Outils opérationnels - services écosystémiques

Mise en place d'outils opérationnels d'évaluation des services écosystémiques en Wallonie à toutes les étapes d'un projet (définition de la vision, conception, mise en œuvre)

Présentation méthode évaluation services culturels

Avril 2022

LIÈGE université
Gembloux
Agro-Bio Tech

Wallonie
service public
SPW

Outils opérationnels – services écosystémiques

Présentation méthode évaluation services culturels

Avril 2022

Version 2.0

Dernière date de modification : 24/06/2022

Modifications principales depuis la dernière version (1.1) : ajustement des scores d'utilisation du sol pour prendre en compte une différence entre milieux ouverts et milieux forestiers, rajout de la partie du rapport relative aux facteurs de la demande et conclusions.

Équipe du projet

Marc Dufrêne
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

En collaboration avec :

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 - Départment de l'Étude du milieu naturel et agricole - Direction de l'État environnemental), Delahaye Laurence (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), 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).

1. Introduction

En mai 2011, l'Union européenne a adopté une stratégie[1] pour enrayer la perte de biodiversité dans l'UE, rétablir les écosystèmes lorsque cela est possible et intensifier les efforts pour prévenir la perte de biodiversité dans le monde (Union européenne et Commission européenne 2012). Cette stratégie s'inscrit dans le droit fil des engagements que les dirigeants de l'UE ont pris en mars 2010 et des engagements internationaux que 193 pays, dont l'UE et l'ensemble de ses États membres, ont adoptés lors de la Conférence des parties à la Convention sur la diversité biologique qui s'est tenue à Nagoya, au Japon, en 2010. Cette stratégie se fonde sur six objectifs mesurables qui sont axés sur les principaux facteurs à l'origine de la perte de biodiversité. Chaque objectif est accompagné d'une série d'actions.

L'objectif 2, intitulé « *préserver et rétablir les écosystèmes et leurs services* » se décline en 3 actions, dont notamment l'action 5 qui vise à améliorer la connaissance des écosystèmes et de leurs services dans l'UE. Cette action se définit comme suit : *« avec l'aide de la Commission, les Etats membres cartographient les écosystèmes et leurs services et en évaluent l'état sur leur territoire d'ici à 2014, évaluent la valeur économique de ces services, et encouragent l'intégration de ces valeurs dans les systèmes de comptabilité et de notification au niveau de l'UE et des Etats membres* ».

La plateforme Wal-ES[2] a été créée à l'automne 2014 à la demande du Gouvernement wallon dans le but notamment d'apporter une réponse structurelle à l'action 5 du second objectif de la stratégie européenne de réduction de perte de biodiversité à l'horizon 2020. Elle se voulait être une plateforme fédératrice à l'interface entre le Service Public de Wallonie et les universités sur la thématique des services écosystémiques et a été initialement pensée pour répondre à trois objectifs :

- assurer une valorisation optimale des travaux scientifiques en cours,
- bénéficier des avancées méthodologiques en plein développement,
- mettre en valeur les nombreuses sources d'informations coordonnées par l'administration en lien direct avec les éléments de la stratégie européenne détaillés ci-avant.

La première année de fonctionnement de cette plateforme a été consacrée à l'établissement de bases communes devant permettre le développement d'outils spécifiques d'aide à la décision au travers des actions suivantes :

- Développer un cadre commun d'analyse :
  - Elaboration d'un cadre conceptuel
  - Définition d'un cadre d'évaluation
  - Développement et compilation de méthodologies d'évaluation des services écosystémiques
- Capitaliser les informations disponibles
  - Veille scientifique et politique au regard du concept de services écosystémiques
  - Création et diffusion d'une base de données
- Communiquer, sensibiliser et informer
  - Création d'un site internet
  - Consultation des acteurs
  - Participation à des colloques
- Mener des projets de recherche

[1] La biodiversité, notre assurance-vie et notre capital naturel - stratégie de l'UE à l'horizon 2020, COM/2011/0244 final : https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:52011DC0244
[2] http://webserver.wal-es.be

    - Accompagnement du développement d'outils d'aide à la décision appliqués, utiles à la décision publique dans différents secteurs
- Suivre les développements internationaux en matière de services écosystémiques
    - Participation à des réseaux régionaux, nationaux et internationaux (EFESE, ...)
    - Représentation de la Wallonie au niveau européen (MAES, ...) et international (IPBES, ...)

Les travaux réalisés en 2014 ont permis de créer une base de données qui compile l'ensemble des éléments nécessaires à l'évaluation intégrée des services écosystémiques en Wallonie, à savoir :

- une classification des écosystèmes wallons,
- une typologie des principaux contextes écologiques qui influencent à priori la réalisation de biens et de services,
- une classification wallonne des SE,
- des indicateurs biophysiques et économiques pour évaluer les services ainsi que les données disponibles pour mesurer ces indicateurs.

La seconde phase de Wal-ES avait pour but de structurer un système d'information rassemblant les outils de monitoring ou de modélisation développés par les différentes équipes de recherches universitaires, centres de recherches et administrations, pour évaluer leur potentiel de contribution à l'évaluation et la cartographie des SE. La troisième phase avait pour but de sélectionner les outils disponibles pour proposer aux opérateurs de terrain des outils d'évaluation et de mise en pratique (Maebe et al. 2018).

Initialement prévue pour une durée de trois ans, le projet s'est cependant vu arrêté au bout d'une durée d'un an, rendant impossible l'atteinte de certains des objectifs des phases deux et trois. La cartographie des services écosystémiques, leur évaluation à l'échelle régionale et la mise en place de systèmes locaux d'aide à la décision n'a dès lors pu être réalisé.

Au cours de l'année 2019-2020, une convention[3] a été relancée avec l'ULiege et le VITO pour redynamiser la plateforme Wal-ES en s'attaquant directement à l'objectif visant à doter la Wallonie d'un outil opérationnel d'évaluation des services écosystémiques. Pour ne pas repartir d'une page blanche, et pour bénéficier des travaux et des recherches menées en Flandre depuis de nombreuses années, il a été proposé de se baser sur l'outil créé il y a quelques années pour la Flandre par le VITO[4], notamment sur base des travaux menés par le projet ECOPLAN[5].

Cet outil simplifié intitulé « *natuurwaardeverkenner* » ou « *nature value explorer* » en anglais, a pour but de permettre une appréciation rapide des projets par une comparaison de l'impact de scénarios de changements d'occupation du sol sur un sous-ensemble de services écosystémiques. Dans un premier temps, il a été proposé d'élargir le périmètre géographique de l'outil au territoire wallon situé au nord du sillon sambro mosan (région atlantique) qui présente des caractéristiques physiques plus comparables à celles de la Flandre que le territoire de la région continentale située au sud du sillon.

Les conclusions de cette convention étaient les suivantes : l'outil NVE présente certains avantages dont indéniablement le fait que l'exploration des valeurs ne nécessite pas de connaissance préalable dans les systèmes d'informations géographiques ou dans les cartographies associées aux services écosystémiques, mais qu'il reste imprécis sur toute une série d'estimations. Dans certains

[3] « *adaptation, à la région atlantique wallonne, du logiciel Nature Value Explorer développé par le VITO, en vue de disposer d'un outil opérationnel d'évaluation des services écosystémiques en Wallonie* »

[4] https://www.natuurwaardeverkenner.be/

[5] https://www.uantwerpen.be/en/research-groups/ecoplan/ecoplan-tools/

cas, l'imprécision est telle que les experts wallons ont jugé que sans modifications des modèles sous-jacents pour adapter l'outil au contexte wallon, et surtout dans la région continentale, les estimations faites ne pouvaient pas être considérées comme fiables dans leur version quantitative et monétaire.

Il a dès lors été décidé de relancer une nouvelle convention, qui vise à élargir les outils proposés pour l'évaluation des services écosystémiques à une gamme plus large que le seul outil NVE. Cette convention d'un an et demi a démarré mi-décembre 2020.

Le présent rapport fait l'objet d'une présentation d'une partie de cette mission, qui vise à évaluer la qualité des services écosystémiques en lien avec les loisirs. Il s'inspire de la méthodologie décrite dans l'outil NVE (voir : https://www.natuurwaardeverkenner.be/#/, dont une description détaillée de la méthode est disponible sur : https://natuurwaardeverkenner.be/download/Recreatie%20kwantificering%20en%20waardering_finaal.pdf).

2. Méthodologie

2.1. Présentation générale

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 1 la partie les facteurs de l'offre) et sur la demande en zones récréatives d'autre part (partie définissant les facteurs de la demande).

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 :
  - sa diversité de couvert,
  - la proximité de l'eau,
  - ses qualités paysagères,
  - la présence de zones culturelles ou historiques,
  - la densité des sentiers publics,
  - la densité de chemins balisés,
  - la présence d'infrastructures pour accueillir les visiteurs.
- pour les scores négatifs :
  - la quiétude,
  - la proximité de zones industrielles ou fortement bâties,
  - les perturbations visuelles.

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

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

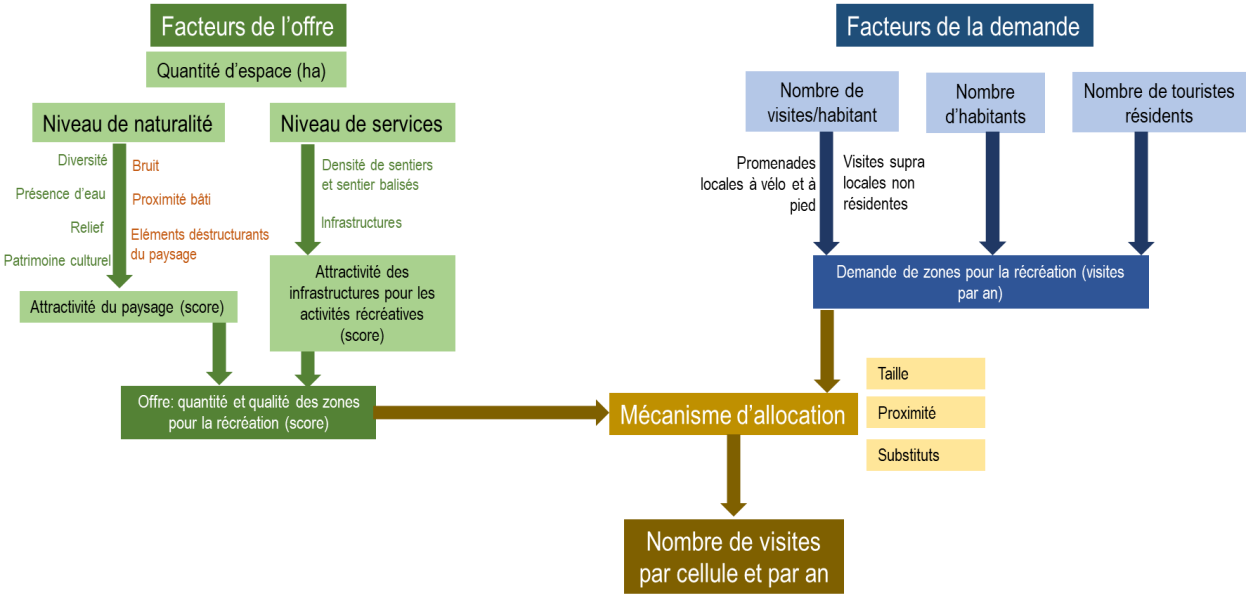


Figure 1: Modèle pour l'évaluation du service récréatif de loisir (source : GbxAgroBioTech d'après *De Nocker et al. 2016)*

Un extrait cartographique du score final et des deux scores principaux qui le compose sont présentés ci-après.
Le détail des cartes et leur méthodologie de création est ensuite présenté.

2.2. Cartes des facteurs de l'offre

La carte des facteurs de l'offre finale est présentée ci-dessous.

Chaque valeur prise par le pixel est la somme de la valeur du score de base issu de l'occupation du sol combinée à une série de facteurs positifs ou négatifs en fonction de leur nature. Ces facteurs sont détaillés ci-après et illustré de manière individuelle pour permettre au lecteur de mieux comprendre les différentes composantes des facteurs de l'offre.

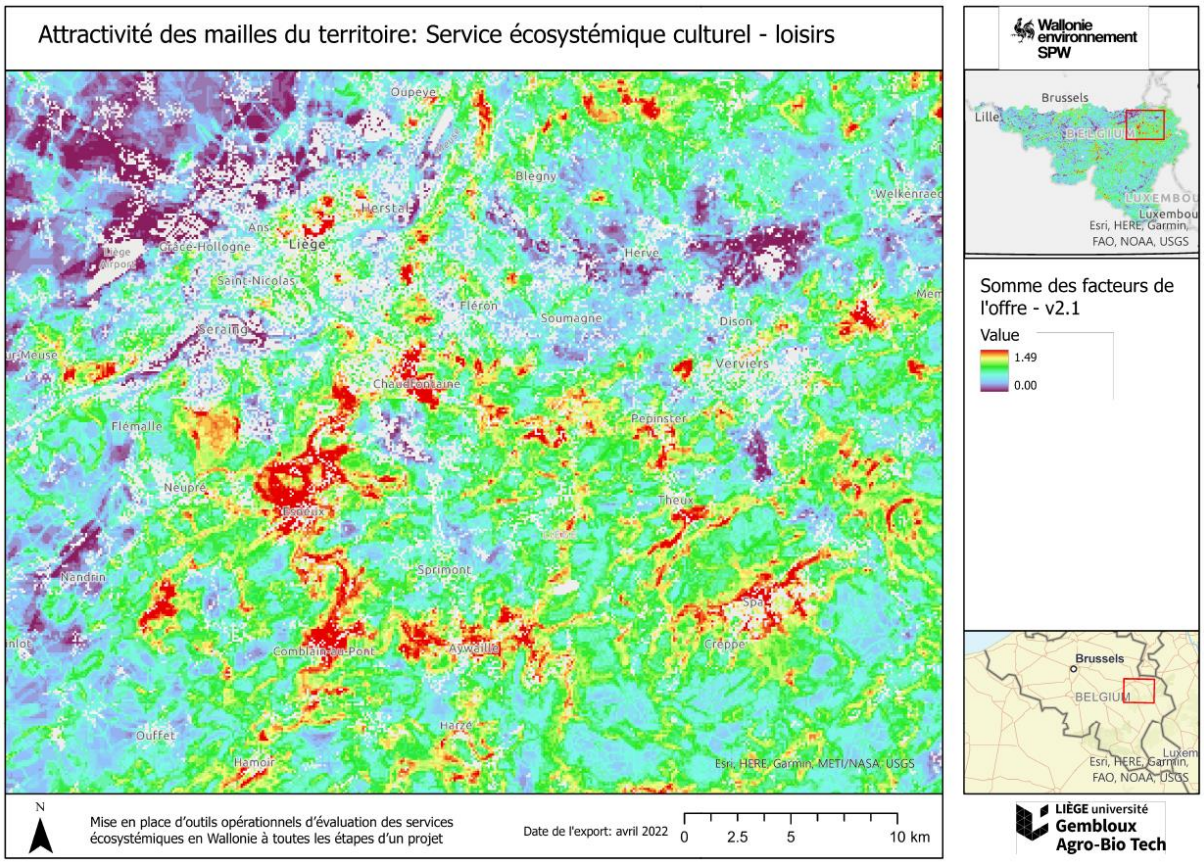


Figure 2: Carte de l'offre : sommes des scores pour caractériser les facteurs de l'offre (source : traitements GbxAgroBioTech, voir détail des cartes la composant)

2.3. Cartes détaillées

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 feuillus et zones naturelles milieux ouverts (KMean 9 et 7) : 0,01 * % de forêts feuillues
- Forêts résineux et zones à végétation éparse ou récemment perturbées (KMean 2 et 8) : 0.00875* % 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 * % d'eau
- Agriculture (KMean 5 et 6) : 0.005 ¨* % agriculture
- Autres utilisations des terres (KMean 3): 0 * % autres utilisations des terres

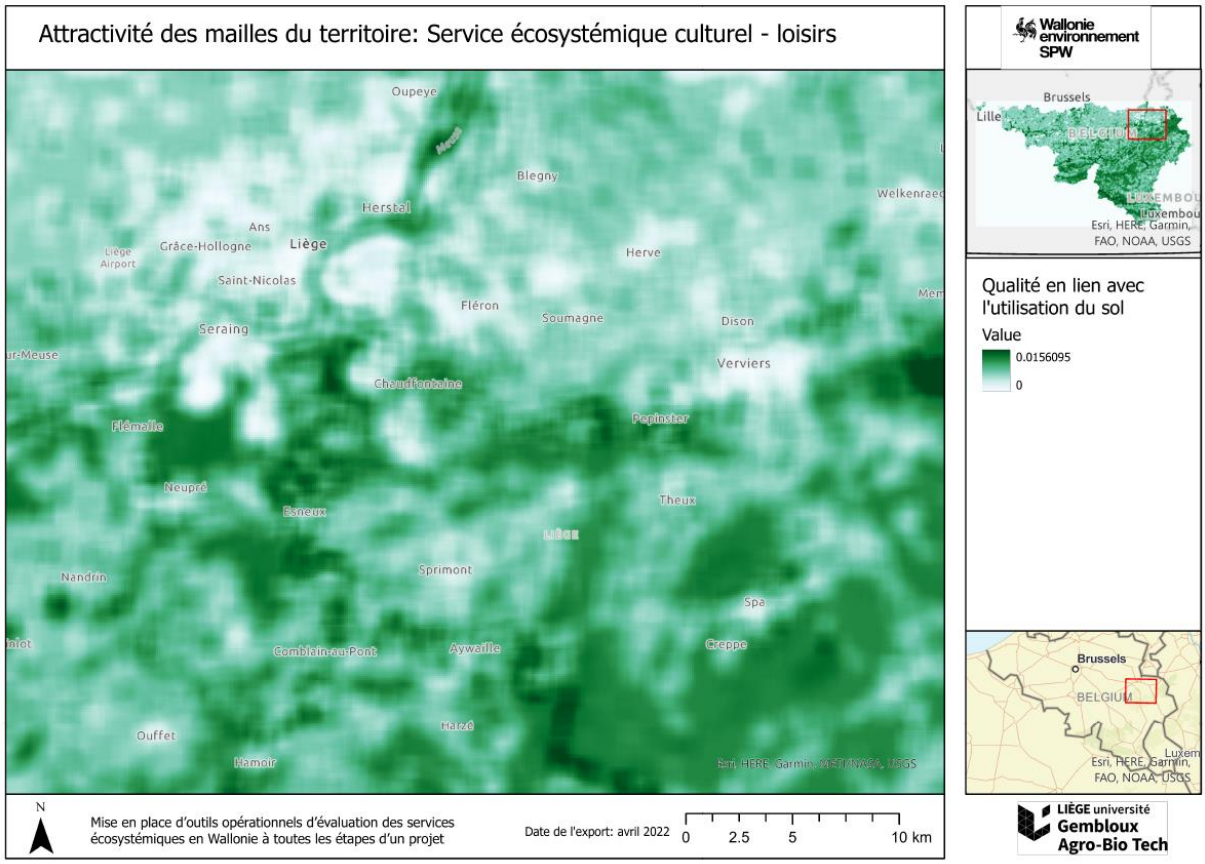


Figure 3: Espaces ouverts naturels (source: traitements GbxAgroBioTech sur base des données WALOUS 2018)

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 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- 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 4.

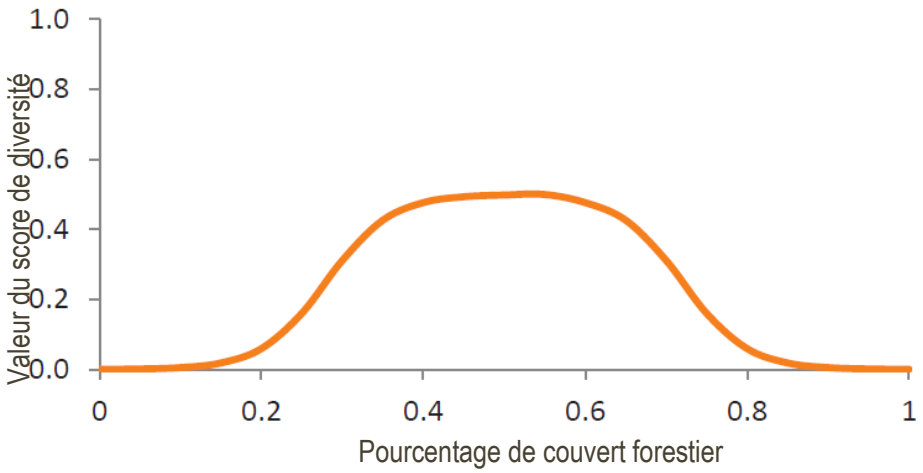


Figure 4: Illustration de la valeur prise par le score 'diversité' en fonction du pourcentage de couvert forestier dans les 500 mètres autour du pixel (Source : De Nocker et al., 2016)

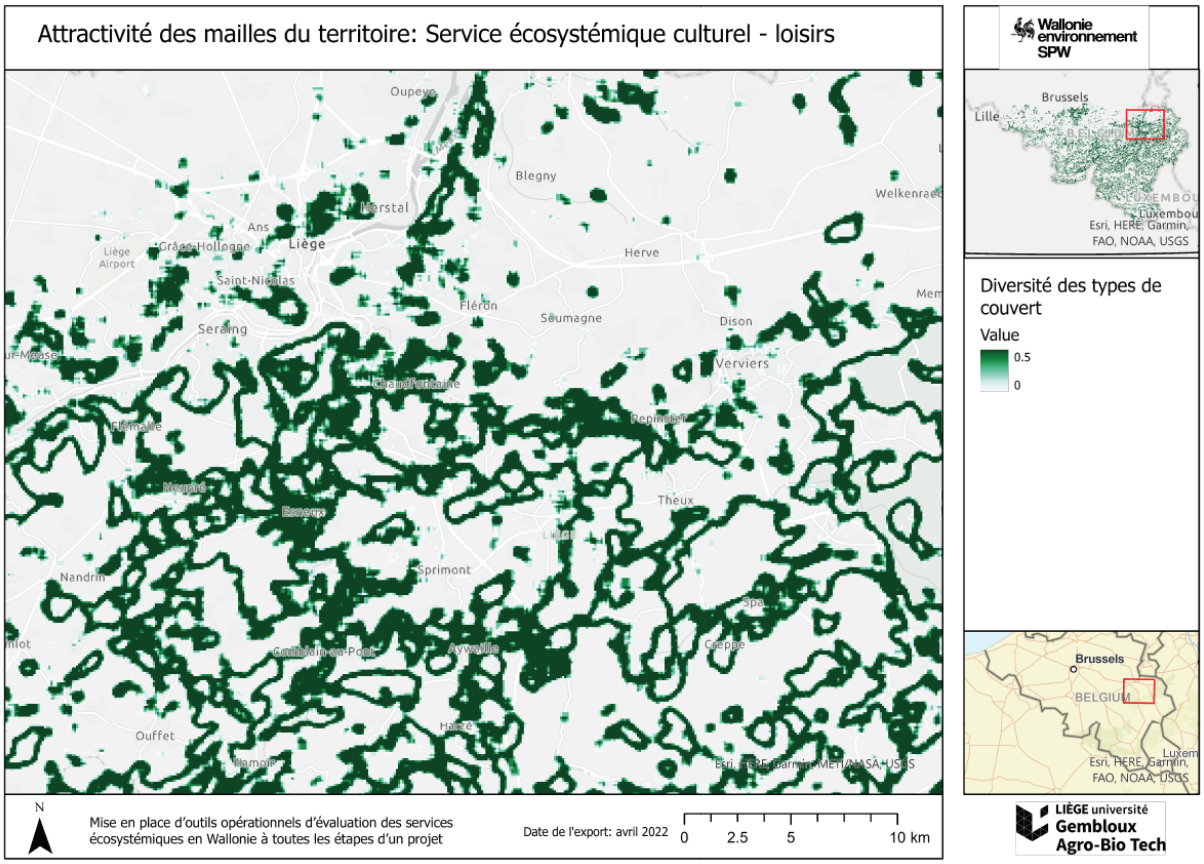


Figure 5: Score diversité (+) (source: traitements GbxAgroBioTech sur base des données WALOUS 2018)

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 associé 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.

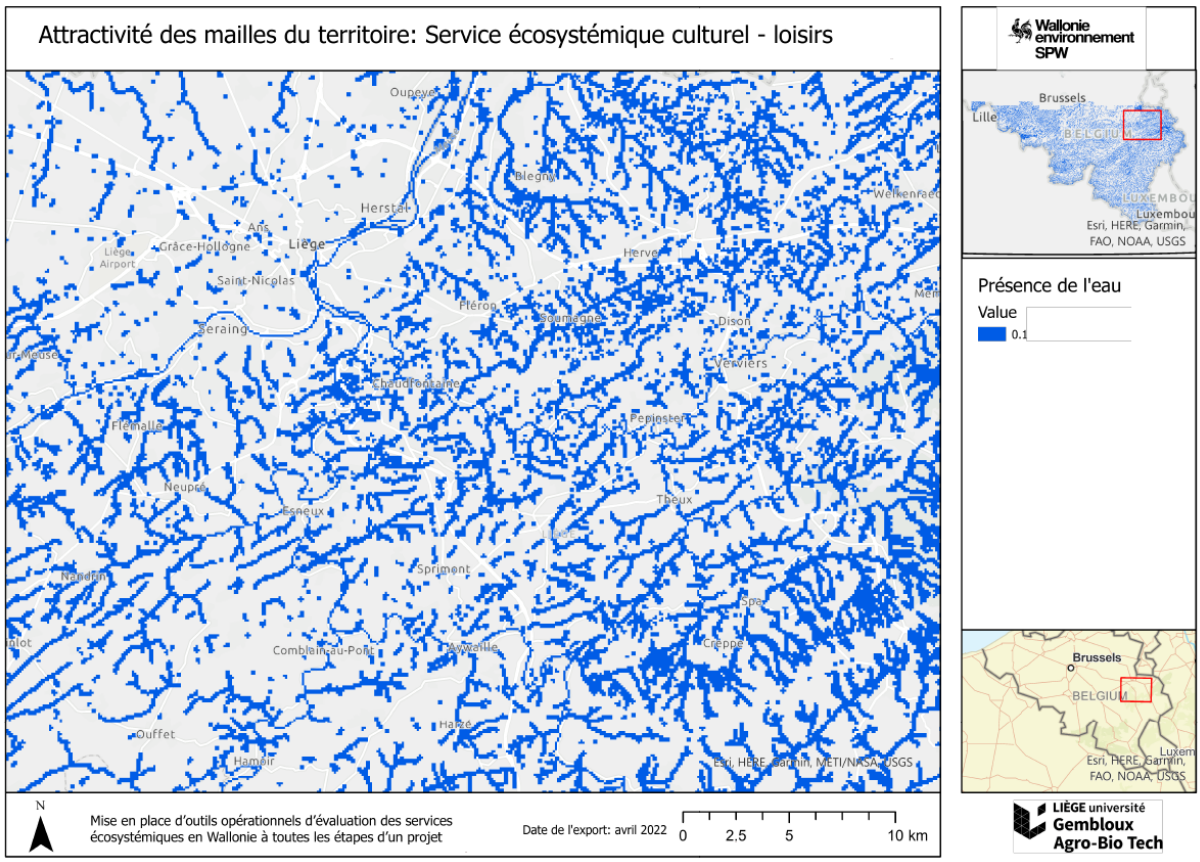


Figure 6: Score présence d'eau (+) (source: traitements GbxAgroBioTech sur base du réseau hydrographique wallon SPW)

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 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

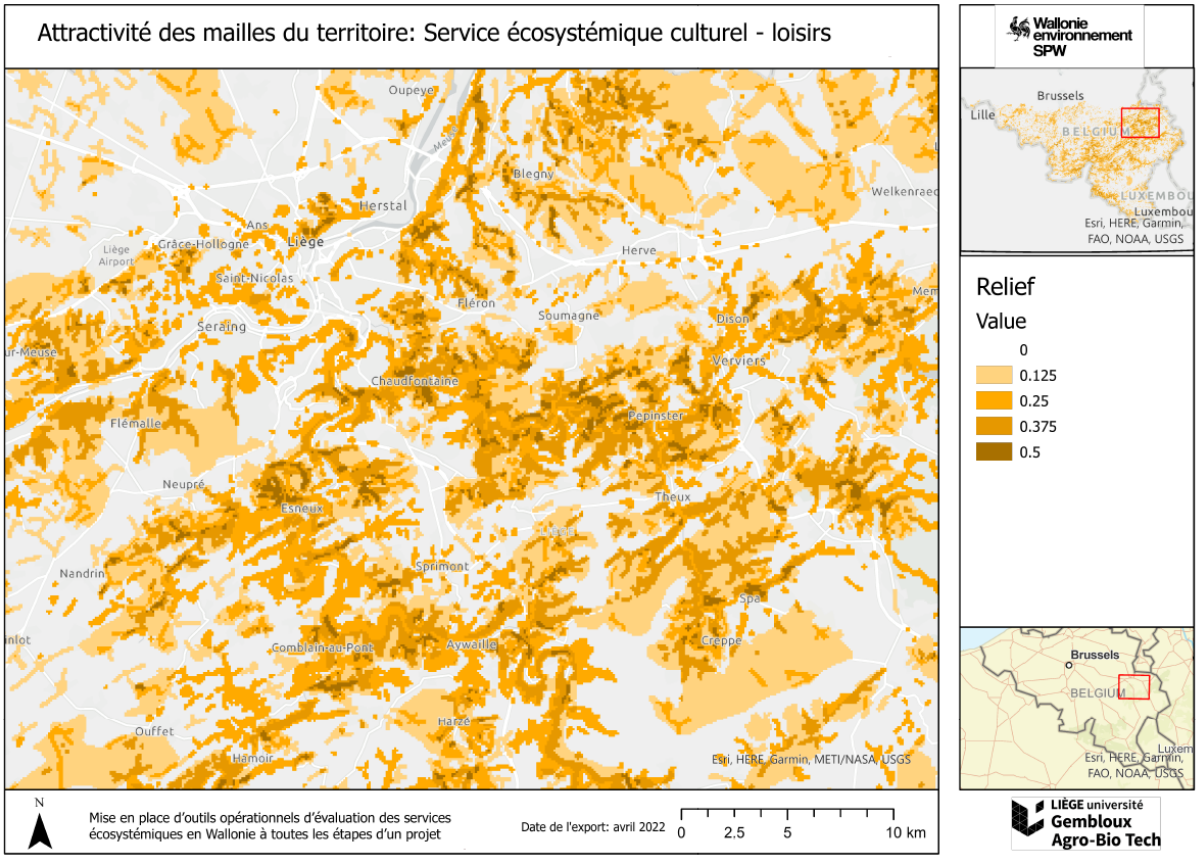


Figure 7: Score relief (+) (source: traitements GbxAgroBioTech sur base du MNT SPW et des PIP et PLVR de l'ADESA)

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

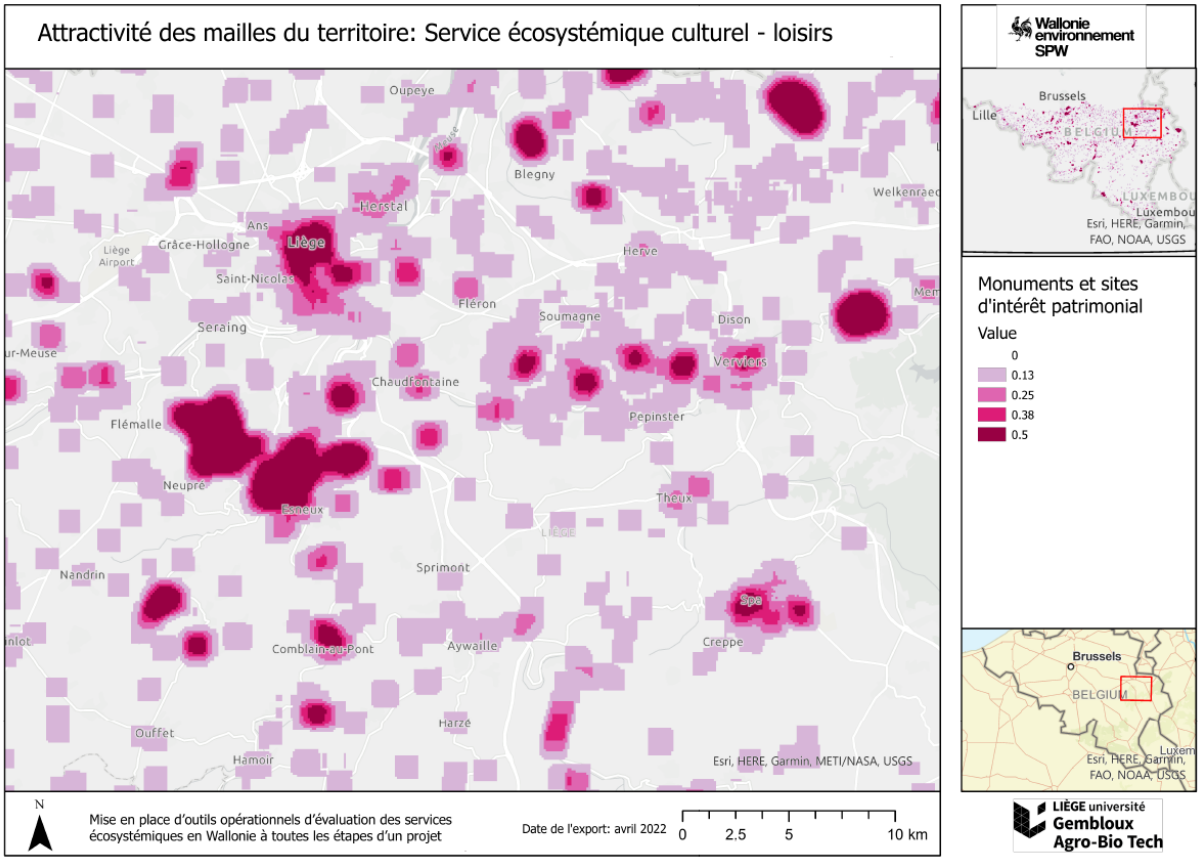


Figure 8: Score patrimoine (+) (source: traitements GbxAgroBioTech sur base des données des monuments et sites d'intérêt patrimoniaux SPW)

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 elle est couverte par une zone de bruit de plus 55 dB.

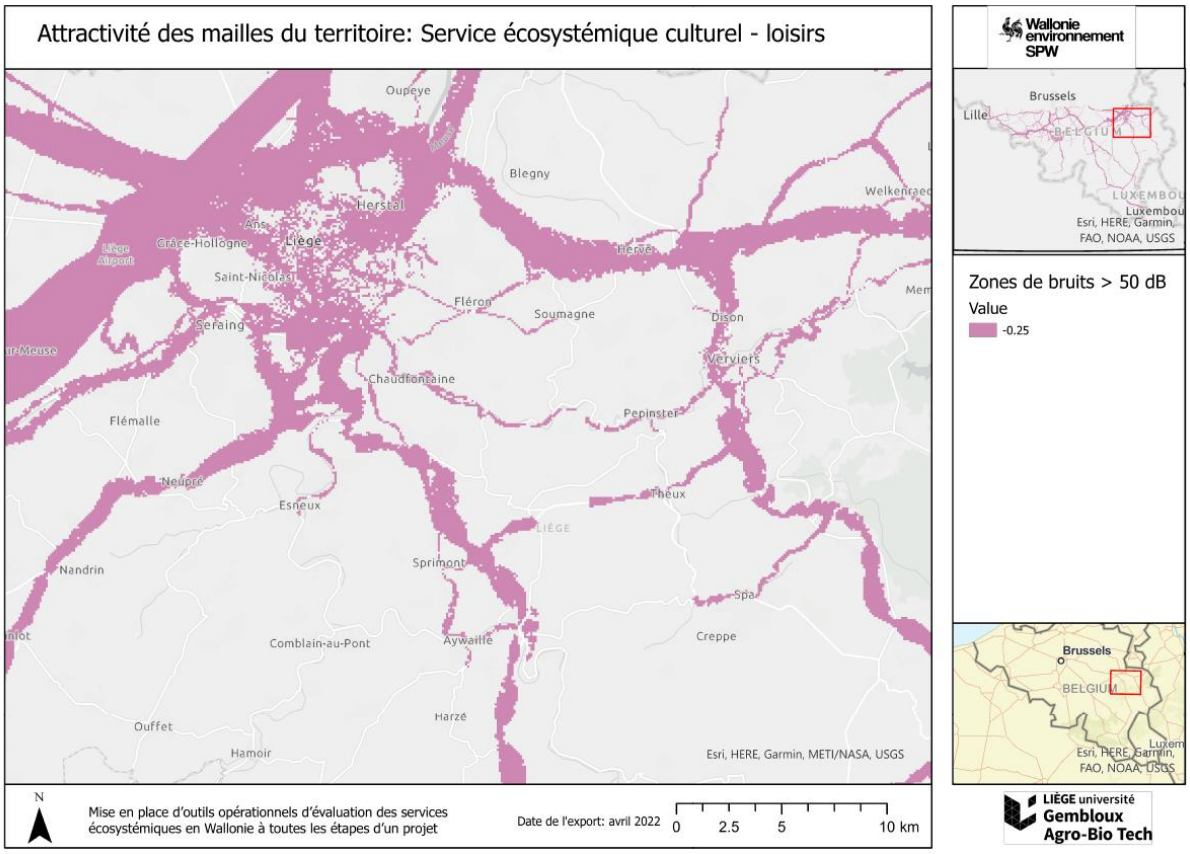


Figure 9: Score bruit (-) (source: traitements GbxAgroBioTech sur base des cartes de bruits route, rail, agglomération -SPW - et aéroports – SOWAER- combinées)

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 déstructurants : 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

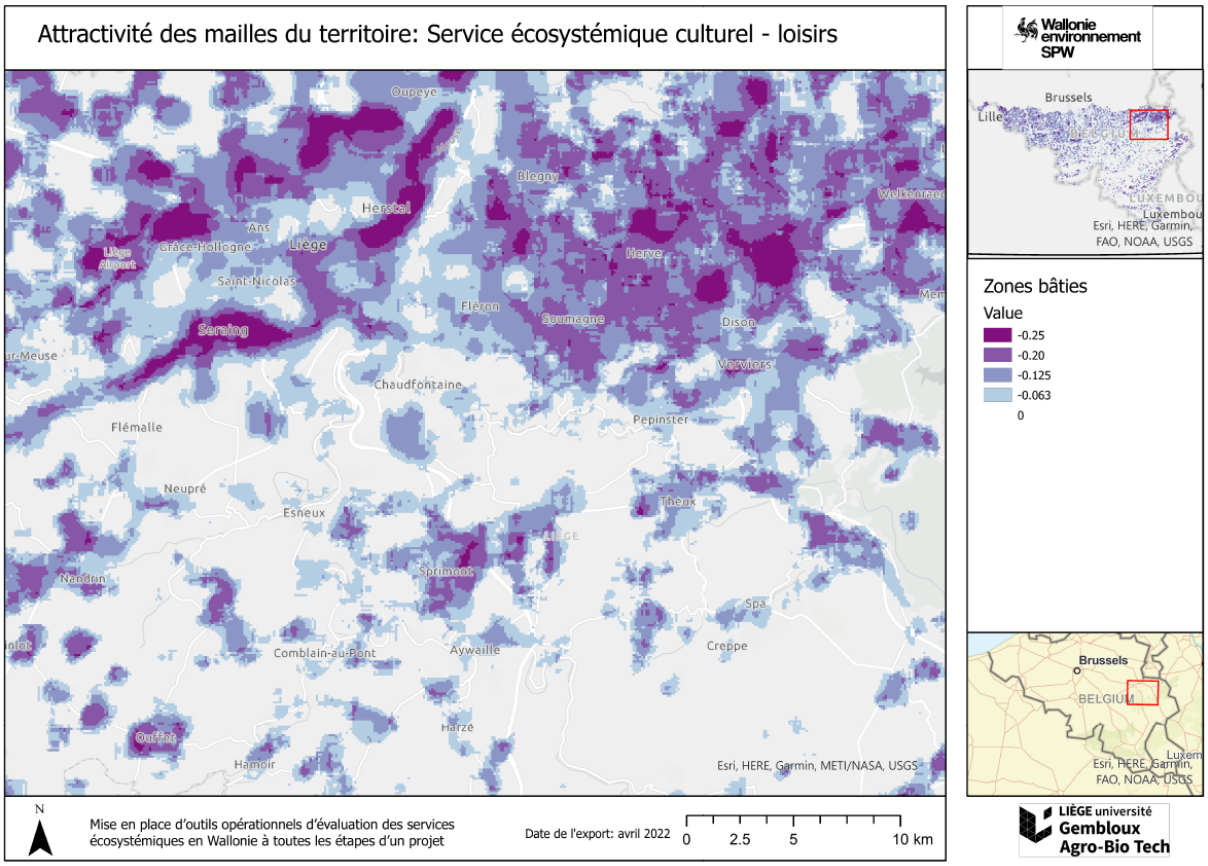


Figure 10: Score bâti (-) (source: traitements GbxAgroBioTech sur base des données WALOUS SPW et du bâti du cadastre SPF)

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	-

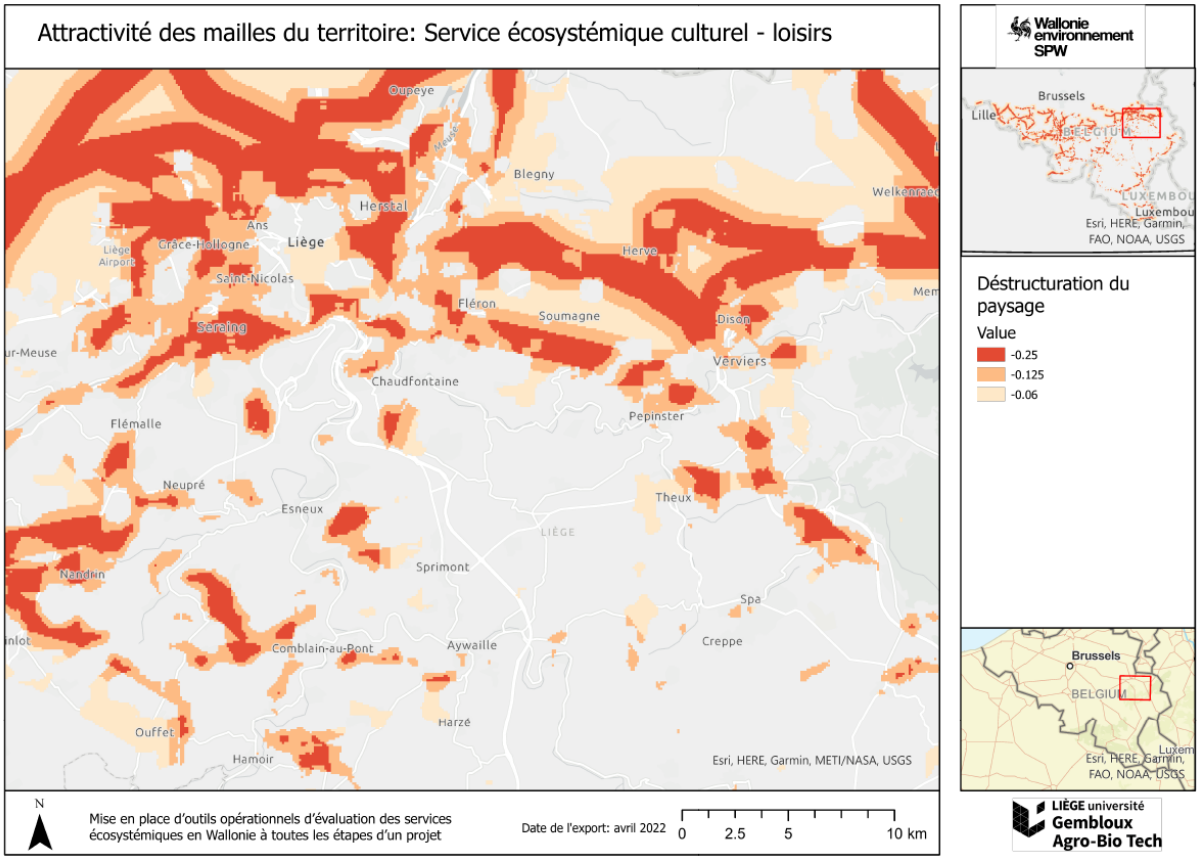


Figure 11: Score éléments déstructurants (-) (source: traitements GbxAgroBioTech sur base de données TOP10V pour les lignes à haute tension et sur base d'une cartographie ISSeP des éoliennes dans le cadre du projet SIGEnSa)

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,
- α, β, γ, δ : 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 considéré 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 inventories. Elle a donc été complétée par les données OSM sur base de la couche 'road_l' pour laquelle uniquement les 'aggtype=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 former plus qu'une seule couche ou moyen des outils merge, unsplit line et integrate (résolution de 40 m). Dans certains cas, en effet, les lignes d'un même sentier ne coïncidaient pas tout à fait en raison des sources différentes de la donnée et étaient reprises comme deux lignes différentes. 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.

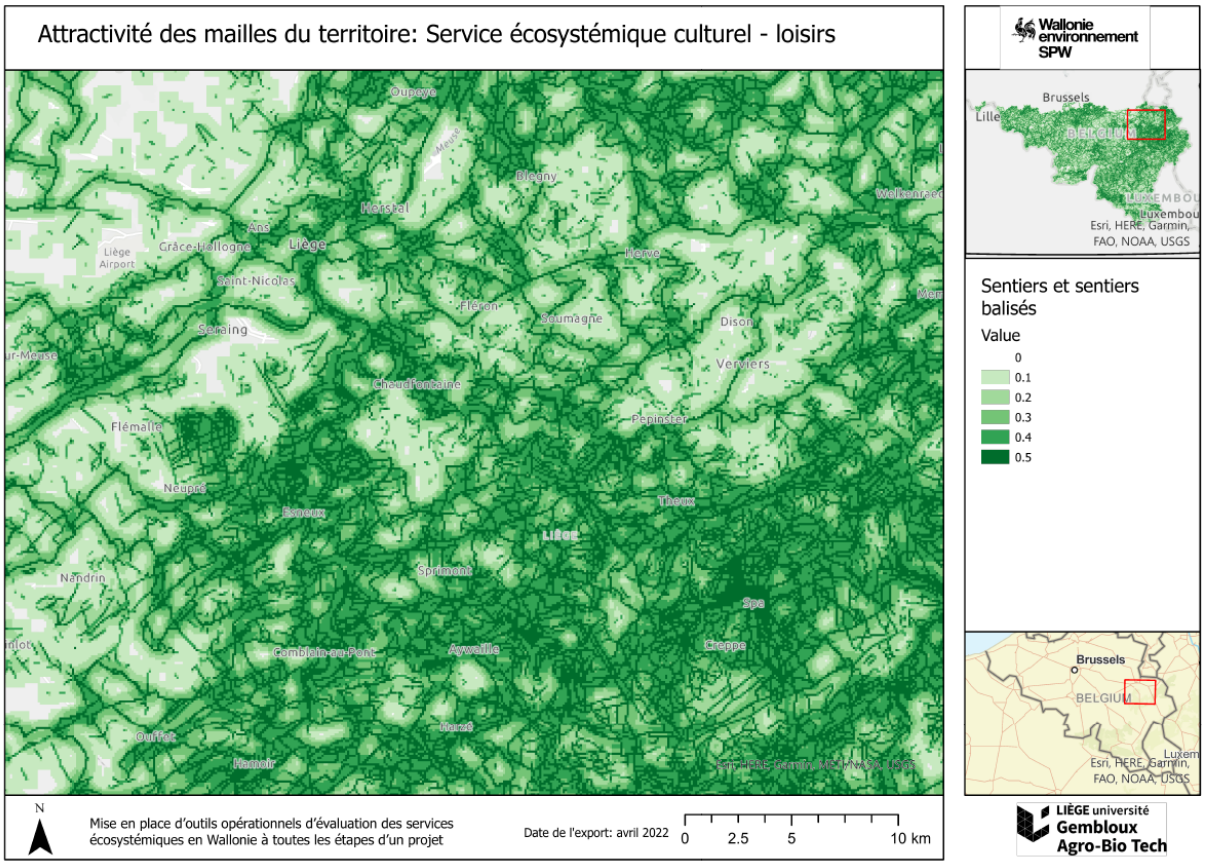


Figure 12: Score sentiers et sentiers balisés (+) (source: traitements GbxAgroBioTech sur base de données BALNAM et OPENSTREETMAP)

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 issue 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.

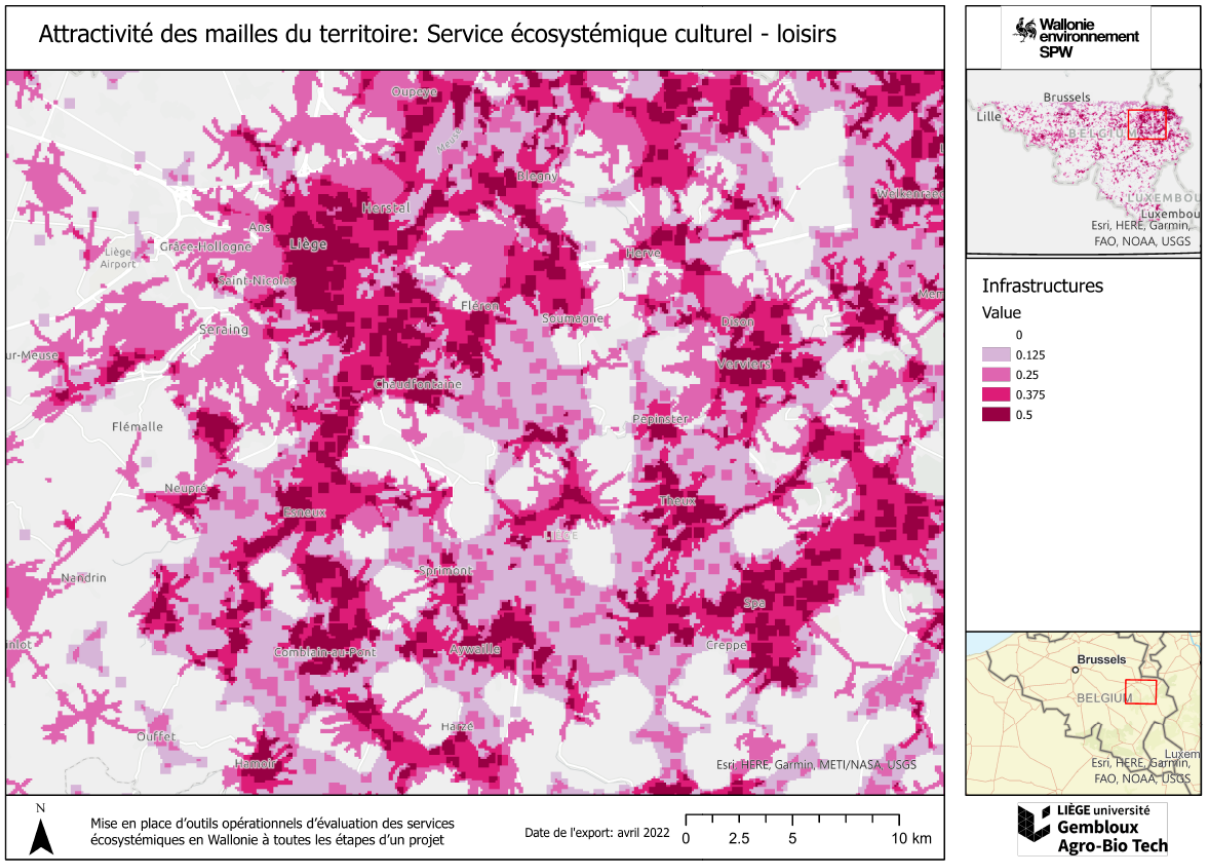


Figure 13: Score des infrastructures (+) (source: traitements GbxAgroBioTech sur base de données OPENSTREETMAP et touristiques SPW)

2.4. Facteurs de la demande

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 6: 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

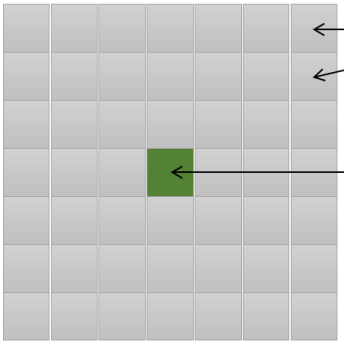
A notre connaissance, il n'existe pas d'études qui estime ce nombre moyen de visites par personne et par an en Wallonie, nous avons donc pris le parti de prendre les même distances moyennes pour les différents types de visites, et la valeur moyenne entre la Flandre et Bruxelles pour les nombres de visites. 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 14. 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.



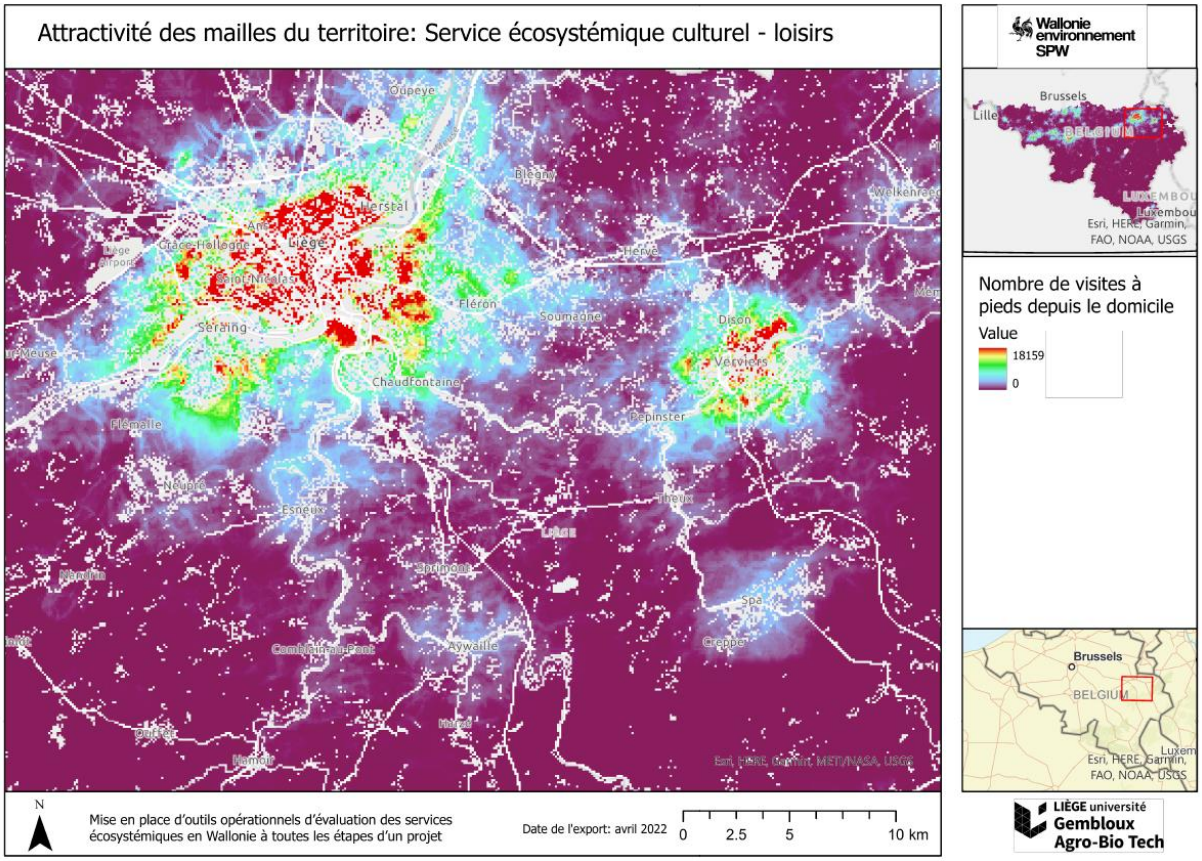
Cellules qui sont dans le rayon d'influence de la cellule verte. Le rayon d'influence est déterminé par la distance parcourue par un habitant dans sa pratique de la marche (5 km, soit 51x51 cellules) ou du vélo (10 km, soit 101X101 cellules)

Cellule à laquelle on veut attribuer un nombre de visites locales ($Visites_{local}$)

$$Visites_{local} = Pop_{infl} * N_{local} * \frac{S_i}{S_{infl}} * \frac{C_{local}}{C_{infl}}$$

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 14: 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



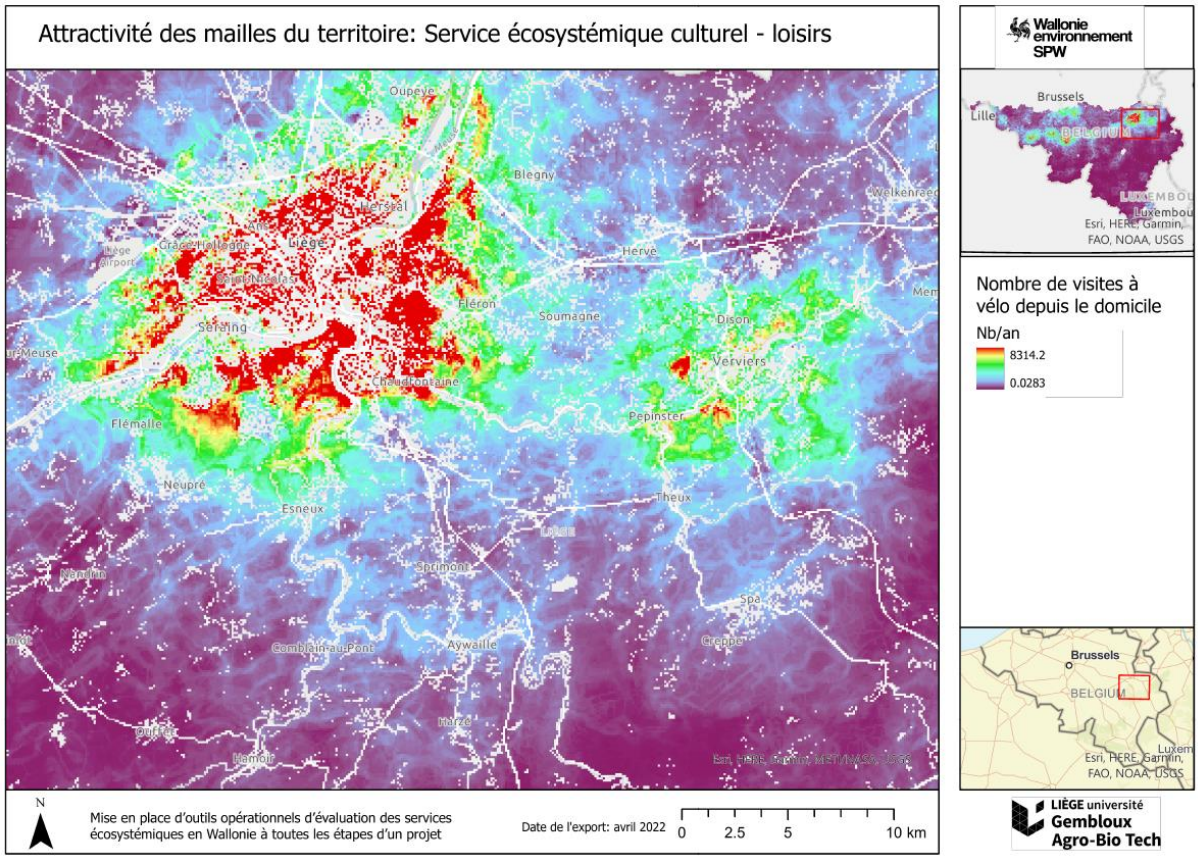


Figure 15: Carte des visites (nombre par an) de personnes à pieds (carte du haut) ou à vélo (carte du bas) depuis leur domicile

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).

$$Visites_i = \text{Pop} * N_{supra} * \frac{S_i}{S} * \frac{M_{supra}}{M}$$

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

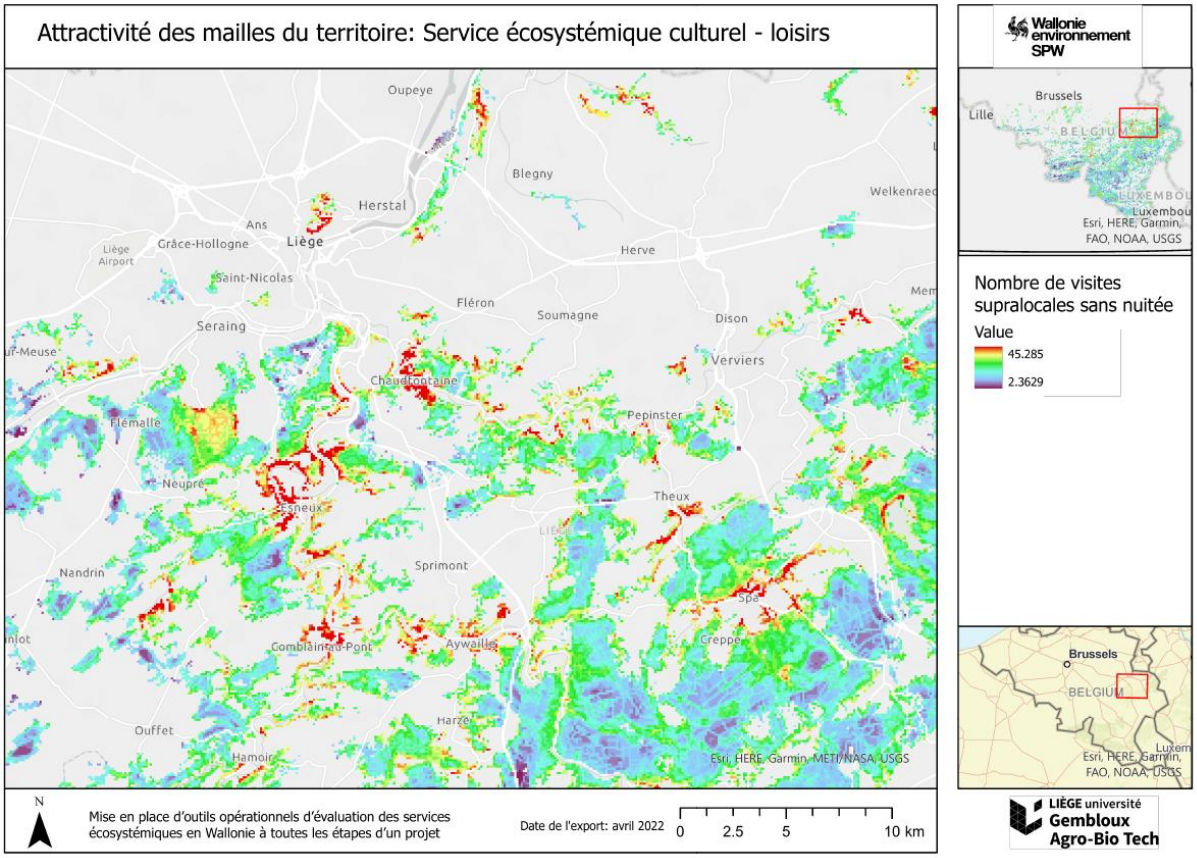


Figure 16: Carte des visites supra-locales (nombre par an) (visiteurs non liés à une nuitée)

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 par jour sur la moitié de leur séjour (promenades un jour sur deux).

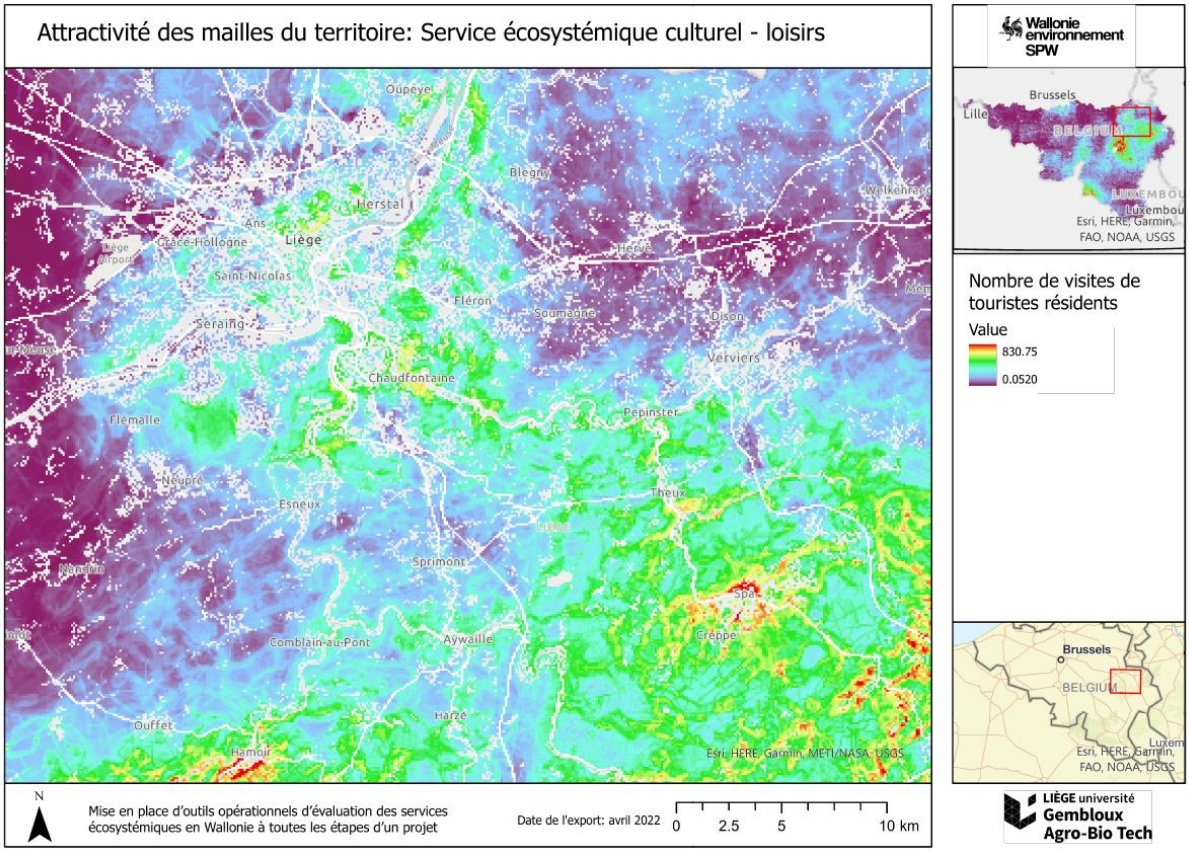


Figure 17: Carte des visites (nombre par an) des touristes résidents

Comparaison des résultats avec les données GSM

Les données ont été comparées avec les données de fréquentation des massifs forestiers boisés obtenues dans le cadre du projet Interreg AGRETA[6].

Les résultats de ces comparaisons sont présentés au Tableau 7.

On observe une surestimation des visites dans le plateau de Tailles et une sous-estimation à Anlier. Pour les autres valeurs, les ordres de grandeurs généraux semblent être dans les bonnes fourchettes.

Hypothèses pour expliquer les différences pour le plateau des Tailles

Les massifs du plateau des Tailles se situent à moins de 20 km à vol d'oiseau de la vallée de l'Ourthe où les hébergements se concentrent. Notre hypothèse est que les touristes qui séjournent dans la vallée de l'Ourthe ne se rendent pas au plateau des Tailles malgré la faible distance. Dans ce cas, la surestimation pourrait être due au fait qu'il ne faudrait pas considérer des distances à vol d'oiseau, mais bien des distances le long des itinéraires touristiques, ce qui pourrait constituer une amélioration du modèle.

[6] https://interreg.visitardenne.com/index.php/fr/agreta

Hypothèses pour expliquer les différences pour la forêt d'Anlier

A Anlier, on constate une très faible capacité d'hébergements touristiques autour de ce massif. La sous-estimation de visites peut provenir du fait que :

- La forêt constitue l'"attraction" principale des touristes résidents de la zone (on est donc à plus de 29.8% de touristes "nature"). On a en effet assez peu d'attractions recensées au CGT en Ardenne méridionale et en Gaume,
- Les touristes résidents séjournent dans des hébergements situés au Luxembourg qui sont inclus dans les visites estimées par les chiffres issus des données GSM,
- Les touristes résidents visitant la forêt d'Anlier viennent d'un rayon supérieur à 20 km, ce qui serait justifié par une bonne accessibilité autoroutière et par le fait que le massif est relativement isolé.

3. Conclusions

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.

Tableau 7: Résultats de comparaisons de valeurs estimées de visiteurs dans les zones évaluées avec les antennes GSM du projet AGRETA

		NVE2021_final				AGRETA			
		Résidents et locaux	Supralocaux	Touristes résidents	***Total***	Résidents et local	Régional	Touristes	***Total***
UL_Anlier	Anl	1 562 094	67 053	33 030	***1 662 177***	1 590 087	85 415	612 172	***2 287 674***
UL_Bastogne	Bas	1 133 107	27 047	99 300	***1 259 454***	1 136 998	93 771	376 647	***1 607 417***
UL_DeuxOurthes	2Ob	1 015 703	79 112	1 219 420	***2 314 235***	2 157 517	119 545	1 311 602	***3 588 664***
UL_HautesFagnesBords	HFb	391 096	117 595	472 260	***980 951***	861 860	1 712	521 205	***1 384 777***
UL_HautesFagnesCoeur	HFc	87 255	39 577	387 370	***514 202***	218 407	0	358 100	***576 507***
UL_Lesseforets	Les	494 360	65 339	358 130	***917 829***	641 152	59 289	473 413	***1 173 853***
UL_Semoisforestiere	SeF	758 930	108 992	798 140	***1 666 062***	1 119 821	76 461	646 219	***1 842 502***
UL_Semoissinemurienn	SeS	1 840 903	86 823	193 390	***2 121 116***	1 090 233	61 824	472 554	***1 624 611***
UL_SH_Feuillus	SHf	377 651	34 487	143 190	***555 328***	154 247	30 683	81 908	***266 838***
UL_SH_Ouvert	SHo	64 897	20 040	88 380	***173 317***	97 646	24 416	58 111	***180 173***
UL_SH_resineux	SHr	550 456	31 227	111 460	***693 143***	498 160	25 450	148 115	***671 726***
UL_Taillebordures	PTb	718 823	79 325	1 203 950	***2 002 098***	776 848	69 356	490 584	***1 336 788***
UL_Taillecoeur	PTc	215 526	32 146	428 670	***676 342***	412 479	71 697	330 655	***814 831***
Total		***9 210 801***	***788 763***	***5 536 690***	***15 536 254***	***10 755 456***	***719 619***	***5 881 286***	***17 356 361***

4. Références

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, Els Verachtert, Steven Broekx, Lien Poelmans, Leon Brabers, Inge Liekens, et Jeremy De Valck. 2016. « Kwantificering en waardering ecosysteemdienst Recreatie - methode 2016 », 69.

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.

Union européenne et Commission européenne. 2012. *La stratégie de l'UE en matière de biodiversité à l'horizon 2020*. Luxembourg: Office des publications de l'Union européenne.