La fonction de lutte contre les inondations en est un exemple. Les conséquences de l'imperméabilisation se font surtout sentir en aval.
- Il existe un conflit d'intérêt entre les avantages privés et les avantages sociaux. Par exemple, les revenus tirés de la construction de logements qui impliquent l'artificialisation d'une parcelle boisée par rapport aux avantages qu'une forêt peut générer en tant que poumon vert, régulation du climat, loisirs, etc.
- Peu de services écosystémiques sont échangés sur le marché et ont un impact financier direct sur le décideur.
- Les coûts de la conservation et de la restauration des écosystèmes doivent être payés immédiatement et doivent souvent être réalisés localement, alors que de nombreux avantages sont supra-locaux et ne se manifestent que dans le futur. Un exemple est la construction de bandes enherbées sur les terres agricoles qui ont un impact indirect sur la qualité des eaux de surface.

L'évaluation économique peut être utile à plusieurs niveaux :

- Rendre visible la valeur des écosystèmes et communiquer à ce sujet permet de susciter le soutien et la participation du public aux initiatives en faveur de l'environnement et de la nature,
- Les gestionnaires font des choix concernant l'allocation des budgets sur une base quotidienne. Ces choix sont implicitement ou explicitement fondés sur des valeurs sociales. Ils sont de plus en plus confrontés à des questions concernant la justification de leurs choix en matière de projets de conservation et de restauration de la nature et le bien-être social qui en découle,
- La transparence des différentes conséquences des projets visant à améliorer les écosystèmes contribuera à une meilleure prise de décision, avec une plus grande recherche de situations gagnant-gagnant entre les différents objectifs économiques, environnementaux et sociaux,
- La valeur économique des changements apportés aux espaces verts peut être incluse dans des outils d'aide à la décision tels que :
 - o des analyses coût-bénéfice pour hiérarchiser les projets de conservation et de restauration ou pour démontrer le rendement des projets par € dépensé,
 - o les analyses coûts-bénéfices sociaux pour comparer différents projets ou programmes politiques,
 - o des analyses multicritères.

3. Qu'est ce qui se cache derrière l'outil Nature Value Explorer (NVE) ?

3.1. Quels écosystèmes ?

Ce manuel fait principalement la distinction entre les différents écosystèmes naturels. En outre, l'agriculture et les zones urbaines sont également abordées, car la nature disparaît souvent au profit de ces utilisations des sols ou est créée à leurs dépens. Dans la mesure où les petits éléments de paysage peuvent être trouvés sur le matériel cartographique disponible (et donc qu'ils sont de surface suffisamment importantes que pour être représentés sur les cartes d'occupation du sol), ils sont représentés dans la classe d'écosystème à laquelle ils appartiennent (surface d'eau stagnante pour les mares, feuillus pour les haies, et bosquets, etc...). Ce manuel ne fournit pas d'informations sur les avantages de l'infrastructure verte dans les environnements urbains. Pour cela, nous nous référons à Aerstens et al. (2012) et au manuel du Nature Value Explorer City (Hendrix et al. 2015).

La classification des écosystèmes a été simplifiée afin que la typologie puisse être dérivée du matériel cartographique disponible. Une description des différents écosystèmes adaptés à la Wallonie est présentée sur la plateforme relative aux services écosystémiques wallons (<http://services-ecosystemiques.wallonie.be/>).

Les types d'écosystèmes considérés dans l'outil NVE sont décrits ci-après.

Rivières et lacs

Ce sont toutes des eaux de surface, stagnantes ou vives. Les eaux stagnantes peuvent avoir des profondeurs très variables, allant de quelques dizaines de mètres à moins d'un mètre. Les eaux stagnantes sont naturellement présentes dans les dépressions du paysage. Il s'agit de mares ou de lacs. Au fil des ans, l'homme a construit des aménagements qui se retrouvent également dans cette catégorie tels que des étangs (pour la pisciculture) ou des étangs de carrières issus de l'extraction des matières premières.

Zones humides

Ce type d'occupation du sol se compose majoritairement en Wallonie des marais d'eau douce. Dans les marais, la nappe phréatique est proche de la surface toute l'année ou la terre est inondée pendant une longue période. En conséquence, une végétation spécifique de plantes des marais se développe. Les tourbières font partie de ce groupe. Pour rappel, ces tourbières peuvent être alimentées à la fois par les eaux souterraines (tourbière basse) ou par les eaux de pluie (tourbière haute active). Les forêts des marais sont classées dans l'occupation du sol "forêts".

Landes et arbustes

La végétation des landes se trouve principalement sur des sols sablonneux très pauvres en nutriments. La végétation se compose principalement de bruyères, de mousses et de lichens. Afin de préserver les landes restantes, les techniques de gestion doivent remplacer les pratiques agropastorales révolues.

Les fourrés font également partie de cette catégorie. Les fourrés contiennent des arbustes ligneux et quelques jeunes arbres.

Prairies maigres riches en espèces

Les prairies maigres sont des vestiges de l'agriculture traditionnelle, lorsque les engrais chimiques et les pesticides étaient encore peu utilisés. Elles sont parfois fauchées ou pâturées et présentent une richesse floristique et faunistique importante.

La distinction entre les catégories « prairies maigres riches en espèces » et les « prairies et champs » est assez arbitraire, tant sur le plan écologique que sur le plan visuel/paysager.

Forêts

Dans les forêts, les arbres dominent la vue, mais on y trouve généralement une grande variété de plantes herbacées, d'arbustes, de mousses et de champignons. La gestion des forêts peut se concentrer sur la conservation, la restauration ou le développement de la biodiversité, sur une série de fonctions et de services écosystémiques, ou exclusivement sur la production de bois.

Terres cultivées et prairies

Sur ces terres, le rendement des cultures agricoles, des cultures fruitières ou de l'élevage est prioritaire. Les valeurs naturelles sont d'une importance secondaire. Les vergers sont également inclus dans cette catégorie. L'attention peut être portée sur les valeurs de la nature en restaurant et en préservant, par exemple, les petits éléments du paysage. Ces derniers doivent être placés dans la catégorie d'écosystèmes dont ils sont les plus proches.

Terres à végétation éparse

Cette catégorie regroupe les utilisations du sol avec peu ou pas de végétation comme les dunes ou les zones de friches non colonisées, ou les zones de forêt après mise à blanc.

Zones urbaines

Toute forme d'utilisation des terres qui implique une imperméabilisation du sol relève de cette catégorie. Sont compris dans cette catégorie : les zones résidentielles (y compris les jardins), l'industrie (à l'exclusion des zones vertes tampon) et les infrastructures (terrains de sport, aéroports, routes et chemins de fer). Pour rappel, il est préférable d'utiliser le module 'urbain' pour les zones urbanisées (villages, ...).

3.2. Quels services écosystémiques ?

Pour indiquer quels services écosystémiques sont ou ne sont pas couverts par le présent manuel, nous nous référons au classement des services élaboré par la CICES. La CICES est une proposition de classification internationale des services écosystémiques, élaborée pour le département statistique des Nations Unies et l'Agence européenne pour l'environnement (plus d'informations sur www.cices.eu). Cette classification est encore en cours d'élaboration et pourrait changer dans les années à venir. Nous nous basons sur la dernière version disponible (5.1) qui date de fin 2017 et avons quelque peu simplifié cette classification pour ce manuel.

Nous avons également adapté quelque peu cette classification aux enseignements tirés des évaluations régionales de l'IPBES (2018-2019), qui parle de "contributions de la nature aux populations" plutôt que de "services écosystémiques" et utilise une classification légèrement différente pour les valeurs des écosystèmes (<https://ipbes.net/contrasting-approaches-values-valuation>).

Focus de la valeur	Type de valeur	Valeur	Service écosystémique	Descriptif	Qualitatif	Quantitatif	Monétaire
Nature	Pas anthropocentrée	Valeur biologique			X		
Avantages naturels ou services écosystémiques	Anthropocentrée - Service d'approvisionnement (chapitre 7)	Alimentation	Cultures agricoles		X	X	X
			Bétail et produits laitiers		X	X	X
			animaux sauvages terrestres				
			Plantes non cultivées, champignons				
			Poissons et plantes d'eau douce				
			Aquaculture				
		Epuration des eaux	Eau de surface/eau souterraine				
		Matériaux	Bois		X	X	X
			Matières végétales cultivées (par exemple, le lin)		X	X	X
			Autres matières végétales (par exemple, les roseaux)				
	Matières animales (par exemple, la fourrure)						
	Energie	Matériel génétique des plantes, des animaux et d'autres organismes					
		Plantes ligneuses		X	X	X	
		Cultures agricoles					
			Flux résiduels de la gestion de la nature et du paysage				
	Anthropocentrée - Service de régulation (chapitre 8)	Pollutions	Biorémédiation des sols pollués				
			Amélioration de la qualité de l'air par le captage des matières particulaires		X	X	X
			Purification de l'eau par l'élimination des nutriments		X	X	X
			Réduire les nuisances sonores		X	X	X
			Réduire les nuisances visuelles et olfactives				
Evènements extrêmes		Infiltration de l'eau/réalimentation des eaux souterraines		X	X	X	
		Protection contre les inondations en cas de fortes pluies (rétention d'eau)		X	X	X	
		Protection contre les inondations de la rivière et de la mer					

Focus de la valeur	Type de valeur	Valeur	Service écosystémique	Descriptif	Qualitatif	Quantitatif	Monétaire
		Processus biologiques et climats	Protection contre l'érosion éolienne et hydrique		X	X	
			Régulation du climat mondial (stockage du carbone dans le sol)		X	X	X
			Régulation du climat mondial (stockage du carbone dans la biomasse)		X	X	X
			Régulation régionale et locale du climat				
			Pollinisation et dispersion des graines		X	X	X
			Zones de reproduction				
			Protection contre le vent et le feu				
	Anthropocentrée - services culturels (chapitre 9)	Environnement pour la vie courante, les loisirs et comme source d'inspiration	Perception des vacanciers et des touristes		?	X	X
			Perception des résidents locaux		?	X	X
			Inspiration pour l'art				
		Source d'expérience et de connaissance	Éducation				
			Recherche				
		Valorisation de l'expérience totale et de la valeur de transfert avec expression des préférences				X	X
	Qualité de vie	Anthropocentrée	Identité culturelle, sentiment d'appartenance, mode de vie				
Effets sur la santé physique et mentale du contact avec les espaces verts				X	X	X	
La cohésion sociale							

Bron: CICES V5.1, 2017 (international classification of ecosystem services) en IPBES 2019 en combinatie, eigen vertaling en vereenvoudiging VITO.

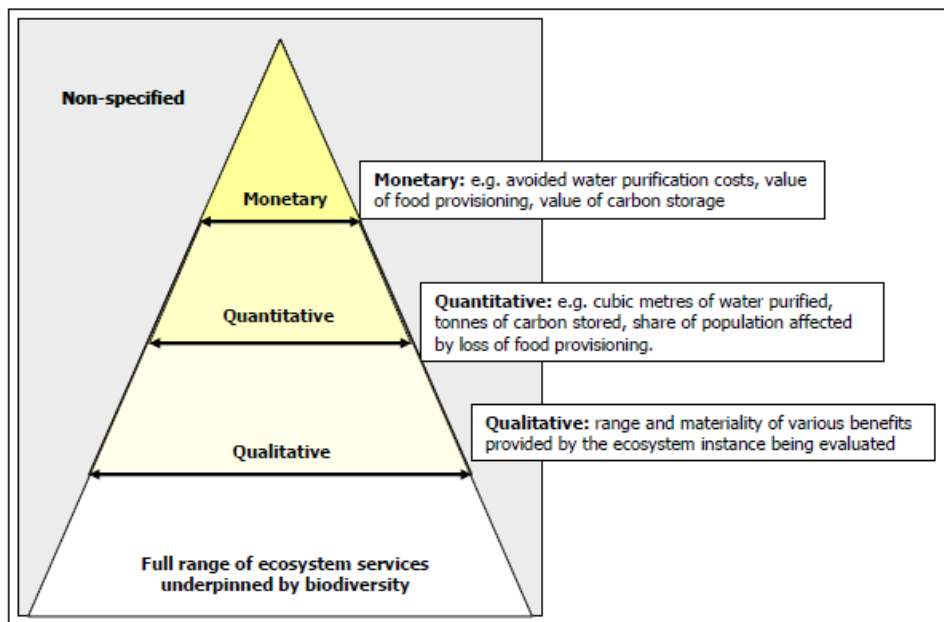
3.3. Les méthodes utilisées

Une approche pyramidale

La même quantité d'informations n'est pas disponible pour tous les services écosystémiques. Nous proposons donc une approche pyramidale telle que décrite dans Ten Brink (2008). La première étape consiste à décrire autant de services que possible et à leur attribuer une note qualitative. Pour ce faire, on utilise des scores qui indiquent dans quelle mesure les services écosystémiques sont fournis par une zone particulière et comment cette fourniture est affectée par des interventions spécifiques. Cela n'a pas encore été fait pour tous les services écosystémiques en raison du manque de connaissances scientifiques sur certains services écosystémiques spécifiques.

Deuxièmement, nous créons des fonctions pour une plus petite sélection de services écosystémiques afin de quantifier l'impact biophysique d'un scénario (évaluation quantitative). Cette sélection est basée sur la disponibilité des données et la crédibilité scientifique des fonctions de quantification. Les services écosystémiques pour lesquels les informations scientifiques ou le consensus sont insuffisants restent dans le premier groupe.

Enfin, sur la base de l'exercice de quantification, nous développons également des fonctions ou des chiffres clés pour un groupe encore plus restreint de services écosystémiques afin de déterminer leur valeur monétaire.



Source: P. ten Brink, workshop on the Economics of the Global Loss of Biological Diversity, 5-6 March 2008, Brussels.

Figure 1: Pyramide de l'évaluation des services écosystémiques

L'avantage de cette approche est que nous fournissons des estimations pour un ensemble de services aussi complet que possible. Les exercices d'évaluation qui ne portent que sur un seul service écosystémique sont

trompeurs. Se concentrer uniquement sur un service écosystémique, comme la pêche, peut conduire à une utilisation non durable et avoir des effets désastreux sur d'autres services écosystémiques.

De même, considérer uniquement la valeur monétaire des SE est une grande simplification de la réalité puisqu'il est couramment admis par les praticiens de l'évaluation que seule une faible partie de la valeur des bénéfiques produits par les services écosystémiques peut être monétarisée (voir Figure 1). L'appréciation qualitative et l'évaluation quantitative sont d'importants concepts à considérer pour venir préciser la valeur des services écosystémiques.

L'appréciation qualitative

L'appréciation qualitative indique avec une note de 1 à 10 si un service écosystémique spécifique est important ou non dans un domaine particulier, et si ce service s'améliore ou se détériore ou non lorsqu'une politique ou un projet particulier est mis en place.

L'identification des services écosystémiques répond aux questions suivantes :

- Quels sont les services écosystémiques fournis par les zones concernées par le projet et quelle est l'importance de ces services ?
- Quels sont les facteurs qui déterminent l'étendue des services fournis ?
- Ces facteurs d'influence changent-ils d'un scénario à l'autre ?

Cette méthode est principalement pragmatique et identifie les changements les plus importants dans les services écosystémiques fournis au sein d'une zone. Cette évaluation qualitative est une première étape avant la quantification des services. Elle permet de clarifier rapidement quels services écosystémiques sont pertinents et quels sont ceux qui le sont moins. Elle présente aussi l'avantage de fournir des évaluations pour une série de services pour lesquels les connaissances scientifiques actuelles ne permettent pas de fournir des évaluations quantitatives chiffrées.

Ces scores peuvent être utilisés pour cadrer une discussion éventuelle autour d'un projet donné. Lorsque le score pour un service donnée est élevé (> 6), cela signifie que le projet analysé présente un très fort intérêt pour la prestation de ce service écosystémique particulier et qu'il serait approprié d'examiner ce service écosystémique plus en détail, en particulier lorsqu'il y a discussion entre les parties prenantes.

L'évaluation quantitative

L'évaluation quantitative se concentre sur les données numériques : la modification des services écosystémiques résultant d'un changement d'utilisation des terres est mesurée en termes d'impact physique sur, par exemple, la production (tonnes de biomasse), la pollution (kg de réduction de la pollution) ou les loisirs (nombre de visites).

Les valeurs quantitatives expriment l'importance des services écosystémiques en termes physiques (par exemple tonnes de séquestration de C, nombre de visites par an, ...). Les fonctions de quantification appliquées prennent en compte les principaux facteurs moteurs du processus tels que la texture du sol, le niveau des eaux souterraines et le type de végétation, mais sont simplifiées pour nécessiter relativement peu de temps de calcul. Ces fonctions s'appuient sur des ensembles de données spécifiques à la région (Flandre - Belgique) et adaptées lorsque c'était possible au contexte de la région wallonne. Pour quantifier les services écosystémiques, nous traduisons les processus écologiques sous-jacents en fonctions statistiques ou en chiffres clés faciles à utiliser chaque fois que cela est possible. Dans certains cas, il faut se rappeler que les modèles proposés ici sont des modèles simplifiés qui ne remplaceront jamais les modèles complexes spécifiques. Le lecteur sera amené à se référer à ces modèles quand ceux-ci existent.

Afin de tenir compte autant que possible de l'incertitude liées aux estimations, nous essayons de fournir une fourchette de valeurs (valeur basse et haute) dans laquelle la valeur réelle se situe.

Les unités dans lesquelles les services sont quantifiés sont spécifiques à chaque service. Il n'est donc pas possible d'additionner et de comparer les services sur la base de l'évaluation quantitative. Cette méthode donne toutefois une bonne indication de la mesure dans laquelle la prestation de services change d'un scénario à l'autre puisqu'elle permet de comparer les valeurs quantitatives d'un même service entre la situation initiale et la situation projetée.

L'évaluation monétaire

La valorisation monétaire exprime l'importance en termes monétaires (€). Pour l'évaluation monétaire, différents types d'estimations sont effectués et le choix du type d'estimation dépend du service. Si les produits livrés par les écosystèmes peuvent être vendus sur un marché, ce qui est par exemple le cas pour la fourniture de services tels que la production agricole et la production de bois, les prix du marché sont utilisés. La valeur monétaire des services de régulation est évaluée avec des méthodes de préférence déclarées, des méthodes de préférence révélées, les coûts marginaux des dommages ou les coûts marginaux de réduction. Pour les services culturels c'est la valeur que les gens accordent à la nature d'un point de vue récréatif, spirituel ou émotionnel qui est estimée par des méthodes de préférence révélées ou déclarées qui ont été réalisées en Flandre.

Les services de soutien⁴ ne sont pas évalués séparément pour éviter le double comptage.

Les valeurs présentées dans l'outil ne sont applicables qu'en tenant compte des hypothèses formulées dans le présent manuel et sont soumises aux simplifications nécessaires pour réduire les temps de calcul de l'explorateur. Elles sont donc à analyser avec précaution.

Il est important de noter que la somme de toutes les valeurs obtenues (qualitatives, quantitatives et monétaires) ne sera jamais qu'une estimation à *minima* des services rendus par les écosystèmes.

Traduction sous forme d'indicateurs

L'outil fournit également des estimations sous forme d'indicateurs. Les valeurs brutes ne sont en effet pas toujours idéales pour la communication. Est-ce qu'une amélioration de stockage de carbone de 100 tonnes supplémentaire représente une amélioration sensible ou pas ? Diminuer la production alimentaire de 125 000 euros, est-ce beaucoup ou pas ?

Les chiffres de l'évaluation sont de ce fait également traduits sous forme d'indicateurs plus compréhensibles, par exemple : le stockage supplémentaire de carbone correspond aux émissions de x personnes, la production alimentaire égale aux besoins de consommation de x personnes.

Les chiffres utilisés pour le calcul de ces indicateurs proviennent du rapport MIRA concernant l'empreinte écologique de la Flandre (<http://www.milieurapport.be/Upload/main/MIRA10->

⁴ La fourniture d'un espace de vie aux végétaux et aux animaux et la préservation de la diversité des espèces végétales et animales, constituent des «services de soutien» et sont le fondement de tous les écosystèmes et de leurs services. (voir : <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/supportingservices/fr/>)

01_Ecologische_voetafdruk_Vlaanderen_TW.pdf) ; du modèle de coûts environnementaux (Broekx, Meynaerts, et Vercaemst 2008) et des chiffres clés des coûts externes du trafic automobile (données Copert de 2016, voir <https://www.emisia.com/>).

3.4. Données cartographiques d'entrée

La Figure 2 présente un aperçu des différentes données cartographiques d'entrée utilisées par l'outil pour calculer les valeurs d'entrée des modèles par défaut.

Pour ne pas alourdir la lecture du rapport et en raison du nombre important de cartes, les détails techniques de leur production sont présentés en Annexe 1 du présent rapport.

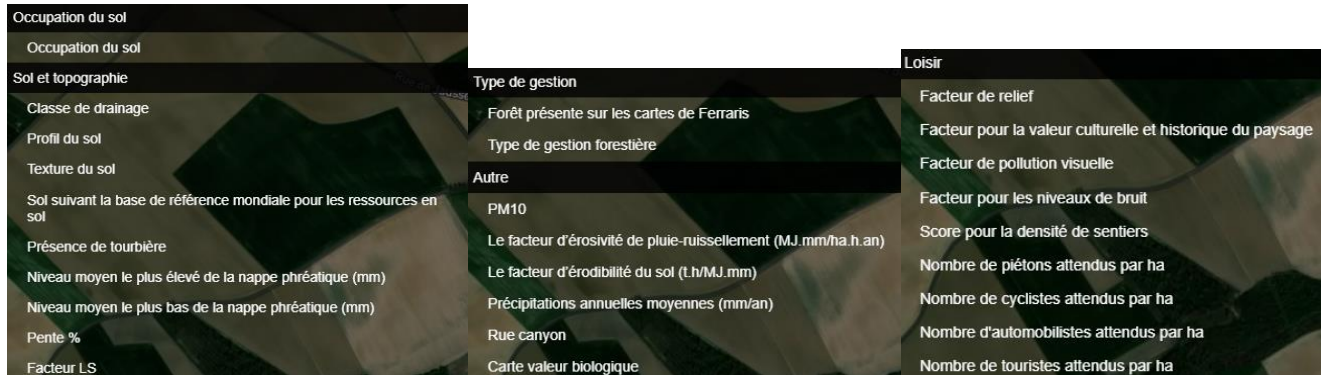


Figure 2: Aperçu de la liste des cartographies servant de données d'entrée dans l'outil

Elles sont décrites brièvement ci-après.

Cartographie de l'occupation/utilisation des sols

Contrairement à la situation qui prévalait lors de la dernière convention, les nouvelles cartes d'occupation et d'utilisation du sol de Wallonie sont maintenant disponibles sur le géoportail via la diffusion des résultats de la subvention de recherche Wallonie Occupation et Utilisation du Sol (WalOUS). Le projet WalOUS a mis à disposition deux couches différentes pour l'année 2018 :

- La couche d'utilisation du sol. L'utilisation du sol se définit comme le « Territoire caractérisé selon sa dimension fonctionnelle ou son objet socioéconomique actuel (par exemple, résidentiel, industriel, commercial, agricole, forestier, récréatif) » (directive européenne INSPIRE 2007/2/CE).
- La couche d'occupation du sol. Elle est complémentaire de la donnée d'utilisation du sol et est fournie au format raster. L'occupation du sol se définit comme la « couverture physique et biologique de la surface terrestre, y compris les surfaces artificielles, les zones agricoles, les forêts, les zones (semi-)naturelles, les zones humides et les masses d'eau » (directive européenne INSPIRE 2007/2/CE).

Le niveau de détail nécessaire pour servir d'élément d'entrée à l'outil NVE et à la caractérisation des services écosystémiques en général n'est cependant pas suffisant dans la couche d'utilisation des sols ou d'occupation des sols seule et une série de traitements ont dû être effectué soit pour combiner les informations présentes dans les cartes d'occupation et d'utilisation, soit pour venir préciser certaines occupations qui n'étaient pas suffisamment détaillées (distinction des milieux ouverts d'intérêt tels que par exemples les roselières, landes sèches, tourbières, ... ; distinction des essences forestières principales...).

Certaines informations plus détaillées que les produits OCS ou UTS étaient en effet 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.

Une analyse systématique de l'ensemble des données existantes en Wallonie en termes d'OCS et d'UTS a été réalisée 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.

Liste des données d'entrée utilisées

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

- La couche des écotopes (LifeWatch – 2018, UCL, Elie),
- Le raster d'occupation du sol (Walous – 2018, 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 les trames thématiques du réseau écologique wallon qui précise les différents types de milieux,
- 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.

Les détails sur la production de cette donnée, ainsi que les hypothèses de priorisation des sources de données sont disponibles dans le rapport final de la convention relative aux services écosystémiques en Wallonie.

Cartes des sols et topographie

Les caractéristiques du sol et la topographie sont des facteurs déterminants pour de nombreux services écosystémiques. Les changements dans l'utilisation des terres et l'hydrologie des sols ont des implications importantes pour différents services écosystémiques tels que l'infiltration, la rétention d'eau, la séquestration du carbone dans le sol...

La carte des sols belges a été établie sur la base des résultats d'une cartographie intensive des sols au cours des années 50 à 70. Cette carte des sols belges est basée sur le système belge de classification des sols. Il s'agit d'un système national établi exclusivement pour les sols belges. Un certain nombre de couches de cette carte pédologique sont utilisées ici.

Texture du sol

La carte de la texture du sol est basée sur la carte numérique des sols de Wallonie. Cette cartographie ne reprend pas toutes les zones et par exemple, les zones bâties ou les camps militaires n'ont pas été cartographiés. Au sein de NVE, les classes de texture suivantes sont distinguées :

- U - Argile lourde (> 50% d'argile)
- E - argile légère (au moins 30% d'argile)
- A - limon (85% de limon)
- L - limon sableux (60% de limon)
- P - limon sableux léger (35% de limon)

- S - sable limoneux (20% de limon)
- Z - sable
- X - dunes
- G - limon peu caillouteux
- V - tourbe
- autre - autres codes qui apparaissent sur la carte des sols et qui sont généralement des combinaisons des éléments ci-dessus.

Classe de drainage

Cette carte est basée sur la carte numérique des sols de Wallonie. Elle montre les différentes classes de drainage des sols. L'état de drainage d'un sol dépend de la profondeur des eaux souterraines, de la perméabilité de la couche superficielle, de la présence à des profondeurs variables d'un sous-sol moins perméable, de la profondeur du sol et des conditions topographiques.

Au sein de NVE, les classes suivantes sont distinguées :

- a - sols à classe de drainage excessif (très secs)
- b - sols à classe de drainage légèrement excessif (secs)
- c - sols à classe de drainage modéré (modérément secs)
- d - sols à classe de drainage imparfait (modérément humides)
- e - sols à classe de drainage assez pauvre (humides)
- f - sols à engorgement d'eau permanent à classe de drainage pauvre (très humides)
- g - sols à engorgement d'eau permanent à classe de drainage très pauvre (extrêmement humides)
- h - sols à engorgement d'eau temporaire à classe de drainage assez pauvre (humides)
- i - sols à engorgement d'eau temporaire à classe de drainage pauvre (très humides)
- A - classe de drainage a + b + c + d
- B - classe de drainage a + b
- D - classe de drainage c + d
- E - classe de drainage d + e
- F - classe de drainage e + f
- G - classe de drainage e + f + g + h + i
- H - classe de drainage g + h
- I - classe de drainage h + i

Développement de profil

Cette carte est basée sur la carte numérique des sols de Wallonie. Sous l'influence de facteurs climatiques et biologiques, le matériau parental subit des altérations et d'autres processus de formation du sol, qui se traduisent par la formation d'horizons plus ou moins nets. On distingue les horizons organiques (O) et les horizons minéraux (A-B-C). Les horizons organiques, qui n'existent que sous la végétation naturelle (forêt, marais), sont constitués de résidus végétaux frais ou partiellement décomposés qui s'accumulent à la surface. Le A horizontal recouvre la surface humique de couleur foncée à l'horizontale ; l'épaisseur peut varier de quelques centimètres à plusieurs dizaines de centimètres. L'horizon B, généralement d'une épaisseur de 40 à 60 cm, est constitué d'un matériau clairement différencié. L'horizon C couvre le matériau parental non différencié.

Au sein de NVE, les classes suivantes sont distinguées :

- a - sols à horizon B textural
- b - sols à horizon B structural
- c - sols à horizon B textural fortement tacheté (textures A,L) ou morcelé (textures Z, S, P)
- d - sols à horizon B textural jaune rougeâtre
- e - sols à horizon A horizon humifère noirâtre
- f - sols à horizon B humique et/ou ferrique peu distinct
- g - sols à horizon humique et/ou ferrique distinct
- h - sols à horizon B humique et/ou ferrique morcelé
- m - sols à horizon A humifère anthropogène épais
- p-sols avec absence de développement de profil
- x - développement de profil non défini
- B - développement de profil a + b
- C - développement de profil c + f
- F - développement de profil b à f
- G - développement de profil b + g + h
- P - développement de profil p + x

Classification des sols selon la WRB (World Reference Base for soil resources)

Les couches cartographiques du WRB sont une traduction de la carte des sols selon le système belge de classification des sols en un code de référence international. Cette classification est utilisée dans le calcul du service de stockage du carbone dans le sol. On considère principalement le % de Podzol et le % d'Anthrozol dans la région.

Sols tourbeux

Cette carte est basée sur la carte numérique des sols de Wallonie . Le sol tourbeux est un sol caractérisé par sa très forte teneur en matière organique, peu ou pas décomposée, d'origine végétale. La carte montre les endroits où les sols tourbeux sont encore présents en Wallonie. La présence d'un sol tourbeux a une influence sur le stock de carbone dans un sol.

Hauteurs de nappe (valeur basse et valeur haute)

Cette carte est basée sur la carte numérique des sols de Wallonie . Ces deux couches fournissent une valeur de référence pour le niveau moyen le plus élevé et le plus bas de l'eau dans le sol. Elles sont produites sur base d'une clé de correspondance entre les classes de drainage de la carte numérique de Wallonie et les niveaux moyens (valeur basse et haute). La clé de correspondance est celle proposée dans Meersmans et al. (2008).

Pentes (%)

La carte représente le gradient de pente exprimé en pourcentages (%). Elle se base sur les données du modèle numérique de terrain de Wallonie (2013-2014, voir WalOnMap : <https://geoportail.wallonie.be/catalogue/218033a9-b755-4a93-b812-e97475935c62.html>). Cette carte est principalement utilisée par le service "stockage du carbone dans le sol".

Facteur LS – facteur de longueur et d'inclinaison de la pente

Le facteur LS est un indice topographique, qui est fonction de la pente et de la longueur de pente et qui entre dans l'équation de perte en sol universelle (Wischmeier et Smith 1965). Pour la Wallonie, le facteur LS est

calculé selon la méthode de la convention GISER de mars 2011 (Biielders et al. 2011) sur base des données mises à jour dans la nouvelle convention GISER 2019.

Rue canyon

La carte montre l'emplacement des "canyons de rue", c'est-à-dire des rues étroites avec des bâtiments hauts et fermés des deux côtés de la route. Comme les émissions de la circulation dans ces rues ne peuvent pas être bien évacuées, la qualité de l'air y est plus fortement affectée que dans les autres rues. La carte a été créée sur la base des données de l'AWAC, qui utilise les informations sur les bâtiments provenant du modèle numérique de hauteur et de la base de données d'open street map.

Taux de fertilisation

L'apport moyen de carbone des cultures et les estimations des apports de fumier ont une influence sur les stocks de carbone dans les zones agricoles. Ces apports, ainsi que les caractéristiques du climat et du sol, varient pour chaque région agricole. Les données d'estimations sont issues de van Wesemael et al. (2010) qui fournit des valeurs moyennes d'apport par région agricole (ces valeurs varient de 0.99 à 1.79 Mg C/ha/an). Ces valeurs sont appliquées au parcellaire agricole de manière indifférenciée (prairies et cultures confondues) pour chaque région agricole. Les données du sillon industriel et de la Lorraine sont manquantes. On leur a attribué les valeurs moyennes du plateau limoneux hennuyer et de la Fagne-Famenne, respectivement.

Cartes relatives aux forêts

Forêts privées et publiques (type de gestion)

Pour déterminer le taux d'exploitation des forêts, nous examinons si une forêt est gérée par des propriétaires privés ou par le secteur public. Cette carte montre toutes les forêts privées (1) et publiques (2) et se base sur les données du SPW-DNF (voir données SPW : limites administratives du DNF : <https://geoportail.wallonie.be/catalogue/78bebbe4-dffd-431a-83d2-3460c40b92ff.html>).

Nous utilisons également cette donnée dans le choix du temps d'exploitation : il est supposé que la forêt privée est principalement gérée comme forêt de production (temps d'exploitation faible) et la forêt publique est principalement gérée comme une forêt multifonctionnelle (temps d'exploitation plus long).

Forêts anciennes

La Carte de Ferraris est une collection de 275 cartes topographiques extrêmement détaillées des Pays-Bas autrichiens. Ils ont été réalisés entre 1771 et 1778 sous la direction de Joseph de Ferraris, général de l'artillerie autrichienne, maréchal de l'air des Pays-Bas autrichiens. Il s'agit de la première cartographie systématique et à grande échelle, tant en "Belgique" que dans toute l'Europe occidentale. Si une forêt est déjà présente sur les cartes, cela signifie que le carbone a été stocké dans le sol pendant une longue période. Le stock total de carbone dans le sol est alors influencé positivement. La carte des forêts anciennes a été dressée par le SPW en Wallonie sur base de cette source (voir WalOnMap : <https://geoportail.wallonie.be/catalogue/6ff283ae-8d33-48c6-9af9-b620939095b3.html>).

Cartes des scores pour les services culturels récréatifs

Le module relatif aux services récréatifs se base sur des cartographies qui caractérisent l'attractivité du territoire par maille de 100x100m d'une part (voir dans la Figure 4 la partie les facteurs de l'offre) et sur la demande en zones récréatives d'autre part (partie définissant les facteurs de la demande). Il se base sur le travail du projet ECOPLAN de l'Université d'Anvers. Ce travail est synthétisé dans la publication de l'étude de

De Nocker et al. (2016). Une série de cartographies fournissent les valeurs sur la capacité d'une maille de territoire à offrir le service culturel en lien avec la pratique des loisirs.

Quantité d'espaces naturels

Il ressort clairement de la littérature que les espaces verts naturels, les plans d'eau et les zones agricoles sont des milieux recherchés par les personnes qui veulent pratiquer des loisirs en extérieur. L'étude du VITO suit ces informations et attribue des valeurs différentes aux zones en fonction du pourcentage couvert par les différents types de couverts (forêts, milieux agricoles, plans d'eau) dans un rayon de 1 km autour de la maille.

Les pondérations suivantes sont appliquées en fonction du pourcentage d'utilisation des terres dans la zone de 1 km autour de la maille (source de la donnée d'utilisation des terres : écotopes version 3.13) :

- Forêts feuillues et zones naturelles milieux ouverts (KMean 9 et 7) : $0,01 * \% \text{ de forêts feuillues}$
- Forêts résineux et zones à végétation éparse ou récemment perturbées (KMean 2 et 8) : $0,00875 * \% \text{ résineux}$ (soit la valeur de 0.01 moins 1 quart de la valeur qui sépare 0.01 de la valeur prise par les terres agricoles)
- Eau (KMean 4) : $0,01 * \% \text{ d'eau}$
- Agriculture (KMean 5 et 6) : $0,005 * \% \text{ agriculture}$
- Autres utilisations des terres (KMean 3) : $0 * \% \text{ autres utilisations des terres}$

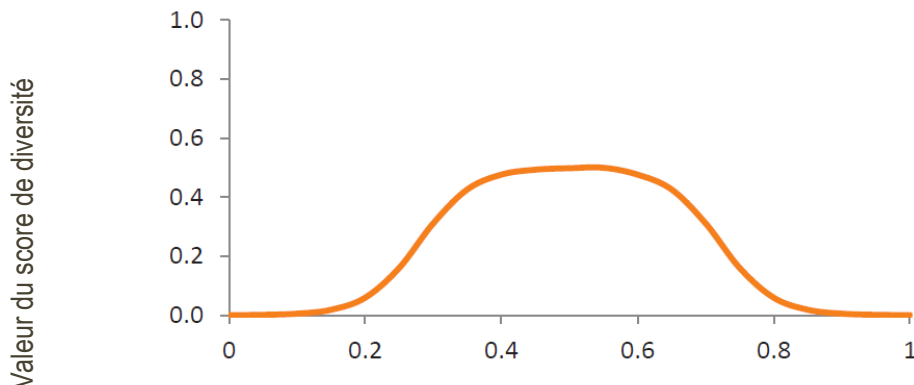
Niveau de naturalité – score diversité (+)

L'espace est considéré comme « diversifié » si la proportion de forêt (végétation haute) est comprise entre 20 et 80 %, la diversité la plus élevée étant observée dans le cas d'une proportion de forêt comprise entre 36 et 64 %.

La zone prise en compte pour l'analyse est une zone tampon de 500 mètres autour du pixel et les pondérations suivantes lui sont appliquées (cette valeur est à ajouter à la valeur de base du pixel décrite par l'analyse de 'quantité d'espaces naturels') :

- Pourcentage de couvert forestier < 20% : 0
- Pourcentage de couvert forestier 20% - 36% : $(1/(1+\exp((0,28 \text{ part de forêt}) * 25))) * 0,5$
- Pourcentage de couvert forestier 36%-64% : 0,5
- Pourcentage de couvert forestier 64% - 80% : $(1/(1+\exp((0,28 - (1 - \text{ part de la forêt})) * 25))) * 0,5$
- Pourcentage de couvert forestier > 80% : 0

De telle sorte que le score prend la forme d'une gaussienne comme illustré à la Figure 3.



Pourcentage de couvert forestier

Figure 3: Illustration de la valeur prise par le score 'diversité' en fonction du pourcentage de couvert forestier dans les 500 mètres autour du pixel (Source : De Nocker et al., 2016)

Niveau de naturalité – score présence d'eau (+)

La présence d'eau apparaît comme un facteur d'attraction important dans la plupart des études et un score spécifique lui est donc attribué.

Les données se basent sur le réseau hydrographique wallon. Une zone tampon de 100 mètres est associée aux cours d'eau non navigables. La zone tampon considérée est une zone de 100 m autour du pixel et on applique une valeur de 0.1 si la zone tampon est majoritairement couverte par l'eau.

Niveau de naturalité – score relief (+)

Les régions sont plus attrayantes si elles présentent un certain relief. Dans la convention précédente, un score était attribué à chaque cellule selon le pourcentage de la cellule couverte par un périmètre d'intérêt paysager de l'ADESA. Cette classification nous a semblée sujette à discussion et nous l'avons assortie d'une série d'autres éléments pour compléter l'analyse de l'attrait paysager lié au relief.

Nous avons tout d'abord considéré également les points de vue et lignes de vue remarquables (PLVR) de l'ADESA. Une zone d'influence de 500 mètres autour de ces lignes et points de vue remarquables a été réalisée avec la fonction 'network analyst' en ArcGIS Pro sur base des réseaux de routes et sentiers issus de l'OSM 2021 après transformation des lignes de PLVR en points et en supposant le réseau autoroutier comme réseau de barrière.

Pour prendre en compte la notion de relief, nous sommes repartis du modèle numérique de terrain. Nous avons calculé le TPI (topographic position index) à l'aide du logiciel SAGA pour ne sélectionner que les zones dans lesquelles le relief était marqué et intéressant d'un point de vue récréationnel. Seules les valeurs supérieures à 5 (crête) et inférieures à -5 (vallée) ont été sélectionnées. Les superficies de ces zones ont été calculées pour supprimer les polygones inférieurs à 500 m².

Une zone tampon de 100 m autour de ces zones a ensuite été appliquée pour exprimer le fait que ces zones avaient un intérêt au-delà de la seule existence en un endroit du territoire de ces zones de crête et de vallée.

Le score résultant est calculé comme proposée au Tableau 1.

Tableau 1: Scores pour la carte du relief

Type de zone	Cote
Périmètre paysager	0.125
Point de vue remarquable	0.125
Ligne de crête ou vallée	0.25
Composite	La somme des éléments ci-dessus. Valeur maximale à 0.5

Niveau de naturalité – score patrimoine culturel (+)

Les zones sont plus attrayantes si elles contiennent un patrimoine historico-culturel, et cet effet est plus important si des objets plus nombreux ou plus étendus sont concernés. Sur cette carte, un score est attribué à chaque cellule selon le pourcentage de la cellule couverte par des biens exceptionnels (ensembles architecturaux, sites et sites archéologiques) ou par des monuments classés (couche du patrimoine) (Tableau 2).

Tableau 2: Scores pour la carte des éléments classés

Pourcentage de la zone couverte par des périmètres ou monuments classés	Score
---	-------

+30 %	0.5
20-30 %	0.38
10-20 %	0.25
1-10 %	0.13
0-0.1%	0

Niveau de naturalité – score bruit (-)

Les espaces verts ouverts sont perçus comme moins attrayants pour la fonction de loisir lorsqu'il y a des nuisances sonores. Dans NVE, sont considérés comme 'bruyants' les espaces qui sont situés dans les niveaux de bruit supérieurs à 55 dB. Les cartes de bruit wallonnes (rail, route, agglomération) sont utilisées à cet effet et complétées par les cartes des bruits des aéroports. Un score de -0.25 est attribué à la cellule si elle est recouverte par un polygone de la zone de bruit de plus 55 dB.

Niveau de naturalité – score proximité bâti (-)

Les espaces verts ouverts sont perçus comme moins attrayants pour la fonction de loisir quand l'environnement est densément bâti. Une distinction est faite dans les scores entre l'environnement bâti résidentiel et l'environnement bâti industriel.

La logique d'établissement de la carte est identique à celle proposée pour les éléments destructurants : le pourcentage des zones tampons couvertes par du bâti ou du bâti industriel est évalué et un score d'autant plus faible que ce pourcentage est important est attribué. Les scores attribués prennent aussi en compte le pourcentage de couvert de végétation haute qui vient en quelque sorte compenser l'effet négatif quand il est présent.

Nous sommes repartis de la géométrie du bâti du cadastre dont nous avons informé la nature (industriel ou autre) sur base des informations contenues dans la couche de l'utilisation du sol de WALOUS.

Les scores sont attribués selon la logique présentée au Tableau 3.

Tableau 3: Score pour la présence de bâti en fonction du pourcentage de bâti et de bâti industriel dans les 500 m autour du pixel (Source : De Nocker et al., 2016).

Pourcentage de bâti industriel dans le bâti >50%					
Pourcentage de bâti	% de végétation haute dans la zone				
	0-1%	1-10%	10-25%	25-50%	50%
0-5%	0	0	0	0	0
5-10%	-0.063	-0.063	0	0	0
10-20%	-0.125	-0.125	-0.063	0	0
20-30%	-0.188	-0.188	-0.125	-0.063	0
>30%	-0.25	-0.25	-0.188	-0.125	-0.063

Pourcentage de bâti industriel dans le bâti entre 25 et 50%					
Pourcentage de bâti	% de végétation haute dans la zone				
	0-1%	1-10%	10-25%	25-50%	50%
0-5%	0	0	0	0	0
5-10%	0	0	0	0	0
10-20%	-0.063	-0.063	0	0	0
20-30%	-0.125	-0.125	-0.063	0	0

>30%	-0.188	-0.188	-0.125	-0.063	0
Pourcentage de bâti industriel dans le bâti <25%					
Pourcentage de bâti	% de végétation haute dans la zone				
	0-1%	1-10%	10-25%	25-50%	50%
0-5%	0	0	0	0	0
5-10%	0	0	0	0	0
10-20%	0	0	0	0	0
20-30%	-0.063	-0.063	0	0	0
>30%	-0.125	-0.125	-0.063	0	0

Niveau de naturalité – score éléments déstructurants du paysage (-)

Les espaces verts ouverts sont considérés comme moins attrayants s'il y a une pollution visuelle du paysage dans le voisinage immédiat sous la forme de lignes électriques à haute tension ou d'éoliennes. Pour calculer ce score, la présence d'éoliennes et de lignes électriques à haute tension dans un rayon de 2,5 km d'une cellule a été prise en compte. Le pourcentage de végétation haute a également été pris en compte comme facteur permettant de réduire les perturbations visuelles selon la logique des scores présentée au Tableau 4. La couche des éoliennes nous a été fournie par les chercheurs travaillant sur le projet SIGEnSa à l'ISSEP et fait référence à la situation existante en 2017. La source de la donnée pour les lignes à haute tension est la situation telle que décrite sur l'IGN TOP10V.

Tableau 4: Score pour la présence d'éléments déstructurants (Source : De Nocker et al., 2016)

Score pour les éoliennes			
Distance	0-1% de végétation haute dans la zone	1-10% de végétation haute dans la zone	10-25% de végétation haute dans la zone
0-0,5 km	-0.25	-0.25	-
0,5-1 km	-0.125	-0.125	-
1-2,5 km	-0.06	-0.06	-

Scores pour les lignes à haute tension			
Distance	0-1% de végétation haute dans la zone	1-10% de végétation haute dans la zone	10-25% de végétation haute dans la zone
0-0,5 km	-0.25	-0.25	-0.125
0,5-1 km	-0.125	-0.125	-
1-2,5 km	-0.06	-0.06	-

Niveau de services – score sentiers (+)

L'accessibilité d'une zone d'espaces naturels est évaluée dans cette carte sur la base de la présence et de la densité des sentiers pédestres et cyclables balisés et non balisés. L'hypothèse sous-jacente est qu'une zone présentant plus de sentiers obtient un score plus élevé principalement parce qu'une plus grande densité de sentiers se traduit par une offre plus importante en type d'activités de loisirs (itinéraires plus longs, plus de variété et plus de possibilités pour différents types d'activités).

La densité des sentiers pédestres et cyclables balisés et non balisés sont calculés dans chacune des cellules et un score leur est attribué sur base de cette densité. Les chemins qui font partie d'un itinéraire balisé reçoivent un poids plus élevé.

La méthode de calcul est la suivante:

$$DS_i = (a_i * \alpha) + (b_i * \beta) + (c_i * \gamma) + (d_i * \delta)$$

Avec :

- DS_i : densité de sentiers pour la cellule i ,
- a_i : nombre de mètres de sentiers dans la cellule i ,
- b_i : nombre de mètres de sentiers qui font partie d'un itinéraire balisé dans la cellule i . b n'est jamais plus grand que a ,
- c_i : nombre de mètres sentiers dans la zone proche (à moins de 400 mètres) de la cellule i ,
- d_i : nombre de mètres de sentiers balisés dans la zone proche (à moins de 400 m) de la cellule i ,
- $\alpha, \beta, \gamma, \delta$: facteurs constants de pondération : $\alpha = 0.2, \beta = 0.3, \gamma = 0.2, \delta = 0.3$

Les différentes cellules sont ensuite divisées en 5 classes égales en fonction de leur score, et reçoivent les scores ci-dessous. Les zones sans sentier obtiennent un score de 0. Les domaines militaires obtiennent également un score de 0.

Tableau 5: Scores d'attractivité pour les densités de sentiers dans une maille (source : De Nocker et al., 2016)

Groupe	Indicateur (m/ha)	Score
5	Quartile 80	0,5
4	Quartile 60	0,4
3	Médiane	0,3
2	Quartile 40	0,2
1	Quartile 20	0,1
Pas de sentier	-	0

Les données utilisées sont les suivantes :

- Sentiers balisés vélos et balisés piétons : La donnée utilisée est issue de OpenStreetMap (date d'extraction : février 2021), dans la couche 'route_l' qui distingue les balisages vélo ou piétons. Nous avons également rajouté les sentiers de grande randonnées GR car certains n'étaient pas considérés dans OSM (source : Sentiers de grande randonnées)
- Sentiers publics : la donnée utilisée est celle issue d'une extraction de BALNAM. A noter que l'inventaire n'est pas complet. Globalement ~77% des sentiers sont repris mais c'est variable d'une région à l'autre. En particulier, les Cantons de l'Est sont peu inventoriés. Elle a donc été complétée par les données OSM sur base de la couche 'road_l' pour laquelle uniquement les 'aggttype=tracks' ont été sélectionnés.

Ces données de base présentent des limites en ce qui concerne la présence de sentiers balisés, pour lesquelles de nombreuses données sont manquantes dans Open Street Map. Ainsi, certaines communes (exemple : Ottignies-Louvain la Neuve) ont encodé leurs itinéraires balisés tandis que d'autres communes ne l'ont pas fait (exemple : Lasne).

Les couches ainsi créées ('balise_velo', 'balise_pied', 'sentiers_balnam', 'sentiers_OSM') ont été combinées de manière à ne plus former qu'une seule couche. Dans certains cas, les lignes d'un même sentier ne coïncidaient pas tout à fait en fonction des sources différentes de la donnée et plutôt que de n'avoir qu'une seule ligne, on en avait parfois deux parallèles à quelques mètres près. Nous avons dès lors utilisé les outils unsplit line et integrate (résolution de 40 m) pour corriger ce problème et faire en sorte que les sentiers ne soient bien représentés que comme une seule et même ligne, dans tous les référentiels. Cela signifie qu'on perd en précision, mais que le sentier est bien identifié dans la même ligne comme un sentier qui peut être ou pas balisé.

Niveau de services – score infrastructures (+)

Une zone mieux équipée pour les loisirs (bancs, panneaux d'information, poubelles, toilettes, parking, centres d'accueil) est plus appréciée.

De nouvelles données existent pour caractériser la présence de ces équipements sur le géoportail d'une part et des données sont également présentes dans les données Open Street Map.

Les traitements suivants ont été effectués :

- Sélection dans OSM (couche POI) des 'fclass' égales à 'bench', 'observation_tower', 'picnic_site', 'theme_park', 'toilet', 'tourist_info', 'viewpoint', 'waste_basket' ;
- Sélection dans la couche de l'offre touristique (géoportail) des éléments suivants : TYPE_OFFRE = 'Découverte et Divertissement', 'Organisme touristique', 'Point d'intérêt'.

Nous avons ensuite assemblé les deux couches et pour représenter une densité de points plutôt que chaque point de manière individuelle, nous avons utilisé la fonction aggregate points (valeur de distance de 2000 m) pour créer des zones de densités plus importantes de présence de points d'intérêt.

A ces informations se rajoutent les offres en matière de parking, qui ont une influence importante sur l'accessibilité d'une zone naturelle. Les données de base sont à nouveau issues de OSM. Nous avons fait un traitement supplémentaire pour retirer des données OSM les parkings qui se situent le long des autoroutes ou dans les zones bâties.

Une zone d'influence autour des parkings résultants a été calculée avec l'outil « network analyst » en prenant toutes les routes de l'OSM comme réseau et les autoroutes comme barrières. La distance d'influence choisie d'un parking est de 2000 m.

Nous avons ensuite combiné les informations en provenance des points d'intérêt et les informations en provenance des parkings en leur attribuant les valeurs suivantes :

- Zone d'influence d'un parking : 0.25
- Zone d'agrégation de points d'influence : 0.125

Si plusieurs zones se superposent, le score final de la cellule est la somme des scores individuels.

Autres cartographies nécessaires

Particules fines PM10

La carte montre les concentrations moyennes de PM10 par an. Elle est exprimée en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). La valeur limite annuelle européenne est de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La carte est basée sur l'interpolation des résultats des stations de mesure et complétée par une modélisation à plus haute résolution. Plus d'information disponible sur la cellule interrégionale pour l'environnement (IRCEL Celine). Les données nous ont été fournies par l'AWAC.

Facteur K – facteur d'érodibilité du sol (t.h/MJ.mm)

Le facteur K est une mesure de la vulnérabilité des particules de sol au détachement et au transport par la pluie et le ruissellement. La texture est le principal facteur qui influence le facteur K, mais la structure, la teneur en matière organique et la perméabilité du sol ont aussi un rôle à jouer. Pour la Wallonie, le facteur K est issu des estimations de la nouvelle convention GISER 2019 (cellule GISER, SPW).

Ce facteur se base sur une formule qui prend en compte les paramètres suivants :

- le pourcentage de limon (0.002-0.05 mm),
- le pourcentage de sable fin (0.05- 0.1 mm),
- le pourcentage d'argile (< 0.002 mm),
- la structure du sol,
- la perméabilité du sol,
- la matière organique.

Pour la Wallonie, cette donnée est issue de la convention GISER (cellule GISER, SPW).

Facteur R – érodibilité de la pluie (MJ.mm/ha.h.an)

Ce facteur correspond au facteur de pluie et de ruissellement par secteur géographique. Plus les précipitations sont intenses et plus elles durent longtemps, plus grands sont les risques d'érosion. Pour la Wallonie, cette donnée est issue de la convention GISER (cellule GISER, SPW).

Secteurs PARIS et bassins contributifs des secteurs PARIS

Afin de mieux tenir compte des multiples enjeux dans le cadre de la gestion des cours d'eau (inondations, biodiversité, économie, socio-culturel), la région wallonne met en place des Programmes d'Actions sur les Rivières par une approche Intégrée et Sectorisée (PARIS)

Afin de mettre en place ces Programmes d'Actions, le linéaire du réseau hydrographique a été découpé en segments physiquement homogènes du point de vue de l'hydro-morphologie et de l'occupation du sol du lit majeur, peu changeantes dans le temps. Ce découpage, appelé sectorisation, a porté sur le réseau hydrographique classé (les cours d'eau Classés navigables et les cours d'eau classés non navigables de 1ère, 2ème et 3ème catégorie). Il a abouti à l'identification de 6185 secteurs PARIS, et pour chacun de ces secteurs, à la définition du bassin versant hydrographique intermédiaire correspondant (appelé "Bassin versant contributif").

Ces données sont disponibles sur WalOnMap : <https://geoportail.wallonie.be/catalogue/50bf7812-799b-4d2f-bccc-cdbb3e2d6e08.html>.

Qualité biologique

La carte propose une classification des 4 niveaux suivants :

- rareté,
- qualité biologique,
- vulnérabilité,
- remplaçabilité.

Pour chacun de ces 4 indicateurs, une distinction est faite entre les éléments repris dans le Tableau 6.

Tableau 6: Valeurs prises par les indicateurs de rareté, qualité biologique, vulnérabilité et remplaçabilité

score	rareté	Qualité biologique	vulnérabilité	remplaçabilité
4	Très rare	-	-	
3	Rare	Qualité très importante	Très vulnérable	Difficilement remplaçable
2	Commun	Qualité importante	Vulnérable	Remplaçable
1	Très commun	Qualité faible	Peu vulnérable	Facilement remplaçable

Si certaines données sont existantes pour définir la cote globale de l'intérêt, comme par exemple l'inclusion dans certaines unités de gestion Natura 2000 ou le fait d'être inclus dans le réseau des SGIB, il est difficile

d’obtenir une information consolidée sur les types d’habitats (par exemple sur base de la typologie WalEunis) pour l’ensemble de la Wallonie.

Nous proposons ici une première approche permettant d’identifier ces différents indicateurs. Elle souffre de toute une série de raccourcis, notamment en raison de l’absence de disponibilité de certaines données hors sites repris dans la structure écologique principale. Elle est à considérer comme une première version et pourra être améliorée sur base notamment des travaux en cours sur le réseau écologique ou si la carte d’évaluation biologique wallonne devenait disponible après digitalisation.

La méthodologie proposée repose sur trois étapes successives qui vont informer les portions du territoire pour lesquelles les données sources d’information sont différentes (du plus précis au moins précis).

Première étape : définition des éléments biologiquement très intéressants

Les données utilisées pour caractériser ces milieux sont issues de trois couches différentes :

- Les unités de gestion associées aux sites Natura 2000 (géoportail SPW⁵)
- Les données écotopes (LifeWatch⁶). Un écotope est défini comme une petite unité du paysage écologiquement homogène. A une échelle donnée, l’écotope représente l’unité de base de l’écologie d’un paysage. Il est notamment caractérisé depuis sa version 3.14 par une classe de couverture de sol appelée KMean qui distingue notamment une valeur d’écotope « natural open area of potentially high biodiversity » (classe 7),
- Les périmètres des sites de grand intérêt biologique⁷.

On peut s’accorder pour dire que les unités de gestion 02 (milieux ouverts prioritaires), 03 (prairies d’habitats d’espèces), 06 (forêts prioritaires), 07 (forêts prioritaires alluviales), 08 (forêts indigènes de grand intérêt biologique) et 09 (forêts d’habitats d’espèces) dans Natura 2000, les SGIB ainsi que les polygones écotopes de valeur KMean = 7 semblent être des éléments qui doivent être caractérisés comme biologiquement très intéressants.

Les trois couches ont été agrégées et l’ensemble de ces éléments prennent une valeur de ‘z’ pour la cote globale (biologiquement très intéressant) et les valeurs suivantes pour les autres indicateurs :

<i>score</i>	<i>global</i>	<i>rareté</i>	<i>qualité biologique</i>	<i>vulnérabilité</i>	<i>remplaçabilité</i>
<i>Natura 2000 - UG02</i>	Z	4	3	3	3
<i>Natura 2000 - UG03</i>	Z	3	3	2	2
<i>Natura 2000 - UG06</i>	Z	4	3	2	3
<i>Natura 2000 - UG07</i>	Z	4	3	3	3
<i>Natura 2000 - UG08</i>	Z	4	3	3	3
<i>Natura 2000 - UG09</i>	Z	3	3	2	3
<i>SGIB</i>	Z	4	3	3	3
<i>Ecotopes - KMean7</i>	Z	4	3	3	3

⁵ <https://geoportail.wallonie.be/cms/render/live/fr/sites/geoportail/contents/metadata/plainData/80a837d8-2c0b-4f77-b5d5-824e9780a4ae.html>

⁶ <https://maps.elie.ucl.ac.be/lifewatch/ecotopes.html>

⁷ biodiversité.wallonie.be

Ces valeurs sont consignées dans la table attributaire de la couche agrégée après un join et un dissolve sur les 5 champs d'intérêt.

Deuxième étape : caractérisation des milieux au sein des zones non urbanisées hors zones Natura2000 et SGB

Pour les autres zones, les données disponibles sont plus lacunaires.

Nous sommes repartis des données issues des travaux suivants :

- Les données écotopes (LifeWatch⁸) pour les informations relatives à l'occupation du sol,
- Les données issues des modélisations des biotopes (GbxAgroBiotech – Biodiversité paysage - thèse Axel Bourdouxhe). Ces modélisations se basent sur le postulat que les contextes écologiques et topographiques déterminent les conditions pour la présence de groupes de biotopes se développant dans des conditions écologiques semblables. Elles se basent (données d'entraînement) sur les données des biotopes rencontrés dans les sites Natura 2000 avec plus d'une vingtaine de variables explicatives comme notamment les critères de marginalité des sols, l'exposition, la position de la pente, etc... pour prédire le groupe de biotopes qui serait observé sur une zone donnée sans modification de la végétation par les activités anthropiques. Les groupes de biotopes sont au nombre de 14 et sont décrites dans le Tableau 7.

Tableau 7: Groupes de biotopes et superficies associées (source : GbxAgroBiotech – Thèse Axel Bourdouxhe)

Valeur	Code du groupe	Nom du groupe de biotopes	Superficie (ha)
1	AM	Aulnaies marécageuses	7 943
2	BT	Boulaies tourbeuses	2 493
3	CAT	Chênaies acidiphiles thermophiles	276
4	CBM	Chênaies boulaies à molinie	42 408
5	CCAC	Chênaies charmaies acidiclinales climaciques	540
6	CCF	Chênaies charmaies famenniennes	43 744
7	CCXF	Chênaies-charmaies xérophiles famenniennes	432
8	CFNC	Chênaies frênaies neutrophiles climaciques	31 071
9	ECP	Erablières des coulées pierreuses	115
10	FA	Forêts alluviales	55 183
11	FRH	Forêts de ravin hygrosclaphiles	2 426
12	HA	Hêtraies acidiphiles	934 645
13	HCCP	Hêtraies calcicoles et chênaies pubescentes	40 765
14	HN	Hêtraies neutrophiles	347 545

Nous avons défini les critères de rareté, qualité biologique, vulnérabilité et substituabilité sur base de jugement d'expert ou de critères définis.

Par exemple, pour le **critère de rareté**, les groupes de biotopes sont considérés comme très rares si elles couvrent moins de 1% du territoire, comme rares si elles couvrent entre 1 et 5%, comme communes si elles couvrent entre 5 et 10% et très communes si elles couvrent plus de 10%.

⁸ <https://maps.elie.ucl.ac.be/lifewatch/ecotopes.html>

La **qualité biologique** est maximale pour les groupes de biotopes quand ils se trouvent en présence d'une occupation du sol (donnée écotope dans notre cas) qui est compatible avec le fait que le groupe puisse se développer. Ce critère devra être affiné sur base des données du projet réseau écologique quand elles seront disponibles. Dès lors, quand le KMean vaut 9 (forêts feuillues décidues), 7 (milieu ouvert naturel) ou 4 (surface en eau), les valeurs maximales sont reprises. Dans les autres cas, ces valeurs diminuent avec l'intensification de l'occupation du sol.

La **vulnérabilité** est définie sur base de jugement d'expert en lien notamment avec les conditions écologiques nécessaires à l'existence du milieu. Si le milieu nécessite des conditions humides (aulnaies marécageuses ou boulaies tourbeuses), il est considéré comme plus vulnérable que les autres biotopes.

Le critère de **substituabilité** va également dépendre du type d'occupation du sol. Si l'occupation du sol est compatible avec le groupe, la zone sera considérée comme peu substituable. Avec une distinction toutefois pour les hêtraies acidiphiles et les hêtraies neutrophiles qui sont considérées comme plus substituables que les autres groupes.

Ces valeurs sont consignées dans la table attributaire après un 'join' et un 'dissolve' sur les 5 champs d'intérêt.

Troisième étape : caractérisation des milieux au sein des zones urbanisées

Pour tous les autres milieux du territoire wallon non couverts par les deux couches résultantes des traitements décrits ci-avant (c'est le cas notamment de toutes les zones non cartographiées à la carte de sols ou présentant des sols remaniés), nous avons procédé à une attribution des valeurs sur base de la carte d'occupation du sol uniquement. Il ne s'agit bien évidemment plus d'éléments biologiquement très intéressants, mais nous avons fait attention à distinguer dans les villages par exemples les zones de jardin (intéressantes) des zones imperméabilisées (peu intéressantes) par exemple. Toutes les prairies intensives et les zones agricoles sont considérées comme peu intéressantes.

Combinaison des trois cartes

Les trois cartes ont été combinées en faisant attention à garder la priorité décrite : données issues de Natura 2000/SGIB/écotopes sont prioritaires par rapport aux données groupes de biotopes/écotopes qui sont prioritaires par rapport aux données d'occupation du sol.

La carte résultante a été rasterisée à une résolution de 5 m et nous avons appliqué un 'majority filter' pour supprimer les effets poivre et sel.

3.5. Résultats

Quoi ?

La valeur de la nature fournie par Explorer pour chaque service écosystémique (si la méthode est disponible) :

- Un graphique avec un score pour l'approvisionnement actuel et futur (scénario) des services écosystémiques et la différence entre les deux. Ce score montre l'importance de la zone pour la fourniture du service écosystémique par rapport aux autres zones en Flandre. Il montre également l'ampleur du changement entre le scénario actuel et le scénario futur pour la zone.
- Une quantification en termes biophysiques de la fourniture actuelle et future de services écosystémiques. Ces chiffres en disent long sur l'évolution de la fourniture de services écosystémiques.

- Une quantification en euros basée sur les chiffres d'évaluation économique disponibles. Ces chiffres montrent la différence de valeur économique (connue) entre le scénario actuel et le scénario futur.
- Tableau de bord : les services écosystémiques quantifiés sont convertis en indicateurs plus compréhensibles. Ils sont affichés sur un tableau de bord imprimable.

Tous les résultats, ainsi que les données d'entrée et les chiffres clés utilisés, peuvent également être téléchargés dans un format CVs ou excel.

Comment l'utiliser ?

Les résultats de l'outil NVE sont spatialement explicites dans une certaine mesure, car ils tiennent compte des facteurs locaux sous-jacents. Cependant, ils restent basés sur des fonctions statistiques génériques à la Belgique et ne doivent pas être interprétés comme des valeurs réelles absolues effectivement délivrées. Ils constituent une estimation de la prestation de l'écosystème associée à une incertitude.

Ils sont principalement destinés à établir une comparaison entre différentes zones (comment les zones diffèrent-elles dans la fourniture de services écosystémiques ?) ainsi qu'à cartographier les changements au sein d'une zone (quels services écosystémiques sont fournis en plus/en moins ?) L'interprétation des résultats doit donc se concentrer en premier lieu sur les différences et les tendances existantes et potentielles et sur la manière dont elles sont distribuées spatialement au sein de la zone plutôt que sur les quantités et les valeurs absolues qu'une certaine zone fournit.

Le manuel et l'outil web contribuent à rendre visibles les avantages socio-économiques des écosystèmes. Ils fournissent des valeurs qui peuvent être utilisées dans des outils de décision tels qu'une évaluation de l'impact environnemental, une analyse coût-efficacité ou une analyse coût-bénéfice. Ils permettent d'évaluer les impacts indicatifs (positifs ou négatifs) sur les espaces verts, en utilisant des méthodes applicables à de nombreux utilisateurs potentiels. Ils peuvent aider à justifier certains choix/investissements en matière de conservation et de gestion de la nature et à choisir entre différents emplacements, conceptions et/ou certaines méthodes de gestion en ce qui concerne la (re)création de la nature dans la zone rurale.

Les résultats ne représentent qu'une partie des services écosystémiques fournis par une zone. Il est donc important d'utiliser des méthodes participatives en plus de ces résultats et de les compléter par des données qualitatives et des informations sur la biodiversité.

Nous tenons également à souligner que les chiffres donnent une évaluation d'un point de vue anthropocentrique. Les services écosystémiques ne disent pas forcément quelque chose sur l'importance biologique/écologique de certains écosystèmes pour les espèces végétales et animales ou sur la rareté de certains services écosystémiques dans notre pays. Toutefois, à la demande de nos utilisateurs, nous avons ajouté un score pour la valeur biologique, basé sur l'analyse de la carte de la valeur biologique, afin que cette valeur ne soit pas oubliée dans les débats.

Utilisation dans le cadre d'une étude d'incidences

Introduction

Les résultats des calculs peuvent être utilisés pour estimer l'impact des projets sur les services écosystémiques et les comparer avec d'autres impacts. Dans une étude sur les incidences environnementales, les coûts et les avantages d'une politique ou d'un projet particulier sont calculés du point de vue de la société dans son ensemble et comparés les uns avec les autres. Il y a une contribution positive au niveau du bien-être si le projet se traduit par une augmentation du bien-être total, c'est-à-dire indépendamment de la répartition entre les individus ou les zones.

Afin d'appliquer les résultats de l'outil dans une EIE, un certain nombre de calculs supplémentaires sont nécessaires. Nous les expliquons dans ce chapitre.

Evolution dans le temps

Les avantages évoluent au fil du temps. Par exemple, le stockage de carbone dans la biomasse n'est pas immédiat après plantation d'une forêt ou le stockage annuel supplémentaire de carbone dans les sols diminue systématiquement au fil du temps lorsqu'une nouvelle situation d'équilibre est atteinte.

L'évolution des bénéfices au fil du temps est systématiquement prise en compte dans tous les services écosystémiques calculés par l'outil. Si cette question n'est pas explicitement abordée, nous supposons que les avantages restent constants dans le temps. L'outil donne la possibilité de calculer les prestations annuelles sur une période de temps définie. Cette période correspond à la durée de vie de votre projet. Par défaut, cette période est de 100 ans, mais si vous le souhaitez, vous pouvez la modifier jusqu'à un maximum de 500 ans.

Le calcul est effectué à partir de l'année où commence l'exécution du projet : l'année de démarrage.

Outre les évolutions spécifiques par service, la croissance économique aura un effet sur les services écosystémiques, tant pour la quantification que pour l'évaluation. Au sein de la croissance économique, on distingue la croissance démographique et la croissance de la productivité ou du pouvoir d'achat par habitant. Cette croissance se distingue en outre de l'évolution du niveau des prix. Ces trois types de croissance sont distingués ci-après.

Adaptation à la croissance démographique

L'importance de certains services écosystémiques évoluera avec la croissance démographique. C'est le cas, par exemple, des services culturels. Pour certains services tels que les effets sur la qualité de l'air ou la pollution sonore, la valeur du service est liée au nombre de personnes exposées ou incommodées. La croissance démographique augmentera donc la valeur de ces services. Pour les services aux producteurs, il existe un lien entre la croissance démographique et la demande de certains biens et donc les prix du marché, mais ce lien est indirect et difficile à prévoir à partir des tendances démographiques.

Le Tableau 8 donne un aperçu pour la Région wallonne de l'évolution démographique pour les prochaines décennies jusqu'en 2070 (sur la base des estimations du Bureau fédéral du Plan et du SPF – StatBel).

Tableau 8: Evolution de la croissance démographique en Région wallonne (moyenne des pourcentages par an par dizaine d'années) (Source : 1991-2019 : observations, Statbel; 2020-2071 : perspectives - mise à jour COVID-19, BFP et Statbel)

Période	Croissance démographique (moyenne sur la dizaine en % par an)
1991-2000	0.27
2001-2010	0.47
2011-2020	0.41
2021-2030	0.28
2031-2040	0.19
2041-2050	0.09
2051-2060	0.05
2061-2070	0.08

Après 2070, il est proposé de maintenir la valeur de 2070 constante à défaut d'autres estimations à ce jour. Cette évolution est pertinente pour les services énumérés ci-dessous et peut être appliquée en multipliant la quantité ou la valeur calculée par le taux de croissance pour la période considérée :

- Services de régulation :
 - Amélioration de la qualité de l'air : à appliquer aux chiffres utilisés pour la quantification.
 - Stockage du carbone : a déjà été pris en compte dans l'indice d'évolution pour l'évaluation.
- Services culturels
 - Total des services culturels : à appliquer au nombre de ménages.
 - Valeur d'expérience : à appliquer au nombre de visites.

Ajustement à la croissance de la productivité et à l'évolution du pouvoir d'achat

Comme d'autres avantages, les bénéfices des écosystèmes augmentent également au fil des ans en raison de la croissance de la productivité et de l'augmentation du pouvoir d'achat. La croissance économique signifie que davantage de ressources sont disponibles pour le gouvernement et les citoyens, ce qui augmente la volonté de payer pour des espaces verts et augmente également les coûts engagés pour atteindre les objectifs environnementaux.

Le VITO recommande un taux de croissance annuel de 1,4 %. Ce chiffre est égal à la prévision de la croissance moyenne du produit intérieur brut (PIB) par habitant en Belgique sur la période 2010-2060.

La croissance du pouvoir d'achat est cumulée avec la croissance démographique et s'applique à tous les services. Pour le stockage du carbone, cette évolution a déjà été prise en compte dans l'évolution de l'indice de valorisation.

Evolution des prix du marché

L'évolution des prix du marché se traduit pour les consommateurs privés par un avantage sous la forme d'une augmentation du revenu net disponible. Le pouvoir d'achat de ce revenu net disponible est exprimé en prix du marché, car les consommateurs paient les biens et les services au prix du marché. La méthodologie standard stipule que les valeurs monétaires de l'EIE doivent être exprimées en coûts des facteurs. La différence entre les prix du marché et les coûts des facteurs est constituée par les impôts indirects et les subventions sur les produits (c'est-à-dire principalement la TVA et les droits d'accises) qui ne sont pas pris en compte dans les coûts des facteurs.

Tous les coûts et avantages exprimés en prix du marché doivent être divisés par $(1+t)$ pour les convertir en coûts des facteurs. Dans le cas des services écosystémiques, ce n'est le cas que pour les services culturels. Les coûts et les avantages pour les entreprises et les pouvoirs publics sont déjà exprimés en coûts des facteurs, et n'ont pas besoin d'être ajustés pour les services de production et de régulation.

Selon la méthodologie standard des EIE, le taux moyen des impôts indirects nets (t) est de 17%.

Taux d'actualisation

Les prestations sont réduites ou actualisées à un taux d'actualisation social. Cela signifie que nous tenons compte du fait que les prestations qui ne sont versées que sur une longue période sont moins importantes que les prestations de l'année en cours. Cela reflète, d'une part, le fait que nous ne pouvons pas utiliser (prêter) l'argent que nous ne recevons que plus tard à d'autres fins et, d'autre part, que les gens apprécient moins le même avantage s'il arrive plus tard dans le temps (par exemple en raison de l'incertitude qui y est associée). La science économique ne donne pas de réponse univoque sur la hauteur exacte du taux d'actualisation social.

Le taux d'actualisation social est inférieur au taux d'actualisation privé utilisé, par exemple, pour l'analyse financière des projets industriels. Récemment, un taux d'actualisation décroissant dans le temps a également été utilisé pour les projets ayant une longue durée de vie.

Conformément aux recommandations de la méthodologie standard des EIE pour les projets d'infrastructure, nous proposons d'utiliser un taux d'actualisation de 4 %. En outre, il est conseillé d'effectuer une analyse de sensibilité pour des valeurs de 2,5 % et 5 % par an. Des taux d'actualisation plus faibles et parfois même négatifs sont également souvent utilisés pour les services écosystémiques (TEEB 2010).

L'outil Nature Value Explorer prend en compte l'année d'actualisation. Elle est définie comme l'année au cours de laquelle l'EIE est élaborée. C'est elle qui sert de base pour actualiser la valeur des niveaux de prix.

Si nous faisons la somme de tous les bénéfiques actualisés, nous obtenons la valeur actuelle nette totale des services écosystémiques du projet pour l'année d'actualisation considérée.

Correction des niveaux des prix

L'outil Nature Value Explorer explore la valeur des services écosystémiques pendant une année. Pour l'utilisation dans une EIE, les prix doivent être ajustés par rapport aux autres coûts et avantages. Les prix dans le Nature Value Explorer sont basés sur le niveau de prix 2014.

L'évolution du niveau général des prix est mesurée par l'"indice général des prix à la consommation" publié par Statbel - SPF. L'utilisation de l'indice susmentionné est nécessaire pour l'ajustement des ratios dans ce manuel en vue de l'évolution du niveau des prix entre l'année de base du ratio, d'une part, et l'année de base de l'EIE, d'autre part. La méthode utilisée pour ce faire est tirée de la méthodologie standard des EIE.

La formule suivante est utilisée :

$$k_t = k_s * IPC_t / IPC_s$$

où :

- s = année de base (dans NVE cette année est 2014) ;
- t = année d'actualisation (année à laquelle le EIE est élaboré (t>s)) ;
- k_s = valeur du chiffre à actualiser à l'année s ;
- k_t = valeur du chiffre actualisé à l'année t ;
- IPC_t = indice des prix à la consommation à l'année t ;
- IPC_s = indice des prix à la consommation à l'année s.

3.6. Limitations

Tous les services ne sont pas couverts de la même manière

Le présent manuel détaille l'état des connaissances en Wallonie sur l'ensemble des services présentés dans NVE. Naturellement, les informations ne sont pas disponibles avec le même niveau de détail pour tous les services écosystémiques. Certains services écosystémiques seront dès lors plus détaillés que d'autres.

Risque de double comptage

Certains services écosystémiques peuvent se recouper. L'un des plus grands défis en matière d'évaluation est d'éviter le double comptage. Un certain nombre de services écosystémiques sont difficiles à différencier les uns des autres. Le fait qu'un service particulier soit fourni est parfois souvent directement lié à un autre service, par exemple une meilleure qualité de l'eau peut contribuer à améliorer la fourniture du service de régulation de production d'eau potable ou du service d'approvisionnement relatif à la production piscicole. Cela signifie

que nous ne pouvons pas toujours évaluer sans équivoque tous les services de manière séparée pour ensuite sommer ces valeurs. Bien que l’outil NVE ait été pensé pour éviter autant que possible le double comptage, les utilisateurs doivent y prêter attention lors de l’interprétation des résultats.

Incertitude lors du transfert de valeurs

L’outil fait partiellement appel au transfert de valeurs. Il est important de prêter attention aux différences de contexte. Les valeurs ne sont valables que pour les principes énoncés pour les services écosystémiques en question. L’outil est principalement construit pour les provinces de la région flamande. Nous avons essayé de démontrer dans ce manuel les précautions à utiliser lors de l’adaptation de cet outil à la région wallonne en comparant les valeurs avec les valeurs wallonnes lorsque celles-ci existaient.

Les résultats doivent être traités avec prudence lorsqu'ils concernent une zone frontalière.

Autres restrictions

Afin de collecter les données nécessaires, l’outil utilise des cartes d’entrée qui sont basées sur les meilleures connaissances disponibles. Elles ont été produites en 2021 et représentent les valeurs qui étaient à disposition en 2021. Certaines de ces données peuvent remonter à plusieurs années. Si l’utilisateur consulte des experts lors de son projet et a des connaissances plus approfondies, il lui est conseillé d'utiliser ces connaissances pour remplacer les données automatiquement calculées dans l’outil pour réaliser l’évaluation.

L’outil ne donne pas non plus de conseils sur la manière d’améliorer les performances du projet.

4. L’outil web : un outil vivant

Ce manuel fait le point sur les dernières connaissances en matière de quantification et d'évaluation des services écosystémiques en Wallonie sur base des travaux menés en Flandre (voir manuel de l’outil en néerlandais disponible sur la page de garde de l’outil en ligne).

4.1. Précision de certaines méthodes et de certains services

Sur la base d'un examen effectué par des experts en Flandre, des ajustements mineurs ont été apportés aux méthodes déjà existantes.

En outre, un manuel supplémentaire a été créé pour les services écosystémiques fournis pour les environnements urbains.

Outre les services écosystémiques, qui sont considérés dans une perspective anthropocentrique, les utilisateurs ont également demandé que la valeur biologique des changements soit incluse dans l’outil d’une manière ou d’une autre.

Finalement, des services écosystémiques supplémentaires ont été ajoutés à l’outil lorsque des informations étaient disponibles.

4.2. Fonctionnalités améliorées

Grâce aux conversations avec les utilisateurs et aux commentaires formulés lors de la démonstration de l'outil au cours d'ateliers, nous avons appris quelles fonctionnalités peuvent faciliter l'utilisation du Nature Value Explorer.

Depuis avril 2018, l'utilisateur ne doit plus collecter lui-même les données nécessaires pour compléter l'outil. Il suffit à l'utilisateur de dessiner sur une carte sa zone d'étude et les mesures à prendre. L'outil va ensuite chercher les données d'entrée requises à partir des fonds de carte disponibles et les remplit automatiquement. Ces données peuvent toujours être ajustées par l'utilisateur s'il dispose de données plus récentes ou plus détaillées. Depuis octobre 2020, l'utilisateur peut également choisir de charger une zone et les mesures associées sous forme de fichier de forme dans l'outil (type shapefile).

L'utilisateur peut également exporter les résultats vers excel. En plus des résultats, les données d'entrée et les chiffres clés utilisés sont indiqués pour chaque service. Il existe également un lien vers un exemple dans ce manuel afin que l'utilisateur puisse vérifier clairement la méthode de calcul.

Ce manuel se compose d'un guide pratique sur l'utilisation de l'outil et d'une explication détaillée des méthodes et des chiffres utilisés pour quantifier et monétiser les services écosystémiques. Une vidéo d'instruction sera également publiée prochainement pour guider l'utilisateur dans l'utilisation de l'outil. Des formations courtes sont également disponibles si nécessaire.

4.3. Participation des utilisateurs

La participation des utilisateurs est un élément crucial et le facteur déterminant de ces changements. Sur la base des retours d'une enquête auprès des utilisateurs finaux, du comité de pilotage et des contacts informels avec les utilisateurs, les points d'amélioration les plus importants ont été répertoriés et traités.

Nous avons l'ambition de continuer à développer ce manuel et cet outil et de le mettre à jour régulièrement en fonction des connaissances actuelles dans le domaine de la quantification et de l'évaluation. L'outil peut donc être considéré comme un mécanisme "vivant" qui peut être utilisé avec des outils de prise de décision ou intégré à ceux-ci. Nous recommandons donc vivement de toujours consulter le site web de l'outil pour obtenir la dernière version du manuel.

En tant que lecteur, expert ou utilisateur, vous pouvez aussi contribuer en fournissant des informations/suggestions sur

- vos bonnes ou mauvaises expériences avec le manuel/ l'explorateur de valeurs naturelles ;
- des sources d'information pour améliorer les méthodes de calcul existantes ;
- comment nous pouvons encore améliorer la convivialité de l'outil ;
- les méthodes d'évaluation des services écosystémiques supplémentaires.

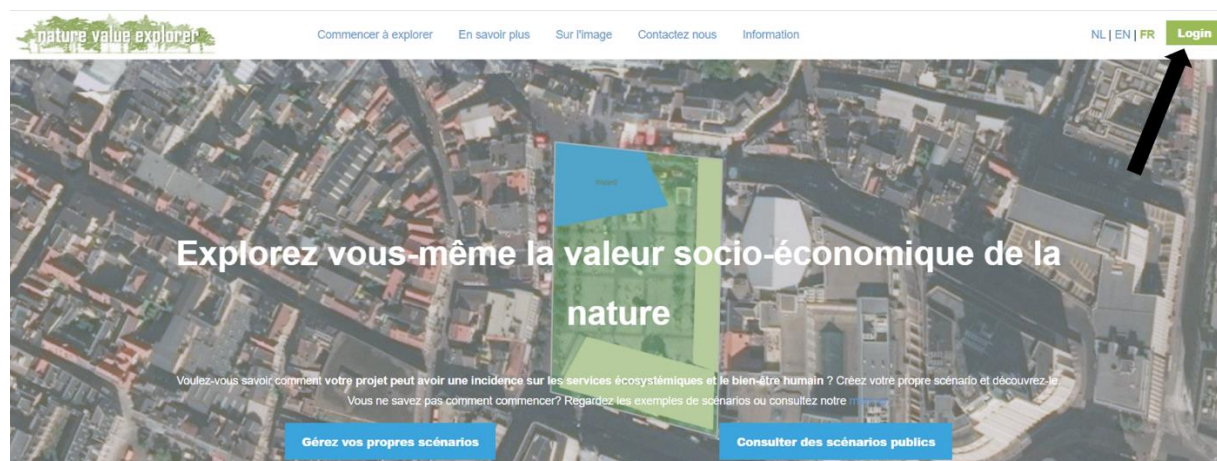
Vous pouvez le faire via la page linkedin de l'explorateur ou en envoyant un e-mail aux adresses figurant sur la page de contact.

5. Guide pratique d'utilisation de l'outil

Dans ce guide, nous allons zullen we aan de hand van een bestaande case u door de tool loodsen.

U kan dit hoofdstuk ook bekijken als een demofilmpje op onze homepage.

5.1. S'enregistrer



Si vous travaillez avec l'outil pour la première fois, suivez les étapes suivantes :

1. Allez sur www.natuurwaardeverkenner.be
2. Si vous voulez d'abord explorer les scénarios d'autres utilisateurs, cliquez sur le bouton "consulter des scénarios publics".
3. Si vous souhaitez calculer vous-même un scénario, cliquez sur le bouton "Login" dans le coin supérieur droit de l'écran. Vous pouvez également changer la langue d'affichage juste à côté. Actuellement, l'outil est disponible en néerlandais, français et anglais.
4. Cliquez sur le bouton bleu "S'enregistrer" dans l'écran d'inscription.
5. Remplissez les détails demandés. N'oubliez pas d'indiquer à quelles fins nous pouvons utiliser vos données.



Prénom

Nom de famille

Email

Mot de passe ⓘ

Répéter le mot de passe

J'accepte que mon courrier électronique soit utilisé pour m'envoyer des notifications de mises à jour de l'outil.

J'accepte que mon courrier électronique soit utilisé pour m'inviter à des événements liés à à l'outil Nature Value Explorer (ateliers, enseignement, ...)

J'accepte que mon courrier électronique soit utilisé pour m'inviter à des événements du VITO liés à des sujets connexes tels que les services écosystémiques, les solutions basées sur la nature, l'adaptation au climat, les questions de représentation spatiale.

S'enregistrer

Annuler

Un lien vous sera envoyé pour vérifier votre adresse électronique. Vérifiez bien votre boîte de courrier indésirable. Une fois que vous aurez cliqué sur le lien reçu par e-mail, vous pourrez vous connecter et commencer à utiliser l'outil.

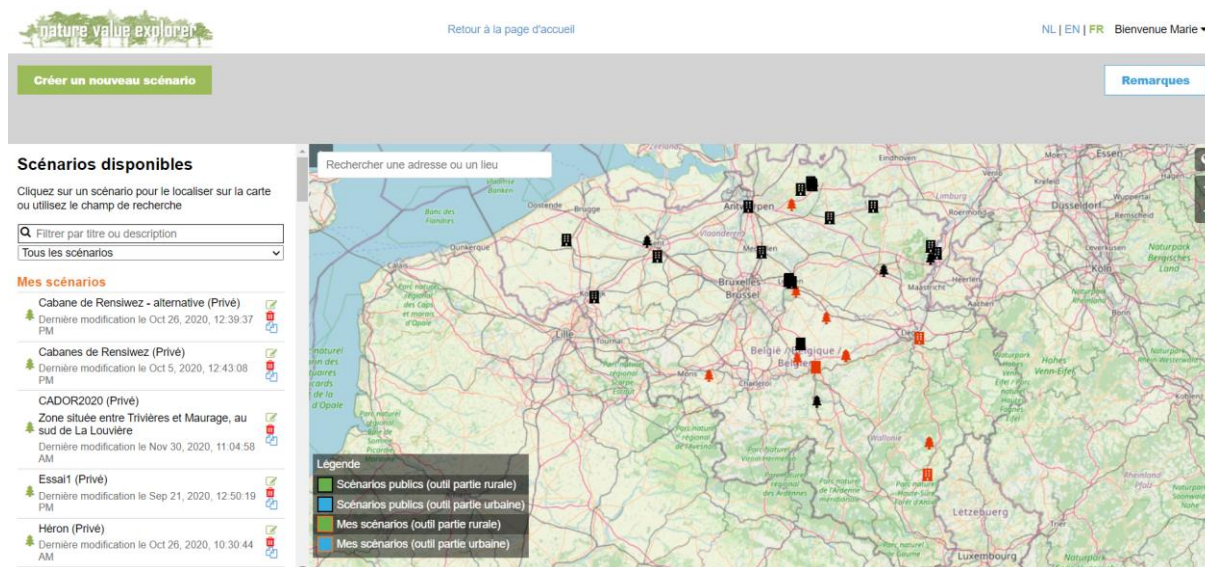
Lorsque vous vous connecterez pour la première fois, nous vous demanderons de répondre à un certain nombre de questions concernant l'utilisation de l'outil. Nous obtenons ainsi une meilleure image de nos utilisateurs et pouvons mieux adapter l'outil à leurs besoins.

Si vous êtes déjà enregistré dans l'outil, vous pouvez aller directement de la page d'accueil à vos scénarios via le bouton "gérez vos propres scénarios".

Vous pouvez toujours modifier votre profil et votre mot de passe en cliquant sur votre nom dans le coin supérieur droit.

5.2. Mon écran d'accueil

Après enregistrement, vous arriverez à l'écran d'accueil suivant:



À gauche de l'écran, vous verrez tous les scénarios disponibles, vos propres scénarios en haut et les scénarios publics en bas. Sur la carte, tous les scénarios disponibles sont affichés

- Arbre rouge: scénario rural privé (vos scénarios)
- Bâtiment rouge: scénario urbain privé (vos scénarios)
- Arbre noir: scénario rural public
- Bâtiment noir: scénario urbain public

Quand vous zoomerez, les arbres et bâtiments seront remplacés par les contours exacts des zones, donc la légende est spécifiée en bas à gauche (scénarios ruraux en vert et scénarios urbains en bleu, le cadre rouge spécifiant que ce sont vos propres scénarios).

En cliquant sur le nom d'un scénario dans la colonne de gauche, la carte effectuera un zoom sur la zone concernée.

Vous pouvez modifier,  supprimer  ou copier vos propres scénarios .

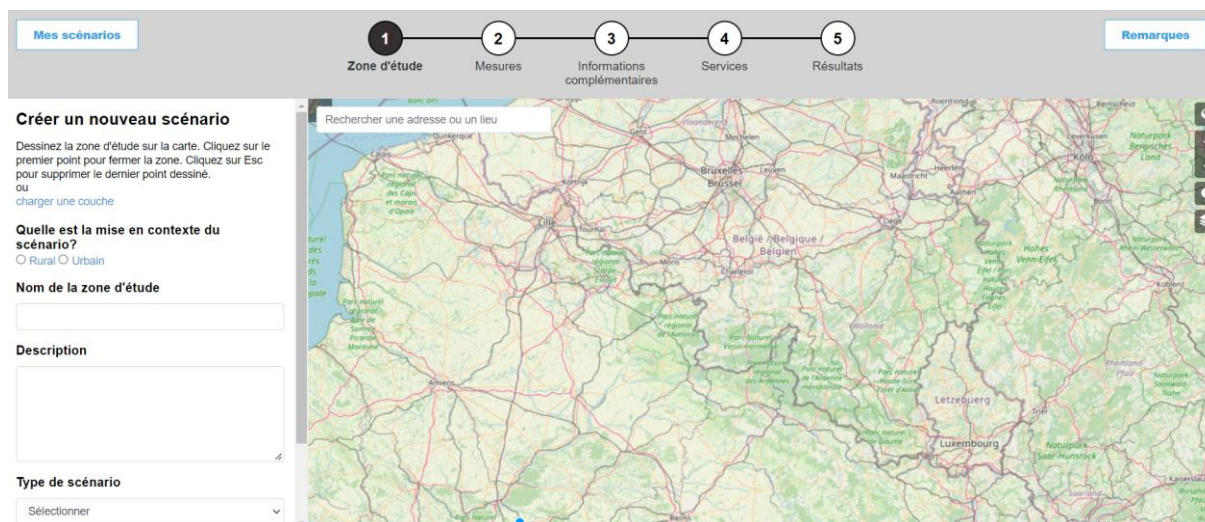
Les scénarios publics ne peuvent être consultés  ou copiés  que pour votre propre usage.

Si vous voulez créer un nouveau scénario, cliquez sur le bouton vert "Créer un nouveau scénario" dans le coin supérieur gauche.

5.3. Créer un nouveau scénario

Définir la zone d'étude

Une zone d'étude est une zone contiguë dans laquelle se produisent des changements dans l'utilisation des sols ou dans laquelle se produisent des changements dans l'écosystème. Une division en zones est applicable lorsqu'il s'agit réellement de zones physiquement séparées. Vous créez ensuite un scénario pour chaque zone séparée.



Vous devez tout d’abord définir si cette zone d’étude se trouve dans un contexte rural ou urbain. Par contexte urbain, nous entendons une zone située à proximité des zones artificialisées bâties d’une commune ou d’une ville et les éléments verts (bandes tampons, rangées d’arbres, etc.) le long des routes périphériques. Par zone rurale, nous entendons de plus grandes unités d’espaces ouverts en dehors ou en bordure des zones bâties.

Si votre scénario est urbain, nous vous invitons à consulter le manuel Nature Value Explorer City.

Sinon, suivez les autres étapes de ce manuel.

Sous la question ‘quelle est la mise en contexte du scénario?’, sélectionnez ‘rural’.

Pour commencer, donnez un nom et une description à votre scénario sous les encadrés ‘nom de la zone d’étude’ et ‘description’.

Choisissez un type de scénario dans la liste déroulante :

- Scénario fictif,
- Scénario réel mais vous ne l'utiliserez qu'à titre de test,
- Scénario réel dont vous envisagez également d'utiliser les résultats comme outil d'aide à la décision ou de communication ou.....

Vous avez maintenant deux options :

- Vous disposez de shapefiles de votre zone et des mesures disponibles OU
- Vous dessinez votre zone manuellement directement dans l’outil.

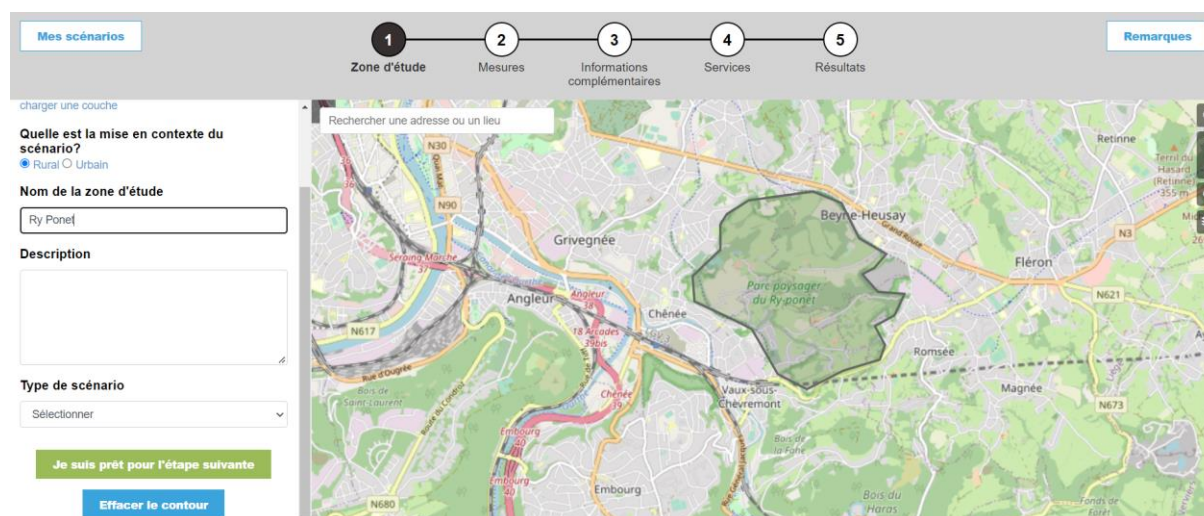
→ Télécharger

Si vous possédez un fichier de formes (shapefile), cliquez sur 'charger une couche'.

Avant de choisir un fichier, indiquez dans quel système de projection géographique se trouve votre couche. Pour la Belgique, le système de coordonnées Lambert 1972 est généralement utilisé.

Le fichier que vous choisissez de télécharger doit répondre aux conditions suivantes :

- un fichier zip avec 1 fichier de forme et les composants qui l'accompagnent :
 - o au moins .shp, .dbf et .shx
 - o Le fichier de forme ne peut être constitué que d'un seul polygone qui définit la zone d'étude.
 - o Le fichier de forme peut donc ne pas contenir de points, de lignes ou de polygones multiples.



→ Dessiner

Si vous voulez dessiner une zone, vous pouvez rechercher l'emplacement en cliquant sur une rue et une ville dans la barre blanche en haut à gauche de la carte. Vous pouvez effectuer un zoom avant ou arrière en faisant défiler la carte ou en appuyant sur le bouton + ou - en haut à gauche de la carte.

Si vous glissez la souris sur la carte, vous verrez apparaître un point bleu. Déplacez la souris sur le point de départ et cliquez sur le bouton gauche de la souris. De cette façon, vous pouvez continuer à placer des points sur la carte jusqu'à la fermeture de la zone.

Vous pouvez encore modifier le polygone en plaçant la souris sur le bord et en faisant glisser le point bleu.

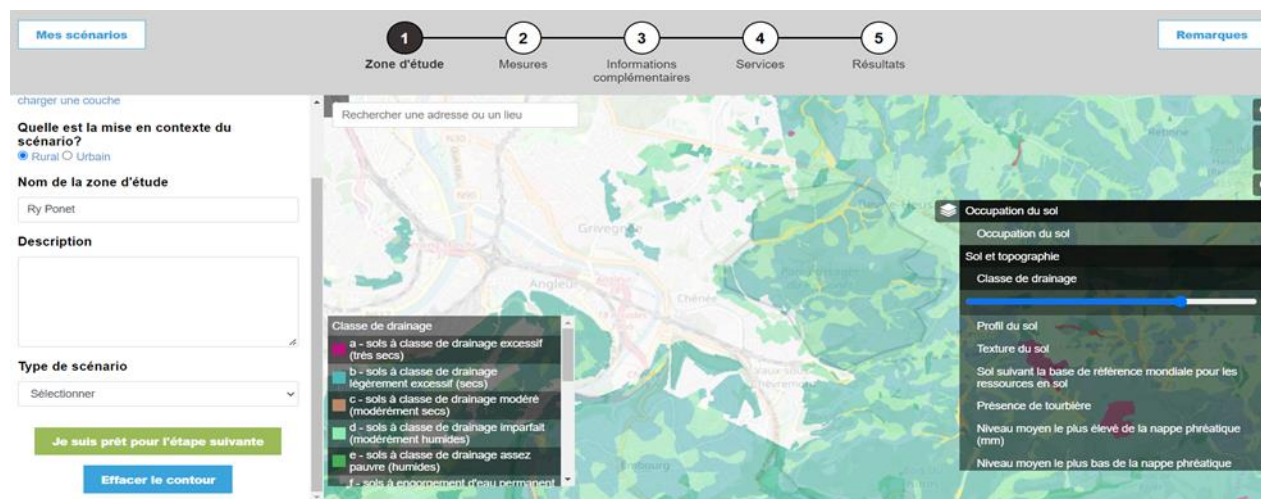
Vous pouvez également supprimer le dessin en cliquant sur le bouton bleu "Supprimer le dessin".

Lorsque vous avez terminé, appuyez sur le bouton vert "Je suis prêt pour l'étape suivante".

À partir de ce moment-là, vous ne pourrez plus modifier ou supprimer le dessin !

→ Cartes de fond de plan

Par défaut, le fond de carte proposé est celui d'open streetmap. Vous pouvez changer cet arrière-plan par une image satellite  ou en une autre carte d'entrée  (voir point 3.4). Vous pouvez également trouver le lien vers ce chapitre en cliquant sur le .



Si vous sélectionnez une carte, vous pouvez régler la transparence de la carte en ajustant le curseur.

Pour désactiver la carte d'entrée, cliquez à nouveau dessus.

Vous pouvez revenir à cette étape ou à l'étape suivante à tout moment du processus pour visualiser les cartes de données de base. Lorsque vous avez une carte de données de base ouverte, vous pouvez toujours cliquer avec le bouton gauche de la souris sur la carte pour voir quelle valeur est affichée sur la carte.

Ajout d'une mesure

Dans l'étape suivante, vous allez ajouter les différentes mesures.

→ Différentes mesures

Les mesures sont des interventions que vous faites pour obtenir une utilisation différente du sol. L'explorateur travaille avec environ 50 utilisations différentes du sol.

Si vous effectuez une intervention dans laquelle la gestion est adaptée, par exemple par suppression des drains, mais qu'à long terme la catégorie d'utilisation des terres ne change pas, par exemple une prairie riche en espèces reste une prairie riche en espèces, alors vous pouvez indiquer "mesure de gestion différenciée (pas de changement d'utilisation des sols)". Dans ce cas, cependant, il faut ajuster les paramètres qui changent, comme le niveau des eaux souterraines (voir plus loin).

Si vous effectuez une intervention dans laquelle la gestion est adaptée, par exemple par suppression des drain, mais dans laquelle la catégorie d'utilisation des sols change également à long terme, supposons qu'une prairie se transforme à long terme en tourbière, vous devrez sélectionner le nouveau type d'occupation des sols dans votre scénario. Vous devrez également modifier le niveau des eaux souterraines (voir plus loin).

Vous pouvez déplier l'arbre des classes d'utilisation des sols en appuyant sur le bouton situé à côté de la catégorie principale souhaitée.

Ajouter une nouvelle mesure...

Choisissez le type d'occupation du sol futur dans la liste déroulante et tracez la zone correspondante dans votre scénario.

ou

[charger une couche](#)

- Prairies et hautes herbes
- Bois et forêt
 - Forêts feuillues
 - Forêts de conifères
 - Forêts mixtes
- Landes et arbustes
- Zones humides
- Rivières et lacs
- Terres cultivées et prairies
- Terre à végétation éparse (en ce compris les plages, dunes, rochers, ...)
- Zone urbaine
- Mesure de gestion différenciée (pas de changement dans l'occupation du sol)

Vous avez à nouveau deux options :

- Vous disposez de shapefiles des mesures disponibles OU
- Vous dessinez les zones manuellement directement dans l'outil.

→ *Chargement des mesures*

Cliquez sur “**charger une couche**”

Avant de choisir un fichier, indiquez dans quel système de projection géographique il se trouve.

Le fichier que vous choisissez de télécharger doit répondre aux conditions suivantes :

- Téléchargez un fichier zip avec shapefile et les composants associés : au moins .shp, .dbf et .shx
- Le fichier de forme consiste en un ou plusieurs polygones dont au moins un se trouve dans la zone d'étude (les polygones qui se trouvent en dehors de la zone d'étude sont supprimés),
- Le fichier de forme ne doit pas contenir de points ou de lignes.

Assign mesures

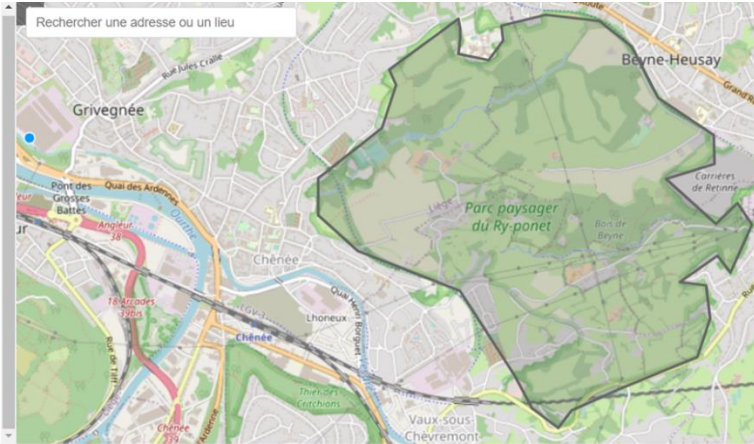
Le Nature Value Explorer utilise une nomenclature de mesure et de types d'utilisation des terres qui lui est propre. Votre shapefile personnalisé doit avoir une clé de correspondance qui lie votre nomenclature à celle utilisée par l'outil.
Dans la liste, sélectionnez l'attribut qui fournit des informations sur le type d'utilisation des terres/habitat dans le shapefile téléchargé.
Choisissez une utilisation des terres ou une mesure dans la liste déroulante 'Choisir une mesure'.
Dans le cas où une catégorie d'habitat comprend plusieurs utilisations des terres/mesures existant dans l'explorateur de valeurs de la nature, choisissez la plus courante.

Par la suite, vous pouvez ajuster manuellement l'utilisation des terres pour le polygone concerné en cliquant sur le crayon à côté du nom du polygone.

Un maximum de 150 mesures est autorisé.

choisir attribut

Annuler **Prêt**



Pour effectuer les calculs, le Nature Value Explorer a défini ses propres types d'utilisation des sols. Dans cet écran, vous pouvez lier vos mesures à un type d'utilisation des terres à partir de l'outil.

Chaque shapefile possède une table d'attributs composée de plusieurs colonnes. Chaque colonne contient un attribut qui contient une information sur l'objet (polygone) de la carte. L'outil énumère tous les attributs qui se trouvent dans le shapefile chargé. Choisissez un attribut qui fournit des informations sur l'utilisation du sol/habitat dans le shapefile chargé.

Pour chaque valeur unique de votre shapefile, choisissez un type d'utilisation du sol correspondant dans l'outil. Lorsqu'il y a un mélange de plusieurs utilisations du sol dans un polygone, il est préférable de choisir l'utilisation majoritaire en termes de surface. Vous pouvez ajuster manuellement l'utilisation des sols d'une mesure plus tard en cliquant sur l'icône du crayon à côté du nom du polygone (voir plus loin).

Par la suite, vous pouvez ajuster manuellement l'utilisation des terres pour le polygone concerné en cliquant sur le crayon à côté du nom du polygone.

Un maximum de 150 mesures est autorisé.

AFFECT

Attribut: H01
Zone urbaine

Attribut: H02
Verger traditionnel

Annuler **Prêt**

Attention : en cas de changement d'attribut, les utilisations du sol/mesures attribuées à l'ancien attribut ne seront pas sauvegardées.

Un maximum de 150 mesures est autorisé. Dans le cas de notre exemple fictif, nous avons chargé uniquement les zones d'habitat (H01) et les zones d'habitats à caractère rural (H02) du plan de secteur qui se trouve dans le périmètre paysager du Ry Ponet. On choisit de les transformer dans notre scénario en 'zone urbaine' pour le premier et en 'verger traditionnel' pour le second. Cliquez sur "Prêt" pour passer à l'étape suivante.

Vous ne pourrez plus ajouter de mesures supplémentaires. Vous devez recharger le fichier complet avec les mesures supplémentaires ou saisir les mesures supplémentaires en cliquant sur "Ajouter".

→ Dessiner les mesures

Vous pouvez également marquer les différentes mesures.

Sélectionnez une utilisation du sol en cliquant sur le point.

Comme précédemment, dessinez la zone où la mesure sera prise. Le polygone ne peut pas encore être modifié.

Cliquez sur "Enregistrer et ajouter une autre mesure".

Sélectionnez à nouveau une utilisation des sols, dessinez la zone et cliquez à nouveau sur "Enregistrer et ajouter une autre mesure".

Après chacune des mesures que vous avez dessinées, et surtout après la dernière mesure, cliquez sur le bouton "Enregistrer et terminer". Cela permettra de s'assurer que tout est sauvegardé. Vous pouvez encore dessiner d'autres mesures en cliquant sur "Ajouter".

L'outil recueille enusite toutes les données d'entrée. Si vous avez un nombre important de mesures, cela peut prendre un certain temps.

Mes scénarios

Ry Ponet

Zone d'étude Mesures Informations complémentaires Services Résultats

Mesures

Ajouter

Rechercher une adresse ou un lieu

Verger traditionnel3

Verger traditionnel4

Verger traditionnel5

Verger traditionnel7

Zone urbaine1

Zone urbaine10

Je suis prêt pour l'étape suivante

Consulter ou changer l'information de base

Une liste de toutes les mesures et de la surface restante apparaît à gauche de l'écran. Vous pouvez maintenant visualiser les données récupérées pour chaque mesure et les modifier si nécessaire en cliquant sur le crayon. Vous pouvez également supprimer une mesure à tout moment.

Lorsque vous cliquez sur le crayon, plusieurs onglets avec des champs de saisie apparaissent. Vous trouverez de plus amples informations sur ces champs de saisie au chapitre 3.4. ou en cliquant sur le lien dans l'outil.

Mesure: Ry Ponet-Zone urbaine1

Sauvegarder et retourner

Annuler

Occupation du sol	Sol et topographie	Gestion	Autre	Zone d'étude		
Superficie (ha): 16.41				Situation actuelle (ha)	Situation projetée (ha)	Tampon (ha)
Superficie Tampon de 1 km autour de la zone (ha): 520.27				16.41	16.41	520.27
Prairies et hautes herbes				0.71	0	60.5
+Bois et forêt				1.66	0	108.55
+Landes et arbustes				0.03	0	1.09
+Zones humides				0	0	0
Rivières et lacs				0	0	0.65
+Terres cultivées et prairies				13.25	0	95.99
Terre à végétation éparse (en ce compris les plages, dunes, rochers, ...)				0	0	13.25
Zone urbaine				0.76	16.41	240.24

Vous pouvez modifier ces données d'entrée tant dans la situation actuelle que dans la situation future. Par exemple, dans le cas d'une suppression de drains, vous pouvez ajuster les niveaux moyens futurs des eaux souterraines ou estimer dans quelle classe de drainage la zone se situerait. Les données d'entrée correspondantes sont automatiquement ajustées en fonction de ce qui est modifié.

Dans l'onglet Utilisation des sols, vous pouvez modifier l'utilisation actuelle des sols si la carte d'utilisation des sols de l'outil n'est plus à jour pour votre zone d'étude. Ou l'utilisation future des sols si, par exemple, vous avez choisi le chêne lorsque vous avez téléchargé la carte et qu'en réalité il y a une combinaison de chênes et de bouleaux. Veuillez noter que la superficie totale de votre zone d'étude doit rester la même dans la situation actuelle et dans la situation future. Si ce n'est pas le cas, l'outil donnera un message d'erreur.

Parfois, les informations manquent sur les cartes d'entrée de votre zone d'étude. L'outil l'indiquera par un point d'exclamation devant la mesure concernée. Si vous cliquez ensuite sur l'icône du crayon, vous serez dirigé vers les informations manquantes. Si vous ne pouvez pas remplir ces informations vous-même, il est intéressant de vous demander si vous ne devriez pas vous diriger vers la version urbaine de l'outil qui nécessite moins de données d'entrées.

Il est conseillé de vérifier ces données car le matériel cartographique disponible ne reflète pas toujours la situation la plus récente. Les cartes d'entrée ont été produites en 2021 sur base des données disponibles au début de l'année. En Wallonie, la référence en matière de données cartographiques est le géoportail (<https://geoportail.wallonie.be/walonmap>) qui reprend les dernières mises à jour des données cartographiques disponibles.

Après avoir effectué les modifications, cliquez sur "Enregistrer et fermer".

Veuillez noter que, pour l'instant, vous ne pouvez pas réinitialiser les valeurs que vous avez introduites aux valeurs d'origine une fois que vous avez appuyé sur le bouton de sauvegarde. Nous travaillons à rendre cela possible à l'avenir.

Si vous ne voulez rien changer, vous pouvez toujours appuyer sur "Annuler".

Lorsque vous avez terminé, appuyez sur "Je suis prêt pour l'étape suivante".

Information supplémentaire

Toutes les informations nécessaires au calcul des différents services écosystémiques ne peuvent pas être trouvées sur les cartographies d'entrée. C'est pourquoi nous vous demandons quelques informations supplémentaires à cette étape.

Ces informations sont principalement utilisées pour calculer la valeur des adaptations d'une zone sur la base des préférences des flamands, interrogés dans différentes études avec entre 500 et 1500 répondants. Vous trouverez de plus amples informations dans le manuel flamand de l'outil qui détaille cette étude.

Les zones frontalières ont probablement aussi une fonction importante pour d'autres régions ou pays. Dans les calculs, nous supposons que les frontaliers ont des préférences similaires à celles des flamands. Si vous ne voulez prendre en compte que les flamands, il est préférable répondre 'non' à la question: "souhaitez-vous prendre en compte ces personnes...".

Informations complémentaires

Je suis prêt pour l'étape suivante

	Situation actuelle	Situation projetée
Lequel des 3 types de mesures suivants est le plus approprié pour le scénario total?	<input type="radio"/> Transformation de forêts de conifères en forêts mixtes / forêts décidues ou en landes <input type="radio"/> Restauration des rivières (qualité de l'eau, biodiversité des rivières, restauration des berges) <input checked="" type="radio"/> Autres scénarios (par exemple, restauration ou destruction de zones naturelles)	
La zone actuelle présente-t-elle une grande biodiversité ou abrite-t-elle des espèces protégées?	Non	
Comptez-vous prendre des mesures complémentaires en faveur de la biodiversité ou pour protéger certaines espèces ou en restaurer l'habitat dans le futur?	Oui	
La zone est-elle accessible (présence de sentiers)?	Oui	Oui
Lequel de ces équipements est présent ? (plusieurs réponses possibles.)	Sélectionner	Quelques bancs x
Comment la disponibilité des sentiers pédestres et cyclables est-elle amenée à changer?	augmentation	
Combien des chemins qui sont ajoutés/supprimés sont-ils balisés ou font partie d'une randonnée. Merci de donner un pourcentage.	50	
Les enquêtes utilisées pour estimer la préférence déclarée pour les services culturels n'ont été réalisées que pour la Flandre. Cependant, les zones frontalières pourraient également avoir une valeur culturelle importante (cadre de vie et loisirs) pour d'autres régions (Bruxelles, Wallonie, pays voisins).		
Souhaitez-vous prendre en compte ces personnes dans le calcul alternatif des services culturels en utilisant les méthodes de préférences énoncées?	Non	

Appuyez sur 'je suis prêt pour l'étape suivante'.

Services écosystémiques

Vous arrivez ensuite à la page qui liste les différents services écosystémiques calculables.

Services à calculer

Je suis prêt pour l'étape suivante

Sélectionner tous les services écosystémiques

Services de production

- Production alimentaire
- Bois

Services de régulation

- Particules fines totales
- Infiltration accrue
- Contrôle de l'érosion
- Stockage de carbone
- Stockage de carbone dans la biomasse
- Dénitrification
- Pollinisation

Services culturels

- Total services culturels PE
- Loisirs
- Valeur supplémentaire des maisons
- Effets de l'environnement naturel sur la santé
- Valeur de non-usage

Vous pouvez choisir de sélectionner certains services écosystémiques ou laisser l'option par défaut qui les sélectionne tous.

Nous recommandons de calculer tous les services écosystémiques afin d'avoir une vision aussi large que possible et de ne manquer aucun compromis entre les services écosystémiques. Nous tenons également à souligner que cette liste ne reflète certainement pas l'ensemble des services écosystémiques. Nous recommandons donc d'interroger les acteurs de votre zone d'étude sur les usages et les éventuels conflits entre ces usages.

Le service de la valeur de non-usage est désactivé par défaut parce que la méthode n'est pas suffisamment fondée scientifiquement. Cependant, nous l'avons incluse car la valeur de non-usage (valeur que nous accordons à la nature sans l'utiliser réellement, par exemple la valeur de préservation pour les générations futures, la valeur d'une éventuelle utilisation future, la valeur en tant qu'habitat pour les plantes et les animaux) peut être beaucoup plus importante que la valeur d'usage de la nature.

Sélectionnez ou non les services que vous voulez calculer et appuyez sur "Je suis prêt pour l'étape suivante".

5.4. Les résultats

L'outil est maintenant en train de calculer. Pour un grand nombre de mesures, cela peut prendre un certain temps.

Vous allez recevoir plusieurs feuilles de résultats.

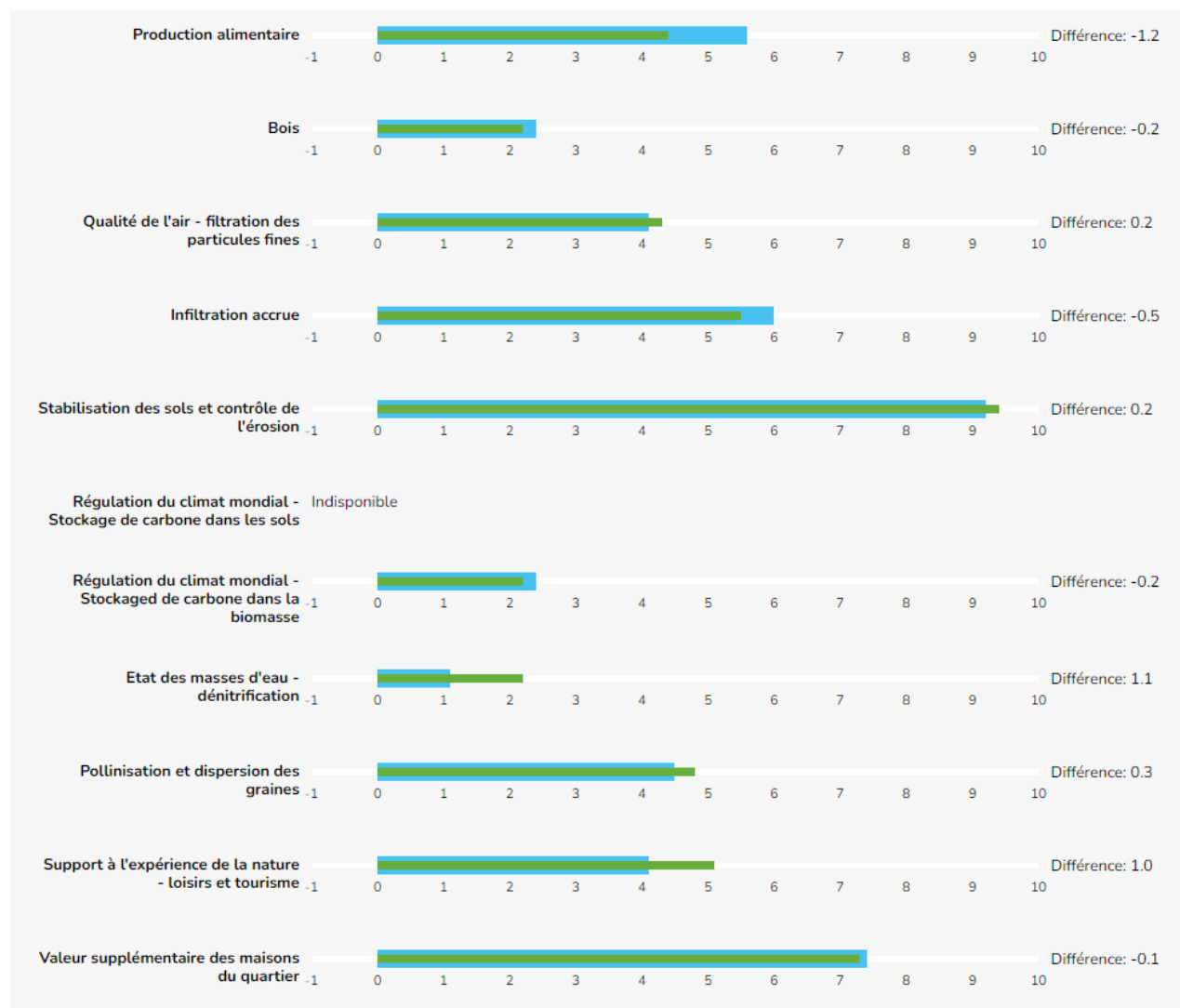
Vous pouvez les visualiser par mesure ou pour l'ensemble de la zone d'étude. Les services culturels tels que les loisirs, la valeur des maisons et les effets sur la santé ne sont calculés que pour l'ensemble de la zone d'étude.

The screenshot shows a web interface for results. At the top left, there is a 'Résultats' header. Below it, there are two tabs: 'Rapport' (which is active) and 'Tableau de bord'. To the right of these tabs is a 'Terminer' button. A large black arrow points down from the 'Rapport' tab to a dropdown menu that currently displays 'Surface totale - Ry Ponet'. Below the dropdown menu, there are three buttons: 'Valeur qualitative', 'Valeur quantitative', and 'Valeur monétaire'.

La partie 'rapport' consiste en trois parties.

Evaluation qualitative

L'évaluation qualitative donne un score pour chaque service écosystémique calculé pour la situation actuelle et la situation projetée.



Scores

- 1 Effet négatif
- 1 Effet peu important
- 10 Effet très important

Graphique

- Situation existante
- Situation projetée

En outre, vous pouvez comparer le scénario (vert) avec la situation actuelle (bleu) ou, si vous avez calculé plusieurs scénarios, avec des aménagements alternatifs.

Dans notre exemple, les loisirs vont fortement augmenter car, dans notre scénario, des chemins balisés sont équipés de bancs, dans une zone auparavant inaccessible. La production alimentaire, déjà bien présente dans la région, diminuera légèrement car certaines terres agricoles seront transformées en zones urbanisées.

Pour certains scénarios, l'utilisation des sols ne changera pas mais la qualité des écosystèmes de la zone augmentera. Parce que l'accent est parfois mis trop unilatéralement sur les résultats de l'outil, à la demande de nos utilisateurs, une méthode simple a été incluse pour cartographier également la valeur biologique de la zone.

Les scores montrent comment la valeur biologique évolue en fonction des interventions. La valeur future est estimée sur la base des écosystèmes souhaités.

VALEUR ÉCOLOGIQUE



Evaluation quantitative

L'évaluation quantitative calcule, sur la base de fonctions statistiques, la quantité fournie d'un certain service. Selon le service, cette fourniture est exprimée dans une unité différente.

Par exemple, le service de stockage du carbone sera exprimé en tonnes de C, le service de loisirs en nombre de visites.

Les chiffres indiquent un certain ordre de grandeur mais ne doivent certainement pas être considérés comme des chiffres absolus. Pour cela, des modèles plus complets sont nécessaires. L'objectif principal est de comparer les différents scénarios. De cette manière, il est également possible de comparer différentes mesures au sein d'une même zone d'étude.

	Valeur qualitative	Valeur quantitative	Valeur monétaire		Différence		
Évaluation quantitative	Unité	Situation actuelle		Situation projetée		Différence	
		Basse	Haute	Basse	Haute	Basse	Haute
Production alimentaire	€ Valeur ajoutée de la production / an	153854.7	350637.8	609688.4	764250.2	45833.7	413612.4
Bois	m ³ récolté / an	201.0	201.0	129.4	129.4	-71.6	-71.6
Qualité de l'air - filtration des particules fines	kg PM10 / an	2663.6	2663.6	2922.0	2922.0	258.4	258.4
Infiltration accrue	m ³ / an	976955.1	976955.1	886992.7	886992.7	-89962.4	-89962.4
Stabilisation des sols et contrôle de l'érosion	tonnes de perte en sol par érosion évitées / an	-95418.3	-96093.5	-65376.0	-65380.5	30042.3	30713.0
Régulation du climat mondial - Stockage de carbone dans les sols	tonnes C / an	1177.9	1177.9	1097.0	1097.0	-80.9	-80.9
Régulation du climat mondial - Stockage de carbone dans la biomasse	tonnes C / an	61.7	61.7	38.9	38.9	-22.8	-22.8
Etat des masses d'eau - dénitrification	kg N / an	208.9	208.9	1868.2	1868.2	1659.3	1659.3
Pollinisation et dispersion des graines		-	-	-	-	-	-
Support à l'expérience de la nature - loisirs et tourisme	Nombre de visites / an	2578925.1	2578925.1	3045514.9	3045514.9	466589.8	466589.8
Valeur supplémentaire des maisons du quartier	% augmentation de la valeur du logement	9.2	9.2	8.5	8.5	-0.7	-0.7
Méthode alternative pour calculer les services culturels							
Total services culturels avec préférences exprimées	Nombre de ménages	24.0	31602.0	0.0	46716.0	-24.0	15114.0
Sources d'expérience et de connaissance - Effets de l'environnement naturel sur l'amélioration de la santé	DALY / an	453.8	453.8	429.4	429.4	-24.4	-24.4

Dans l'exemple ci-dessus, on observe une réduction de l'infiltration dans les sols, liée à l'imperméabilisation de ceux-ci dans les zones urbaines. On observe également une réduction de la perte en sol, ce qui peut provenir de deux choses: le fait que les vergers traditionnels sont souvent dans des couverts prairiaux, limitant la sensibilité des sols à l'érosion hydrique et le fait que les zones imperméabilisées des mesures de zones urbaines ne rentrent plus dans les calculs (une zone imperméabilisée ne perdant techniquement plus de particules de sol).

Les critères additionnels que nous avons imposé (augmentation des zones de bancs et des itinéraires balisés) a un impact important sur le nombre de visiteurs.

Evaluation monétaire

L'évaluation quantitative donne une unité différente pour chaque service écosystémique. Pour certaines applications, la comparaison de différents scénarios/zones en est rendue difficile, par exemple dans une analyse coûts-bénéfices. Par conséquent, les effets positifs ou négatifs sur la nature ne sont pas pris en compte dans les discussions ultérieures. Il peut donc être utile de convertir également la valeur en termes monétaires.

De même, dans certaines discussions où les données financières sont souvent évoquées, il peut parfois être utile de traduire la valeur des services fournis en termes monétaires.

Nous utilisons ici à la fois des ratios et des fonctions statistiques.

Tous les services ne peuvent pas être exprimés en termes monétaires.

Valeur qualitative	Valeur quantitative	Valeur monétaire	
Évaluation monétaire	Unité	Différence situation projetée - actuelle	
		Basse	Haute
		Production alimentaire	€/an
Bois	€/an	-1641	-1641
Qualité de l'air - filtration des particules fines	€/an	8724	18958
Infiltration accrue	€/an	-46780	-46780
Stabilisation des sols et contrôle de l'érosion	€/an	-	-
Régulation du climat mondial - Stockage de carbone dans les sols	€/an	-8092	-29614
Régulation du climat mondial - Stockage de carbone dans la biomasse	€/an	-2275	-8319
Etat des masses d'eau - dénitrification	€/an	8296	122791
Pollinisation et dispersion des graines	€/an	-	-
Support à l'expérience de la nature - loisirs et tourisme	€/an	1142313	1142313
Valeur supplémentaire des maisons du quartier	€/an	-1025189	-1025189
Total	€/an	531191	586130

Méthode alternative pour calculer les services culturels

Total services culturels avec préférences exprimées	€/an	0	46123
Sources d'expérience et de connaissance - Effets de l'environnement naturel sur l'amélioration de la santé	€/an	-877332	-877332

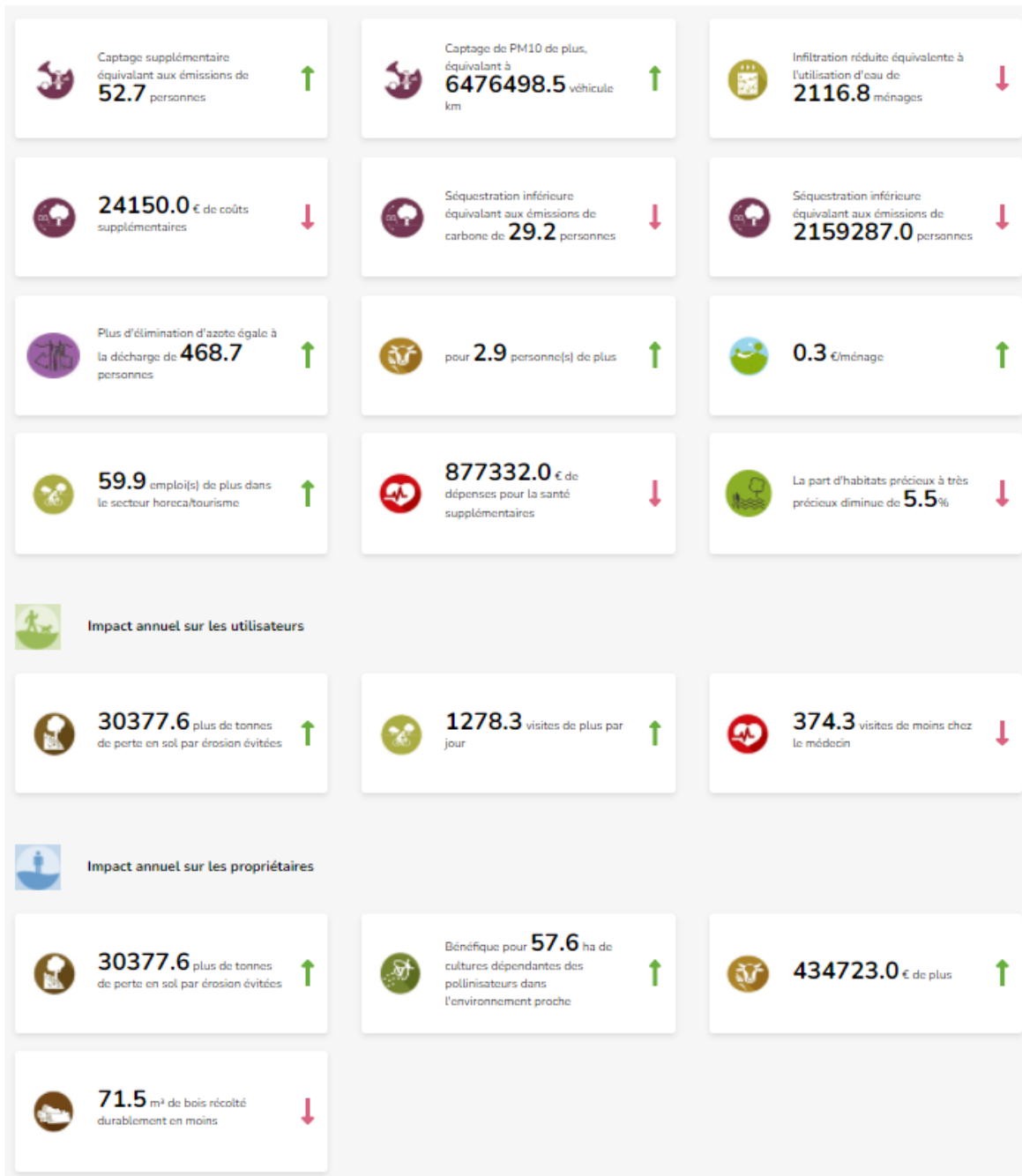
La somme du scénario complet n'est pas nécessairement la somme de tous les services. Ceci afin d'éviter le double comptage (2 services écosystémiques générant les mêmes bénéfices).

Tableau de bord

Si vous n'êtes pas familier avec les services écosystémiques et leur évaluation, les chiffres de l'explorateur peuvent être difficiles à interpréter. Par exemple, une réduction de 3,9 tonnes de carbone par an est-elle importante ou non ?

Pour répondre à cette question, nous traduisons les données biophysiques en indicateurs plus faciles à comprendre. Ces données sont affichées dans un tableau de bord et classées en fonction de la personne qui subit l'impact : société, utilisateur ou propriétaire.

Par exemple, nous apprenons que l'augmentation du stockage du carbone dans les vergers traditionnels implantés est égale aux émissions annuelles de carbone de 52.7 personnes en Belgique.



Téléchargement de tous les résultats

Onderaan de pagina van het rapport en het Dashboard ziet u volgende knoppen:

[Télécharger l'xls](#) - [Télécharger le csv](#)

Cela vous permet de télécharger les informations de votre scénario. Dans l'excel ou le cvs, vous trouverez non seulement les résultats, mais aussi les données utilisées par service et un lien vers un exemple dans le manuel montrant comment le calcul est effectué.

Ainsi, l'outil n'est pas une boîte noire et vous savez exactement ce qui a été calculé.

Un exemple pour la capture des particules :

Nombres utilisés dans l'outil				
Qualité de l'air - filtration des particules fines				
Nom du lieu	Zone urbaine1			
Occupation du sol	Score	Dépôt de PM10 (kg/ha.an)		
Prairies et hautes herbes	4	0.2		
Forêts feuillues	7	0.5		
Forêts mixtes	8	0.6		
Arbustes (érable, argousier, ajonc, ...)	6	0.3		
Terres cultivées	3	0.2		
Prairie	4	0.2		
Zone urbaine	0	0		
PM10	Valeur bas	33.76	Valeur hau	73.36 Euro/kg
Calculateur	3.1536			
Resuspension	0.5			
Formules	Exemple dans le manuel			
	Si rien ne se passe lorsque vous cliquez sur le lien ci-dessus, merci de copier l'URL suivant dans votre navigateur internet. http://download/manual/manual_fr.html#airpollution_ex			

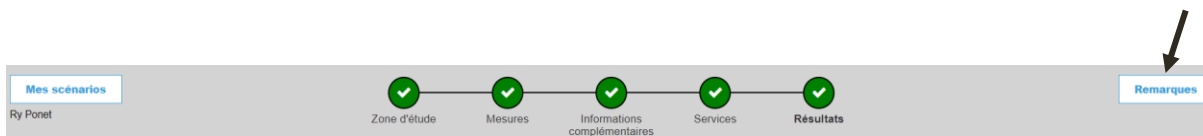
Nous travaillons toujours à l'optimisation de ces fichiers.

Le tableau de bord peut également être téléchargé en excel. Nous travaillons toujours sur un pdf imprimable.

Vous pouvez arrêter l'analyse du scénario en cliquant sur le bouton "fin". Vous reviendrez à votre liste de scénarios.

5.5. Retours d'expérience

Dans la partie supérieure droite se trouve le bouton 'Remarques'.



Si vous rencontrez un problème sur l'interface (vous voulez saisir quelque chose mais vous n'y arrivez pas, vous êtes bloqué, ce que vous devez saisir n'est pas clair, un résultat vous semble étrange), vous pouvez utiliser ce bouton de remarques pour poser une question.

Ici, vous pouvez donner votre avis sur la page.

Titre de la page

Ry Ponet - Results

Votre adresse email

marie.pairon@uliege.be

Votre question / remarque

Résumé (0/255)

Description (0/1000)

Envoyer

Annuler

Le service d'assistance recevra alors un message et sera en mesure de répondre à votre problème/question avec un lien immédiat vers la page où se situe le problème/la question. Nous pourrions ainsi nous faire une meilleure idée du fonctionnement de l'outil et améliorer sa convivialité.

Nous nous efforçons de répondre dans les 24 heures.

Vous pouvez également nous contacter directement pour une question plus générale concernant, par exemple, une démonstration, une conférence... via la page de contact.

nature value explorer

Commencer à explorer En savoir plus Sur l'image **Contactez nous** Information

NL | EN | FR **Login**

Explorez vous-même la valeur socio-économique de la nature

Vous ne savez pas comment commencer? Regardez les exemples de scénarios ou consultez notre [manuel](#)

Gérez vos propres scénarios **Consulter des scénarios publics**

6. Evaluation de la valeur écologique

6.1. Description

À l'origine, l'outil Nature Value Explorer ne proposait qu'une évaluation de la fourniture de services écosystémiques. Dans les recommandations proposées par les utilisateurs de l'outil, la suggestion d'inclure les valeurs biologiques des milieux en plus des valeurs calculées dans l'outil a été faite.

Cette demande se justifie par les éléments suivants :

- Une amélioration de la qualité biologique (par exemple, le rétablissement d'un écosystème peu fonctionnel, l'augmentation de la biodiversité) est souvent décrite en termes qualitatifs,
- Cette amélioration n'est généralement pas reflétée dans l'évaluation des services écosystémiques lorsque l'on reste dans la même catégorie d'utilisation des sols.
- La restauration de milieux biologiques intéressants pour la biodiversité, comme par exemple dans le cadre des projets LIFE devait être prise en compte.

Nous basons la méthode de la valeur biologique en Wallonie sur les travaux en cours dans le cadre de l'élaboration du réseau écologique wallon (ULiege, Gembloux Agro Biotech pour le compte du SPW, 2022).

6.2. Evaluation qualitative

L'une des améliorations apportées récemment à l'outil NVE est de ne pas caractériser uniquement le projet sur base des services écosystémiques, mais de présenter également l'intérêt positif du projet lorsqu'il recrée des zones naturelles intéressantes.

C'est pour prendre en compte cela que l'outil NVE comprend maintenant dans le résumé de l'évaluation qualitative un diagramme reprenant une comparaison entre la situation existante et la situation projetée pour les indicateurs suivants :

L'"**intérêt biologique**" est un inventaire de l'environnement biologique et de l'occupation des sols qui distingue les unités en trois grandes classes d'intérêt (biologiquement peu intéressant, intéressant et très intéressant). En 1978, le ministre de la Santé publique et de l'Environnement a demandé l'élaboration d'une méthode uniforme de cartographie et d'évaluation du paysage pour l'ensemble de la Belgique. En 1979, une première liste préliminaire d'unités cartographiques a été proposée et a servi de base aux cartes de végétation qui ont suivi. Les cartes d'évaluation biologiques ne sont malheureusement pas digitalisées pour la Wallonie.

La "**rareté**" est un critère généralement utilisé pour évaluer les espèces et les biotopes, mais en tant que mesure individuelle, elle donnerait une image trop limitée. Avec la disponibilité du BWK, le score basé sur un jugement d'expert peut maintenant être quantifié et la rareté déterminée sur cette base (voir § 5.3 et 5.4).

La "**qualité biologique**" prend en compte la diversité des espèces (végétales et animales) que le biotope peut contenir s'il se développe bien, la présence éventuelle d'espèces moins courantes et la fonction de refuge pour les espèces menacées.

La "**vulnérabilité**" désigne la mesure dans laquelle un biotope est sensible aux changements des conditions environnementales (à la suite, par exemple, de la pollution, de l'eutrophisation, de la dessiccation, de l'engorgement, du piétinement, etc.)

La "**remplaçabilité**" indique dans quelle mesure le biotope peut être recréé à un autre endroit, en tenant compte du temps nécessaire pour atteindre un équilibre écologique et une bonne qualité. Pour les forêts de

feuillus indigènes, la substituabilité est faible, et cela vaut également pour les prairies (semi-)naturelles bien développées, les marais, les landes, les marais salants et les biotopes sur sol tourbeux, ...

L'évaluation globale se compose des classes suivantes :

- Très intéressant
- Complexe d'éléments biologiquement intéressants et très intéressants
- Intéressant
- Complexe d'éléments biologiques peu intéressants et très intéressants
- Complexe d'éléments biologiques moins intéressants
- Complexe d'éléments biologique peu intéressants et intéressants
- Peu intéressant d'un point de vue biologique

Dans l'outil Nature Value Explorer, nous utilisons une évaluation sur dires d'experts issue des travaux relatifs à la mission du réseau écologique wallon.

Pour pouvoir estimer un changement de ces valeurs en cas de changement d'utilisation des terres, nous avons tout d'abord attribué toutes les unités cartographiques de la carte de base à un type d'utilisation des sols de l'outil. Sur la base des unités cartographiques au sein d'un type d'utilisation du sol donnée et de l'évaluation de ces unités cartographiques, une évaluation d'expert a été réalisée pour estimer la qualité de la mesure prévue pour les 4 critères et sur cette base, l'évaluation globale a été faite.

Une évaluation quantitative et monétaire n'est pas possible.

6.3. Eléments d'attention - hypothèses

Les hypothèses sous-tendant la qualité de l'analyse sont les suivantes :

- On part du principe que si l'utilisateur prend des mesures de restauration, il aboutira à la forme la plus intéressante dans ce critère pour sa zone. Cette mesure ne tient pas compte du potentiel de restauration des milieux naturels.
- La carte de l'évaluation biologique est correcte. Cette carte a été produite sur base de données produites dans le cadre d'un projet en cours. Les données utilisées ne sont donc pas définitives et manquent parfois de précisions.
- La valeur pour la faune n'est pas prise en compte actuellement
- L'évaluation ne reflète pas les notions d'ensemble paysager. L'évaluation correspond à la valeur biologique de chaque biotope individuel dans son état actuel et au niveau de la parcelle : il ne tient pas compte du contexte paysager.

6.4. Traduction sous forme d'indicateur

L'indicateur utilisé dans le tableau de bord est relatif à l'augmentation/la diminution de la qualité des biotopes dans la zone d'étude.

7. Evaluation des services : services d’approvisionnement

Les services de production (ou d'approvisionnement) rassemblent les biens produits par les écosystèmes : production de nourriture (viande, légumes, céréales, ...), matériaux (bois, médicaments, fertilisants, ...), énergie (bois, biocarburants, ...) et eaux de consommation (usage potable ou industriel). Ces services de production n'incluent pas les ressources minérales (rochers, sable, ...) et les énergies fossiles (charbon, hydrocarbures, ...), éoliennes ou solaires car elles ne dépendent pas de processus biologiques, du moins sur une échelle de temps humaine.

Les services de production sont de quatre types : alimentation, matériaux, énergie, eaux. Seule une sous-partie des services dans la catégorie 'alimentation' et 'matériaux' est couverte par l’outil.

7.1. Alimentation

Production agricole

Description

La production de produits agricoles fait référence aux cultures agricoles qui sont récoltées dans une zone donnée. Le bénéfice qui en est tiré est considéré comme égal à la valeur ajoutée des biens produits sur ces parcelles.

Informations requises :

Nombre d'hectares par culture principale : maïs ; céréales ; prairies ; cultures fourragères ; lin et chanvre ; légumes, herbes et plantes ornementales ; pommes de terre ; betteraves sucrières ; fruits et noix ; autres cultures.

Evaluation qualitative

Pour l'**appréciation qualitative**, le système de notation est très simple dans le logiciel : une zone agricole reçoit une note de 10 et une zone non agricole reçoit une note de 1. D'autres nuances dans l'évaluation qualitative sont évidemment possibles en fonction, par exemple, de la gestion (en combinaison avec des objectifs environnementaux et naturels), de l'adéquation des sols, ou de la sensibilité à l'érosion. Elles doivent être prises en compte dans une analyse plus détaillée afin de déterminer de manière précise à quel endroit la conversion des terres agricoles a le moins d'impact sur la production agricole. Ces nuances ne sont à ce jour pas considérées dans l’outil car trop dépendantes de conditions locales spécifiques.

Evaluation quantitative et monétaire

Pour l'**évaluation quantitative et monétaire**, la quantification se base sur une 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.

Ces chiffres résultent d'une analyse réalisée par la direction de l'analyse économique agricole (SPW – ARNE). Plus de détails peuvent être obtenus auprès de Mme Camille Delfosse.

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 de l'exploitation. On obtient ainsi un facteur de rendement par ha de cultures fourragères.

Éléments d'attention – hypothèses

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 dans cette région 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.

Les chiffres utilisés en Wallonie

La marge brute des différentes cultures est présentée au Tableau 9. Quand un regroupement était nécessaire (par exemple pour regrouper les céréales en une seule classe 'céréales'), nous avons calculé une moyenne pondérée sur base des superficies couvertes pour les différentes céréales (épeautre, escourgeon, froment d'hiver, autres céréales) et moyenne pour les autres cultures (chicorée à sucre, plante oléagineuses et pois verts).

Tableau 9: 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 10.

Tableau 10: 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

Traduction sous forme d'indicateur

Les valeurs calculées sont soit utilisées comme telles soit converties en quantité de nourriture nécessaire à nourrir un habitant. Cette valeur est calculée en divisant la superficie allouée à l'agriculture (grandes cultures et prairies) par la superficie nécessaire à l'approvisionnement alimentaire d'un Flamand moyen (2,05 ha). Il est à noter que cette superficie est calculée sur la base du modèle alimentaire actuel de 2016 du Flamand moyen. Si ce schéma change, par exemple en raison d'une diminution de la consommation de viande, la superficie pourrait diminuer.

Exemple de calcul

Une superficie de 50 ha sous sa forme actuelle comprend 25 ha de pâturages, 20 ha de terres arables et 5 ha de landes. L'objectif est de transformer cette zone en une réserve naturelle variée avec des forêts (25 ha), des prairies riches en fleurs et en espèces (20 ha) et des landes (5 ha). Les terres arables sont exclusivement cultivées au cours de l'année de référence avec du maïs grain.

Appréciation qualitative

La zone actuelle est en grande partie agricole et, dans une faible mesure, non agricole. Cela donne une cote moyenne de $(45 \times 10 + 5 \times 1) / 50$ ou une note de 9 sur 10. La future zone n'a plus de surface agricole et obtient la note 1.

Le scénario a donc un score qualitatif négatif de -8 pour ce service.

Évaluations quantitative et monétaire

L'estimation minimale de la perte de production agricole est égale à 25 ha de pâturages * 1418 €/ha.an + 20 ha de maïs grain * 432 €/ha.an = 12 287 €/ha.

L'estimation maximale est égale à 25 ha de pâturages * 2070 €/ha.an + 20 ha de maïs grain * 954 €/ha.an = 49 389 €/an.

Indicateur

Pour les propriétaires, la conversion en zones naturelles représente une perte de rendement annuelle comprise entre 12 287 € et 49 389 €.

Dans le scénario actuel, les terres agricoles sont disponibles pour l'approvisionnement alimentaire de 180 habitants (45 ha/0,25 ha/habitant). À l'avenir, il n'y aura plus de terres disponibles dans la région pour la production alimentaire. Dans le cadre du modèle alimentaire actuel du Flamand moyen, cela signifie que 180 Flamands de moins pourront produire de la nourriture dans leur propre pays.

Animaux sauvages terrestres

Les écosystèmes produisent des espèces de gibier qui peuvent être utilisées comme nourriture. Outre la production de nourriture, ce service présente d'autres avantages tels que la fonction récréative de la chasse, la photographie et l'observation, ou l'utilisation comme matériau, par exemple la fourrure.

Le bénéfice lié à la production alimentaire peut être évalué en multipliant la quantité de gibier abattu par le prix du marché pour le gibier.

Les statistiques de chasse constituent la base de la gestion. Beaucoup d'espèces ne sont suivies qu'au travers des tableaux de chasse qui, en fonction de leur précision, sont révélateurs du niveau de population mais également de leur structure. Le nouvel arrêté d'agrément des conseils cynégétique impose de rapporter sur toutes les espèces chassées. En Wallonie, des statistiques sur les prélèvements issus de la chasse existent donc mais les informations sont insuffisantes pour les attribuer de manière correcte à une localisation précise. **Ce service n'est donc pas inclus dans l'outil NVE** mais des indicateurs globaux sont facilement calculables à partir des statistiques disponibles. Elles sont publiées sur le site : <http://biodiversite.wallonie.be/fr/statistiques-relatives-aux-especes-prelevees-par-les-cc-2015-2016.html?IDC=6211> pour plus d'information.

Outre la fonction productive, la chasse et l'observation du gibier ont également un aspect récréatif, qui fait partie des services culturels. Les avantages récréatifs de la chasse sont implicitement inclus dans l'expérience des récepteurs, des touristes et des résidents locaux, sans distinguer spécifiquement les chasseurs.

Plantes et champignons sauvages terrestres comestibles

Une variété de végétaux et de champignons sauvages peut être collectée par l'être humain pour sa propre consommation. La photosynthèse couplée aux cycles des nutriments et de l'eau assure le développement des végétaux alors que seuls ces deux derniers cycles interviennent dans la croissance fongique. Ce service peut être mesuré par la quantité de champignons ou de plantes collectés ou par le nombre de personnes pratiquant cette activité.

Tout porte à croire que la collecte et la récolte de produits naturels en Wallonie restent marginales pour la consommation propre. La cueillette sauvage de noisettes, de châtaignes, de champignons comestibles est néanmoins courante dans certains endroits. Cependant, il n'existe pas de chiffres exacts sur leur distribution et leur fréquence. En outre, la loi sur la conservation de la nature de 1979 impose des restrictions strictes à la récolte (voir section 3 : surveillance des populations d'espèces animales et végétales).

“le Gouvernement prend les mesures nécessaires pour limiter le prélèvement et l'exploitation des espèces animales et végétales figurant aux annexes IV et VII, afin de garantir leur maintien dans un état de conservation favorable.

Ces mesures peuvent comporter, notamment:

- 1. des prescriptions concernant l'accès à certains sites;*
- 2. l'interdiction temporaire ou locale de prélèvement de spécimens dans la nature et de l'exploitation de certaines populations;*
- 3. la réglementation des périodes et/ou des modes de prélèvement de spécimens;*
- 4. l'application, lors du prélèvement de spécimens, de règles halieutiques respectueuses de la conservation de ces populations;*
- 5. l'instauration d'un système d'autorisations de prélèvement de spécimens ou de quotas;*
- 6. la réglementation de l'achat, de la vente, de la mise en vente, de la détention ou du transport en vue de la vente de spécimens;*
- 7. l'élevage en captivité d'espèces animales ainsi que la propagation artificielle d'espèces végétales, dans des conditions strictement contrôlées, en vue de réduire le prélèvement de spécimens dans la nature;*

8. *l'évaluation de l'effet des mesures adoptées.*"

Outre la fonction productive, la cueillette et la récolte comportent également un aspect récréatif, qui fait partie des services culturels. Les avantages de ce service sont inclus dans l'expérience des utilisateurs récréatifs, des touristes et des résidents locaux, sans les distinguer spécifiquement.

Poissons, crustacés et mollusques élevés des eaux douces

Elevage en eaux douces

L'aquaculture permet le développement de poissons, crustacés et mollusques destinés à la consommation humaine. Ce service peut être mesuré par divers indicateurs tels que la production aquacole, la demande des ménages et le prix du marché. En fonction du type d'aquaculture pratiqué, ce service peut interagir négativement avec certains services de régulation en étant responsable de pollution de l'eau et/ou d'introduction d'espèces exotiques ou au contraire entrer en synergie avec d'autres services, par exemple, en limitant la pression de pêche sur les espèces sauvages.

L'aquaculture wallonne possède différents types de production : les poissons destinés à la consommation humaine, ceux destinés au repeuplement de nos rivières ou étangs de pêche, les poissons d'ornement pour les pièces d'eau, les esturgeons destinés à la production de caviar, et enfin les vifs pour la pêche.

Si un nombre important d'aquaculteurs assurent la commercialisation en frais de leurs produits, d'autres en assurent la transformation (fumage, recettes préparées, caviar,...). La commercialisation peut être directe, en circuit court, à travers la distribution ou l'horeca⁹.

Une association des aquaculteurs existe depuis 1984 et regroupe les professionnels des rivières et étangs. L'aquaculture est l'une des filières agricole détaillée sur le site filagri.be ou se trouve également une carte interactive de localisation des 40 aquaculteurs professionnels en Wallonie :

<https://filagri.be/aquaculture/les-piscicultures-wallonnes/> .

Le secteur aquacole produit environ 250 tonnes de poissons parmi lesquels 80 % sont des truites. L'essentiel de la production est destiné au repeuplement des eaux de surface : rivières mais aussi étangs de pêche. Il existe neuf entreprises de transformation / abattage représentant 155 emplois en Wallonie.

Au total, 24.8 kg de produits aquatiques (poissons et fruits de mer) sont consommés en moyenne par an et par habitant en Belgique; principalement parmi les poissons: du cabillaud (35%) et du saumon (33%). La truite ne représente que \pm 4% du volume total de poissons avec une consommation apparente de \pm 350g par habitant et par an en Belgique.

Selon le site internet de [filagri](http://filagri.be), la valeur de la production totale importée en Belgique est de 68 millions d'euros représentant un import de 19 284 tonnes. En Belgique, l'importation des poissons vivants représente 3 300 tonnes / an et l'importation de truites vivantes en Wallonie est de 1 500 tonnes /an.

Pêche de consommation de poissons, crustacés et mollusques sauvages

⁹ Source : filagri.be/aquaculture/le-secteur-aquaculture/

Outre l'aquaculture, une variété de poissons, de crustacés et de mollusques peuvent être pêchés et ensuite consommés. Ils se développent au sein des écosystèmes aquatiques, qui sont sources pour eux de nourriture et constituent des zones de repos et de reproduction. Ce service peut être mesuré par le nombre de poissons, crustacés et mollusques pêchés ou par le nombre de personnes pratiquant la pêche. Il va souvent de pair avec les services culturels de loisirs productifs car cette activité est souvent pratiquée pour le plaisir.

La Wallonie offre de belles opportunités pour différents types de pêche. Au sud de la Wallonie, on trouve de belles populations de salmonidés, principalement sur des cours d'eau ardennais. Au nord de l'« axe Sambre – Meuse », la pêche des carnassiers et des cyprinidés sera privilégiée, sur des cours d'eau d'une plus grande importance, sur des canaux ou sur des plans d'eau.

Il existe en Wallonie 3 différents types de zones de pêche, zones qui permettent notamment de définir des tailles minimales de prélèvement ou des périodes d'ouverture de la pêche : les « zones d'eaux calmes » sont par exemple la Meuse, la Sambre, certains canaux ou plans d'eau. Les 2 autres types de zones de pêche sont les « zones d'eau mixte » et les « zones d'eau vives ».

L'asbl Maison de la pêche (voir <https://www.maisondelapeche.be/>) précise les types de zones en fonction des rivières, et précise les secteurs où la pêche est interdite. Il est à noter que certaines espèces sont totalement protégées en Wallonie, il est donc interdit de les pêcher. C'est par exemple le cas du chabot, de la truite de mer, du saumon atlantique, de l'alose feinte et de la Grande alose, de l'anguille européenne, de la lamproie fluviatile et marine... Par ailleurs, il existe des tailles minimales de prélèvement par espèce.

A titre d'exemple, la taille minimale de prélèvement est de 60 cm pour le brochet en eaux calmes et mixtes (50 cm pour les eaux vives). La taille minimale de capture est de 24 cm pour la truite fario et la perche fluviatile. Pour l'ombre commun, cette taille est fixée à 30 cm. A noter que toute truite fario de plus de 50 cm prise dans les zones d'eau calmes et d'eaux mixtes doit être relâchée (à l'exception des lacs et étangs).

Une carte interactive est proposée sur <https://www.parcoursdepeche.be/>. Ce site renseigne également les deux cent quatre vingt sept sociétés de pêche.

D'un point de vue de l'évaluation monétaire, on peut se référer au prix des permis en Wallonie. Il existe plusieurs types de permis annuels en Wallonie dont les prix varient de 12 € à 120 €. Plus d'information disponible sur : <https://permisdepeche.be/fr/license-types>.

Comme le plus grand avantage réside dans l'aspect récréatif de la pêche, et nettement moins dans le service lié à l'alimentation, ce service est contenu dans l'expérience des utilisateurs à titre récréatif, des touristes et des résidents locaux, sans distinction spécifique pour les pêcheurs.

7.2. Eaux

Les volumes des eaux de surface (barrages, pompages, ...) et souterraines dépendent largement des écosystèmes présents en surface et des activités qui y sont réalisées. Les eaux de consommation sont principalement destinées à des usages domestiques ou industriels (refroidissement, agriculture, ...).

Les écosystèmes peuvent contribuer à la production d'eau en retenant l'eau, en permettant à l'eau de s'écouler afin qu'elle puisse réapprovisionner les sources d'eau souterraines et en améliorant la qualité de l'eau. Cette eau peut être utilisée pour l'approvisionnement en eau potable et le prélèvement d'eau privé par l'industrie (eau de traitement et de refroidissement) et l'agriculture (irrigation). D'autre part, les écosystèmes eux-mêmes consomment également de l'eau. Après tout, les plantes et les animaux ont besoin d'eau pour survivre.

Il est possible de démontrer le rôle de l'écosystème dans l'approvisionnement en eau et le maintien de l'équilibre hydrique. Cela nécessite des informations détaillées sur les caractéristiques de la zone et des informations sur le cycle de l'eau (modèles hydrologiques).

En outre, l'avantage dépend également de la demande en eau dans une région spécifique. Ce service est donc très difficile à saisir dans une méthode générique et facilement applicable.

Il y a un fort chevauchement entre ce service de production et un certain nombre de services de régulation tels que la purification des eaux de surface et souterraines (processus biologiques), et le maintien du cycle hydrologique et des flux d'eau (événements extrêmes).

Dans l'outil NVE, nous avons choisi de calculer le service d'approvisionnement en eau sur la base des services de régulation associés, soit dans les processus biologiques (purification des eaux), soit dans la régulation des événements extrêmes (inondation, infiltration).

7.3. Matériaux

Production de bois

Description

Le service « bois » comprend tout produit ligneux utilisé comme matériau de construction, de structure, pour l'ameublement, la production de papier, d'emballages, d'ustensiles de cuisine, d'instruments de musique, de jeux, etc. à l'exception du bois énergie. Ce service inclut les planches, les allumettes, le papier, les poteaux et piquets, les panneaux tels que le MDF (panneaux de fibres de densité moyenne), les cartons, les poutres, les châssis, les meubles, les instruments de musique, jeux, appareils et ustensiles en bois, les tonneaux, ...

Information requise :

- *Nombre d'hectares de forêt, répartis par essence : essence dominante ou mélange, au choix : hêtre, peuplier, bouleau, chêne, érable, frêne, orme, forêt alluviale, autres feuillus/mixtes, sapin, pin sylvestre, mélèze, épicéa commun, pin d'Autriche, pin de Corse, Douglas, autres conifères/mixtes, forêt mixte. Pour la situation actuelle, cette donnée se base en Wallonie sur la carte de répartition des principales essences forestières (Gembloux Agro bio tech, Forest is Life).*
- *La texture du sol, la classe de drainage et le développement du profil du sol forestier peuvent être trouvés dans la cartographie de la carte des sols de la Belgique (<https://geoportail.wallonie.be/catalogue/38c2a87e-d38a-4359-9899-9d4a6b9f0c2a.html>). Ces données cartographiques peuvent également être consultées dans l'onglet scénario et l'onglet mesures de l'outil web. La source authentique reste néanmoins celle disponible sur le géoportail.*
- *Carte des types de propriétaires : couche disponible sur Walonmap : limites administratives du DNF (SPW).*

Evaluation qualitative

Cette évaluation se traduit en un score de qualité allant de 1 à 10. La valeur de 1 signifiant qu'on est en présence d'une occupation du sol différente de la forêt, puis on a 5 classes de conditions pour la croissance en forêt (2, 4, 6, 8, 10).

Pour cette évaluation, seules sont prises en compte l'essence et l'adéquation du sol à cette essence. L'adéquation du sol est évaluée sur base de la combinaison texture, profil et classe de drainage du sol. Cette classification d'adéquation des essences en fonction des sols provient de la base de données BOBO¹⁰ qui indique l'adéquation de quelques 35 espèces d'arbres sur tous les sols en Flandre en indiquant cinq scores, allant d'inadapté à très approprié. Pour les forêts mixtes où l'espèce dominante est l'une des espèces répertoriées, les chiffres sont ceux de l'espèce dominante. Pour les mélanges entre espèces, c'est une moyenne des scores qui est utilisée. Pour les espèces non spécifiées ou les mélanges d'arbres à feuilles caduques, le score moyen des espèces d'arbres à feuilles caduques est utilisé sur le type de sol donné. Pour les autres espèces ou mélanges de conifères, c'est la même logique avec une valeur moyenne des espèces de conifères dans un type de sol donné. Pour une forêt mixte (conifères et feuillus sans dominance de l'une ou de l'autre), la moyenne de toutes les essences est utilisée.

Evaluation quantitative :

L'évaluation quantitative évalue uniquement la production de bois rond et se base sur les tables de production produite par l'université de Wageningen aux Pays-Bas. Ces tables sont utilisées pour calculer des volumes potentiels de bois par essence par classe de croissance (groei-klass – qui sont reliés à l'adaptation de l'essence à la station – voir évaluation qualitative ci-dessus) en supposant que le volume récolté est celui qui est obtenu quand l'accroissement moyen est maximal pour la période. Cette valeur totale de bois sur pied est ensuite divisée par le nombre d'années du peuplement pour obtenir un volume par ha et par an. Cette valeur est donc une valeur théorique hors éclaircie - les volumes exportés en éclaircie n'entrent pas dans le calcul des volumes qui ne considère que le volume du peuplement sur pied à « maturité ». Deux valeurs de terme d'exploitabilité sont considérées : une valeur minimale et une valeur maximale. Par facilité, la valeur minimale est attribuée aux forêts privées et la valeur maximale aux forêts publiques.

Ces volumes 'potentiels' définis sont ensuite multipliés par un « facteur de récolte » qui tient compte du fait que l'exploitation ne se fait pas automatiquement par coupe à blanc et que seule une partie de ce volume potentiel sera effectivement prélevé. Par défaut, le facteur de récolte est fixé à 0.7 en forêt publique et à 0.6 en forêt privée.

Le service de production de bois final en $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$ peut donc être estimé selon la formule implémentée dans NVE à :

$$Production\ de\ bois = \frac{V_a}{t} * F$$

Où :

V_a : volume du peuplement sur pied à accroissement moyen maximal entre périodes, variable en fonction de l'aptitude (a) de l'essence à la station,

t : durée en années écoulées entre la plantation et la récolte (valeurs minimale et maximale fixées par essence, la valeur minimale correspondant aux forêts privées, la valeur maximale aux forêts publiques),

¹⁰ Bodemgeschiktheid Bosbomen - Adéquation des sols des arbres forestiers; www.inbo.be

F : facteur de récolte constant fixé à 0,7 pour les forêts publiques et à 0.6 pour les forêts privées.

Evaluation monétaire

Les prix ont été déterminés sur la base des résultats de vente de bois dans les forêts publiques en Flandre pour 2014. Les prix n'étaient disponibles que par lot, de sorte que le prix par essence et par classe de circonférence a été dérivé via un modèle statistique.

Les chiffres à utiliser

Les chiffres détaillés dans les paragraphes précédents sont combinés dans un tableau consultable sur le site de l'outil, dans la rubrique « documents de référence » (www.natuurwaardeverkenner.be). Dans l'outil, ces valeurs sont automatiquement recherchées sur la base des espèces et des types de sols dans la zone d'étude.

Pour chaque combinaison de sols x essence, un score qualitatif, une quantité et une valeur peuvent être dérivés. Le Tableau 11 montre un extrait de ce tableau.

Tableau 11: Extrait de la table de données pour l'évaluation du service de production de bois (source : Liekens, Smeets, et Staes 2018)

Essence	sol	score	Volume moyen sans éclaircie en forêt privée (m ³ /ha.an)	Volume moyen sans éclaircie en forêt publique (m ³ /ha.an)	Valeur (€/m ³) forêt privée	Valeur (€/m ³) forêt publique
<i>Fagus</i>	AAx	2	2	1.5	50	55.5
<i>Fagus</i>	Aba	10	4	2.3	176	75.9
<i>Fagus</i>	AbB	10	4	2.3	176	75.9
<i>Fagus</i>	Abc	8	3.6	2.1	136.8	69.3
<i>Fagus</i>	Abp	10	4	2.3	176	75.9
<i>Fagus</i>	Abx	10	4	2.3	176	75.9
<i>Fagus</i>	Aca	10	4	2.3	176	75.9
<i>Fagus</i>	Acc	8	3.6	2.1	136.8	69.3
<i>Fagus</i>	Acp	10	4	2.3	176	75.9
<i>Fagus</i>	ADa	8	3.6	2.1	136.8	69.3
<i>Fagus</i>	Ade	6	3.2	1.9	118.4	115.9

La quantification et l'évaluation dans ces tableaux sont basées sur l'accroissement. Différents facteurs de récolte sont utilisés en fonction de la gestion. Le facteur de récolte dans les forêts publiques est fixé à 0,70 sur la base de chiffres historiques, tandis que le facteur de récolte dans les forêts privées est fixé à 0,60.

Formule : évaluation quantitative : quantité de bois (m³ d'accroissement/ha.an) * facteur de récolte * nombre d'ha = m³/an

Evaluation monétaire : valeur du bois (€/ha.an) * facteur de récolte * nombre d'ha = €/an

Tableau 12: Prix de vente des grumes sur pied (moyenne sur les classes de circonférence, prix 2020)

Essence	€/m ³
Hêtre	55
Pin sylvestre	38
Peuplier	40
Érable	25

Aulne	20
Bouleau	20
Frêne commun	45
Chêne sessile	85
Chêne pédonculé	85
Chêne commun	60
Autres feuillus	30
Mélèze	50
Epicéa de Norvège	40
Pin de Corse	50
Sapin de Douglas	55
Conifères autres ou mélangés	35
Forêt mixte	40

Traduction sous forme d'indicateur

L'indicateur est le montant total de la production de bois en m³. C'est donc la valeur de l'évaluation quantitative qui est utilisée.

Exemple de calcul

Une superficie de 50 ha sous sa forme actuelle comprend 25 ha de pâturages, 20 ha de terres arables et 5 ha de landes. L'objectif est de transformer cette zone en une réserve naturelle variée avec des forêts (25 ha), des prairies riches en fleurs et en espèces (20 ha) et des landes (5 ha). Cette forêt sera principalement composée de hêtres et sera gérée par les pouvoirs publics. Le sol est constitué de limon (A), qui est fortement drainé (classe de drainage b) et d'un profil à texture B horizontale (sol lessivé) (développement du profil a).

Appréciation qualitative

La zone actuelle n'a pas de forêt et obtient la cote 1. La forêt dans la zone future est une combinaison de hêtres sur sols de la série Aba. Cela donne une note de 10 pour la zone forestière ou $(25 * 10 + 25 * 1) / 50 = 5,5$ sur 10 pour l'ensemble de la zone.

La différence entre le scénario actuel et le scénario futur est de 4,5.

Evaluation quantitative

Le Tableau 11, colonne quantité de bois, montre un accroissement moyen sans éclaircie en forêt publique de 2,3 m³/ha.an pour le hêtre avec la série de sol Aba. En tenant compte du type de gestion et d'un facteur de récolte de 0,7 ; 1,6 m³ de bois par ha et par an est effectivement récolté, soit 40 m³ au total.

Évaluation monétaire

Au total, cela donne une valeur supplémentaire de 2 214 €/an (Tableau 11, valeur de la colonne (€/ha.an) forêt publique : 126.5€/ha.an * 25 ha * facteur de récolte 0,70).

Points d'attention

L'approche proposée ci-dessus pour évaluer le service de production de bois est celle proposée dans le logiciel Sim4Tree, développé par la KULeuven. Cette approche se base sur des volumes estimés sur des tables de production de peuplements réguliers en prenant le volume sur pied de fin d'une rotation théorique et en le divisant par la période de rotation. Cette notion ne correspond à aucune des définitions classiques de l'accroissement et s'apparente plutôt à une estimation extrêmement simplifiée de changements de stocks (volume total à la récolte divisé par la période de temps séparant la plantation de la récolte). Après discussion avec les experts, il a été jugé préférable de laisser les données initiales NVE intouchées plutôt que d'introduire des changements à la marge sur des hypothèses qui étaient discutables pour la Wallonie. Il conviendra donc pour ce service d'être particulièrement attentif à considérer les valeurs fournies par l'outil comme des ordres de grandeur et de garder à l'esprit toutes les précautions d'usage définies dans cette section du manuel et plus particulièrement les points suivants :

- Sur la donnée cartographique de base :
 - o La couche de répartition des essences ne propose pas de valeurs en dehors du 'masque forestier'. Il est à noter que les petits bosquets ainsi que les arbres hors forêts qui ne se trouvent pas dans ce masque ne sont pas caractérisés par une essence donnée. Ces éléments sont pris en compte dans la méthodologie de la carte de l'occupation du sol et identifiés comme 'végétation haute' mais il n'y a pas de distinction sur le type d'essence en présence.
- Sur la méthodologie de calcul :
 - o La méthode ne prend en compte que les bois sur pied. Cette approche est très réductrice (uniquement revenu au propriétaire) car elle ne considère pas la chaîne d'activité humaine liée à la production de bois de manière plus large (activités de débardage, d'éclaircies,...). Les produits d'éclaircies qui représentent une bonne partie du volume de bois mis sur le marché (voir la majorité pour certaines essences comme le chêne) sont ignorés,
 - o Considérer l'accroissement comme égal à un volume total à exploitation en excluant les éclaircies est une approche différente de ce qui est habituellement documenté, certains produits d'éclaircie présentant une valeur marchande en tant que telle,
 - o Le concept de "facteur de récolte" n'a aucun sens dans le contexte wallon: il ne tient pas compte de l'essence (résineux et peuplier vs autres feuillus), ni des méthodes d'exploitations alternatives (dimension cible,...),
 - o Si le facteur 'public/privé' est un effet significatif pour expliquer certaines tendances à l'échelle régionale, considérer à l'échelle locale à laquelle prétend travailler l'outil, que ces tendances vont toujours dans le même sens au niveau de l'essence et quelque soit le type de peuplement, est erroné,
 - o Les peuplements sont généralement exploités quand ils atteignent une certaine dimension, pas à un certain âge: ils seront exploités plus tard dans des conditions de croissance moins favorable (et vice-versa).
 - o D'une manière générale, il est extrêmement périlleux de proposer des valeurs monétaires par m³ et par essence car ces valeurs dépendent d'un nombre très important de facteurs, comme notamment :
 - La volatilité des prix,
 - Des critères qualitatifs du bois (stade de développement, circonférence, qualité...),
 - L'accessibilité de la parcelle,

- Les conditions d'exploitation...
 - Ces facteurs sont bien plus importants que les caractéristiques du sol quand il s'agit de caractériser le prix d'un m³ de bois donné. Dans l'outil, il semble que seule la circonférence ait été prise en compte, alors même que l'hypothèse du fait que l'exploitation se fait quand les peuplements ont atteint un certain âge plutôt qu'une certaine dimension pose déjà question.
 - Par ailleurs, seule la valeur du bois sur pied est considérée. Cela suppose que les coûts spécifiques de gestion et d'entretien sont négligeables. L'approche proposée ici est donc différente de la notion de marge brute qui avait été développée pour le service de production agricole, qui tenait compte de la différence entre les recettes et les coûts.

Dans le but de tester la comparabilité de la méthode et les hypothèses avec ce qui est habituellement utilisé en Wallonie, un contact a été pris avec l'office économique wallon du bois (Mr Emmanuel Defays, Mr Vincent Colson et Mr Eugène Bays), avec la personne en charge de l'inventaire permanent forestier au SPW (Mr André Thibaut) et avec les équipes de l'unité de recherche Forest is Life de Gembloux Agro Biotech (Mr Nicolas Latte pour les aspects cartographiques, Mr Jérôme Perin et Mr Sébastien Bauwens pour les discussions sur les modèles wallons existants et les données relatives à l'inventaire et Mr Gauthier Ligot pour les données monétaires). Les éléments présentés ici résultent de ces nombreux échanges.

Autres plantes et animaux (ornements, matériaux,...)

Divers écosystèmes naturels produisent des produits qui peuvent être utilisés comme matériaux, tels que le roseau, l'osier de saule, la fourrure, etc. Les quantités produites sont généralement faibles en raison d'une faible demande.

Les matières végétales issues de la production agricole qui ne sont pas destinées à l'alimentation, comme le lin, sont incluses dans le service écosystémique "production agricole".

Certaines plantes et certains animaux sont importants d'un point de vue génétique, médical ou cosmétique. Les entreprises pharmaceutiques, par exemple, versent des sommes importantes pour être autorisées à effectuer de la bio-prospection dans certaines parties de la forêt tropicale.

Ces services ne sont pas calculés dans l'outil NVE.

Un site dédié à la biomasse à des fins énergétiques ou matière existe pour la Wallonie : <https://labiomasseenwallonie.be/>. Il renseigne sur la manière dont la filière fonctionne et permet de consulter des fiches spécifiques en fonction de trois critères :

- Le type de biomasse,
- Le procédé de transformation,
- Le produit dérivé.

7.4. Energie issue de la biomasse

Arbres et résidus ligneux à des fins énergétiques

La végétation est une source de biomasse. Cette biomasse peut être utilisée comme source d'énergie. Dans le contexte des services écosystémiques, nous faisons référence à la matière ligneuse récoltée dans les forêts, aux cultures énergétiques dédiées sur les terres agricoles, aux flux résiduels de l'agriculture, à la gestion de la nature et à la gestion des espaces verts (parcs, accotements, terrains de sport, etc.) tels que le bois, les élagages, les tailles d'accotement, etc.

Ces services ne sont pas calculés dans l'outil NVE. Un module sur la biomasse énergétique ligneuse devrait être développé dans le courant 2022-2023.

Matière organique issue de l'agriculture et des déchets à des fins énergétiques

La production de biomasse à des fins énergétiques dans le secteur agricole relève indirectement du service écosystémique "production agricole".

Certains produits agricoles (cultures énergétiques, effluents d'élevage, etc.) sont brûlés pour en faire de l'énergie. Cette énergie sert à nous chauffer, à faire fonctionner nos appareils électriques, à nous déplacer, etc. Ce service peut être mesuré de biens des façons : rendements des cultures énergétiques ou production d'effluents d'élevage, demande et consommation de ces énergies ou prix du marché. Ce service peut rentrer en compétition avec d'autres services de production de nourriture et de matériaux. C'est un élément qui doit être pris en compte dans le débat sur l'énergie, mais aussi dans le débat sur la sécurité alimentaire.

Il interagit également avec certains services de régulation : par exemple l'utilisation de cette source d'énergie limite les émissions de gaz à effet de serre comparé aux énergies fossiles (synergie avec le service « régulation du climat global par séquestration des gaz à effet de serre »).

Les flux de déchets de l'industrie agroalimentaire constituent également une source importante de biomasse. Il n'est actuellement pas possible d'attribuer ces flux à une zone spécifique pour les cartographier.

Ces services ne sont pas calculés dans l'outil NVE.

Un site dédié à la biomasse à des fins énergétiques ou matière existe pour la Wallonie : <https://labiomasseenwallonie.be/>. Il renseigne sur la manière dont la filière fonctionne et permet de consulter des fiches spécifiques en fonction de trois critères :

- Le type de biomasse,
- Le procédé de transformation,
- Le produit dérivé.

Si vous êtes intéressés par la biomasse à des fins énergétiques, nous vous renvoyons vers les publications de l'asbl Valbiom (Valbiom.be).

8. Evaluation des services : services de régulation

Les services de régulation regroupent les phénomènes de contrôle et de maintien du bon fonctionnement des écosystèmes. Ces services couvrent quatre grandes catégories : le contrôle des polluants en lien avec la qualité de l'air, de l'eau et des sols, l'atténuation des événements extrêmes (inondations, tempêtes, ...), la régulation des processus biologiques (pollinisation, dispersion des graines, contrôle biologique, ...) et la régulation climatique (mondiale, régionale et locale).

8.1. Pollutions

Les écosystèmes ainsi que les plantes et animaux qui les constituent participent à la captation, la dilution, la filtration ou la rétention des polluants tandis que les microorganismes interviennent dans leur dégradation.

Bioremediation des sols pollués

La contamination du sol représente souvent un risque majeur pour l'environnement. L'assainissement des sols pollués est parfois indispensable, mais souvent coûteux. Une alternative est la biorémediation ou la phytoremediation. La biorémediation repose sur le principe selon lequel un certain nombre de micro-organismes sont capables de décomposer les contaminants présents dans le sol. Ces micro-organismes peuvent être présents dans le sol ou y être spécialement ajoutés. La phytoremediation utilise des plantes ou des bactéries qui vivent avec des plantes pour extraire les contaminants du sol ou les stabiliser au niveau du système racinaire.

Ces phénomènes peuvent être mesurés de plusieurs manières : respiration microbienne, quantité de polluants séquestrés dans les végétaux ou perception de la qualité des sols. Ce service, en modulant la qualité des sols, influence d'autres services qui y sont liés : le sol peut jouer un rôle de filtre physique vis-à-vis des eaux d'infiltration ou participer à la biodégradation de certains polluants atmosphériques.

Ce service n'est pas calculé dans l'outil NVE. Il est à ce jour très limité en Wallonie.

Amélioration de la qualité de l'air par la capture des poussières

Description

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.

Information nécessaire :

- Une carte mise à jour de l'occupation du sol qui distingue les types de végétation. Cette donnée se base principalement sur la cartographie des écotopes (disponible sur Walonmap – projet LifeWatch),
- Une carte de la concentration en PM_{10} dans l'air. Cette donnée nous a été fournie par l'AWAC.

Appréciation qualitative

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.

Évaluation quantitative

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 :

Capture est la capture de particules PM₁₀ mesurée en kg.ha⁻¹.an⁻¹

D est le taux de dépôt (cm.s⁻¹)

C_{PM10} est la concentration en PM₁₀ en µg.m⁻³

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

Évaluation monétaire

Les chiffres s'appuient sur des études et des chiffres clés sur les dommages à la santé humaine dus aux émissions de particules qui ont été développés dans le cadre de programmes d'études européens et qui sont appliqués à la politique de qualité de l'air dans l'UE et en Flandre. Une valeur de 57 € / kg PM₁₀ est considérée dans cette étude.

Points d'attention

- La remise en suspension varie selon les études entre 0% et plus de 50% à 75%. La plupart des modèles utilisent une remise en suspension de 50%,
- Les particules plus petites sont plus nocives et ont une part plus élevée de pollution atmosphérique, mais elles sont moins captées par la végétation.
- Il faut être prudent lors de l'utilisation des chiffres pour la végétation dans les zones fortement bâties ou à proximité des axes de transport. Les études disponibles indiquent que dans ces environnements, plusieurs facteurs antagonistes interviennent. En particulier, le fait que la végétation pourrait capter dans ces environnements des polluants à des concentrations plus élevées, mais que d'autre part la configuration peut limiter la dispersion des particules en raison d'effets microclimatiques spécifiques (voir par exemple l'effet de street canyon).

Les chiffres utilisés

Les chiffres utilisés sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 13: Valeurs qualitatives, quantitatives et monétaires pour l'évaluation du service relatif à la capture des particules fines

Type de végétation	Score qualitatif	Vitesse de déposition (mm/s)	Valeur (€/kg)
Prairies d'intérêt pour la biodiversité	4	0,20	€ 47,35
Forêts feuillues	7	0,5	€ 47,35
Forêts de conifères	10	0,7	€ 47,35
Forêt mixte	8	0,6	€ 47,35
Lande	5	0,3	€ 47,35
Broussailles/arbustes	6	0,344	€ 47,35
Marécages et roseaux	4	0,263	€ 47,35
Marais	3	0,2	€ 47,35
Rivières et eaux stagnantes	2	0,10	€ 47,35
Cultures agricoles	3	0,2	€ 47,35
Prairies	4	0,2	€ 47,35
Verger basses-tiges	5	0,3	€ 47,35
Verger hautes-tiges	7	0,5	€ 47,35
Jachère	2	0,1	€ 47,35
Peu ou pas de végétation	2	0,1	€ 47,35
Sols imperméabilisés	1	0	€ 47,35

Traduction sous forme d'indicateur

Nous traduisons le nombre de kg de fines particules que la végétation capture par le nombre de personnes qui l'émettent et le nombre de kilomètres que vous feriez en voiture pour émettre la quantité capturée par la végétation sur base des données COPERT suivantes :

- Émissions moyennes de PM₁₀ pour un Européen moyen par an = 4,9 kg
- Émissions moyennes de PM₁₀ par km de voiture moyen = 0,0349 g

Exemple de calcul

Une superficie de 50 ha sous sa forme actuelle comprend 25 ha de pâturages, 20 ha de terres arables et 5 ha de landes. L'objectif est de transformer cette zone en une réserve naturelle variée avec des forêts de feuillus (25 ha), des prairies riches en fleurs et en espèces (20 ha) et des landes (5 ha). Nous supposons que la concentration de PM₁₀ dans la région est égale à la moyenne annuelle de 22,7 µg/m³ en Flandre.

Évaluation qualitative

La zone actuelle a peu de potentiel pour capturer les particules fines. Il obtient un score de 3,7 sur une échelle de 10 (25 ha de pâturages x score 4 + 20 ha de terres arables x score 3 + 5 ha de bruyères x score 5)/50 ha). La nouvelle zone obtient un score de 5,6 sur une échelle de 10 (25 ha de forêt x score 7 + 20 ha de prairie x score 4 + 5 ha de lande x score 5)/50 ha). La différence est donc de 1,9.

Évaluation quantitative

Les changements dans la zone signifient qu'une moyenne de 268 kg de PM₁₀ est capturée chaque année.

Calcul = (25 ha de forêt x 0,5 mm/s + 20 ha de prairie x 0,2 mm/s + 5 ha de bruyère x 0,3 mm/s) x 22,7 µg/m³ x 3 1536 x 0,5 - (25 ha de pâturage x 0,2 mm/s + 20 ha de champ x 0,2 mm/s + 5 ha de bruyère x 0,3 mm/s) x 22,7 µg/m³ x 3 1536 x 0,5 = 644 kg - 376 kg = 268 kg

Évaluation monétaire

La valeur monétaire se situe entre 9 048 €/an (268 kg x 33,76 €/kg) et 19 660 €/an (268 kg x 73,36 €/kg).

Indicateurs

Une capture de 268 kg représente les émissions moyennes de 55 personnes (268 kg/4,9 kg/personne). Ou bien la végétation capte les émissions de 7,6 millions de kilomètres-voitures (268 kg * 1000/0,0349g).

Purification des eaux de surface et souterraines

Description

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, notre demande en eau de bonne qualité, etc. Ce service est à la base des services de production d'eau en assurant sa qualité.

Ici, seul le processus de dénitrification biologique est abordé. La dénitrification biologique est le processus par lequel le nitrate (NO₃⁻) est transformé en azote (N). Cela réduit la quantité de nitrates dans les eaux souterraines et les eaux de surface, et donc l'eutrophisation. La dénitrification biologique a lieu dans la plupart des écosystèmes. La dénitrification se produit dans les sols mal drainés des forêts, des prairies et des terres agricoles, dans les sols partiellement ou totalement saturés en eau, dans les zones d'infiltration et les zones riveraines, dans les sédiments des rivières, des lacs et des estuaires, etc.

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

Données d'entrée requises :

- *Texture du sol : donnée issue de la carte des sols disponible sur Walonmap,*
- *Charge en azote en mg N/l des eaux souterraines entrantes : à déterminer par diverses méthodes (voir évaluation quantitative).*
- *Le niveau moyen le plus élevé des eaux souterraines est la moyenne des 25 % de niveaux les plus élevés des eaux souterraines dans la zone d'étude cette année.*
- *Le niveau moyen le plus bas des eaux souterraines est la moyenne des 25 % de niveaux les plus bas des eaux souterraines dans la zone d'étude cette année.*
- *Si les niveaux des eaux souterraines ne sont pas disponibles, utiliser la classe de drainage que vous pouvez consulter dans la carte des sols disponible sur Walonmap.*

Evaluation qualitative

Le projet ECOPLAN a calculé ce service pour l'ensemble de la Flandre en 2016. Sur la base de la répartition en Flandre, un tableau de scores a été établi, allant de 1 (aucune dénitrification) à 10 (très important pour la dénitrification) (Tableau 14).

Évaluation quantitative

Dans les écosystèmes terrestres, l'élimination absolue des nitrates est principalement déterminée par la combinaison d'un niveau d'eau souterraine suffisamment peu profond et de l'approvisionnement en eau souterraine peu profonde contenant des nitrates. Pour calculer le taux d'élimination, le taux de dénitrification maximal potentiel doit être multiplié par le taux de recharge des eaux souterraines.

Les zones où la dénitrification peut potentiellement avoir lieu sont déterminées par l'hydrologie du sol (niveau haut ou bas de la nappe ou classe de drainage). La teneur en humidité du sol a une influence majeure sur la diffusion de l'oxygène, qui est un facteur déterminant pour l'apparition d'une limite entre un environnement riche en oxygène (nitrification) et un environnement pauvre en oxygène (dénitrification). En général, la dénitrification ne se produit que lorsque le sol est saturé d'eau à plus de 60 %.

Tout d'abord, le taux de dénitrification maximal potentiel est dérivé sur la base des niveaux moyens des eaux souterraines (Tableau 15).

Dans un deuxième temps, la vitesse d'alimentation des eaux souterraines peu profondes est calculée. La vitesse d'approvisionnement détermine la mesure dans laquelle la dénitrification peut avoir lieu sur une certaine période de temps et dépend de la texture du sol et de la topographie qui détermine la vitesse et la quantité d'eau souterraine qui s'écoule dans la zone. Plus l'alimentation en eau souterraine de la zone de dénitrification est rapide, plus la dénitrification peut avoir lieu. Un sol plus perméable, comme le sable, aura une vitesse d'alimentation plus élevée et donc un potentiel de dénitrification plus important qu'un sol moins perméable, comme l'argile. Si aucune donnée sur le taux d'approvisionnement n'est disponible, des hypothèses peuvent être formulées en fonction de l'hydrologie et de la texture, en estimant le taux d'approvisionnement maximal en fonction des niveaux des eaux souterraines (Tableau 16 et Tableau 17), puis en corrigeant pour la perméabilité du sol (Tableau 17).

La troisième étape consiste à déterminer la charge en azote de l'eau fournie.

Si les données locales sur les concentrations d'azote dans les eaux souterraines peu profondes alimentées ne sont pas disponibles, les possibilités suivantes d'estimation de la charge en nitrates des eaux souterraines sont suggérées :

(1) On peut faire une hypothèse générale d'une charge moyenne en nitrates sur la base du rapport annuel sur la qualité des eaux en Wallonie (<http://etat.environnement.wallonie.be/contents/indicator sheets/EAU%201.html>).

(2) On peut utiliser les données de mesure du réseau de mesures qualitatives des eaux de surface (<https://geoportail.wallonie.be/catalogue/1fb8600d-5032-49c8-a51a-c1c95487c1a4.html>), mais celles-ci ne sont disponibles qu'en certains points du territoire. Par ailleurs, les données du projet de recherche AQUAMOD (Modélisation prospective des impacts des pratiques agricoles sur la qualité du cycle de l'eau en Wallonie). Dans ce projet de recherche, la modélisation hydrologique EPICgrid est utilisée pour contribuer à l'évaluation des rejets d'azote en milieu naturel et estimer l'évolution future des pollutions diffuses d'origine agricole sur les eaux de surface et souterraines.

(3) Une estimation peut être faite en fonction de l'utilisation agricole et de la texture du sol dans le bassin versant auquel appartient la zone d'étude. Pour ce faire, nous estimons le lessivage moyen des nitrates vers les eaux souterraines peu profondes pour les cultures agricoles de la zone sélectionnée. Cela dépend de la quantité d'azote provenant de la fertilisation qui reste sur un champ après la récolte (résidus d'automne) et du lessivage relatif des résidus entre l'automne et le printemps, qui dépend de la texture du sol. Les résidus de nitrates du Tableau 19 sont basés sur les valeurs moyennes des résidus d'azote à l'automne par culture selon le rapport sur les résidus de nitrates 2014 et Coppens et al. (2013). Il convient de noter que ces valeurs

ne sont valables que pour les parcelles sans accord de gestion. Si une certaine gestion est appliquée, un facteur de correction est nécessaire pour l'apport réduit d'azote par la fertilisation.

Pour déterminer la zone dans laquelle les valeurs de reliquats d'azote doivent être incluses, nous déterminons d'abord quels segments de cours d'eau se trouvent dans la zone d'étude (sur base des tronçons de cours d'eau secteur PARIS – voir WalOnMap : <https://geoportail.wallonie.be/catalogue/50bf7812-799b-4d2f-bccc-cdbb3e2d6e08.html>). Nous déterminons ensuite quelles zones alimentent en eau ces segments de cours d'eau en fonction des bassins versants contributifs des secteurs PARIS (voir WalOnMap : <https://geoportail.wallonie.be/catalogue/b3db3b3f-ba49-4493-9211-0c6ee9c516aa.html>). Nous réalisons ensuite une coupe transversale de ces bassins versants avec un tampon de 2 km autour de la zone d'étude (la distance à partir de laquelle nous pouvons dire que le nitrate atteint la zone d'étude). Au sein de cette section transversale, nous déterminons l'utilisation des terres et le risque d'azote lié à cette utilisation particulière. La teneur en azote qui arrive dans la zone d'étude est alors une moyenne pondérée de ce résidu lessivé plus l'azote lessivé dans la zone d'étude elle-même.

Cette dernière méthode est appliquée dans l'outil Nature Value Explorer. Cette méthode ne remplace bien évidemment pas la modélisation hydrologique et les changements de pratiques agricoles modélisées dans le projet de recherche AQUAMOD et nous invitons le lecteur à se référer à ces données plus précises si il souhaite avoir une évaluation des teneurs en azotes actuelles.

Lessivage

Sur les terres agricoles, les apports de nitrates dépassent souvent les besoins des plantes et il y aura un lessivage de l'azote vers les eaux souterraines ou de surface. Lorsque les terres agricoles sont converties en zones non amendées (conservation de la nature par exemple), le lessivage est évité. Cela peut être inclus comme un avantage. Sur la base du Tableau 19, le lessivage évité ou supplémentaire dans la zone d'étude peut être calculée pour un changement d'utilisation des terres donné. L'évitement du lessivage s'ajoute à l'azote éliminé par dénitrification.

Evaluation monétaire

La méthode des coûts de réduction évités est utilisée pour le service de dénitrification. Elle est basée sur les coûts que les différents secteurs (ménages, industrie, agriculture) doivent supporter pour atteindre l'objectif de bon état des masses d'eau dans le cadre de la mise en œuvre de la directive-cadre européenne sur l'eau. Il s'appuie sur les calculs de la directive-cadre sur l'eau pour la Flandre (Broekx, Meynaerts, et Vercaemst 2008).

Ici, des mesures ont été envisagées pour l'industrie, les ménages et l'agriculture. Les coûts et les effets de ces mesures ont été recueillis dans diverses études préparatoires. Les mesures sont classées en fonction de leur rapport coût-efficacité (€/kg de réduction) de manière quantitative. Le coût des dernières mesures (les plus coûteuses) retenues dans le programme de mesures approuvé pour 2009 est une approximation du montant que la société est prête à payer pour une réduction supplémentaire de l'azote et fournit une estimation de la valeur de ce service écosystémique.

Pour l'azote, ce coût marginal de réduction est de 74 €/kg N. Il s'agit d'une valeur élevée par rapport à la littérature internationale. Nous utilisons donc cette valeur comme une valeur haute. Comme valeur basse, nous utilisons une moyenne des valeurs les plus basses de la littérature (5€/kgN). Il convient toutefois de noter qu'en Flandre, la valeur élevée est plus probable que la valeur faible.

Points d'attention : hypothèses

- Pour les écosystèmes terrestres, nous partons de la lixiviation de l'azote vers les eaux souterraines pour calculer l'apport en azote dans la zone, les zones karstiques ne sont pas prises en compte.
- Nous supposons que la zone de ruissellement des eaux de surface est une approximation de la direction de ruissellement des eaux souterraines peu profondes.
- Les coûts des mesures de réduction donnent une approximation de la volonté de payer de la société.
- S'il n'y a pas de section de cours d'eau dans la zone d'étude, il n'y a pas de zone d'approvisionnement en dehors de la zone d'étude, donc zone d'approvisionnement = zone d'étude.

Les chiffres à utiliser

Tableau 14: Score pour l'évaluation qualitative (source : ECOPLAN 2016)

Limite inférieure kg/ha.jaar	score
0	1
7,2	2
25,2	3
54	4
79,2	5
104,4	6
136,8	7
176,4	8
223,2	9
280,8	10

Tableau 15: Potentiel maximal de dénitrification basé sur la différence entre le niveau haut (GHG) et le niveau bas (GLG) de la nappe en %

Limite inférieure	GHG	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0
GLG												
50		15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	60
45			30	35	40	45	50	55	60	65	70	70
40				45	50	55	60	65	70	75	80	80
35					60	65	70	75	80	85	90	90
30						75	80	85	90	95	95	95
25							90	95	100	100	100	100
20								100	100	100	95	95
15									100	95	90	90
10										85	80	80
5											70	70
0												70

Tableau 16: Débit maximal d'alimentation en fonction du niveau des eaux souterraines (sols lourds: A, L, E, U, G, V, et combinaisons mm/jour) (source: Pinay et al. (2007))

	G L G	< 0	0- 10	10- 20	20- 30	30- 40	40- 50	50- 60	60- 70	70- 80	80- 90	90- 100	100- 110	110- 120	>12 0
GHG															
0-0		10	10	10	10	10	8	8	8	8	2	2	2	2	2
0-10			8	8	8	8	8	8	8	8	2	2	2	2	2
10-20				8	8	8	8	8	8	8	2	2	2	2	2
20-30					8	8	8	8	8	8	2	2	2	2	2
30-40						2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
40-50							2	2	2	2	2	2	2	2	2
50-60								1	1	1	1	1	1	1	1
60-70									1	1	1	1	1	1	1
70-80										1	1	1	1	1	1
80-90											1	1	1	1	1
90-100												1	1	1	1
100-110													1	1	1
110-120														1	1
>120															1

Tableau 17: Débit maximal d'alimentation en fonction du niveau des eaux souterraines (sols légers: Z, S, P, X mm/jour) (source: Pinay et al. 2007)

	G L G	0	0- 10	10- 20	20- 30	30- 40	40- 50	50- 60	60- 70	70- 80	80- 90	90- 100	100- 110	110- 120	>12 0
GHG															
0		10	10	10	10	10	8	8	8	8	2	2	2	2	2
0-10			8	8	8	8	8	8	8	8	2	2	2	2	2
10-20				8	8	8	8	8	8	8	2	2	2	2	2
20-30					2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
30-40						2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
40-50							1	1	1	1	1	1	1	1	1
50-60								1	1	1	1	1	1	1	1
60-70									1	1	1	1	1	1	1
70-80										1	1	1	1	1	1
80-90											1	1	1	1	1
90-100												1	1	1	1
100-110													1	1	1
110-120														1	1
>120															1

Tableau 18: Correction de la vitesse d'alimentation en fonction de la texture du sol (source: Pinay et al. 2007)

Texture du sol	Vitesse d'alimentation maximale (mm/jour)			
	1	2	8	10
Sable (Z)	1	2	8	10
Sable limoneux (S)	1	2	7	9
Limon salbeux léger (P)	1	2	7	8
Limon sableux (L)	1	1	5	6
Limon, limon peu caillouteux (A,G)	1	1	4	5
Argile légère (E)	1	1	5	6
Argile lourde (U)	0	1	3	4

Tableau 19: Lessivage de l'azote en fonction de la culture et de la texture du sol (source : Van Overtveld et al. (2011))

Culture principale	Culture	Texture	Fertilisation (kg N/ha)	Résidu azoté (kg N/ha)	% fertilisation	% lessivage	lessivage (kg N/ha.j)
fourrage	prairie	Z, S	350	60	17%	54%	32
fourrage	prairie	P, L, A	370	67	18%	39%	26
fourrage	prairie	E, U	380	73	19%	32%	23
fourrage	betteraves fourragères	Z, S	305	49	16%	61%	30
cultures fourragères	betterave fourragère	P, L, A	330	55	17%	43%	24
cultures fourragères	betterave fourragère	E, U	330	60	18%	35%	21
maïs	maïs	Z, S	205	86	42%	66%	57
maïs	maïs	P, L, A	220	96	44%	42%	40
maïs	maïs	E, U	220	105	48%	39%	41
céréales, graines et légumineuses	orge ou céréales d'hiver	Z, S	200	69	35%	61%	42
Céréales, graines et légumineuses	Orge ou céréales d'hiver	P, L, A	215	77	36%	43%	33
céréales, graines et légumineuses	orge ou céréales d'hiver	E, U	215	84	39%	35%	30
céréales, graines et légumineuses	blé d'hiver triticales	Z, S	250	80	32%	52%	42
céréales, graines et légumineuses	blé d'hiver triticales	P, L, A	264	89	34%	37%	33
Céréales, graines et légumineuses	blé d'hiver triticales	E, U	265	98	37%	30%	29
Légumes, herbes et plantes ornementales	les cultures à faible demande en azote	Z, S	165	69	42%	61%	42
Légumes, herbes et plantes ornementales	les cultures à faible demande en azote	P, L, A	175	76	44%	43%	33
légumes, herbes aromatiques et plantes ornementales	les cultures à faible demande en azote	E, U	175	84	48%	35%	29
légumes, herbes aromatiques et	légumes groupe 2	Z, S	180	86	48%	61%	53

plantes ornementales							
légumes, herbes aromatiques et plantes ornementales	Légumes groupe 2	P, L, A	180	96	53%	43%	41
légumes, herbes aromatiques et plantes ornementales	Légumes groupe 2	E, U	180	105	58%	35%	37
Pommes de terre	pommes de terre	Z, S	280	111	40%	61%	68
Pommes de terre	pommes de terre	P, L, A	280	124	44%	43%	53
Pommes de terre	pommes de terre	E, U	280	136	49%	35%	48
Betterave sucrière	betterave sucrière	Z, S	205	54	26%	61%	33
Betterave sucrière	betterave sucrière	P, L, A	220	60	27%	43%	26
Betterave sucrière	betterave sucrière	E, U	220	66	30%	35%	23
légumes, herbes et plantes ornementales	légumes groupe 3	Z, S	125	66	53%	61%	40
légumes, herbes aromatiques et plantes ornementales	légumes groupe 3	P, L, A	125	74	59%	43%	32
légumes, herbes aromatiques et plantes ornementales	légumes groupe 3	E, U	125	81	65%	35%	28
légumes, herbes aromatiques et plantes ornementales	légumes groupe 1	Z, S	250	114	45%	61%	69
légumes, herbes aromatiques et plantes ornementales	légumes groupe 1	P, L, A	250	126	50%	43%	54
légumes, herbes aromatiques et plantes ornementales	légumes groupe 1	E, U	250	139	56%	35%	49
autres cultures	autres cultures	Z, S	200	90	45%	61%	55
autres cultures	autres cultures	P, L, A	215	100	46%	43%	43
autres cultures	autres cultures	E, U	215	110	51%	35%	38
Céréales, graines et légumineuses	Légumineuses autres que les pois et les haricots	Z, S	120	39	32%	61%	24
Céréales, graines et légumineuses	Légumineuses autres que les pois et les haricots	P, L, A	125	43	35%	43%	19
Céréales, graines et légumineuses	Légumineuses autres que les pois et les haricots	E, U	125	48	38%	35%	17
Céréales, graines et légumineuses	Pois et haricots	Z, S	125	66	53%	61%	40

Céréales, graines et légumineuses	Pois et haricots	P, L, A	125	74	59%	43%	32
Céréales, graines et légumineuses	Pois et haricots	E, U	125	81	65%	35%	28

Exemple de calcul

Une prairie de 100 ha avec un sol de limon sableux (hauteur de nappe maximale à 85 cm, hauteur de nappe minimale à 125 cm, texture du sol L) sera convertie en une prairie humide extensive non fertilisée (les valeurs de hauteur de nappe évoluant ensuite à 80 et 20 cm). La zone environnante est une zone agricole dominée par les vergers et les cultures de légumineuses. Dans un rayon de 2 km, outre les prairies (les pâturages), on trouve 151 ha d'utilisation urbaine des sols, 628 ha de cultures fruitières et 377 ha de fèves (= surface totale de 1 256 ha). En pourcentage, il s'agit de 8 % de prairies (pâturages), 12 % d'utilisation de terres urbaines, 50 % de cultures fruitières et 30 % de légumineuses.

Le taux de dénitrification potentiel pour le pâturage est, sur la base des niveaux des eaux souterraines et de la texture du sol, de 15 %. Pour les prairies humides non fertilisées, elle est de 45%.

Le lessivage de l'azote vers les eaux souterraines est calculé comme suit :

- Prairie de la situation initiale

Le lessivage de l'azote vers les eaux souterraines s'élève à 33 kgN/ha*y pour les cultures fruitières pérennes (culture à faible demande en azote), 32 kgN/ha*y pour les légumineuses (groupe de légumes 3) et 26 kgN/ha*y pour les prairies. Le lessivage moyen de l'azote vers les eaux souterraines dans les prairies est de $(50 \% * 33 \text{ kgN/ha} * j + 30 \% * 32 \text{ kgN/ha} * j + 8 \% * 26 \text{ kgN/ha} * j + 12 \% * 0 \text{ kgN/ha} * j) = 28 \text{ kg N/ha} * \text{an}$.

- Prairies humide extensive non fertilisée (situation projetée)

La conversion de la prairie en prairie non fertilisée modifiera la charge d'azote dans la zone environnante de la manière suivante $(50 \% * 33 \text{ kgN/ha} * y + 30 \% * 32 \text{ kgN/ha} * y + 20 \% * 0 \text{ kgN/ha} * y) = 26 \text{ kg N/ha} * \text{an}$. (Dans les zones non agricoles et dans les prairies fleuries, la charge d'azote est supposée être nulle).

Le taux d'approvisionnement maximal avec les niveaux actuels des eaux souterraines est de 1 mm/m².jour dans la prairie actuelle et de 2 mm/m².jour dans la prairie humide future. Nous appliquons un facteur de correction pour le type de sol L de sorte que le taux d'apport réel dans la prairie reste de 1 mm/m²/jour et dans la prairie humide il devient de 1 mm/m²/jour (Tableau 18).

La dénitrification absolue finale est

- Prairie de la situation initiale

1mm jour d'apport d'eau souterraine par m² signifie 10m/jour par ha (1mm/1000*10000m²)

Un lessivage de 28 kg N/ha équivaut à une concentration de 0,0028 kg N/m (28/10000)

Cela signifie une élimination de 0,0028 kg N/m*15%*10m/jour.ha = 0,042 kg N/jour.ha.

La prairie élimine 151 kg/an (0,0042 *360 jours *100 ha).

- Prairies humide extensive non fertilisée (situation projetée)

1 mm jour par m² de nappe phréatique signifie 10m/jour par ha (1 mm/1000*10000m²)

Un lessivage de 26 kg N/ha est égal à une concentration de 0,0026 kg N/m (26/10000)

Cela signifie une élimination de $0,0026 \text{ kg N/m}^2 * 45\% * 10\text{m/jour} * \text{ha} = 0,0117 \text{ kg N/jour} * \text{ha}$

La prairie fleurie et riche en espèces élimine 421 kg/an ($0,104 * 360 \text{ jours} * 100 \text{ ha}$).

L'élimination de l'azote dans la prairie humide riche en fleurs de 100 ha augmente en termes absolus de 270 kg/an.

En outre, la conversion de la prairie en une prairie non fertilisée, permet d'éviter le lessivage de 26 kg de N/ha dans la zone, soit 2600 kg de N qui ne se retrouvent pas dans l'eau.

La valorisation monétaire de ce changement se situe entre 14 351 € et 212 380 € par an.

Mitigation du bruit

Dans les enquêtes relatives à la santé et à la qualité de vie, le bruit est généralement cité comme l'une des principales nuisances environnementales. Les activités festives (boîtes de nuit, concerts, etc.) sont évidemment à la source de nombreuses plaintes. Mais les différentes formes de trafic (routier, aérien, ferroviaire) mettent aussi nos tympans à rude épreuve. Tous, ou presque, nous participons à ce qui fait la gêne du voisin (<http://environnement.sante.wallonie.be/home/lenvironnement-sante/autour-de-moi/bruit.html>).

Cette problématique fait partie des préoccupations traitées par le plan environnement-santé 2019-2023 en Wallonie. Ce plan est téléchargeable : <http://environnement.sante.wallonie.be/home/expert/plan-envies.html>.

La mise en place d'un tampon antibruit entre la circulation et les habitations est une mesure courante pour prévenir les nuisances. Les structures végétales naturelles peuvent également faire office de tampon. Les forêts, en particulier, jouent un rôle à cet égard. C'est pourquoi, l'une des manières d'évaluer ce service est de se concentrer sur les forêts situées le long de voies de circulation très fréquentées.

La végétation peut réduire efficacement les niveaux de bruit, mais elle peut aussi avoir un effet psychologique positif. Cette interaction audio-visuelle peut être très forte dans la perception humaine (Watts, Chinn, et Godfrey 1999; Desiere 2013; Van Renterghem et al. 2015; Yang, Bao, et Zhu 2011), la végétation jouant ici un rôle positif. Une personne exposée au même niveau de bruit (physique) sera moins gênée si la végétation est réellement visible. On ne dispose pas de chiffres précis à ce sujet, bien que cet effet ait suscité un regain d'intérêt récemment. D'après un récent mémoire de maîtrise de l'université de Gand (groupe de recherche en acoustique), la réduction équivalente du bruit semble être de 3 dBA maximum (par des tests d'écoute en laboratoire).

Ce service écosystémique n'est actuellement pas inclus dans l'outil Nature Value Explorer en raison de la difficulté de mesurer l'impact de la végétation future sur la propagation de la gêne sonore.

Mitigation des impacts visuels et des odeurs

Les nuisances olfactives et visuelles sont très subjectives.

La végétation naturelle peut réduire la gêne visuelle causée par les bâtiments, les infrastructures, et autres points dépréciant le paysage. Certains végétaux peuvent également masquer les nuisances olfactives. Il existe peu d'informations quantitatives à ce sujet.

La mesure des nuisances olfactives est mieux documentée, mais il existe peu d'information sur la manière dont le changement de végétation influence ou non cette mesure.

Ces services ne sont dès lors pas calculés dans l'outil NVE.

8.2. Événements extrêmes : Prévention des inondations, de l'érosion et rétention des sédiments

Les différents écosystèmes participent plus ou moins à la régulation des flux de matières solides (ex. les sédiments), liquides (ex. l'eau) et gazeuses (ex. le vent) permettant de contrôler les événements extrêmes tels que les coulées de boue, les inondations, les épisodes de sécheresse et les tempêtes.

Infiltration

Description

Les écosystèmes influencent fortement le cycle de l'eau. Ils régulent les flux d'eau en termes de quantité et de qualité. Ils participent entre autres à la formation des nuages par l'évapotranspiration, au stockage de l'eau dans le sol, dans les zones humides, dans les plans d'eau et dans les aquifères, au contrôle de son transfert à travers le ruissellement et l'infiltration.

Les écosystèmes régulent les *flux* d'eau tout au long de son cycle :

L'évapotranspiration des végétaux et des sols contrôle la quantité de vapeur d'eau entrant dans l'atmosphère, régulant ainsi la formation des nuages et les précipitations.

La végétation capture une partie des eaux issues des précipitations. Elle aide également au stockage de l'eau dans les sols en les structurant par son système racinaire et en fournissant de la matière organique se liant aux particules du sol.

La faune édaphique intervient également dans la structuration du sol (ex. galeries de vers de terre, activité microbienne), influençant le stockage de l'eau dans les pores du sol.

Les écosystèmes humides et aquatiques constituent des réservoirs d'eau tout comme les nappes aquifères et les sources.

Les *transferts* de l'eau sont également régulés. Le ruissellement est limité par la végétation qui intercepte une partie de l'eau et en absorbe une autre partie. L'infiltration dans le sol est régulée par le système racinaire des plantes : la faune creusant des galeries et terriers, la biomasse végétale et animale morte fournissant de la matière organique au sol qui est ensuite dégradée par l'activité microbienne.

Le service d'infiltration des eaux est estimé dans l'outil NVE sur base d'une estimation de la quantité d'eau qui s'infiltrerait localement dans l'écosystème chaque année ($m^3/ha.an$).

Évaluation qualitative

Pour le projet ECOPLAN, une carte a été développée qui montre le potentiel d'infiltration (m^3/ha) en Flandre. Sur la base de ces chiffres, une note de 1 (aucune infiltration) à 10 (infiltration maximale) a été attribuée. Le score indique donc le degré d'infiltration d'un écosystème par rapport à d'autres zones en Flandre.

Évaluation quantitative

Nous nous basons ici sur la méthode développée dans ECOPLAN. La mesure dans laquelle l'eau peut s'infiltrer dans le sol dépend en partie des conditions abiotiques du milieu et en partie de la couverture et de l'utilisation du sol. Nous calculons l'infiltration potentielle en fonction des facteurs physiques. Nous examinerons ensuite les effets de la couverture du sol.

Les effets physiques les plus importants sont

- La texture du sol : par exemple, dans un sol sableux, l'eau s'infiltrera beaucoup plus rapidement que dans un sol argileux. Pour la Flandre, la recharge annuelle moyenne des eaux souterraines a été déterminée pour différentes classes de texture de sol dans l'article de Batelaan, Meyus, et De Smedt (2007).

- La profondeur de la nappe phréatique : la présence d'une nappe phréatique peu profonde limite notamment l'infiltration.

Le facteur le plus limitant entre ces deux effets est pris comme infiltration potentielle liée aux facteurs physiques.

Pour calculer l'infiltration réelle, nous examinons ensuite la quantité d'eau de pluie qui peut effectivement atteindre le sol en raison de la couverture du sol. Nous prenons ici en compte les effets de l'interception de l'eau (voir). Si l'eau qui peut atteindre le sol est inférieure à l'infiltration potentielle, cela la limitera. Dans le cas contraire, l'infiltration réelle est égale à l'infiltration potentielle.

Évaluation monétaire

S'il n'y a pas assez d'eau souterraine et/ou si le débit de nos cours d'eau est faible, les utilisateurs devront aller chercher leur eau ailleurs. Pour évaluer ce service écosystémique, nous utilisons le prix qu'une compagnie d'eau potable doit payer pour acheter de l'eau ailleurs, c'est-à-dire 0,52 €/m³.

Points d'attention : hypothèses

- Contrairement à la méthode ECOPLAN, les surfaces imperméabilisées dont les volumes d'eau ruissellées seraient collectées par un réseau d'égouttage ne sont pas prises en compte. Nous supposons que, dans un contexte rural, ces volumes d'eau s'écoulent vers des zones non imperméabilisées situées autour des surfaces imperméabilisées.

- Nous supposons une quantité moyenne de précipitations de 450 mm (quantité moyenne de précipitations - évaporation avant d'atteindre le sol).

Chiffres à utiliser

Tableau 20: scores pour l'évaluation qualitative

Infiltration in m ³ /ha	score
0	1
500	2
1000	3
1500	4
2000	5
2500	6
3000	7
3500	8
4000	9
4250	10

Tableau 21: Correspondance entre classes de texture du sol et infiltration maximale (source : van Batelaan, Meyus et al. 2007)

Texture	Infiltration maximale (mm/m ²)	Infiltration maximale (m ³ /ha)
U	75	750
E	188	1 880
A	225	2 250
L	263	2 630
G	300	3 000
P	300	3 000
S	338	3 380
Z	375	3 750
X	450	4 500
V	150	1 500
autre	266	2 660

Formule à utiliser pour calculer l'infiltration maximale due au niveau des eaux souterraines :

- Si valeur basse de la nappe >100 cm : valeur haute de la nappe (en mm)x4 +100
- Sinon : Valeur haute de la nappe x4 + valeur basse de la nappe.
- Multiplier la valeur obtenue par 10 pour la convertir en m³/ha.

Tableau 22: Interception par le couvert végétal

Couverture du sol	Interception (mm)
Prairies d'intérêt pour la biodiversité	100
Bouleau	200
Orme	200
Frêne commun	200
Hêtre	150
Chêne	200
Peupliers et cultivars	200
Forêts alluviales (Aulne, Saule...)	200
Autres arbres à feuilles caduques/mélange d'arbres à feuilles caduques	200
Sapin de Douglas	250
Epicéa de Norvège	300
Pin sylvestre	250
Pin de Corse	250
Pin d'Autriche	250
Sapin	250
Autres conifères/mélange de conifères	250
Forêt mixte	225
Lande	50
Arbustes (e.a. cerisier des oiseaux, aubépine,...)	175
Autre végétation de marais	100
Eau stagnante	50
Rivières	50
Lin et chanvre	100
Pommes de terre	100
Betterave sucrière	100

Plantes ornementales	100
Courgettes/potirons	100
Herbes aromatiques	100
Légumes lowN	100
Légumes groupe 1	100
légumes groupe 2	100
légumes groupe 3	100
Autres légumes et herbes aromatiques	100
Céréales, graines et légumineuses	100
Maïs-grain	100
Fruits et noix	125
Plantes fourragères	100
Maïs d'ensilage	100
Engrais vert	100
Autres cultures	100
Verger basses-tiges	125
Verger hautes-tiges	200
Potagers	100
Zones abandonnées de chemins agricoles	0
Prairies temporaires	100
Bancs boisés, haies et autres conifères à forte croissance	250
Rives boisées, haies et autres arbres à forte croissance	200
Étangs, fossés et mares	50
Bords de route et autres zones de prairies et de ruines	100
Autre verdure basse	100
Alignement d'arbres	200
Rangée de mélèzes	250
Rangée d'épicéas	250
Les bosquets d'arbres	250
Haies, fourrés, bruyères	175
Végétation murale (murs végétaux)	100
Peu ou pas de végétation (y compris plage, dunes...)	25
Bâtiments	9*
Serres	9*
Jardins résidentiels	175
Autres jardins	175
Routes et places	9*
Autre zone urbanisée	9*
Autres zones à forte densité de végétalisation	200

* Les zones pavées ne retiennent évidemment pas l'eau, mais l'eau ne peut pas non plus s'infiltrer.

Traduction sous forme d'indicateur

Pour avoir une idée de la quantité d'eau infiltrée, nous la comparons à la consommation d'eau du robinet d'une famille moyenne (2,3 personnes) en Flandre. Cela représente 73 m³/an.

Protection contre les inondations

Description

Les écosystèmes réduisent les risques d'inondation et leur intensité en servant de réservoir temporaire aux eaux de précipitation et de ruissellement, en stockant une partie de ces eaux dans leur sol, en l'interceptant par la végétation, etc. Ce service peut être évalué de plusieurs façons : quantité d'eau stockée par les écosystèmes, vulnérabilité aux inondations, etc. Cette réduction des inondations limite les dégâts humains et matériels, maintenant un certain niveau des services de production. En outre, ce service est tributaire du service de régulation du cycle de l'eau. Enfin, le service de régulation du climat global par séquestration des gaz à effet de serre peut interagir avec ce service dans le sens où le changement climatique peut être responsable de l'augmentation et de la fréquence des événements extrêmes.

Les modifications historiques du paysage (fossés de drainage ; approfondissement, endiguement et redressement des rivières et des ruisseaux ; augmentation de l'artificialisation des terres) ont accéléré le ruissellement des eaux. En cas de fortes précipitations, l'écoulement accru et accéléré de l'eau en aval peut provoquer des inondations dues au débordement des cours d'eau. En restaurant la capacité de stockage de l'eau dans les zones en amont, ces inondations peuvent être réduites en aval.

Ce service, bien que très important, est très difficile à simplifier pour évaluer la conséquence d'un changement d'utilisation des sols sur celui-ci. Par conséquent, il n'est pas inclus dans l'outil web.

Évaluation qualitative

Pour l'évaluation qualitative on pourrait néanmoins repartir de l'identification des zones potentiellement importantes pour le stockage de l'eau, sur base par exemple de leur capacité de stockage physique d'une part et du type d'utilisation des sols d'autre part.

Évaluation quantitative

Afin de déterminer dans quelle mesure les écosystèmes contribuent à la protection contre les inondations, il est nécessaire d'évaluer, d'une part, la quantité d'eau que ces écosystèmes stockent et, d'autre part, le volume de crue que les écosystèmes évitent en aval. Les modèles d'inondation utilisés pour cartographier les aléas d'inondations dans le cadre du plan PLUIE, par exemple, sont capables de calculer des cartes d'inondation montrant l'étendue de la crue et la profondeur de l'eau.

Évaluation monétaire

Les avantages de la protection contre les inondations sont très spécifiques à chaque zone et vont être fort dépendantes des types de dommages causés. C'est la notion du risque en lien avec l'aléa. Le risque est d'autant plus élevé pour un même aléa que les dommages seraient grands si la zone était inondée.

Protection contre la perte en sol et l'érosion hydrique diffuse

Description

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.

Informations nécessaires (ces données sont toutes issues pour la Wallonie de la convention de recherche GISER pour le SPW) :

- 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.

Evaluation qualitative et quantitative

Pour évaluer la sensibilité du sol à l'érosion, un score qualitatif est calculé en tenant compte de la pente, de la texture du sol et de l'occupation du sol de la zone. Ces 3 facteurs sont également inclus dans l'équation RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) qui est une des méthodes les plus utilisées pour estimer l'érosion du sol et qui est également utilisée dans la convention de recherches GISER en Wallonie. Cette équation se présente comme suit (Wischmeier et Smith 1965):

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

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 d'entrée issues de la convention de recherche GISER. Le paramètre P est considéré constant (=1).

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

Evaluation monétaire

L'outil ne propose pas de valeurs monétaires à ce jour pour ce service. Ils pourraient par exemple être approchés par les dommages évités des coulées boueuses.

Points d'attention

- les différentes céréales ont été regroupées en une seule classe. Il faudra garder à l'esprit que pour la Wallonie, il serait intéressant sans doute de revoir les classes d'occupation/utilisation du sol pour permettre de garder la distinction entre les différentes céréales,
- Le facteur P est maintenu constant et égal à 1 dans l'équation. Cela suppose donc qu'aucune mesure anti-érosive n'a été prise pour lutter contre la perte en sol,

Les chiffres à utiliser

Les scores qualitatifs se basent sur des combinaisons du facteur LS multiplié au facteur K comme illustré dans le tableau suivant :

Tableau 23: Score qualitatif sur base du produit entre le facteur LS et le facteur K

SL X K (limite inférieure <= x)	score
0	1
0,084	2
0,168	3
0,252	4
0,336	5
0,42	6
0,504	7
0,588	8
0,672	9
0,756	10

Les valeurs du facteur C calculées par les travaux de la convention GISER (Biolders et al. 2011) étaient disponibles pour les cultures qui présentent plus de 3% de la superficie en région wallonne. Le Tableau 24 montre les différences entre les valeurs proposées par NVE et les valeurs de référence de GISER. Comme on peut le constater, les différences sont les plus importantes pour les pommes de terre et les cultures de lin et de chanvre.

Tableau 24: Facteurs C - valeurs de la convention GISER (2019) pour les cultures

	Valeur GISER
colza	0.38
betterave sucrière	0.41
betterave fourragère	0.41
Céréales*	0.39
maïs grain	0.61
maïs ensilage	0.61
pommes de terre	0.64
lin et chanvre	0.68

* On notera qu'une grosse simplification est faite dans les céréales car il n'y a pas de distinction entre les différents types de céréales grain (froment, escourgeon, épeautre) dans la catégorisation de l'occupation du sol de NVE. Selon GISER, les valeurs C de ces différentes céréales varient entre 0,31 et 0,45. Nous avons repris une valeur moyenne non pondérée de 0,39.

Le rapport GISER (Biolders et al. 2011) mentionne les éléments suivants en lien avec les estimations de facteur C: « les valeurs observées dans la littérature présentent une grande variabilité et nos valeurs sont généralement plus élevées. Il est difficile d'interpréter ces différences car les différents auteurs ne détaillent pas les différentes

hypothèses posées comme les dates de semis et de récolte, les valeurs de SLR en dehors de la période de culture ou bien la distribution de l'érosivité annuelle choisie ».

Pour les autres types d'occupation du sol, les valeurs initiales ont été conservées.

Tableau 25: Valeurs du facteur C pour les autres types d'occupation du sol

Couverture végétale	Facteur C	Score 2
Des prairies riches en fleurs et en espèces	0.01	9
Forêts	0.001	10
Bruyères et buissons	0.01	9
Marais	0.01	9
Vasières et marais salants	0.5	3
Rivières et eaux stagnantes	0	10
Légumes et herbes : plantes ornementales	0.6	2
Courges et courgettes	0.5	2
Autres légumes et herbes aromatiques	0.5	3
Legumineuse	0.5	3
Mais-grain	0.45	3
Fruits et noix	0.05	8
Fourrages	0.35	5
Autres domaines	0.37	5
Verger basse-tige	0.05	8
Verger hautes tiges	0.01	9
Chemin agricole	1	1
Prairies	0.1	9
Peu ou pas de végétation	0.8	1
urbain	0	10

Traduction sous forme d'indicateur

L'indicateur utilisé est celui de l'évaluation quantitative à savoir le nombre de tonnes de sol érodées en plus ou en moins.

Exemple de calcul

Nous supposons un champ de 50 ha avec un facteur LS de 5 et un facteur K de 0,04. Sur ce champ, 25 ha de forêt seront plantés. Le reste sera conservé comme un champ.

Appréciation qualitative

Le premier score à entrer en ligne de compte est celui relatif au produit $LS \cdot K$ ($5 \cdot 0,04 = 0,2$) et est égal à 3 (faible sensibilité à l'érosion).

Le second score à entrer en ligne de compte dépend du facteur C et est égal à 5 pour la situation actuelle (facteur $C = 0,37$) et à 7,5 pour la situation projetée ($(25 \cdot 10 + 25 \cdot 5) / 50$) (facteur $C = 0,1855$).

Cela se traduit par une cote moyenne actuelle de 4 ; une cote moyenne future : 5,25 et donc une modification de 1,25 point.

Évaluation quantitative

Situation actuelle : $K \cdot LS \cdot C \cdot R \cdot P = 0,04 \text{ t.h/ MJ.mm} \cdot 5 \cdot 0,37 \cdot 1250 \text{ MJ.mm/ha.h.an} \cdot 1 = 92,5 \text{ tonnes/ha an}$,

Situation future : $K \cdot LS \cdot C \cdot R \cdot P = 0,04 \text{ t.h/MJ.mm} \cdot 5 \cdot 0,1855 \cdot 1250 \text{ MJ.mm/ha.h.an} \cdot 1 = 46,38 \text{ tonnes/ha an}$,

Une perte de sol de 2306 tonnes/an est évitée $((92,5 \text{ tonnes/ha.an} - 46,38 \text{ tonnes/ha.an}) * 50 \text{ ha})$.

8.3. Régulation du climat

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. Seule la question de la régulation du climat global par séquestration du carbone dans les sols et dans la biomasse est considérée dans l'outil à ce jour.

Séquestration de carbone dans les sols

Description

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 des terres, 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.

Information requise :

- Utilisation des sols
- Stock de carbone mesuré dans la situation actuelle (données CARBIOSOL de l'UCLouvain pour le compte du SPW)
- % d'argile et de sable dans les 100 cm supérieurs (transposition sur base de la classe de texture, carte numérique des sols de Wallonie - SPW)
- Niveau moyen des plus hautes eaux souterraines (GHG) et niveau moyen des plus basses eaux souterraines (GLG) situation actuelle et estimation de la situation future (cartes interpolées basées sur les classes de drainage de la carte numérique des sols de Wallonie – SPW)
- Présence de certaines textures de sol de la carte des sols (carte numérique des sols de Wallonie – SPW)
- Présence de tourbe dérivée de la carte des sols (carte numérique des sols de Wallonie – SPW)
- Pente en degrés (issue du MNT 2013-2014 – SPW).
- Pour les sols agricoles, apport de fertilisation en équivalent C basé sur la région agricole van Wesemael et al. (2010)
- Pour les forêts, la présence de la forêt sur la carte de Ferraris (carte des forêts anciennes – SPW), la pente du terrain (issue du MNT 2013-2014 – SPW) et les essences d'arbres (données de Forest Is Life, Gembloux AgroBioTech pour le SPW).

Appréciation qualitative

La quantité de carbone organique dans le sol dépend de l'utilisation des terres, de la texture du sol et du niveau des eaux souterraines (Meersmans et al. 2008). Les modifications de l'utilisation des sols ou du niveau des eaux souterraines peuvent entraîner une augmentation du stockage du carbone dans le sol ou une dégradation et une émission de CO₂.

Utilisation des sols

Presque toutes les formes d'utilisation des sols ont un impact négatif sur les stocks de carbone. Plus la biomasse qui reste sur place dans les systèmes gérés (résidus de récolte, herbe coupée, bois de couronne), plus la quantité de carbone stockée dans le sol est importante. Les perturbations du sol telles que le labour réduisent la protection physique de la matière organique, ce qui fait qu'elle se minéralise plus facilement et réduit le stockage du carbone. Par conséquent, les sols des écosystèmes naturels présenteront des stocks plus importants que les sols soumis à un travail intensif.

Texture du sol et niveau des eaux souterraines

Indépendamment de l'utilisation des terres, la teneur en humidité et en argile des sols détermine principalement leur capacité de stockage du carbone. Plus le sol est humide et plus la teneur en argile est élevée, plus le carbone peut être piégé. Les mesures de gestion telles que le drainage réduisent le stockage, tandis que les processus d'engorgement augmentent le stock de carbone du sol.

Le temps joue également un rôle important dans le stockage potentiel du carbone, en particulier dans les sols humides permanents. Au cours du développement des écosystèmes, la teneur en matière organique augmente. Les sols qui ont été sous une forêt naturelle (marécageuse) pendant des années ont accumulé de grandes quantités de carbone au fil du temps. Tant que les conditions hydrologiques et l'utilisation des terres ne changent pas, ces stocks peuvent évoluer jusqu'à un maximum et rester plus ou moins stables (situation d'équilibre). Le stock de carbone est alors à son maximum, mais le potentiel de stockage lui-même a diminué. Par exemple, les tourbières atteignent leur état d'équilibre après environ 60 ans (ce qui varie d'un type de tourbière à l'autre) et ce n'est que dans les situations de tourbières (anaérobies) que le carbone est encore séquestré. D'autre part, des changements dans l'utilisation des terres et l'hydrologie peuvent entraîner une nouvelle diminution du stock de carbone.

Sur la base de ces caractéristiques, une évaluation qualitative peut être donnée.

Dans l'outil web, un score allant de 1 pour un faible stock de carbone à 10 pour un stock de carbone potentiel très important dans le sol est établi sur la base des caractéristiques ci-dessus et de la carte ECOPLAN pour le stockage potentiel du carbone en Flandre.

Evaluation quantitative

Le calcul est basé sur 4 équations de régression différentes qui ont été établies dans le cadre du projet ECOPLAN (S. Ottoy et al. 2016; Sam Ottoy et al. 2015). Ensemble, ces équations permettent de calculer le stockage de carbone dans le sol pour la plupart des utilisations des terres jusqu'à une profondeur de 1 mètre. Les équations de régression ont été établies sur la base des bases de données les plus fiables disponibles en Flandre. La formule pour les terres arables et les prairies a été établie à partir des données sur la fertilité des sols du Service de recherche sur les sols de Belgique et de la base de données Aardewerk-Vlaanderen-2010. La formule pour la forêt est basée sur la base de données ForSite du RIOB. La comparaison des types de nature est basée sur une base de données qui a été créée au sein de la KULeuven (Van Meerbeek et al. 2014).

L'étude ne portait que sur les sols minéraux. C'est ignorer l'importance du sol forestier pour le stock de carbone sous-jacent. Pour la Flandre, Lettens et al. (2008) ont calculé un stock de carbone dans le sol forestier de 1 kg/m² sous forêt de feuillus, 2 kg/m² sous forêt mixte et 3,5 kg/m² sous forêt de conifères. Nous les ajoutons au stock de carbone calculé sous la forêt en utilisant l'équation de régression.

Les équations calculent le stock de carbone maximal potentiel. Si l'utilisation des terres ou l'hydrologie change, le stock de carbone maximal potentiel changera. Nous supposons que ce maximum (nouvelle situation d'équilibre) est atteint au bout de 100 ans. L'augmentation/diminution annuelle du stock de carbone est approximativement proportionnelle (2,5 %) à la différence restante entre la situation d'équilibre et le stock de carbone actuel. Ainsi, l'augmentation/diminution annuelle nette du carbone diminue à mesure que l'on s'approche du nouvel état d'équilibre.

Les équations sont les suivantes :

$$C_{cultures} = (4.4118 + 0.2293 * klei + 5.1805 * bemesting - 0.0047 * GLG100 + 3.3852 * podzol + 6.1161 * anthr + 0.0001 * klei * GHG100 - 0.2460 * klei * bemesting + 0.2027 * veen) * 10$$

$$C_{prairies} = (8.6475 + 0.0290 * sand - 0.0041 * GLG100 + 2.2362 * bemesting + 0.9863 * podzol + 4.1541 * anthr + 7.3375 * veen - 0.00004 * GLG100 * sand) * 10$$

$$C_{forêt} = (15.0835 + 0.8 * klei - 0.017 * GHG100 + 0.2341 * helling - 6.0478 * fagus + 3.372 * populus - 1.1636 * quercus + 1.9505 * betula + 8.3097 * anthr + 40.2115 * veen + 1.7264 * podzol - 2.8944 * Ferraris + 0.0007 * klei * GHG100) * 10$$

$$C_{autre\ végétation} = (13.8572 + 0.2006 * klei - 0.0126 * GLG100 + 13.4339 * veen + 4.2009 * podzol - 3.5461 * heide + 1.9306 * pio + 2.1491 * rietland) * 10$$

Où :

Klei : %argile

Sand : %sable

GLG100 : hauteur basse de la nappe, en mètre

GHG100 : hauteur haute de la nappe, en mètre

Bemesting: 1.5 Mg C ha⁻¹ yr⁻¹

Anthr : anthrosol selon la WRB

Podzol : podzol selon la WRB

Veen : tourbe selon la carte numérique des sols

Helling=pente (%)

Fagus, Populus, Quercus= présence de ces espèces selon la carte d'utilisation du sol

Betula=donnée possible rentrée par l'utilisateur. Dans notre cas, pas considérée dans l'équation

Ferraris=1 quand forêts anciennes, 0 quand forêt non ancienne

Heide=lande

Pio=végétation pionnière

Rietland=roselière

L'outil ne fournit qu'une estimation grossière de ces stocks si l'utilisateur n'a pas les ressources ou le temps de prélever des échantillons de sol.

La méthode la plus précise pour quantifier le stock de carbone actuel consiste à prélever un échantillon de sol et à déterminer la quantité de carbone présente. L'analyse de la teneur en matières organiques coûte environ 15 € par échantillon et les résultats sont généralement disponibles en une semaine. Dans les écosystèmes à micro-relief et à végétation hétérogène, ce stock de carbone peut varier dans l'espace. Il faut au moins 15 échantillons par hectare pour obtenir une image représentative.

Si une zone subit des changements importants (déforestation, drainage) en raison d'un projet d'infrastructure ou si des travaux d'excavation ont lieu, le stock de carbone dans le sol peut être perdu. Le stock de carbone peut être libéré proportionnellement à partir du moment où le sol est excavé. Il est beaucoup plus rapide au début qu'après des décennies. Si le sol est recouvert, par exemple, de terre ou d'un revêtement, sans excavation, il n'y a probablement pas de perte de stock de carbone. Cependant, on connaît peu de choses à ce sujet.

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. 2017).

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.

Evaluation monétaire

Afin de donner une évaluation monétaire du stockage de carbone, nous pouvons utiliser les chiffres clés de De Nocker et al. (2010). Ces chiffres sont basés sur la méthode des coûts de réduction évités: si plus de carbone est stocké dans les zones naturelles, les coûts de réduction des émissions peuvent être évités ailleurs compte tenu des objectifs environnementaux donnés. Ces chiffres clés sont basés sur les coûts des mesures de réduction des émissions qui sont nécessaires pour garantir que la température moyenne mondiale n'augmente que de 2 °C maximum par rapport au niveau préindustriel (1780). Les chiffres proviennent d'une méta-analyse des résultats de diverses études de modèles climatiques.

On notera que plus les années passent, plus les mesures à mettre en place pour rester sur une trajectoire d'émissions compatible avec l'objectif de 2 °C sont coûteuses. Les coûts marginaux augmentent dès lors fortement avec le temps et passent de 20 euros/tonne éq. CO₂ en 2010 à 220 euros/tonne éq. CO₂ en 2050 (Tableau 26: Score pour l'évaluation qualitative)

Score	Limite inférieure en tonne de C/ha
1	0
2	108
3	216
4	323
5	431
6	539

7	647
8	755
9	862
10	970

Tableau 27).

Points d'attention : hypothèses

- Nous supposons que la nouvelle situation d'équilibre est atteinte après 100 ans.
- Annuellement, il y a une variation proportionnelle du stock de carbone de 2,5% par rapport à la différence restante entre la situation d'équilibre à atteindre et le stock de carbone actuel. Ce chiffre est basé sur un jugement d'expert après examen de la littérature.
- Pour la situation actuelle, nous utilisons le stock de carbone maximal de l'utilisation actuelle des terres calculé par le modèle de régression. Nous comparons ensuite les deux états d'équilibre de l'utilisation actuelle et future des terres. La différence entre ces états d'équilibre est ce que nous incluons dans l'évaluation.
- Nous supposons que le carbone stocké est libéré lors de l'excavation par les travaux d'infrastructure, mais nous ne pouvons pas imposer une évolution annuelle à ce sujet.
- Les chiffres de l'évaluation sont issus d'une analyse documentaire approfondie. Pour les années intermédiaires, les chiffres clés sont extrapolés linéairement. Après 2050, la valeur en 2050 s'applique. Par défaut, dans l'outil web, nous calculons avec une valeur minimale de 100 et une valeur maximale de 366.

Les points d'attention majeurs de ce service concernent :

- les grandes incertitudes sur les données d'entrée (hauteur d'eau minimale et maximale notamment),
- le fait que les modèles de régression utilisés ont été calibrés sur des valeurs observées flamandes pour une profondeur de 1m et ne sont dès lors pas directement comparables avec les valeurs obtenues pour la Wallonie sur base des données de la carte GSOC. Une comparaison entre les deux données, les ordres de grandeur vont du simple au double, ce qui peut en partie s'expliquer par le fait que la carte GSOC mesure des stocks entre 0 et 30 cm et que NVE fournit des valeurs de stocks entre 0 et 1 m. Il conviendra donc de se concentrer sur les changements entre la situation initiale et la situation projetée et de ne pas trop s'attarder sur les valeurs absolues de ce service.

Les chiffres clés à utiliser

Tableau 26: Score pour l'évaluation qualitative

Score	Limite inférieure en tonne de C/ha
1	0
2	108
3	216
4	323
5	431
6	539
7	647

8	755
9	862
10	970

Tableau 27: Chiffres clés sur les coûts externes des gaz à effet de serre pour le stockage de carbone sur la période 2010-2050. (source : De Nocker et al. 2010)

Année de référence ⁽¹⁾	euro/tonne CO ₂ -eq.	euro/tonne C ⁽²⁾
2010	20	73
2020	60	220
2030	100	366
2040	160	586
2050	220	805

(1): année de référence= année d'émission ou de stockage des gaz à effet de serre; (2) 1 tonne de C = 3.66 tonnes de CO₂

Tableau 28: Quantités de carbone dans les sols forestiers

Paramètres supplémentaires pour les forêts				
Forêts feuillues	1	kg/m ²	10	ton/ha
Forêts mixtes	2	kg/m ²	20	ton/ha
Résineux	3,5	kg/m ²	35	ton/ha

Les valeurs obtenues à partir de ces formules constituent le stock total potentiel de la zone. Pour les convertir en stock annuel, nous supposons que la différence entre le stock actuel et le stock maximal potentiel diminue de 2,5 % par an.

Tableau 29: Pourcentages de sable, limon et argile par classe de texture (source : Meersmans et al. (2008) et adaptation VITO)

Texture	% sable	% limon	% argile
Z	90	8	2
S	75	20	5
P	60	35	5
L	30	60	10
A (G)	5	85	10
E	35	35	30
U	15	35	50
V		35	30
Andere	45	41	13.8

Remarque : aucune valeur n'a pu être calculée pour les classes de texture des cartes pédologiques qui n'apparaissent pas dans cette liste, à l'exception de la classe de texture G, qui a été ajoutée à A. Pour les autres classes de texture (souvent une combinaison), une moyenne a été prise des classes connues.

Traduction sous forme d'indicateur

Afin de communiquer sur ce service, et le service de stockage de carbone dans la biomasse, trois indicateurs sont proposés :

- Les coûts évités pour les mesures d'atténuation des émissions de carbone. Elle est égale à la somme de l'évaluation monétaire moyenne du service de stockage du carbone dans le sol et du service de stockage du carbone dans la biomasse,
- Les émissions annuelles de carbone d'un Flamand moyen : 3,55 t/an,
- Les émissions de carbone d'une voiture-kilomètre moyenne : 48 g/km.

Exemple de calcul

Une prairie de 150 ha sur un sol sablo-limoneux (texture L) sera aménagée en 50 ha de hêtraie, 50 ha de prairie fleurie et riche en espèces et 50 ha de marais. Le marais sera composé d'environ 25% de roseaux. La prairie était relativement sèche, avait une profondeur de nappe haute de 102 cm et basse de 150 cm et était fertilisée (1,5 tonne C/ha.an). Si l'on regarde la base de référence mondiale, il n'y a pas de Podzol présent et 20% d'Anthrozol. Nous supposons que la forêt restera sèche avec les mêmes niveaux d'eau souterraine et que la prairie riche en espèces deviendra légèrement plus humide (valeur haute de la nappe de 40 cm et basse de 90 cm). Le marais deviendra également très humide (valeur haute 30 cm, et valeur basse 40 cm).

Évaluation qualitative

Pour la zone actuelle, le C moyen dans le sol par ha est de 150 tonnes C/ha : un score de 2.

Pour la zone future, ce stock augmentera légèrement pour atteindre une moyenne de 174 tonnes C/ha : cela reste un score 2.

Évaluation quantitative

Nous ne disposons pas d'échantillons de sol. Nous calculons donc le stock de carbone potentiel dans le cadre de l'utilisation actuelle des terres, sur la base des formules. Elle est calculée à l'aide de la formule pour les prairies. Nous supposons que la zone actuelle est en équilibre et que le stock actuel est donc égal au stock de carbone maximal calculé (22 500 tonnes de carbone).

Zone actuelle :

Calcul du potentiel (texture du sol L, GES/GLG 102/150) :

$$(8,6475 + 0,0290 * 30 - 0,0041 * 1,5 + 2,2362 * 1,5 + 0,9863 * 0 + 4,1541 * 0,2 + 7,3375 * 0 - 0,00004 * 150 * 30) * 10 = 150 \text{ tonnes C/ha}$$

Avec les formules, nous calculons le stock potentiel dans le cadre de l'utilisation future des terres (voir les formules prairie, forêt et nature). Le stock potentiel dans le cadre de l'utilisation future des terres est de 2663 tonnes de carbone et se répartit comme suit entre les différentes utilisations du sol :

Utilisation future des terres :

Calcul du stock potentiel des prairies fleuries (50 ha de prairie fleurie) (texture du sol L, GES/GLG 40/90 cm) :
 $(13,8572 + 0,2006 * 10 - 0,0126 * 0,9 + 13,4339 * 0 + 4,2009 * 0 - 3,5461 * 0 + 1,9306 * 0 + 2,1491 * 0) * 10 = 159 \text{ tonnes C/ha}$

Calcul du stock forestier potentiel (texture du sol L, GES/GLG 102/150)

$$(13,6456 + 0,2451 * 10 - 0,0021 * 1,5 + 13,8138 * 0 - 2,1068 * 0 - 0,4378 * 1 + 1,5349 * 0 + 4,7563 * 0,25 - 3,7087 * 0 + 21,5834 * 0 + 55,7464 * 0 + 3,9704 * 0,75 + 2,6497 * 0 - 1,5441 * 0 + 0,6699 * 0) * 10 + 10 \text{ tonnes/ha pour le sol forestier sous forêt de feuillus} = 208 \text{ tonnes C/ha}$$

Calcul du stock potentiel de marais

$(13.8572+0.2006*10-0.0126*0.4+13.4339*0+4.2009*0-3.5461*0+1.9306*0+2.1491*1)*10=180$ ton C/ha

$(13.8572+0.2006*10-0.0126*0.4+13.4339*0+4.2009*0-3.5461*0+1.9306*0+2.1491*0)*10=159$ ton C/ha

L'augmentation/diminution annuelle du stock de carbone est approximativement proportionnelle (2,5 %) à la différence restante entre la condition d'équilibre à atteindre et le stock de carbone actuel.

Au cours de l'année 1, cette différence correspond à l'estimation basse : $(159 \text{ tonnes C/ha} - 150 \text{ tonnes C/ha}) * 2,5\% * 50 \text{ ha (prairie)} + (208 \text{ tonnes C/ha} - 150 \text{ tonnes C/ha}) * 2,5\% * 50 \text{ ha (forêt)} + (180 \text{ tonnes C/ha} - 150 \text{ tonnes C/ha}) * 2,5\% * 12,5 \text{ ha (roselière)} + (159 - 150) * 2,5\% * 37,5 \text{ ha (marais résiduel)} = 101,56 \text{ tonnes C/an.}$

Évaluation monétaire

Sur la base du calcul ci-dessus, il apparaît que le changement d'affectation des sols présente un avantage annuel compris entre 10 156 € (101,56 tonnes C * 100 €/tonne C) et 37 172 € (101,56 tonnes C * 366 €/tonne C).

Indicateur

Le coût évité grâce au stockage de C est en moyenne égal à 20 664 €/an.

Le carbone stocké en plus est égal aux émissions annuelles de 29 Flamands (101,56/3,55) et à 2,1 millions de kilomètres parcourus en voiture (101,56 tonnes * 10000/48 g).

Séquestration de carbone dans la biomasse

Description

Les plantes absorbent le carbone de l'environnement et l'utilisent pour accumuler de la biomasse. Le carbone est ainsi (temporairement) retiré de l'environnement. Tous les types de végétation 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.

Appréciation qualitative

Le score qualitatif pour le stockage du carbone est le même que celui qui avait été proposé pour le service de production de bois. Le score indique l'adéquation de conditions de sols spécifiques (texture, drainage, profil) pour une espèce d'arbre donnée. La façon dont cela se traduit en m³ de croissance dépend du type d'arbre.

Informations nécessaires :

Les données nécessaires d'un point de vue cartographique sont sensiblement les mêmes que celles utilisées dans le service de production de bois :

- Carte de répartition des principales essences forestières (source : Gembloux Agro bio tech, Forest is Life pour le compte du SPW).

- Carte des sols (source : carte des sols de Belgique – SPW)

Evaluation quantitative

La quantification du stockage de carbone dans la biomasse vivante se fait sur la base des valeurs de volume en m³.ha⁻¹.an⁻¹ 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, NVE utilise les facteurs d'expansion de la biomasse (BEF). Une fois le volume total de l'arbre (partie aérienne et racinaire) estimée, l'outil transforme le volume ($m^3 \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$) en valeur de carbone ($C \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$) sur base de la densité de carbone spécifique à l'espèce (exprimée en tonnes de $C \cdot m^{-3}$). 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.

$$\text{Séquestration de C (t C/ha.an)} = I * BEF * f * 0,5$$

Où

I = accroissement annuel moyen de bois (m^3/ha) – voir service de production

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

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

0,5 = constante de facteur de conversion en C

Nous renvoyons le lecteur à la section relative au service de production de bois pour une discussion détaillée sur les hypothèses derrière les calculs d'accroissement en volume des essences forestières.

En Wallonie, une méthodologie d'estimation des stocks de carbone dans la biomasse a été publiée en 2013 (Latte et al. 2013). La méthode est sensiblement la même que celle qui est proposé par l'outil NVE une fois que le volume de la biomasse est connu. On notera qu'une telle estimation est également publiée dans le 'National Forest Accounting Plan of Belgium'¹¹. A nouveau, si l'estimation de la quantité de carbone dans la biomasse suit la même logique que celle présentée ci-avant, l'estimation de la biomasse vivante (en $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$) est par contre elle réalisée au moyen du logiciel de simulation SIMREG sur base des données de l'inventaire forestier et diffère sensiblement de la méthodologie d'estimation des volumes proposés dans NVE (voir à ce propos la discussion relative au service de production de bois ci-avant).

Evaluation monétaire

L'évaluation monétaire réalisée transforme la valeur du carbone en valeur monétaire. La manière de procéder à déjà été présentée pour le service de stockage de carbone dans les sols.

Points d'attention

On renverra le lecteur aux points d'attention relatifs au service de production de bois.

Chiffres à utiliser

Comme pour la production de bois, les chiffres des paragraphes précédents sont combinés dans des tableaux qui peuvent être consultés sur le site web de l'outil. Pour chaque combinaison de la classe de base du sol (une combinaison de la texture du sol, de la classe de drainage et du développement du profil du sol), de l'espèce d'arbre et de la gestion, un score qualitatif, une quantité et une valeur monétaire peuvent être dérivés.

¹¹ Soumis en vertu du Règlement (EU) 2018/841 relatif à la prise en compte des émissions et des absorptions de gaz à effet de serre résultant de l'utilisation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie dans le cadre d'action en matière de climat et d'énergie à l'horizon 2030, et modifiant le règlement (UE) n° 525/2013 et la décision (UE) n° 529/2013

Contrairement à la production de bois, la valeur ne dépend pas ici de la quantité de bois effectivement récoltée.

Tableau 32 : Pour une série spécifique de carottes de sol à utiliser pour l'évaluation qualitative et quantitative de la biomasse de stockage du carbone.

Espèce d'arbre Nom néerlandais Série de carottes de sol Qualitatif Quantitatif Stockage de C faible BT (tonne C/ha.an) Quantitatif Stockage de C élevé BT (tonne/ha.an)

Essence	Nom	Sol	Qualitatif	Quantitatif Stockage de C faible BT (tonne C/ha.an)	Quantitatif Stockage de C élevé BT (tonne/ha.an)
2	beuk	AAx	2	0.7	0.5
2	beuk	Aba	10	1.4	0.8
2	beuk	AbB	10	1.4	0.8
2	beuk	Abc	8	1.2	0.7
2	beuk	Abp	10	1.4	0.8
2	beuk	Abx	10	1.4	0.8

Le score indique l'aptitude d'un sol spécifique à accueillir une essence spécifique. La façon dont cela se traduit en m³ de croissance dépend du type d'essence. Cela signifie que le score et le m³ de croissance ne sont pas toujours dans la même proportion. Cela a également des conséquences sur le stockage du carbone dans la biomasse.

Tableau 30: Évaluation monétaire : chiffres clés des coûts externes des gaz à effet de serre pour le stockage du carbone sur la période 2010-2050.

Année de référence (1)	euro/ton CO ₂ -eq.	euro/ton C (2)
2010	20	73
2020	60	220
2030	100	366
2040	160	586
2050	220	805

(1) Année de référence = année d'émission ou de stockage des gaz à effet de serre (2) 1 tonne C = 3,66 tonnes CO₂

Pour les années intermédiaires, les chiffres clés sont interpolés linéairement. Après 2050, la valeur en 2050 s'applique. Par défaut, nous calculons dans l'outil avec une fourchette de 100€ à 366€.

Traduction sous forme d'indicateur

Les indicateurs proposés sont les mêmes que ceux du stockage de carbone dans le sol, à savoir :

- Les coûts évités pour les mesures d'atténuation des émissions de carbone. Elle est égale à la somme de l'évaluation monétaire moyenne du service de stockage du carbone dans le sol et du service de stockage du carbone dans la biomasse,
- Les émissions annuelles de carbone d'un flamand moyen : 3,55 t/an,
- Les émissions de carbone d'une voiture-kilomètre moyenne : 48 g/km.

Exemple de calcul

Une superficie de 50 ha sous sa forme actuelle comprend 25 ha de pâturages, 20 ha de terres arables et 5 ha de landes. L'objectif est de transformer cette zone en une réserve naturelle variée avec des forêts (25 ha), des prairies naturelles (20 ha) et des landes (5 ha). Cette forêt sera principalement composée de hêtres et sera

gérée par les pouvoirs publics. Le sol est constitué de limon (A), qui est fortement drainé (classe de drainage b) et d'un profil à texture B horizontale (sol lessivé) (développement du profil a).

Appréciation qualitative

Pour le service de production de bois, la zone actuelle n'a pas de forêt et obtient une note de 1 sur 10. La forêt de la future zone est une combinaison de hêtres sur sols A_{ba}. Cela donne un score de 10 pour la zone forestière ou $(25 * 10 + 20 * 1 + 5 * 1) / 50 = 5,5$ sur 10 pour l'ensemble de la zone (voir service de production de bois).

Evaluation quantitative

L'évaluation quantitative du hêtre sur sol A_{ba} produit un stockage annuel de carbone dans la biomasse de 0,8 tonne de C par ha et par an ou 20 tonnes de C par an au total. On peut également le calculer manuellement en multipliant la croissance annuelle des grumes de 2,3 m³/ha par 0,37(BEF x C densité (densité *0,5) pour le hêtre = 1,34*0,56*0,5).

Évaluation monétaire

Au total, le changement d'affectation des terres implique une valeur supplémentaire de 2 000 €/an (20 tonnes C/an x 100 €/tonne C) à 7 320 €/an (20 tonnes C/an x 366 €/tonne C).

8.4. Processus biologique

Les écosystèmes maintiennent les conditions nécessaires à la survie et la reproduction des êtres vivants. Ils assurent la pollinisation, la dispersion des graines, le maintien des habitats, le contrôle biologique des ravageurs en agriculture et en sylviculture, la régulation des maladies humaines, la fertilité des sols, ...

Service de pollinisation

La pollinisation est un service de régulation essentiel au fonctionnement des écosystèmes. Elle consiste en la fécondation des plantes à fleurs et est à la base du maintien et de la diversification des populations.

Les écosystèmes maintiennent les conditions nécessaires à la survie et la reproduction des êtres vivants. Ils assurent la pollinisation, la dispersion des graines, le maintien des habitats, le contrôle biologique des ravageurs en agriculture et en sylviculture, la régulation des maladies humaines, la fertilité des sols, ... A ce jour, seul le service de pollinisation est mesuré en partie par l'outil.

La pollinisation est un service de régulation essentiel au fonctionnement des écosystèmes. Elle consiste en la fécondation des plantes à fleurs et est à la base du maintien et de la diversification des populations. De nombreux bénéfices sont tirés de ce service, tels que la production de denrées alimentaires (les fruits, le miel, ...) et autres produits d'origine végétale (biocarburants, matériaux de construction, médicaments,...) ainsi que le maintien de paysages diversifiés et d'une biodiversité végétale d'intérêt patrimonial.

Informations requises :

- Nombre d'hectares de cultures à faible, moyenne et forte intensité de pollinisation dans un rayon de 1 km du site
- Nombre d'hectares d'habitats à faible, moyenne et forte teneur en insectes dans la zone d'étude.

Description

La valeur de ce service peut être évaluée à l'aide de méthodes plus ou moins intégratives qui tiennent compte par exemple de la richesse ou l'abondance estimées ou mesurées en pollinisateurs ou en plantes mellifères, de la part de la production agricole sensible au déclin des abeilles, des pratiques culturelles utilisées, de la présence d'éléments paysagers d'intérêt pour les pollinisateurs,...

La spécificité de chacun des projets au regard de ces informations rend l'analyse quantitative et monétaire très hasardeuse. Seule une appréciation qualitative est faite de ce service.

La fourniture du service écosystémique de pollinisation est déterminée par la présence d'habitats adaptés aux insectes pollinisateurs. L'évaluation qualitative est donc basée sur l'aptitude de l'écosystème à héberger des insectes et la présence de cultures pollinisatrices.

Le logiciel NVE estime d'une part la présence potentielle d'insectes pollinisateurs sur base de l'attractivité des éléments de l'occupation des sols pour leur cycle de vie (facteur de l'offre) et d'autre part les besoins des cultures en matière de pollinisation (facteur de la demande).

Les éléments suivants sont pris en compte pour l'attribution des scores par catégorie d'occupation des sols – facteur de l'offre :

- Des habitats plus ouverts (bruyère, prairies naturelles, arbustes), une végétation fleurie (par exemple bruyère, robinier, ...) se voient attribuer un score maximal de 5. Les systèmes productifs et les surfaces pavées ont un score minimal de 1.
- La présence de bords de routes, d'éléments paysagers à petite échelle, de végétation basse et haute dans la ville, d'autre part, sont également important comme zones refuges et ont dès lors un score de 5.

En ce qui concerne l'attribution de valeurs aux cultures agricoles – facteur de la demande -, une analyse pour chaque type de culture a été réalisée. Les cultures qui n'ont pas besoin de pollinisation reçoivent un score de 1 tandis que les cultures très attractives reçoivent un score de 5.

Une distance tampon de 1 km est considérée pour évaluer l'offre : c'est bien l'occupation du sol dans le projet et dans cette distance tampon qui est considérée. On considère en effet que c'est la distance qu'un insecte pollinisateur est en mesure de parcourir pour rendre le service de pollinisation.

La combinaison de l'offre (score 1 - dépendante des types d'occupation du sol dans le projet) et de la demande (score 2 - disponibilité de cultures agricoles ayant besoin de pollinisateurs) dans un rayon de 1km du site du projet fournit la note finale pour l'évaluation qualitative.

Points d'attention

Parmi les points d'attention et les limites, citons notamment :

- le fait que les classements des espèces dans la carte de l'occupation du sol sont relativement peu fiables pour distinguer de manière précise les zones réellement attractives pour les insectes,
- le fait que ces dynamiques dépendent fort des conditions locales, notamment d'ensoleillement,
- le fait que tous les pollinisateurs n'ont pas les mêmes besoins, ou que certains pollinisateurs sont spécifiques à certains types de cultures.

Il serait sans doute intéressant à nouveau de comparer les résultats de l'outil avec les données en provenance de :

- l'atlas de la flore,
- données des mesures agri environnementales ciblées sur les pollinisateurs.

Les chiffres clés à utiliser

Tableau 31: Score de demande en pollinisation pour les cultures situées dans un rayon de 1km aux alentours de la zone d'étude score (score de la demande)

Type de culture		Score de la demande en pollinisation*
Faible besoin de pollinisation	Trèfle des prés	2
	Mélange de graminées et de légumineuses	2
	Oléagineux sauf colza	2
	Plantes ornementales en pleine terre	2
	Trèfle annuel	2
	Noisettes	2
Demande moyenne de pollinisation	Pois et haricots	3
	Autres légumineuses, sauf trèfle annuel	3
	Colza oléagineux et colza navette	3
	Fraise	3
Forte demande de pollinisation	Cultures fruitières annuelles, à l'exception des fraises	4
	Tournesol	4
Très forte demande de pollinisation	Cultures fruitières pérennes	5
	Courgettes/potirons	5

*les autres cultures reçoivent une valeur de 1

Tableau 32: score de disponibilité des écosystèmes pour les insectes (score de l'offre)

Type d'utilisation des sols	Score de disponibilité*
Forêts, prairies d'intérêt pour la biodiversité, landes et broussailles, zones humides, petits éléments du paysage,	5
Utilisation urbaine des terres, pâturages, terres cultivées, rivières et eaux stagnantes, zones sans végétation ou à végétation clairsemée.	1

Tableau 33: Score d'adéquation de l'écosystème pour les insectes (score détaillé)

Types d'habitats	Score de disponibilité*
Très forte présence potentielle d'insectes (landes, vergers, chemins creux, pépinières).	5
Forte présence potentielle d'insectes (résineux, hêtraies à jacinthes, bords de routes, bords de champs avec végétation de prairie, haie, alignements d'arbres, lisière de bois).	4
Présence potentielle d'insectes (broussailles et buissons)	3
Faible présence potentielle d'insectes (prairie, végétation de bruyère, accotements, bords de champs ou pentes avec cette végétation, autres forêts de vallées, de marais et de tourbières ; forêt de chênes et de charmes, autres hêtraies, parcs, prairies humides et prairies maigres, végétation pionnière et prairies à diversité biologique, complexe de prairies avec de nombreux fossés et/ou reliefs)	2

*les autres milieux reçoivent un score de 1

Pour obtenir le score total sur 10, ajoutez le score de l'aptitude (Tableau 33) au score des cultures nécessitant une pollinisation (Tableau 31).

Traduction sous forme d'indicateur

L'indicateur est le nombre d'hectares de culture qui dépendent de la pollinisation dans la zone d'étude.

Exemple de calcul

Nous partons d'un projet de développement de la nature dans lequel une prairie de 150 ha sera aménagée en 50 ha de forêt, 50 ha de prairie naturelle et 50 ha de marécage avec des mares. Dans un rayon de 1 km autour de la zone, il y a 250 ha de terres arables dont 100 ha de colza et 150 ha de légumineuses (autres que le trèfle). Le reste est constitué de pâturages, de forêts et de bâtiments (500 ha).

Facteur de la demande : le besoin de pollinisation est égal à 1,7 $((100 * 3 + 150 * 3 + 500 * 1) / 750)$.

Facteur de l'offre : L'adéquation de l'habitat est égale à 1 pour le scénario actuel et à 5 pour le scénario futur.

Score qualitatif pour le scénario actuel = 2,7 et pour le scénario futur 6,7.

Au total, 250 ha de terres arables dépendent de la pollinisation dans le rayon de 1km autour de la zone du projet.

Contrôle biologique

Description

Les ravageurs et les maladies sont régulés dans les écosystèmes par l'action des prédateurs et des parasites ainsi que par les mécanismes de défense de leurs proies. La lutte naturelle contre les parasites des plantes est assurée par des et les prédateurs et parasitoïdes spécialisés, y compris les oiseaux, les chauves-souris, les araignées, les coléoptères, les mantes, les mouches ainsi que des champignons entomopathogènes.

Depuis les années 1970, dans la recherche d'une agriculture propre et durable, des alternatives aux pesticides chimiques ont été recherchées. Outre le perfectionnement des agents chimiques (à moins large spectre, moins persistants et application plus raisonnée), la lutte biologique contre les parasites est également une alternative. Il s'agit d'utiliser les ennemis naturels pour lutter contre les organismes nuisibles. Pour permettre à la nature d'agir comme un contrôleur de parasites dans l'agriculture, l'homme doit fournir les conditions adéquates. Les ennemis naturels des espèces nuisibles doivent pouvoir survivre à proximité de la culture à protéger. Ils doivent pouvoir y rester, se reproduire et hiberner, et il doit y avoir suffisamment de nourriture disponible toute l'année.

L'importance économique de la lutte biologique contre les parasites peut être évaluée de différentes manières. La façon la plus évidente est d'examiner la différence de rendement de la production lorsque les parasites sont contrôlés chimiquement ou biologiquement. Bien entendu, il faut également tenir compte de la différence de coûts entre les deux méthodes, non seulement pour l'agriculteur mais aussi pour l'environnement (coûts de la pollution des eaux souterraines, etc.) (d'après Melman et van der Heide (2011)). Cet avantage est étroitement lié à la production agricole.

Aucune méthode n'est actuellement disponible pour l'évaluation de ce service dans l'outil NVE.

Maintien des habitats tout au long du cycle de vie des espèces

Description

Les frayères sont des lieux naturels où les jeunes poissons peuvent grandir. Ce sont souvent des eaux peu profondes avec une végétation riche où les poissons peuvent se protéger des courants et des prédateurs. Les

sites de reproduction typiques se trouvent le long des berges des rivières à méandres, dans les bassins peu profonds des polders et des marais, dans les plaines inondables, dans les affluents calmes des rivières tels que les méandres coupés ou les canaux latéraux, etc. Les pépinières augmentent la biodiversité en maintenant les relations naturelles entre proies et prédateurs et en améliorant les possibilités de reproduction des poissons. L'amélioration de la fonction de frai et d'alevinage des cours d'eau publics, associée à d'autres mesures visant à consolider les stocks de poissons, pourrait éventuellement conduire à une relance de la pêche fluviale commerciale en Flandre. Cependant, peu de recherches sont actuellement menées à ce sujet.

En outre, une amélioration et une augmentation du nombre de frayères pourraient conduire à la reconstitution des populations de poissons dans les canaux et les étangs, de telle sorte que les lâchers de poissons pour la pêche récréative ne seraient plus nécessaires (Jacobs et al. 2010).

Aucune méthode n'est disponible pour évaluer ce service quantitativement et monétairement.

9. Evaluation des services : services culturels

Les services culturels représentent les opportunités d'expériences et de pratiques culturelles permises par l'existence d'un cadre naturel ou semi-naturel ou des 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. Seuls les aspects relatifs à l'environnement pour la vie courante et pour les loisirs sont abordés de manière directe. Les aspects relatifs aux écosystèmes comme sources d'expérience et de connaissance et comme sources d'inspiration et de valeurs sont mesurés indirectement dans une valeur globale issue d'une enquête sur les préférences exprimées (voir point 4.1).

9.1. Services culturels totaux – préférences exprimées

Description

Compte tenu du manque d'études d'évaluation pour des services culturels spécifiques en Flandre, une étude de contingence examinant la volonté des gens à payer pour restaurer les écosystèmes naturels a été réalisée. La méthode d'évaluation contingente est une enquête d'opinion dans laquelle les personnes interviewées sont sollicitées pour savoir combien elles seraient disposées à payer (consentement à payer) pour éviter une dégradation de l'environnement ou au contraire pour assurer une amélioration de l'environnement. Elle permet d'estimer conjointement les valeurs d'usage et de non-usage.

Une des étapes cruciales d'une étude de contingence est la rédaction du scénario de choix qui est narré aux personnes interviewées. La mise en œuvre de l'évaluation contingente nécessite une excellente compréhension du bien environnemental évalué et des changements que celui-ci est amené à subir. Le scénario proposé doit être scientifiquement exact et facilement compréhensible par la population (Bouscasse et al. 2009).

Dans une étude de contingence, on présente en effet aux répondants un certain nombre d'alternatives et il leur est demandé de choisir la solution qu'ils préfèrent. Chaque alternative est définie par une série d'attributs, comme notamment le niveau de biodiversité qu'elle abrite, son accessibilité, sa taille, etc... Par leur choix entre les différentes alternatives, les répondants choisissent de ce fait les attributs qui sont liés à l'alternative donnée et une fonction statistique peut être utilisée pour dériver les probabilités de choix pour chaque attribut des différentes alternatives. Le compromis entre le prix et d'autres attributs est particulièrement pertinent, car cela reflète combien un répondant est prêt à payer (CAP) pour un changement particulier dans cet attribut. Cela permet de déterminer les valeurs marginales des changements dans les attributs et les combinaisons d'attributs.

L'étude flamande utilisée dans NVE est décrite en détail dans Liekens et al. 2013. Elle détaille plusieurs évaluations différentes, pour des domaines spécifiques et des types spécifiques de restauration. Ainsi, quatre fonctions différentes sont présentes et évaluées dans NVE.

La fonction 1 convient pour évaluer un changement d'une occupation du sol en terres agricoles – sans valeurs naturelles ou paysagères - vers un paysage naturel. Les caractéristiques qui influencent l'estimation de la valeur, sont fonction du type d'écosystème, du nombre d'espèces, de la taille, de la zone adjacente, de la disponibilité des sentiers pédestres au sein de l'écosystème et enfin de la distance entre ce paysage et le lieu de résidence du répondant.

La seconde fonction estime la valeur d'existence de petits éléments de paysage dans un champ ou un pâturage présentant initialement un faible intérêt paysager. Les résultats de l'enquête montrent que les ménages sont prêts à payer pour la plantation de petits éléments paysagers quel que soit leur type.

La troisième fonction valorise la conversion des forêts de conifères en forêts de feuillus ou en milieux ouverts (lande). Les résultats de trois enquêtes différentes montrent qu'il existe une volonté positive de payer pour cette conversion, avec une préférence vers la conversion en forêts de feuillus.

Finalement, la dernière fonction estime la valeur pour la restauration d'un cours d'eau pour qu'il atteigne le bon état écologique.

Une étude réalisée en 2009 visait à évaluer de l'impact de la qualité de l'eau (au sens entendu par la Directive Cadre Eau) sur l'attractivité des plans d'eau sur base notamment de la méthode de l'évaluation contingente (Bouscasse et al. 2009).

Les enquêtes de cette évaluation ont été réalisées par SONECOM en 2008 via 2210 enquêtes de terrain en face-à-face sur base d'un échantillonnage aléatoire par sous bassin hydrographique. L'échantillon a été complété pour assurer un quota minimum dans les catégories de statuts socio-professionnels et de groupe d'âge définis. Les résultats donnent d'une part la probabilité de participer financièrement aux actions mises en place pour améliorer la qualité de l'eau, et d'autre part les déterminants du montant déclaré. Ainsi, les usagers intensifs, ceux qui ont déjà participé financièrement à une association de protection de l'environnement, les usagers aux revenus supérieur à 1 500 €, qui ont entre 18 et 40 ans ont un CAP plus important. Ces données permettent ensuite de dériver la valeur économique annuelle totale des 15 sous-bassins hydrographiques wallons.

Il est relativement difficile de comparer les résultats de cette étude et les résultats du modèle économétrique présenté et utilisé dans NVE car la question n'est jamais posée tout à fait de la même manière. Dans les deux cas, l'accent est mis sur la restauration vers le bon état biologique du cours d'eau et nous nous proposons dès lors de comparer les valeurs reprises dans le manuel NVE à titre d'exemple pour les comparer aux valeurs des sous bassins hydrographiques de la Dyle-Gette, de la Senne, de l'Escaut-Lys et de la Haine tels que présentés dans l'étude de Bouscasse et al. 2009.

L'exemple NVE prend le cas de la restauration de 10 km de cours d'eau de la Nette. Si on ramène la valeur proposée dans l'exercice NVE à une valeur par km de cours d'eau par ménage, on arrive à une fourchette de valeurs comprises entre 0.25 €/km.ménage et 0.35 €/km.ménage. Par ailleurs, si on considère les valeurs VET nette par ménage avec et sans faux zéro présentées dans l'étude de Bouscasse et al. 2009 par sous bassin hydrographique et qu'on le divise par les longueurs respectives des cours d'eau navigables et de catégorie 1 par sous-bassin pour obtenir un chiffre comparable à ce qui est donné dans l'exemple NVE, on obtient des valeurs moyennes pour les 4 sous-bassin de 0.21 €/km.ménage (sans faux zéro) et 0.36 €/km.ménage (avec faux zéro).

Nous pouvons considérer ici que les ordres de grandeur vont dans le même sens.

A notre connaissance, aucune autre donnée spécifique n'était disponible pour la Wallonie pour d'autres études d'évaluation contingente.

Traduction sous forme d'indicateur

L'indicateur proposé est celui fourni par la valeur totale (en €/an) que les personnes sont prêtes à investir pour le scénario proposé dans l'analyse de contingence. Pour ce faire, nous calculons l'une des formules ci-dessus de l'équation pour les 4 fonctions décrites brièvement ci-dessus pour tous les secteurs statistiques situés à l'intérieur de la distance pertinente à la zone d'étude considérée et nous en faisons la moyenne.

Exemple de calcul

Pour la seconde fonction :

A 5 km de Nieuport, des haies et des étangs sont aménagés sur un terrain de 50 ha.

Cela permettra d'accroître la diversité des espèces dans le territoire agricole. Des efforts supplémentaires sont faits pour préserver certaines espèces protégées. Aucun sentier pédestre ou cycliste n'est prévu.

Nous déterminons la distance à laquelle la fonction devient nulle (pas de consentement à payer pour l'aménagement – distance maximale considérée de 50 km) et les formules du consentement à payer sont calculées pour chaque secteur qui se situe dans cette distance puis agrégées. Exemple de calcul pour Nieuwpoort (nombre de ménages 5 401, 51 % de femmes ; âge moyen des adultes : 52,2 ans ; revenu moyen des familles : 2576 ; pourcentage des habitants membres de la nature et de l'environnement : 8 %).

La valeur totale des services culturels pour cette mesure pour la ville de Nieuwpoort se situe entre 307,58 € et 14,312 € par an.

Points d'attention

Les fonctions d'évaluation sont déduites d'expériences de choix où les gens se positionnent sur des scénarios spécifiques. De tels scénarios ne peuvent que s'approcher des spécificités d'un vrai projet. Les caractéristiques des scénarios définis dans l'étude ainsi que les choix proposés ont des conséquences sur l'applicabilité des fonctions qui en sont dérivées. Ces fonctions sont applicables pour la Flandre et le transfert vers la région wallonne doit être pris avec beaucoup de précaution car il n'est pas recommandé.

Il semble tenir la route pour la fonction relative à la restauration du bon état des cours d'eau mais il ne nous a pas été possible de tester les autres fonctions faute d'études disponibles.

9.2. Environnement pour les loisirs : valeur récréative

Description

L'un des services les plus importants des espaces verts ouverts est la récréation et le tourisme. Nous considérons ici les visites d'une journée maximum comme des loisirs et les visites avec au moins un séjour comme du tourisme.

Ce guide couvre 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 2008). Le principal motif des activités telles que la chasse et la pêche est la détente et non l'acquisition de biens tels que le gibier et le poisson. Dans ce cas, les services seraient catalogués dans la catégorie des services de production.

Données d'entrée requises :

- *des scores pour le relief, la qualité historico-culturelle, les nuisances sonores, la pollution de l'horizon (voir partie 3.4 pour la détermination des scores).*
 - *utilisation des terres dans la région*
 - *densité des chemins et sentiers*
 - *la mesure dans laquelle les chemins font partie d'un itinéraire balisé ou non*
 - *des installations récréatives telles que des bancs, des panneaux d'information, des centres d'accueil, etc.*
 - *le nombre de marcheurs, de cyclistes, de personnes arrivant en voiture et de touristes dans la zone actuelle.*
- Ces données sont toutes tirées de cartes pré-calculées dans l'outil (voir partie 3.4).*

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 :

- pour les scores positifs :
 - o sa diversité de couvert,
 - o la proximité de l'eau,
 - o ses qualités paysagères,
 - o la présence de zones culturelles ou historiques,
 - o la densité des sentiers publics,
 - o la densité de chemins balisés,
 - o la présence d'infrastructures pour accueillir les visiteurs.
- pour les scores négatifs :
 - o la quiétude,
 - o la proximité de zones industrielles ou fortement bâties,
 - o 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).

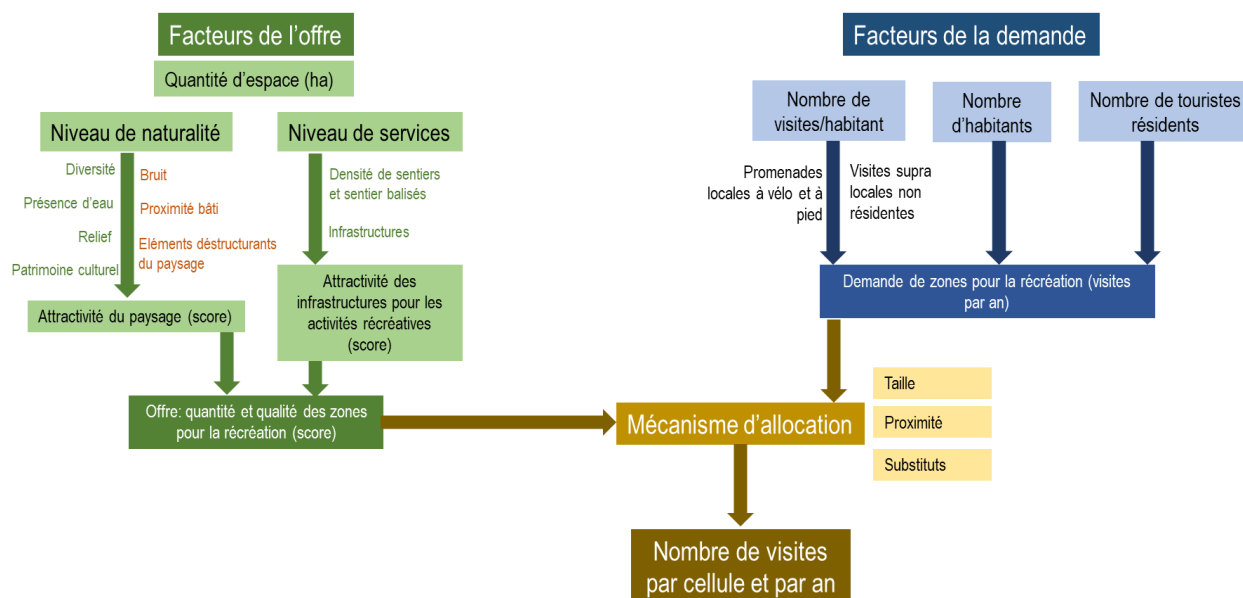


Figure 4: Modèle récréatif (adapté de De Nocker et al. 2016)

Les facteurs de l'offre ont été caractérisés pour la Wallonie sur base des données cartographiques présentées dans la partie 3.4. Il s'agit ici de décrire comment la demande a été caractérisée pour l'ensemble de la Wallonie et comment elle a été répartie sur le territoire sur base des facteurs de l'offre.

L'étude de De Nocker et al. (2016) tirée du projet ECOLPLAN dont s'inspire la méthodologie présentée ici a fait une revue fouillée de la littérature concernant la demande en sorties récréatives de plein air pour des activités locales (depuis le domicile), supra-locales (depuis un lieu où il a fallu prendre la voiture ou un autre moyen de transport pour se rendre) et des touristes résidents (depuis un lieu de résidence touristique).

Tableau 34: Nombre de visites total par habitant et par an en fonction des différents types d'activité (source : traduit de De Nocker et al. 2016)

Type d'activité		Distance maximale Km	Nombre de visites/personne/an	
			Flandre	Bruxelles
Locale	Promenade	5	20	10
	Vélo	20	10	1
Supra-locale	Avec transport	100	5	1

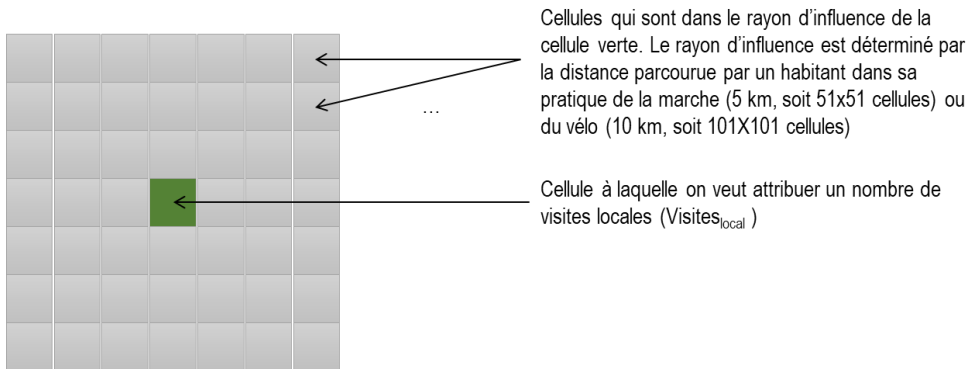
A notre connaissance, il n'existe pas d'études qui estiment ce nombre moyen de visites par personne et par an en Wallonie, nous avons donc pris le parti de prendre les mêmes distances moyennes pour les différents types de visites, et la valeur moyenne entre la Flandre et Bruxelles pour les nombres de visites. On a donc supposé une valeur de 15 visites locales à pied, de 3 visites locales en vélo et de 2.5 visites supra-locales par an, avec des distances de 5 km à pied pour la visite locale et de 10 km à vélo.

Ces valeurs devraient certainement être revues à la hausse depuis la crise sanitaire qui a vu notamment le nombre de visites locales exploser.

Visites locales

Le nombre de visites locales (depuis le domicile) à pied et à vélo par cellule se calcule comme illustré à la Figure 5. Le nombre de visites par maille va dépendre des facteurs 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.



$$\text{Visites}_{\text{local}} = \text{Pop}_{\text{infl}} * N_{\text{local}} * \frac{S_i}{S_{\text{infl}}} * \frac{C_{\text{local}}}{C_{\text{infl}}}$$

- Pop_{infl}** = nombre d’habitants dans la zone d’influence : somme des habitants dans les cellules grises
- S_i** = Score d’attractivité (facteur de l’offre) de la cellule verte
- S_{infl}** = Score d’attractivité maximal de toutes les cellules grises de la zone d’influence
- N_{local}** = nombre moyen de visites locale par habitant par an
- C_{local}** = nombre de cellules visitées
- C_{infl}** = nombre de cellules de la zone d’influence

Figure 5: Illustration du principe de calcul de la répartition des visites locales sur base des paramètres du nombre d’habitants par maille, du nombre moyen de visites locales par habitant et par an, de la valeur d’attractivité de la maille et des mailles de la zone d’influence, du nombre de cellules visitées, et du nombre de cellules de la zone d’influence

Visites supra-locales

Les visites supra-locales 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.

Si le nombre de visites supra-locales par habitant et par an est de 2.5 (soit la moyenne entre la Flandre et Bruxelles) et que la densité de population et des pays limitrophes est de 241 hab/km², on obtient le nombre total de visites supra-locales par an en multipliant ces deux valeurs.

Pour pouvoir répartir les habitants sur les mailles du territoire, il faut décider du nombre de mailles que chaque habitant va parcourir lors de sa sortie. Si on considère qu'il parcourt 10 km en moyenne, cela signifie que chaque sortie va pouvoir théoriquement couvrir 100 mailles du territoire.

La formule suivante donne ensuite le nombre de visiteurs supra-locaux par maille sur base du score d'attractivité de cette maille (voir supra, facteurs de l'offre).

$$Visites_i = Pop * N_{supra} * \frac{S_i}{S} * \frac{M_{supra}}{M}$$

- Où :
- $Visites_i$: nombre de visiteurs supra-locaux dans la maille i
 - Pop : densité de population de la Wallonie et des régions limitrophes
 - N_{supra} : nombre moyen de visites supra-locale par habitant par an
 - S_i : score d'attractivité de la maille i
 - S : score maximal d'attractivité de toutes les mailles
 - M_{supra} : nombre de mailles visitées au cours d'une sortie
 - M : nombre total de mailles

Visites touristiques (touristes résidents)

La logique pour l'établissement de la demande pour les touristes résidents est un peu différente que la demande en visites locales et supra-locales.

Nous sommes repartis pour estimer la demande, des données transmises par la CPDT (CREAT-ULB) sur les capacités d'hébergements touristiques en Wallonie par maille de 100 x100.

Il s'agit de données fournissant la capacité effective des hébergements touristiques wallons par maille d'1km², tous types d'hébergements confondus (et pas uniquement ceux disponibles sur Statbel puisqu'ils prennent également en compte par exemple les hébergements rendus disponibles par l'expansion de la plateforme Airbnb). La capacité effective représente d'une certaine manière une situation où tous les logements sont tout le temps complets (lorsque ceux-ci sont ouverts, puisque les fermetures hivernales des campings et la disponibilité variable des biens sur les plateformes d'échanges type Airbnb sont prises en compte dans le calcul de la capacité effective).

Pour obtenir un nombre de touristes par an, outre multiplier la valeur par 365, il faut idéalement tenir compte du taux d'occupation de chaque bien, information qui n'est pas disponible. Dans le cadre du travail de la CPDT sur les territoires touristiques, un taux d'occupation générique de 50% a été appliqué. Le nombre de touristes en séjour au sein d'une maille est donc estimé en divisant la capacité effective par deux. Cette division par deux constitue globalement une surestimation puisqu'à l'échelle de la Wallonie et en prenant en compte les hébergements suivis par Statbel, la CPDT estime un taux d'occupation de 21,4% pour 2018. On notera également que la variabilité de ce taux d'occupation est très forte entre types d'hébergements et entre hébergements au sein d'une même catégorie.

Pour pouvoir affiner ces chiffres d'occupation, la CPDT nous a fourni des informations plus précises sur les taux d'occupation par type de catégories d'établissements. On peut ainsi distinguer :

- Les hébergements de terroir ou hébergements de plateformes,
- Les hôtels et centres de tourisme social (ces derniers peuvent prendre de nombreuses formes, dont des hôtels, des gîtes voire des villages de vacances),
- Les villages de vacances, campings, aires pour motor-homes, terrains de caravanage,
- Les parcs résidentiels de weekend et résidences secondaires. Cette dernière catégorie regroupe les hébergements touristiques non marchands. Mais on retrouve aussi des secondes résidences au sein

des hébergements de grande capacité de la catégorie précédente, sans qu'il ait été possible de les distinguer des autres.

Par rapport aux taux d'occupation, et selon les informations de fréquentation obtenues par la CPDT et Statbel, les taux d'occupation sont a priori autour de 20% pour la première catégorie, 30% pour la seconde et entre 10 et 15% pour la troisième, et de 20% pour la quatrième avec une forte variabilité intra-classe.

Nous avons donc appliqué ces valeurs de taux d'occupation pour chacune des classes et les avons ensuite sommées. L'estimation de la demande touristique par an est donc évaluée dans notre étude comme la somme des produits des capacités d'hébergements touristiques par classe multipliée par leur taux estimé d'occupation, multiplié par 365 (nombre de jours par an).

Il faut maintenant réussir à estimer quelle est la part de ces touristes qui recherchent réellement une activité en lien avec les espaces naturels et les loisirs récréatifs de plein air. Il semble difficile d'estimer cela en fonction des types d'hébergements. Ainsi, par exemple, si l'on analyse le lien entre les hébergements et la fréquentation des espaces naturels, on se rendra compte que ce lien est fort variable en fonction des équipements proposés au sein des établissements et à proximité de ceux-ci. Certains offrent de multiples activités, les touristes y séjournant ne vont donc que peu fréquenter les espaces de nature environnants, même si leur objectif est de prendre du temps dans la nature. C'est le cas notamment de certains campings ou certains parcs résidentiels.

Les informations pour estimer la part des touristes qui font du tourisme pour passer du temps dans la nature sont extraites du rapport du CGT (2019). Les estimations des activités pratiquées par les touristes en Wallonie montrent une estimation de 22% de promenades à pied et à vélo et 7.8% de visites des sites naturels, soit un total de 29.8% des touristes qui profitent de la nature.

C'est cette valeur qui est choisie pour ne garder que les touristes susceptibles d'être en demande d'espace de nature dans les nombres de touristes totaux estimés. Cette valeur est appliquée sur le chiffre moyen de taux d'occupation calculé ci-dessus, et ce peu importe le type d'hébergement.

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.

Appréciation qualitative

La note qualitative est un score basé sur l'attractivité de la zone (offre).

Evaluation quantitative

L'évaluation quantitative correspond au nombre total de visites par an pour une zone.

Evaluation monétaire

L'évaluation monétaire est obtenue en multipliant le nombre de visites estimées (évaluation quantitative) par une valeur monétaire par visite.

La valeur récréative d'un point de vue monétaire est un indicateur des gains que les gens tirent de leur visite dans l'espace vert ouvert, et ces gains reflètent les raisons de la visite (par exemple, repos et relaxation, activité physique, expérience de la nature). Cette valeur a été déterminée sur la base d'une estimation moyenne issue de la littérature (internationale), en tenant compte de la durée d'une visite et de la distance à partir du lieu de résidence.

Un large éventail d'études est disponible sur la valeur de bien-être d'une visite aux espaces verts pour le vacancier. On peut notamment dériver la valeur que le vacancier attache à une visite des coûts et des efforts qu'il déploie pour cette visite, notamment l'«investissement» de temps libre et les éventuels frais de déplacement. Ainsi, la **méthode dite des coûts de transport** permet de se concentrer sur la valeur d'usage uniquement (plus particulièrement la valeur non-marchande issue de la pratique d'usages récréatifs – pêche, kayak, baignade, promenade) en partant du postulat que les dépenses engagées par le visiteur pour se rendre sur un site récréatif et pratiquer une activité de loisir est une mesure de son estimation de la valeur du bien.

Dans l'outil NVE, l'évaluation des visites est basée sur une méta-analyse de 250 études dans le monde relative à la valeur d'une visite en forêt ou en réserve naturelle (Bateman et al. 2011; Sen et al. 2012). Ces valeurs sont ensuite comparées avec les données d'autres études et les estimations propres du VITO basée sur les coûts de transport et les dépenses en temps. La valeur moyenne d'une visite considérée dans l'outil est de 4,4 € / visite (intervalle de confiance entre 3 € et 9 €).

Une distinction supplémentaire entre les visites locales (visites fréquentes et relativement courtes pour couvrir des espaces verts près de la maison, à la fois à pied et à vélo) et les visites supralocales (visites plus longues, généralement avec transport préalable) est faite dans le logiciel NVE et cette distinction n'est pas généralement faite dans la littérature présentée. L'estimation monétaire qui en résulte est une estimation réalisée par le VITO en fonction de la durée de la visite et de la distance entre le lieu de visite et le domicile.

La valeur est fixée à 1.5 € par visite locale à pied, à 3 € par visite locale à vélo, et à 12 € par visite supralocale.

Points d'attention

Les estimations présentées ici des nombres de visiteurs locaux, supra-locaux et touristes résidents représentent un premier essai de cartographie appliquée du service culturel d'environnement pour les loisirs en Wallonie. La méthodologie, issue de celle proposée en Flandre par le projet ECOPLAN, montre, en comparaison avec les données de fréquentation des massifs forestiers issues des statistiques gsm, que les estimations tiennent en grande partie la route, et ce malgré quelques différences explicables selon des hypothèses qui varient en fonction du massif considéré. Il est en effet illusoire de vouloir capter l'ensemble des habitudes et des profils de touristes et de promeneurs/cyclistes par ce genre d'évaluation, mais l'essai a le mérite d'exister, à défaut d'autres informations en provenance par exemple de points de comptage ou d'enquêtes plus fouillées.

Traduction sous forme d'indicateur

Le nombre de visites dans une région parle de lui-même. Nous traduisons davantage ce que cela signifie pour le secteur des loisirs dans la région en traduisant les dépenses effectuées par les vacanciers en nombre d'emplois créés dans le secteur du tourisme. Une visite supplémentaire est estimée à 8.35 €, ce qui correspond à $15,37 \cdot 10^{-6}$ équivalent temps plein (ETP).

Exemple de calcul

En Flandre occidentale, une superficie de 50 ha de terres agricoles est boisée sur 10 ha.

Une piste cyclable balisée longe la zone. Dans toute la région, il y a des pelouses agricoles. Dans toute la zone, des bancs seront installés et des panneaux d'information seront placés sur la faune et la flore locales et sur l'importance historico-culturelle du paysage.

Appréciation qualitative

Nous interrogeons les différentes cartes d'entrée pour les loisirs afin de voir quels facteurs influencent l'attractivité du paysage.

Le score de base pour le domaine actuel est de $100 * 0,005 = 0,5$

Celui de la future zone est de $20 * 0,01 + 80 * 0,005 = 0,6$

Facteurs de l'offre : Score de base *(0,1 si eau + score pour la diversité des espèces + score pour la diversité des paysages + score pour le relief + score pour la valeur historico-culturelle - score pour la perturbation visuelle - score pour le niveau de bruit)

- Comme il n'y a pas d'eau dans la région, le facteur 'eau' n'intervient pas.
- Score de diversité des espèces : la zone n'a pas une grande richesse en espèces mais des mesures sont prises pour l'augmenter : 0,1
- Diversité des paysages : actuel=0 ; futur =0,2
- Score pour le relief : il n'y a pas de différence entre la situation actuelle et future :0
- La région a une certaine valeur historico-culturelle. Sur la carte d'entrée, nous trouvons un score de 0,02
- Score de la pollution à l'horizon : sur la carte d'entrée, nous trouvons un score de -0,03
- Score du niveau de bruit : sur la carte d'entrée, nous trouvons un score de 0,1

Le score total de l'offre actuelle = $0,5 + 0,5 * (0 + 0 + 0,02 - 0,03 - 0) = 0,45$

Le score total de l'offre future = $0,6 + 0,6 * (0 + 0,1 + 0,06 + 0 + 0,02 - 0,03 + 0,1) = 0,75$

Le score maximum possible ici est de 2,75. Pour normaliser le score, nous divisons les scores totaux actuels et futurs par cette valeur maximale pour obtenir les valeurs suivantes : actuel=0,16 ($0,45/2,75$); futur= 0,27 ($0,75/2,75$)/.

Le score de densité de chemin dans la zone est de 0,3. Cela ne change rien, car les sentiers actuels sont maintenus. Il n'y a actuellement aucune installation de loisirs dans la région (score 0). A l'avenir, des bancs et des panneaux d'information seront placés en situation (score 0+0,1).

Score total pour les installations récréatives actuelles= 0,3

Score total pour les installations récréatives futures= 0,4

Le score qualitatif actuel total = (moyenne de 0,16 et 0,3)*9+1= 3

La score qualitative actuel futur = (moyenne de 0,27 et 0,4)*9+1=4

Évaluation quantitative

Le nombre actuel de visites basé sur les cartes des loisirs est estimé à :

- 300 visites piétonnes de résidents
- 100 visites cyclistes locales
- 50 visites supra-locales
- 30 visites de touristes

Le boisement et les installations supplémentaires rendent la région plus attrayante pour les loisirs. Le nombre de visites est estimé :

- $300 * 4/3 = 400$ visites piétonnes de résidents
- $100 * 4/3 = 133$ visites cyclistes locales

- $50 \cdot 4/3 = 67$ visites supra-locales
- $30 \cdot 4/3 = 40$ visites de touristes

Cela représente une augmentation d'environ 160 visites.

Évaluation monétaire

$100 \cdot 1,5\text{€}/\text{visite} + 33 \cdot 3\text{€}/\text{visite} + 17 \cdot 12\text{€}/\text{visite} + 10 \cdot 12\text{€}/\text{visite} = 573\text{€}$ par an

Indicateur

Emplois supplémentaires dus au boisement : $(160 \cdot 8,35 \text{€}/\text{visite} \cdot 15,37 \cdot 10^{-6} \text{€}) = 0,02$ emplois

9.3. Environnement de la vie courante

Environnement biologique des lieux de vie, de travail ou d'études : augmentation de la valeur des résidences

Description

Les maisons situées dans un quartier riche en espaces verts ont une valeur marchande plus élevée que les maisons avec situées dans un quartier entièrement minéralisé. L'utilisation de cette différence de valeur est également appelée méthode de prix hédonique. L'outil considère une amélioration du prix moyen des maisons de 9%, soit un avantage moyen pour une maison d'habitation moyenne variant entre 447 euros/an et 1252 euros/an.

L'outil ne prend en compte que les maisons qui ont une vue directe sur les espaces verts pour éviter un double comptage avec le service intitulé « Environnement pour les loisirs : valeur récréative » (voir ci-dessus).

Données d'entrée requises :

- Nombre de logements situés à moins de 400 m d'un espace vert ouvert dans votre zone d'étude

Évaluation qualitative

Dans le cadre du projet d'étude ECOPLAN, une carte des services écosystémiques a été établie afin de cartographier la valeur ajoutée que les espaces verts génèrent pour les habitations en Flandre. Sur la base de cette carte, un score a été établi en fonction de la valeur ajoutée (valorisation monétaire)/ha d'espace vert. Un score élevé signifie, d'une part, qu'il y a beaucoup d'espaces verts dans la zone étudiée et, d'autre part, qu'il y a beaucoup d'habitations dans un rayon de 400 mètres autour de cette zone.

Évaluation quantitative

L'effet d'une vue sur un espace vert est exprimé en pourcentage de changement de la valeur des logements. Nous utilisons les chiffres d'une étude récente de (Helgers, Vastmans, et Buyst 2016) qui détermine l'effet des espaces verts ouverts sur les prix du marché des logements en Flandre en utilisant la méthode des prix hédoniques. Pour plus d'informations sur l'étude, voir les informations générales dans l'outil.

Nous utilisons l'équation de régression linéaire selon laquelle une augmentation de 10% des espaces verts naturels (nature, bois, parcs) dans un rayon de 400 m de la maison entraîne une augmentation de 0,75% de la valeur de la maison et une augmentation de 10% de terrains agricoles à 0,47%.

Traduit en hectares, cela signifie que 1 ha d'espace vert dans un rayon de 400 m augmente le prix de la maison de 0,15 % en moyenne et 1 ha de zones agricoles de 0,09 %.

Comme nous partons de l'espace vert et non de la maison comme dans l'étude originale, nous devons faire une correction pour la surface d'une zone située à moins de 400 mètres de la maison. Pour une zone de, disons, 200 ha, seule une partie de cette zone se trouvera à moins de 400 m des habitations et non la totalité des 200 ha. Une correction est faite pour cela dans la formule.

Évaluation monétaire

Pour l'évaluation monétaire, nous appliquons le % calculé à la valeur moyenne du nombre de logements dans un rayon de 400 m autour de la zone.

L'information concernant la valeur moyenne du logement est la même que pour l'évaluation des effets sur le bruit et s'élève à 240 000 € soit une valeur annuelle de 11 172 €/an (prix 2019). Nous préférons calculer avec des valeurs annuelles afin d'être cohérents avec les autres services.

Points d'attention

Les points d'attention sont les suivants :

- Sur la base des données disponibles, aucune distinction n'est faite sur la qualité de l'espace vert. Un seul niveau de distinction est fait entre la zone 'agricole' et la zone 'naturelle ou forestière'.
- Les prix sont calculés par rapport au prix moyen d'une maison de type villa et ne prennent pas en compte la diversité des différents types d'habitation.

Traduction sous forme d'indicateur

L'évaluation quantitative est utilisée comme indicateur dans le tableau de bord.

Exemple de calcul

Dans notre exemple, 20 maisons ont une vue sur un paysage ouvert de prairies de 50 ha.

Appréciation qualitative

Le service de la valeur des résidences dans cette zone obtient un score de 0,4 (20 maisons/50 ha).

Evaluation quantitative

$50 \text{ ha} * 100\% * 0,000939 = 0,05=5\%$.

Évaluation monétaire

$5\% * 20 \text{ logements} * 11.015\text{€/an} = 11.015\text{€/an}$

Environnement biologique des lieux de vie, de travail ou d'études : effets sur la santé au contact de la nature

Description

Il existe de nombreuses preuves scientifiques que les espaces verts contribuent à améliorer la santé physique et mentale des résidents et des personnes qui visitent ces espaces. Plusieurs mécanismes entrent en jeu:

- La vue et le contact avec les zones de verdure ont des effets positifs sur la santé mentale (stress, dépression),

- La proximité des zones de verdure encourage les loisirs et l'exercice en plein air, avec des avantages directs pour la santé et des effets positifs dérivés grâce à la réduction de l'obésité,
- De plus, ces zones offrent un cadre spécifique pour le tourisme de santé.

Il existe également des effets indirects sur la santé via la qualité de l'air ou la réduction du bruit, mais ils ne relèvent pas de ce service-ci.

Il faut faire particulièrement attention ici au potentiel double comptage avec le service récréatif. La récupération et le repos sont parmi les principaux motifs de visites récréatives dans les espaces verts, et ce motif est étroitement lié aux effets sur la santé mentale. Les visites récréatives conduisent également à plus d'exercice et c'est l'un des éléments qui conduisent à des effets bénéfiques sur la santé.

Ces éléments ont déjà été pris en compte dans le service récréatif, mais du point de vue du vacancier et des résidents aux alentours de ces zones vertes. Les avantages pour la santé profitent également au reste de la société, sous la forme de dépenses de santé réduites et d'un absentéisme moindre au travail. Dans cette section, c'est donc bien les effets sur la santé et les avantages associés pour le patient qui sont pris en compte, ainsi que les effets indirects pour le reste de la société.

Données d'entrée requises

- *Le nombre d'habitants dans la zone et dans un rayon de 100m*
- *Le nombre d'habitants entre 100m et 1 km de la zone*
- *Nombre d'habitants entre 1 et 3 km du site*

Evaluation qualitative

L'importance du service est indiquée en donnant un score sur le nombre d'effets sur la santé d'un site, divisé par la taille du site (DALY/ha).

Evaluation quantitative

Bien qu'il existe de nombreuses preuves scientifiques que les espaces verts contribuent à améliorer la santé physique et mentale, les études permettant de quantifier ces effets sont moins nombreuses. Pour quantifier les effets sur la santé de la qualité de l'environnement (la présence d'espaces verts), des relations dose-effet sont nécessaires. Ce type d'étude s'intéresse au lien entre la présence d'espaces verts dans l'environnement proche ou plus large d'un citoyen et son état de santé.

Nous basons la quantification sur les résultats d'un programme scientifique à long terme aux Pays-Bas (J. Maas et al. 2009; Jolanda Maas et al. 2006; 2008). Cette étude montre qu'il existe une relation positive entre la quantité d'espaces verts dans un rayon d'un kilomètre autour du domicile et l'incidence plus faible de 18 des 24 maladies spécifiquement étudiées. L'étude a contrôlé les caractéristiques démographiques et socio-économiques indirectes des répondants et le degré d'urbanisation. Un effet positif a été constaté pour les maladies cardiaques, les douleurs cervicales et dorsales, la dépression, les troubles anxieux, les infections des voies respiratoires supérieures, l'asthme, les infections gastro-intestinales, les infections des voies urinaires et le diabète. La relation est la plus forte pour les maladies mentales.

Pour les troubles anxieux, les effets négatifs sur la santé diminuent de 5 % pour chaque 10 % d'espace vert supplémentaire. Pour les autres effets sur la santé, la diminution va de 4 % pour la dépression à 1 % pour

l'hypertension artérielle. Nous exprimons cela par la réduction du nombre de DALY (années de vie corrigées de l'incapacité), qui correspond à une réduction de la mesure de la charge totale de morbidité.

Tableau 35: Tableau récapitulatif des effets sur la santé de 10 % d'espaces verts supplémentaires à 1 km et 3 km du domicile.

Effets sur la santé	DALY par 1000 habitants par 10% d'espaces verts supplémentaires au sein d'un rayon autour du domicile de:	
	1 km	1 à 3 km
Mentale	1,14	0,78
Autre	1,32	
Total	2,46	0,78

Comme nous partons de l'espace vert plutôt que de la maison dans l'explorateur de valeurs de la nature, nous devons effectuer quelques calculs supplémentaires :

Nous avons converti les chiffres du Tableau 35 en DALY pour 1 ha d'espace vert (agriculture, nature, forêt) pour 1000 habitants :

- 10% d'espace vert supplémentaire dans un rayon de 1 km autour de la maison, soit 31,4 ha d'espace vert supplémentaire.
- 2,46 DALY pour 31,4 ha supplémentaires
- 0,078 DALY pour 1 ha de nature dans un rayon de 1 km
- Le même calcul est appliqué pour les espaces verts situés entre 1 et 3 km du logement.

Si l'on part de la zone verte pour calculer le nombre de DALY, tous les hectares de cette zone ne seront pas situés à moins de 1 km (ou 3 km) des habitations. Nous avons donc calculé le pourcentage de la superficie totale à inclure dans le calcul, en fonction de la taille des zones.

Évaluation monétaire

L'évaluation monétaire des effets sur la santé peut se chiffrer sur base des éléments suivants (Nocker et al. 2010) :

- réduction des frais médicaux: moins de dépenses en médicaments, frais d'hospitalisation, etc.
- réduction de perte de productivité: à la fois sur le lieu de travail et pour le travail à domicile,
- réduction de la perte de bien-être due à la souffrance (souffrance propre et souffrance des membres de la famille, ...).

Les deux premières sont estimées sur base de chiffres du SPF pour la Belgique et la troisième est évaluée sur la base des données de la littérature européenne (valeurs déduites sur base des préférences exprimées).

Récemment, dans le cadre de l'étude sur les comptes de capital naturel, une valeur a été calculée pour évaluer la réduction des "années de vie de qualité perdues" grâce aux espaces verts : 36 000 euros par DALY (De Nocker et al. 2020). Ce chiffre est basé sur une comparaison des données économiques pour différentes maladies avec les DALYs correspondants.

Points d'attention

Les points d'attentions sont les suivants :

- Sur la base des données disponibles, aucune distinction n'est faite entre les différents types d'espace vert (forêt, nature, agriculture) sur la santé.
- Les chiffres renseignés dans la littérature prennent comme point de départ les lieux de résidence des habitants. Ces chiffres ont été convertis pour partir des espaces verts sur base de la densité de population située dans différentes zones tampons autour de ces espaces.

Les données à utiliser

Tableau 36: Score pour l'évaluation qualitative

Limite inférieure (DALY/ha)	score
0	1
0,001	2
0,023	3
0,044	4
0,066	5
0,088	6
0,12	7
0,16	8
0,2	9
0,29	10

Source: limite= nombre de DALY/ha de la zone d'étude

Tableau 37: Évaluation quantitative des effets sur la santé de 1 ha d'espace vert supplémentaire en DALY par 1000 habitants

Au sein d'un rayon de	100m	1 km	1 à 3 km
Mental	0.036	0.036	0.0031
Autre	0.042	0.042	0
Total	0.078	0.078	0.0031

Tableau 38: Facteur de correction pour la zone d'étude

Taille de la zone d'étude (ha)	A utiliser dans le calcul du DALY à moins de 1 km		A utiliser dans le calcul du DALY entre 1 et 3 km		
	% pour les habitants à moins de 100 m	% pour les habitants entre 100 m et 1 km	% pour les habitants à moins de 100 m	% pour les habitants entre 100 m et 1 km	% pour les habitants entre 1 km et 3 km
0	100%	91%	0%	9%	98%
5	100%	85%	0%	15%	96%
10	100%	77%	0%	23%	92%
20	100%	59%	0%	41%	85%
50	91%	39%	9%	61%	76%
100	57%	23%	43%	77%	64%
200	32%	13%	68%	87%	46%
400	22%	9%	78%	83%	35%

600	17%	7%	80%	73%	28%
800	14%	6%	72%	63%	24%
1000	12%	5%	65%	56%	21%
1200	10%	4%	59%	50%	18%
1400	9%	4%	53%	45%	16%
1600	8%	3%	49%	41%	15%
1800	7%	3%	45%	38%	13%
2000	4%	1%	25%	21%	8%

Traduction sous forme d'indicateur

Parce que l'unité DALY n'est pas connue du grand public, elle a été traduite en nombre de visites médicales qu'une personne devrait faire si ses conditions de vie se trouvaient dans une zone dépourvue d'espaces verts. Le paramètre utilisé est $0,265924 \cdot 10^{-3}$ visites de médecin par habitant par ha d'espace vert (TEEB 2015).

Nous utilisons également l'évaluation monétaire en tant que telle car elle reflète les coûts de santé évités pour la société.

Exemple de calcul

Une zone de 50 hectares de site industriel sera transformée en une zone composée de 25 hectares de forêt et de 25 hectares de pâturages.

- 30 habitants se trouvent dans un rayon de 100 m.
- 1 429 habitants se trouvent dans un rayon distant de 100 m à 1 km.
- 1 1320 habitants se trouvent dans un rayon distant de 1 à 3 km.

Le score qualitatif de la conversion de la surface est de 5 ($3,75 \text{ DALY}/50 \text{ ha} = 0,075$).

L'effet sur la santé des habitants dans un rayon de 100 m de la zone =

- $0,078 \text{ DALY}/1000 \text{ habitants} * 30 \text{ habitants} * 91\% * 50 \text{ ha vert} = 0,11 \text{ DALY}$
- $0,0031 \text{ DALY}/1000 \text{ habitants} * 30 \text{ habitants} * 9\% * 50 \text{ ha vert} = 0,0004 \text{ DALY}$

L'effet sur la santé des habitants dans un rayon de 1 km =

- $0,078 \text{ DALY}/1000 \text{ habitants} * 1429 \text{ habitants} * 39\% * 50 \text{ ha vert} = 2,17 \text{ DALY}$
- $0,0031 \text{ DALY}/1000 \text{ habitants} * 1429 \text{ habitants} * 61\% * 50 \text{ ha vert} = 0,14 \text{ DALY}$

L'effet sur la santé des habitants situés entre 1 et 3 km de la zone =

- $0,0031 \text{ DALY}/1000 \text{ habitants} * 11320 \text{ habitants} * 76\% * 50 \text{ ha vert} = 1,33 \text{ DALY}$

La valeur monétaire est égale à 135 014 € ($3,7504 * 36\ 000 \text{ €}$).

Il y aura 19 visites de moins chez le médecin grâce aux nouveaux espaces verts de la région.

($0,265924 * 50 \text{ ha} * 1459/1000 \text{ habitants}$)

9.4. Source d'expériences et de connaissance

Description

"Information et connaissance" fait référence à l'importance des écosystèmes pour l'éducation et la recherche. Les espaces verts offrent un cadre pour les expériences et l'apprentissage de la nature, tant pour les enfants que pour les adultes, et jouent donc un rôle important dans l'éducation à la nature (Dillon et Dickie 2012). L'éducation à la nature joue un rôle essentiel dans l'accroissement des connaissances et l'amélioration des attitudes envers la nature et l'environnement (Liefländer et al. 2013).

Il n'existe actuellement aucune méthode permettant d'estimer les avantages des espaces verts pour la promotion de l'éducation et de la recherche en Flandre ou en Wallonie.

9.5. Source d'inspiration et de valeurs

Description

Les écosystèmes et paysages sont une source d'inspiration et de divertissement, en inspirant une représentation ou une expression de sentiments, de la beauté, ... via la peinture, la sculpture, les films, la photographie naturalistes,... Par ailleurs, certains lieux font partie des traditions et des célébrations culturelles et religieuses. Certains paysages confèrent une identité (un sentiment d'appartenance) à certaines régions et aux personnes qui y vivent, et font partie de leur patrimoine. Certains paysages ou espèces peuvent être le symbole d'un pays ou d'une région, par exemple l'aigle pour l'Amérique.

Il n'existe actuellement aucune méthode permettant d'estimer cet avantage pour la Flandre.

9.6. La valeur de non-usage

La valeur de non-usage de la nature est une composante importante de la valeur économique totale et représente la satisfaction de savoir qu'un écosystème ou une espèce existe. La valeur de non-usage se compose de 3 parties différentes :

- une valeur de leg : désir de transmettre notre patrimoine aux générations futures,
- une valeur d'existence : motivation éthique ou religieuse poussant à conserver certains éléments d'un écosystème, comme une espèce remarquable,
- et une valeur d'option : le fait de savoir que l'on peut utiliser une ressource si on le désire, tout en décidant de ne pas le faire.

Cette distinction de valeurs est liée aux raisons pour lesquelles les gens sont prêts à payer pour l'existence de la nature sans toutefois en tirer profit. Ces trois parties ne peuvent être distinguées dans l'évaluation.

Données d'entrée requises :

Le nombre d'hectares de nature et de forêt supplémentaires

Evaluation quantitative et monétaire

L'estimation de la valeur de non-usage d'une zone spécifique qui est dessinée dans l'outil est beaucoup plus difficile que la détermination de la valeur récréative, car dans la littérature scientifique, il y a beaucoup moins d'indications sur les facteurs qui déterminent cette valeur de non-usage. L'expérience de choix menée en Flandre en 2009 offre l'occasion de faire une distinction artificielle entre la valeur d'utilité et la valeur de non-usage sur la base de la caractéristique "accessibilité".

La méthode décrite ci-dessous est très rudimentaire.

Nous déterminons une valeur de transfert de bénéfices pour la valeur de non-usage, en considérant la valeur des petites zones d'études dans un contexte plus large, par exemple en prenant en compte les scénarios du plan de politique naturelle. L'hypothèse est donc que la valeur de non-utilisation d'une petite zone spécifique appartient à la stratégie plus large de croissance des zones naturelles en Flandre.

Nous calculons, à partir de la fonction d'évaluation originale (sans mise à l'échelle), le consentement à payer d'un ménage moyen pour un hectare supplémentaire de nature ou de forêt en Flandre. Sur la base du nombre de ménages et des objectifs en matière de zones supplémentaires de nature et de forêt dans le plan de politique de la nature du gouvernement flamand, nous calculons une valeur de non-usage par ha.

En raison de la grande incertitude sur la méthode, ce service n'est pas inclus comme service de base dans l'outil et n'est pas coché dans la sélection initiale.

Les données à utiliser

Valeur basse: 1.518 €/ha

Valeur haute: 13.240 €/ha

Exemple de calcul

Sur une prairie de 200 ha, une forêt sera créée. La valeur de non-usage estimée pour ce changement d'affectation des terres se situe entre 303 600 et 2 648 000 euros.

10. Conclusion

Le manuel et l'outil web fournissent une approche structurée pour évaluer les changements dans les services écosystémiques résultant des changements d'utilisation des terres en termes qualitatifs, quantitatifs et monétaires. Cette évaluation peut constituer une valeur ajoutée dans le processus décisionnel car elle permet de bien cerner les avantages et les inconvénients d'un projet.

Le manuel et l'outil web est basé sur les dernières connaissances scientifiques dans le domaine des techniques de quantification et d'évaluation. Il utilise autant que possible les connaissances relatives aux processus biophysiques et chimiques des écosystèmes et s'appuient sur les connaissances et les données disponibles pour la Flandre. Dans certains cas, ces données ont été remplacées par les données wallonnes lorsque les différences avec les données flamandes étaient trop importantes.

L'outil aide également à mettre en avant les avantages socio-économiques des écosystèmes. Il fournit des valeurs qui peuvent être utilisées dans des outils de prise de décision (évaluation de l'impact environnemental, une analyse coût-efficacité ou une analyse coût-bénéfice). Ils permettent d'évaluer les impacts indicatifs (positifs ou négatifs) sur les écosystèmes, en utilisant des méthodes qui peuvent être appréhendées par de nombreux utilisateurs potentiels.

L'outil ne calcule pas la valeur absolue de la nature. Elle est infinie puisque l'homme dépend de la nature pour sa survie. Par conséquent, la valeur socio-économique des écosystèmes doit être placée dans un cadre décisionnel plus large, à côté d'autres objectifs non économiques tels que les objectifs de conservation.

L'outil donne un aperçu aussi complet que possible des incertitudes scientifiques qui existent et des incertitudes liées à notre capacité à prédire le futur. Ces incertitudes sont estimées en proposant des estimations basses et hautes pour les valeurs quand cela est possible. En changeant l'information de base manuellement, l'utilisateur peut effectuer une analyse de sensibilité s'il le souhaite.

Les connaissances et les données relatives aux services écosystémiques sont en plein développement. Cette étude donne un aperçu des connaissances et des données disponibles au début de l'année 2022. L'intention est de continuer à mettre à jour et à compléter cet outil.

11. Références

- Aerstens, Joris, Leo De Nocker, Hugo Lauwers, Katelijne Norga, Ilse Simoens, Linda Meiresonne, Francis Turkelboom, et Steven Broekx. 2012. « Daarom groen! Waarom u wint bij groen in uw stad of gemeente ». Studie uitgevoerd in opdracht van: ANB – Agentschap Natuur en Bos.
- Batelaan, Okke, Yves Meyus, et Florimond De Smedt. 2007. « De grondwatervoeding van Vlaanderen ». *Tijdschrift Water* 28: 64-71.
- Bateman, Ian J., David Abson, Nicola Beaumont, Amii Darnell, Carlo Fezzi, Nick Hanleys, Andreas Kontoleon, et al. 2011. « Economic Values from Ecosystems ». In *Uk National Ecosystem Assessment: Understanding Nature's Value to Society: Technical Report*, 1067-1152. Cambridge, UK: United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC). <http://uknea.unep-wcmc.org/>.
- Bielders, Charles, A Maignard, N Feltz, H Cordonnier, A Degré, M.-F Destain, et F Colard. 2011. « Convention GISER: Convention de recherche d'intérêt général gestion intégrée sol érosion ruissellement. Rapport final: Annexes ». *SPW- DGO3*, 82.
- Bouscasse, Hélène, Pierre Defrance, Johanna D'Hernoncourt, Delphine Fontenoy, Walter Hecq, Annick Marchal, Delphine Sacré, et Pierre Strosser. 2009. « Evaluation économique des bénéfices environnementaux non-marchands et de la valeur de non-usage réalisés suite à la mise en oeuvre des plans de gestion de l'eau et l'atteinte des objectifs environnementaux de la Directive Cadre Eau pour les eaux de surface en Région wallonne - Rapport final du projet Ec'Eau Wall ».
- Broekx, Steven, E. Meynaerts, et P. Vercaemst. 2008. « Finaal Rapport Milieukostenmodel Water voor Vlaanderen-Berekeningen voor het stroomgebiedbeheerplan 2009 ». Studie uitgevoerd in opdracht van het Vlaams Gewest, VITO NV.
- Chartin, Caroline, Antoine Stevens, Esther Goidts, Inken Krüger, Monique Carnol, et Bas van Wesemael. 2017. « Mapping Soil Organic Carbon Stocks and Estimating Uncertainties at the Regional Scale Following a Legacy Sampling Strategy (Southern Belgium, Wallonia) ». *Geoderma Regional* 9 (juin): 73-86. <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2016.12.006>.
- Coppens, Joeri, Sofie Stas, Ellen Dolmans, Erik Meers, Siegfried E Vlaeminck, Jeroen Buysse, Universiteit Gent, Stijn Overloop, et Vlaamse Milieumaatschappij. 2013. « Begroting van stikstof- en fosforstromen in Vlaanderen ». *Onderzoeksrapport vor MIRA (Milieurapport Vlaanderen)*, 141.
- De Nocker, Leo, Steven Broekx, Inge Liekens, Carolien Beckx, Jef Dams, Lorenz Hambsch, Liesbet Van den Abeele, Lien Poelmans, Rixt De Jong, et Lieven Desmet. 2020. « Piloottproject Natural Capital Accounting in Vlaanderen ». *Studie uitgevoerd in opdracht van het Departement Omgeving, Vlaams Planbureau voor Omgeving*, 2020.
- De Nocker, Leo, Inge Liekens, Rik Hendrix, et Jeremy De Valck. 2016. « Mapping Demand and Supply for Recreation in Green Areas », 1.
- De Nocker, Leo, Hans Michiels, Felix Deutsch, François Lefebvre, Jurgen Buekers, et Rudi Torfs. 2010. « Actualisering van de externe milieuschadeposten (algemeen voor Vlaanderen) met betrekking tot luchtverontreiniging en klimaatverandering — Milieurapport Vlaanderen (MIRA) ». 2010. <https://www.milieurapport.be/publicaties/2010/actualisering-van-de-externe-milieuschadeposten-algemeen-voor-vlaanderen-met-betrekking-tot-luchtverontreiniging-en-klimaatverandering>.
- De Nocker, Leo, Els Verachtert, Steven Broekx, Lien Poelmans, Leon Brabers, Inge Liekens, et Jeremy De Valck. 2016. « Kwantificering en waardering ecosysteemdienst Recreatie - methode 2016 », 69.
- Desiere, Mathijs. 2013. « Invloed van het visuele aspect van vegetatie op de ervaren geluidshuider (masterproef) ». Universiteit Gent, Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen.

- Dillon, J., et I Dickie. 2012. « Learning in the Natural Environment: Review of Social and Economic Benefits and Barriers - NECR092 ». Natural England Commissioned Reports. <http://publications.naturalengland.org.uk/publication/1321181>.
- Goossen, C.M., et T.A. de Boer. 2008. « Recreatiemotieven en belevingsssferen in een recreatief landschap - literatuuronderzoek ». Alterra-rapport 1692, ISSN 1566-7197 - in opdracht van Ministrie van VROM.
- Grêt-Regamey, Adrienne, Elina Sirén, Sibyl Hanna Brunner, et Bettina Weibel. 2017. « Review of Decision Support Tools to Operationalize the Ecosystem Services Concept ». *Ecosystem Services* 26 (août): 306-15. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.10.012>.
- Helgers, Roel, Frank Vastmans, et Erik Buyst. 2016. « Hedonische prijsanalyse van het effect van open groene ruimte op de marktprijzen voor wonen in Vlaanderen », 113.
- Hendrix, Rik, Inge Liekens, Leo De Nocker, Stijn Vranckx, Stijn Janssen, Dirk Lauwaet, Leon Barbers, et Steven Broekx. 2015. « Waardering van ecosysteemdiensten in een stedelijke omgeving, een handleiding ». Studie in opdracht van LNE en ANB.
- Jacobs, Sander, A. Boerema, Hans Keune, Inge Liekens, Francis Turkleboom, et Tom De Bie. 2010. « Belgium's Ecosystem Services: A Vision for Society - Nature Interactions ». belspo.
- Latte, Nicolas, Gilles Colinet, Adeline Fayolle, Philippe Lejeune, Jacques Hébert, Hugues Claessens, et Sébastien Bauwens. 2013. « 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 (4): 565-77. <https://doi.org/10.1007/s10342-013-0701-6>.
- Lettens, Suzanna, Jos Orshoven, Dominique Perrtn, Bas Wesemael, et Bart Muys. 2008. « Organic Carbon Stocks and Stock Changes of Forest Biomass in Belgium Derived from Forest Inventory Data in a Spatially Explicit Approach ». *Annals of Forest Science* 65 (6): 604-604. <https://doi.org/10.1051/forest:2008034>.
- Liefländer, Anne K., Gabriele Fröhlich, Franz X. Bogner, et P. Wesley Schultz. 2013. « Promoting connectedness with nature through environmental education ». *Environmental Education Research* 19 (3): 370-84. <https://doi.org/10.1080/13504622.2012.697545>.
- Liekens, Inge, Marije Schaafsma, Leo De Nocker, Steven Broekx, Jan Staes, Joris Aertsens, et Roy Brouwer. 2013. « Developing a Value Function for Nature Development and Land Use Policy in Flanders, Belgium ». *Land Use Policy* 30 (1): 549-59. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.04.008>.
- Liekens, Inge, Nele Smeets, et Jan Staes. 2018. « Waardering van ecosysteemdiensten: een geüpdatete handleiding », 177.
- Maas, J., R. A. Verheij, S. de Vries, P. Spreeuwenberg, F. G. Schellevis, et P. P. Groenewegen. 2009. « Morbidity Is Related to a Green Living Environment ». *Journal of Epidemiology and Community Health* 63 (12): 967-73. <https://doi.org/10.1136/jech.2008.079038>.
- Maas, Jolanda, Robert A. Verheij, Peter P. Groenewegen, Sjerp de Vries, et Peter Spreeuwenberg. 2006. « Green Space, Urbanity, and Health: How Strong Is the Relation? » *Journal of Epidemiology and Community Health* 60 (7): 587-92. <https://doi.org/10.1136/jech.2005.043125>.
- Maas, Jolanda, Robert A. Verheij, Peter Spreeuwenberg, et Peter P. Groenewegen. 2008. « Physical Activity as a Possible Mechanism behind the Relationship between Green Space and Health: A Multilevel Analysis ». *BMC Public Health* 8 (1): 206. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-8-206>.
- Maebe, Laura, Nathalie Pipart, Nicolas Dendoncker, Hugues Claessens, et Marc Dufrêne. 2018. « Comment révéler les multiples rôles de la biodiversité pour le bien-être individuel et collectif ? », Forêt wallonne, , 14.
- Meersmans, J., F. De Ridder, F. Canters, S. De Baets, et M. Van Molle. 2008. « A Multiple Regression Approach to Assess the Spatial Distribution of Soil Organic Carbon (SOC) at the Regional Scale (Flanders, Belgium) ». *Geoderma* 143 (1-2): 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2007.08.025>.

- Melman, T.C.P., et C.M. van der Heide. 2011. « Ecosysteemdiensten in Nederland : Verkenning Betekenis en Perspectieven ; Achtergrondrapport bij Natuurverkenning 2011 ». Wageningen: WOT Natuur en Milieu (WOT-rapport 111)-202.
- Nocker, Leo De, Hans Michiels, Felix Deutsch, Wouter Lefebvre, Jurgen Buekers, et Rudi Torfs. 2010. « Eindrapport Actualisering van de externe milieuschadetekosten (algemeen voor Vlaanderen) met betrekking tot luchtverontreiniging en klimaatverandering », 122.
- Ottoy, S., A. Elsen, P. Van De Vreken, A. Gobin, R. Merckx, M. Hermy, et J. Van Orshoven. 2016. « An Exponential Change Decline Function to Estimate Soil Organic Carbon Stocks and Their Changes from Topsoil Measurements ». *European Journal of Soil Science* 67 (6): 816-26. <https://doi.org/10.1111/ejss.12394>.
- Ottoy, Sam, Veronique Beckers, Paul Jacxsens, Martin Hermy, et Jos Van Orshoven. 2015. « Multi-Level Statistical Soil Profiles for Assessing Regional Soil Organic Carbon Stocks ». *Geoderma* 253-254 (septembre): 12-20. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.04.001>.
- Pinay, G., B. Gumiero, E. Tabacchi, O. Gimenez, A. M. Tabacchi-Planty, M. M. Hefting, T. P. Burt, et al. 2007. « Patterns of Denitrification Rates in European Alluvial Soils under Various Hydrological Regimes ». *Freshwater Biology* 52 (2): 252-66. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2006.01680.x>.
- Sen, Antara, A. Darnell, Ian Bateman, P. Munday, A. Crowe, L. Brander, J. Raychaudhuri, A. Lovett, A. Provins, et J. Foden. 2012. « Economic Assessment of the Recreational Value of Ecosystems in Great Britain ». Working Paper 2012-01. CSERGE Working Paper. <https://www.econstor.eu/handle/10419/121952>.
- TEEB. 2010. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the economics of nature, a synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB*. Édité par Pushpam Kumar. Malta: Progress Press.
- . 2015. « TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management - Cities, urban management and ecosystem services ». Scoop.it. 2015. <https://www.scoop.it/topic/cities-urban-management-and-ecosystem-services/p/4035269269/2015/01/14/teeb-manual-for-cities-ecosystem-services-in-urban-management-teeb>.
- Ten Brink, Patrick. 2008. « Workshop on the economics of the global loss of biological diversity ». Brussels 5 - 6 March.
- Van Meerbeek, Koenraad, Jonathan Van Beek, Lore Bellings, Wim Aertsen, Bart Muys, et Martin Hermy. 2014. « Quantification and Prediction of Biomass Yield of Temperate Low-Input High-Diversity Ecosystems ». *BioEnergy Research* 7 (4): 1120-30. <https://doi.org/10.1007/s12155-014-9444-6>.
- Van Overtveld, K., M. Tits, P. Van De Vreken, D. Vandervelpen, I. Peeters, O Batelaan, J. Van Orshoven, et al. 2011. « Bepalen van procesfactoren voor oppervlaktewater en grondwater ter evaluatie van de nitraatstikstofresidunorm. Eindrapport fase 2 en fase 3. » *Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Landmaatschappij door het Departement Aard- en Omgevingswetenschappen (K.U.Leuven), de Bodemkundige Dienst van België en het Agrosphere Institute, Forschungszentrum Jülich*, 216.
- Van Renterghem, Timothy, Jens Forssén, Keith Attenborough, Philippe Jean, Jérôme Defrance, Maarten Hornikx, et Jian Kang. 2015. « Using Natural Means to Reduce Surface Transport Noise during Propagation Outdoors ». *Applied Acoustics* 92 (mai): 86-101. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2015.01.004>.
- Watts, Greg, Linda Chinn, et Nigel Godfrey. 1999. « The Effects of Vegetation on the Perception of Traffic Noise ». *Applied Acoustics* 56 (1): 39-56. [https://doi.org/10.1016/S0003-682X\(98\)00019-X](https://doi.org/10.1016/S0003-682X(98)00019-X).
- Wesemael, B. van, K. Paustian, J. Meersmans, E. Goidts, G. Barancikova, et M. Easter. 2010. « Agricultural Management Explains Historic Changes in Regional Soil Carbon Stocks ». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107 (33): 14926-30. <https://doi.org/10.1073/pnas.1002592107>.

- Wischmeier, Walter H., et Dwight David Smith. 1965. *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.
- Yang, Fan, Zhi Yi Bao, et Zhu Jun Zhu. 2011. « An Assessment of Psychological Noise Reduction by Landscape Plants ». *International Journal of Environmental Research and Public Health* 8 (4): 1032-48. <https://doi.org/10.3390/ijerph8041032>.

Annexes

Liste des Annexes

- Annexe 1 : tableau récapitulatif des éléments relatifs à la production des cartes pour la Wallonie

Annexe 1 : tableau récapitulatif des éléments relatifs à la production des cartes pour la Wallonie

Nb	Nom_FR	Données sources	Format et résolution	Outil	Traitement
1	Population	SPF - densité de population 1km ² TOP10V - Bâti ordinaire	Raster 100x100 m	ArcGIS	Identification du bâti résidentiel (select by location bâti du cadastre dans utilisation du sol résidentielle) pour attribuer à ce bâti une valeur moyenne de nombre d'habitants par bâtiment puis calcul des habitants dans une maille de 10x10 et 100x100 par sommation du nombre de points bâtis dans la maille.
2	Particules fines PM10	AWAC	Raster 10x10 m	ArcGIS	Pas de transformation des données reçues
3	Facteur LS	Cellule GISER (SPW)	Raster 5x5 m	R	Calcul sur base des données de l'équation de base
4	Hauteur de nappe (valeur basse)	Carte des sols (SPW)	Raster 5x5 m	ArcGIS	Transformation des classes de textures et drainage en valeur basse de nappe selon Schuurman et al. 2012
5	Hauteur de nappe (valeur haute)	Carte des sols (SPW)	Raster 5x5 m	ArcGIS	
6	Pentes	Modèle numérique (SPW)	Raster 5x5 m	ArcGIS	Dégradation du modèle numérique à une échelle de 5x5 m puis calcul des pentes en pourcentage
7	Forêts privées et publiques	Limites administratives du DNF (SPW) Couche du masque forestier : Gembloux Agro-Bio Tech, ForestIsLife	Raster 5x5 m	R	Intersection entre le masque des zones forestières et la couche des limites administratives du DNF pour créer la légende suivante : 0 – pas boisée, 1 = forêt privée, 2= forêt publique
8	Amendement agricole	DAEA - Camille Delfosse	Raster 5x5 m	ArcGIS	Engrais minéral appliqué par type de culture. Valeurs par type de cultures appliquées au parcellaire SIGEC 2018.
9	Forêts anciennes	Géoportail: https://geoportail.wallonie.be/catalogue/6ff283ae-8d33-48c6-9af9-b620939095b3.html	Raster 5x5 m	ArcGIS	Rasterisation des polygones de la nouvelle couche du géoportail relative au fait que la forêt est une forêt ancienne: - « Ancienneté des forêts actuelles » qui propose une classification des forêts actuelles en fonction de leur datation estimée. Classification sur base du champ 'ancienneté=forêt ancienne'.
10	Sols tourbeux	Carte des sols (SPW)	Raster 10x10 m	ArcGIS	Rasterisation sur la grille de 10x10 utilisée pour les cartes de sol. Valeur de 1 quand tourbe. Fonction pour rasterisation : prend la valeur du centre de la cellule. Sélection des éléments suivants dans la carte des sols : MAT_TEXT %in% c('V','W') OR PHASE_4 %in% c('(v)','(v3)','(v4)')
11	Classification des sols WRB	Données au 250 :000 ème synthétisées à l'échelle de la Belgique (source= S. Dondijck via P. Engels)	Raster 10x10 m	ArcGIS	Le traitement consiste juste à faire coïncider le codes NVE puis à rasteriser l'information sur la grille de 10x10m (raster en prenant la valeur du centre de la cellule)
12	Classes de texture des sols	Carte des sols (SPW)	Raster 10x10 m	ArcGIS	Le traitement consiste juste à faire coïncider le codes NVE puis à rasteriser l'information sur la grille de 10x10m (raster en prenant la valeur du centre de la cellule)
13	Classes de drainage des sols	Carte des sols (SPW)	Raster 10x10 m	ArcGIS	Le traitement consiste juste à faire coïncider le codes NVE puis à rasteriser l'information sur la grille de 10x10m (raster en prenant la valeur du centre de la cellule)

14	Développement de profil	Carte des sols (SPW)	Raster 10x10 m	ArcGIS	Le traitement consiste juste à faire coïncider le codes NVE puis à rasteriser l'information sur la grille de 10x10m (raster en prenant la valeur du centre de la cellule)
15	Utilisation/occupation des sols	Essences forestières (ForestisLife) GbxAgrobiotech) SIGEC 2019 (SPW) Walous - UTS et OCS TOP10V CLC2018	Raster 5x5 m	ArcGIS	Voir document C:\Users\Utilisateur\dox\NVE_Wallonie_II\RAPPORT\Descriptions_t raitements_carto
16	Street canyons	AWAC	Raster 5x5 m		Pas de transformation des données reçues
17	Score d'attractivité: paysages	PIP ADESA (SPW)	Raster 100x100 m	R	Rasterisation des périmètres paysagers ADESA dans la maille de 100x100 du projet, et attribution du score sur base de la présence d'un périmètre dans un rayon de 500 mètres autour de la cellule considérée.
18	Score d'attractivité: éléments classés	- Couche du Patrimoine (shapefiles de polygones) - Biens exceptionnels (ensembles architecturaux, sites et sites archéologiques) '- Couche du Patrimoine (shapefile de point) - Monuments classés '- Couche de l'IPIC : ("NATURE" = 'Ensemble (pastillé)' OR "NATURE" = 'Monument (pastillé)')	Raster 100x100 m	R	L'ensemble des polygones initiaux est groupé en une seule couche. Cette couche est ensuite croisée avec la grille raster de 100x100m utilisée par l'outil puis la présence des éléments détectées dans les 500 mètres autour de la maille considérée
19	Score d'attractivité: éléments déstructurants	• TOP10V : o HT_HighTensionLineSegment pour les lignes à haute tension, • ForestisLife (GbxAgroBiotech) : masque forestier (pour le calcul du « hoog groen ») • IsseP (Christelle Philippart, projet SIGEnSa) pour la couche des éoliennes (2017)	Raster 100x100 m	R	Le traitement comprend la mise en évidence des cellules de la grille qui sont situées à moins de 500 m, 1000 m ou 2.5 km d'une éolienne ou d'une ligne à haute tension et pour lesquelles le couvert forestier dans ces mêmes rayons est inférieur à 10% (ou 25% dans le cas de la distance de 500 m). Ces cellules se voient attribuer une valeur de 'poids' variable en fonction de la distance considérée (voir le tableau dans la section 'traitement')
20	Score d'attractivité: bâti	Carte 15 Utilisation/occupation des sols – Ce projet.	Raster 100x100 m	ArcGIS pour reclassif du bâti puis R	Rasterisation de la couche du parcellaire bâti en deux rasters : un raster bati total et un raster industriel. Calcul du pourcentage de bâti et d'industriel dans un rayon de 500m autour de la cellule. Application des coefficients sur base du rapport NVE et du pourcentage de couvert forestier dans le rayon de 500m.

2 1	Score d'attractivité: bruit	<p>- Cartographie du bruit – en agglomération (2012) et pour les axes routiers et ferroviaires majeurs (2017) – SPW</p> <p>- Openstreetmap : cartographie des autoroutes</p> <p>- Cartographie des zones de bruit autour des aéroports de Liège et Charleroi - SOWAER</p>	Raster 100x100 m	arcGIS pour la fusion des couches, R pour rasterisation et valeurs de -0.25	Chargement des couches de LDEN pour les agglomérations et les axes routiers et ferrés. Sélection des polygones dont la valeur est supérieure à 55dB et fusion des couches en une seule couche. Utilisation d'un 'buffer' autour des axes autoroutiers non représentés de 1 km. Attribution de la valeur de -0.25 comme poids aux cellules touchées par un polygone ainsi sélectionné.
2 2	Score d'attractivité: sentiers	<ul style="list-style-type: none"> • Itinéraires pédestres balisés: routes type is equal to hiking or type is equal to running - Source: couche 'route_l' OpenStreetMap extraction février 2021 auxquels on a rajouté les chemins de GR et leurs itinéraires bis pas toujours repris dans OSM : Source sentiers de grande randonnée • Itinéraires vélo balisés : route_l type is equal to biking Source: couche 'route_l' OpenStreetMap extraction février 2021 - sentiers publics: Source : balnam et OSM (couche road_l where 'aggtype' ='track') pour assurer qu'on a bien un maximum de sentiers, même dans les zones qui sont moins bien couvertes par balnam. 	Raster 100x100 m	R	Calcul d'une attractivité de la maille sur base de la densité de sentiers et de la densité de sentiers balisés dans la cellule et dans un rayon autour de 500 mètres autour de la cellule. Un score est attribué sur base la distribution de la répartition des valeurs en m/ha des mailles
2 7	Bassins versants	Bassins versants (SPW) Population par bassin versant (SPW) Cours d'eau (IGNTOP10V et écotopes)	Vecteur polygones	ArcGIS	Pas de transformation des données - calcul des longueurs des cours d'eau en considérant les cours d'eau classés et non classés
2 8	Pluie	Cellule GISER (SPW)	Raster 5x5 m		Pas de traitement sur la donnée reçue