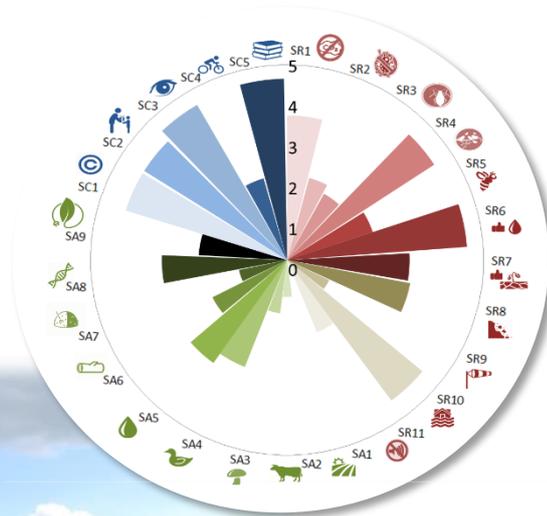


# Évaluation de la capacité et de l'usage des services écosystémiques

Parc Naturel Régional Scarpe-Escaut



Mars 2019

Étude et rapport réalisés par C. Sylvie Campagne et Philip Roche,  
UR RECOVER, IRSTEA Aix-en-Provence

En partenariat avec le Parc Naturel Régional Scarpe-Escaut : Tanguy Lefort

# Sommaire

<b>1. Introduction .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Notions et site d'étude .....</b>	<b>3</b>
2.1. Services écosystémiques .....	3
2.2. Disservices .....	6
2.3. Matrice des capacités .....	7
2.4. Parc naturel régional Scarpe-Escaut .....	9
2.5. Contexte et objectifs .....	10
<b>3. Méthode et outils.....</b>	<b>13</b>
3.1. Méthodologie .....	13
3.2. Typologie des habitats.....	15
3.3. Services écosystémiques .....	16
3.4. Disservices .....	17
3.5. Matrice de la capacité .....	17
3.6. Matrice de l'usage .....	19
3.7. Matrice du bilan .....	20
<b>4. Résultats .....</b>	<b>21</b>
4.1. Matrices.....	21
4.2. Cartes.....	39
4.3. Bouquets de services.....	41
<b>5. Analyse des résultats : cohérence avec le territoire.....</b>	<b>42</b>
<b>6. Limites.....</b>	<b>46</b>
6.1. Limites liées à la méthodologie .....	46
6.2. Limites liées aux dires d'experts.....	47
<b>7. Discussion .....</b>	<b>48</b>
7.1. Applications de la méthode des matrices .....	48
7.2. Évaluation de la capacité des habitats à produire des services .....	48
7.3. Évaluation du risque de non durabilité de l'usage en services écosystémiques .....	49
7.4. Paroles du Parc.....	50
7.5. Suite et compléments.....	53
<b>Bibliographie.....</b>	<b>56</b>
<b>ANNEXE.....</b>	<b>60</b>

## IRSTEA

Irstea, Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture, est un établissement public à caractère scientifique et technologique (EPST) placé sous la double tutelle des ministères en charge de la recherche et de l'agriculture. Pluridisciplinaires, tournées vers l'action et l'appui aux politiques publiques, ses activités de recherche et d'expertise impliquent un partenariat fort avec les universités et les organismes de recherche français et européens, les acteurs économiques et porteurs de politique publique. L'institut est membre fondateur de l'Alliance nationale de recherche pour l'environnement, AllEnvi et du réseau européen Peer (Partnership for european environmental research). Il est labellisé « Institut Carnot » depuis 2006. [www.irstea.fr](http://www.irstea.fr)

## Citation

C. Sylvie Campagne et Philip Roche (2019) Évaluation de la capacité et l'usage en services écosystémiques : Parc naturel régional Scarpe-Escout. Rapport d'étude, UR RECOVER, IRSTEA, Aix-en-Provence. 74p.

## Contacts

IRSTEA Aix-en-Provence 3275 Route de Cézanne, 13182 Aix-en-Provence Cedex 4 (France)  
[sylviecampagne@gmail.com](mailto:sylviecampagne@gmail.com) et [philip.roche@irstea.fr](mailto:philip.roche@irstea.fr)

## Remerciement

Cette étude et la thèse dont elle fait partie n'auraient pas été possibles sans le soutien du Parc naturel régional Scarpe-Escout et plus particulièrement de Gérald Duhayon et de Tangui Lefort. Un remerciement à tous les participants aux ateliers.

### Avertissement

Une lecture des habitats du territoire en fonction des services écosystémiques potentiellement rendus apporte une plus-value à condition de la croiser aux autres indicateurs classiques. Les services écosystémiques forment une couche de lecture importante mais ne doivent pas être considérés seuls. De plus, l'étude présentée est expérimentale et présente des limites à prendre en compte. Par exemple, les résultats issus de la matrice du bilan, présentant des risques de non durabilité de l'usage en services écosystémiques, ne peuvent être interprétés ou utilisés tels quels mais sont à compléter, entre autres, avec la prise en compte des hétérogénéités spatiales.

## 1. Introduction

La dégradation de la biodiversité est un fait avéré de plus en plus reconnu et étudié (ex. : MEA, 2005; EFSE, 2015 ; IPBES 2017). Conséquence de l'augmentation de la population humaine et de l'accroissement global de son niveau de vie qui induit une plus grande pression sur les milieux, l'érosion de la biodiversité est majoritairement due à la fragmentation et la destruction des écosystèmes naturels et semi-naturels, la menace des espèces exotiques envahissantes, les pollutions, la surexploitation des ressources naturelles et le changement climatique (EFSE, 2015). Ce constat peut être associé à ce que l'on qualifie de paradoxe environnemental, à savoir le découplage entre l'augmentation du niveau de bien-être actuel et l'augmentation de l'érosion de la biodiversité et de la dégradation de la nature. Ce paradoxe qui pose question, peut avoir plusieurs explications : des mesures incorrectes du bien-être, le rôle important des ressources alimentaires sur le bien-être, des technologies dissociant le bien-être de l'état de la nature et enfin des décalages temporels entre l'impact sur les écosystèmes et ses conséquences sur les humains qui pourraient reporter sur les générations futures l'impact en terme de bien-être (Raudsepp-Hearne *et al.*, 2010). Notre dépendance à la nature est avérée par la nourriture, l'eau, l'air et tous les autres services qu'elle fournit et qui sont nécessaires à notre survie et à celle des générations futures (MEA, 2005) Ainsi, la protection et la conservation de la nature sont primordiales non seulement pour la biodiversité, mais également pour le bien-être humain.

## 2. Notions et site d'étude

L'attente et le progrès d'un développement durable associés au bien-être de l'Homme sont dépendants de l'amélioration de la gestion des ressources naturelles (MEA, 2005). Mais dans une période d'accroissement de la demande de bénéfices envers le milieu naturel, les pressions humaines exercées diminuent la capacité des milieux à satisfaire cette demande croissante. Grâce à une meilleure connaissance des milieux, des actions de conservation, de protection et de gestion peuvent limiter l'impact des pressions humaines sur la nature. Il est ainsi important de développer les connaissances aussi bien des systèmes écologiques que des systèmes socio-économiques en présence sur un territoire (Bilot, 2009).

### 2.1. Services écosystémiques

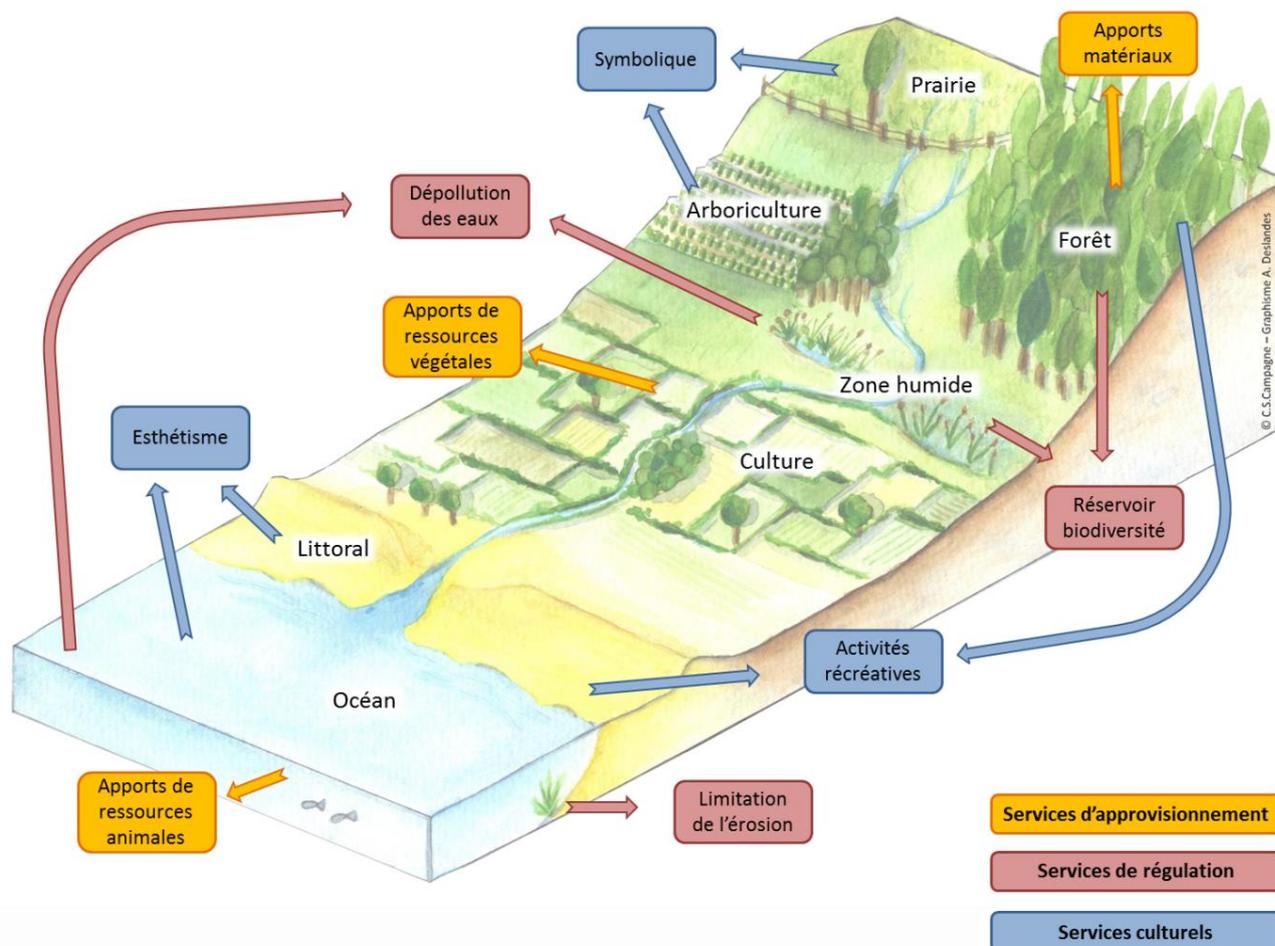
La notion de service écosystémique (SE) met en avant l'importance des systèmes écologiques et de la biodiversité pour les sociétés, en faisant le lien entre ces deux entités (Bierry *et al.* 2012). Le concept de SE a été initié afin de soutenir les efforts de conservation par la démonstration du rôle joué par les écosystèmes sur le bien-être humain et a été rapidement élargi jusqu'à être maintenant omniprésent dans la conception des politiques de préservation de la biodiversité (Haines-young & Potschin, 2013; Hrabanski, *et al.* 2012) et des fonctionnalités écologiques. Les services écosystémiques sont définis dans le rapport du *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES, Haines-young & Potschin, 2013) comme « des contributions que les écosystèmes ont sur le bien-être humain ». Ils proviennent d'une vision anthropocentrée de la nature (MEA, 2005).

Grâce à cette vision et à une approche qui n'aborde pas des phénomènes complexes de la nature, la notion des services écosystémiques est facilement abordable et comprise par les non scientifiques.

Lele *et al.* (2013) développe dans son étude les différentes origines de l'attraction du concept des SE dont celles de faire évoluer l'aspect négatif du développement économique pour la vie sauvage vers un aspect positif de la conservation du milieu naturel pour le bien-être de l'homme. Ce concept contribue aussi à étendre les échelles d'analyse des études locales d'un seul SE à des modèles à l'échelle régionale de l'ensemble des SE (Lele *et al.*, 2013). Comme de nombreuses publications précédentes, Villamagna, Angermeier, & Bennett (2013) développent que « les SE ont un grand potentiel pour influencer les décisions de l'environnement, car ils relient les fonctions et les conditions des écosystèmes aux intérêts anthropocentriques qui résonnent avec un large éventail de personnes ».

Par ailleurs, de nombreuses publications sur les services écosystémiques exposent la capacité du concept de guider les stratégies de gestion des ressources naturelles de façon durable et équitable (*e.g.*, Costanza and Folke, 1997; MA, 2005; Müller et al., 2010; TEEB, 2010; Abson et al., 2014; in Jacobs et al., 2014) mais ceci n'a pas encore été prouvée scientifiquement (Laurans, Rankovic, Billé, Pirard, & Mermet, 2013).

L'hypothèse environmentaliste, qui a généré ce concept, est que la compréhension de l'importance des SE pour nos sociétés et le bien-être humain, permet de soutenir les efforts de conservation de la biodiversité en démontrant le rôle majeur joué par les écosystèmes. Cette notion est maintenant très largement présente dans la conception des politiques de préservation de la biodiversité et des fonctionnalités écologiques.



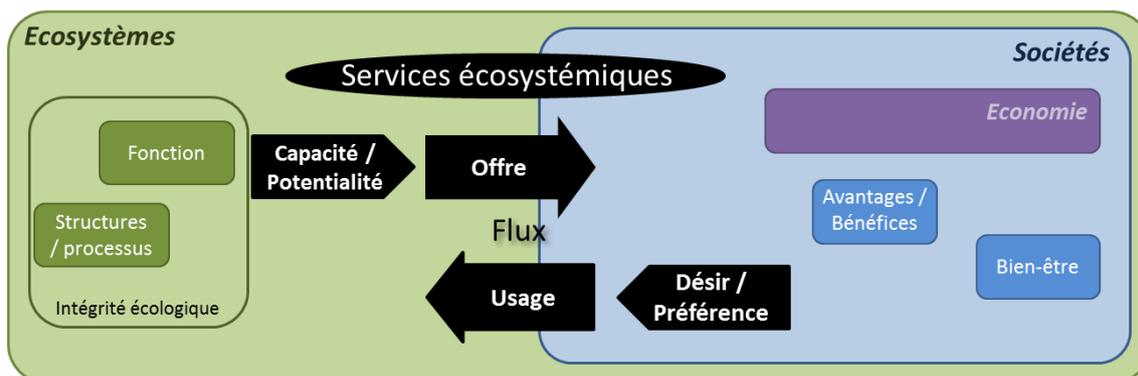
**Figure 1** : Illustration des services écosystémiques les plus rendus par les écosystèmes

©CS. Campagne- Graphisme A. Deslandes

Les SE sont habituellement répartis dans trois catégories (Figure 1):

- les services d'approvisionnement sont les services à l'origine des « produits finis » que l'on peut extraire des écosystèmes, tels que la nourriture, les différents matériaux et fibres naturels, etc.
- les services de régulation qui sont des services non matériels contribuant plus indirectement au bien-être de l'homme à travers les fonctions de régulation des écosystèmes, tels que la régulation du climat ou des incendies, mais aussi le maintien de cycle de vie et d'habitat ;
- les services culturels représentent les différentes valeurs immatérielles que l'on peut attribuer aux écosystèmes, une valeur esthétique mais aussi symbolique (comme les valeurs emblématiques) et récréative, telle que les activités de pleine nature (chasse, pêche, randonnée, etc.).

Les services écosystémiques sont par définition à l'interface entre les écosystèmes et le système socio-économique – la société (Figure 2). Mais dans ce concept, il est crucial de distinguer de nombreuses « sous-notions » regroupées dans les notions d'offre de demande (Burkhard *et al.*, 2014; Schröter *et al.*, 2014a; Albert *et al.*, 2016; Schröter *et al.*, 2016). Elles sont illustrées dans la Figure 2 qui représente les éléments emboîtés d'un système socio-écologique : le système écologique, la société et l'économie. Ce schéma regroupe les différents éléments du modèle en cascade. Tout d'abord, dans le système écologique, nous retrouvons les structures et processus biophysiques à la base du système écologique et liés aux fonctions écologiques. Ces éléments peuvent être regroupés dans le concept d'intégrité écologique utilisé pour évaluer l'état de conservation et de fonctionnalité des écosystèmes.



**Figure 2 :** Les différentes notions de services écosystémiques dans le système socio-écologique

La notion d'intégrité écologique est complexe et souvent liée à d'autres concepts tels que la santé des écosystèmes, la condition écologique, la fonctionnalité écologique (Roche et Campagne, 2017). Ces concepts diffèrent dans des gradients de naturalité et/ou d'altération (Roche et Campagne, 2017). Nous utilisons l'intégrité écologique comme notion englobante de tous ces autres concepts afin d'évaluer les différents états des écosystèmes. La prise en compte de l'intégrité écologique est de plus en plus proposée (R. de Groot, 2010; Portman, 2013) notamment grâce à une prise de conscience croissante de la nécessité de conserver les écosystèmes et leur fonctionnalité pour garantir la durabilité des services écosystémiques (Haines-young et Potschin, 2013). À l'intérieur du système écologique, l'homme est dans la sphère sociétale avec l'économie, les avantages et les bénéfices tirés de la nature et le bien-être de l'Homme. Alors que les avantages et les bénéfices tirés de la nature sont des éléments de la cascade des services écosystémiques, ils sont liés et contribuent à l'économie et au bien-être de la société.

Il convient, dans le concept de services écosystémiques, de faire deux grandes distinctions : l'offre et la demande. L'offre détermine ce que la nature produit et fournit. La demande regroupe ce que l'homme consomme ou utilise. Dans chacun de ces deux aspects, des distinctions sont encore faites dans les valeurs et les méthodes d'évaluations pouvant être différentes. Du côté écosystémique, la capacité est le rendement maximal hypothétique des écosystèmes (Baró *et al.*, 2017 ; Burkhard *et al.*, 2012 ; Ramirez-Gomez *et al.*, 2015 ; Schröter *et al.*, 2016 ; Villamagna *et al.*, 2013) qui peut être augmenté ou diminué grâce à la gestion des écosystèmes et/ou le changement d'occupation du sol (Schröter *et al.*, 2016). La capacité diffère de l'offre qui est le service fourni ou délivré dans une période donnée (Baró *et al.*, 2015; Mouchet *et al.*, 2014). Le flux correspond à la part de l'offre en services écosystémiques produits et peut être rattaché à l'offre ou à l'usage selon les auteurs (Burkhard *et al.*, 2014). En cartographie la notion de flux peut-être différente et correspondre au transfert de services des zones productrices vers les zones bénéficiaires de services (Bagstad *et al.*, 2014; Palomo, Martín-López, Potschin, Haines-Young, & Montes, 2013). Déterminée par la société, la demande comprend l'usage, le désir et la préférence. L'usage est le service écosystémique consommé ou utilisé directement ou indirectement dans une zone particulière sur une période donnée (Burkhard *et al.*, 2012; Wolff, Schulp, & Verburg, 2015). Le désir et la préférence sont l'expression des souhaits individuels et/ou sociétales en services écosystémiques (M. A. Mouchet *et al.*, 2017; Schröter, Van Der Zanden, *et al.*, 2014; Villamagna *et al.*, 2013).

Dans le cadre des services écosystémiques désirés ou préférés, il est aussi important de distinguer la préférence d'une personne, d'un citoyen, la demande institutionnelle et la préférence globale qui composent la demande sociétale. En effet, selon le contexte d'évaluation mais surtout la méthode d'évaluation, ces différentes demandes peuvent induire des résultats et des analyses différentes.

Dans la littérature scientifique, on peut remarquer des regroupements ou des manques de distinction entre la définition de l'offre et la capacité et entre les deux définitions de la consommation et de l'usage direct en services écosystémiques. Il est complexe de donner des définitions génériques dans le cadre des services écosystémiques surtout au regard de leur hétérogénéité et la variété des méthodes d'évaluations possibles. Mais conceptuellement, la demande émise par la société peut être pourvue par d'autres moyens que les services écosystémiques (via la technologie par exemple) alors que l'usage direct se limite à ce qui serait pourvu par les services et la nature.

La demande en services écosystémiques est souvent liée à des définitions différentes selon les catégories de services (Wolff *et al.*, 2015). Les services d'approvisionnement peuvent être définis par les données d'usages directs (ex. : l'accessibilité aux espaces verts, le nombre de permis de pêches, etc.) et de consommations (ex.: quantité d'eau consommée par un territoire) car ils sont composés principalement de biens et sont souvent associés à des marchés (Wolff *et al.*, 2015). Les services de régulation sont plus délicats à évaluer que ce soit d'un point de vue biophysique ou économique. Il s'agit de services reposant sur des processus et des fonctions généralement complexes, difficiles à évaluer directement. Enfin, les services culturels peuvent être définis par des préférences et par les données d'usages directes, selon qu'il s'agit de services liés à des interactions mentales ou physiques.

Lors des évaluations des services écosystémiques, il faut prendre en compte les échelles de l'offre et de la demande des services car les 3 catégories de services n'ont pas des échelles similaires ; celles-ci peuvent varier entre l'offre et la demande (Burkhard *et al.*, 2014). En effet, les services d'approvisionnement sont généralement produits en un lieu précis car liés à une source de production définie. Les services de régulation sont généralement générés à une échelle supérieure entre les services de régulations du climat qui sont globaux ou régionaux, et, par exemple, les services de régulation liés à des espèces (ex. : pollinisation) qui sont à l'échelle de plusieurs milieux voisins. Les services culturels quant à eux, sont générés à des échelles encore plus variables avec les valeurs esthétiques ou symboliques qui peuvent être à l'échelle d'un milieu ou d'un paysage tout comme les services de récréations. Geijzendorffer et Roche (2014) identifient les différentes échelles de la demande entre local, régional, national et international et les différents groupes d'acteurs liées en fonction du service écosystémique.

## 2.2. Disservices

La nature a de bons et de mauvais impacts sur l'homme et son bien-être via des caractéristiques indésirables ou économiquement nuisibles et peut nous blesser ou même nous tuer (Lele *et al.*, 2013). Bien que la partie négative ou dangereuse de la nature ne soit pas nouvelle (Von Döhren & Haase, 2015), il reste rare de l'intégrer dans les évaluations du milieu naturel ou dans les évaluations des services écosystémiques (Von Döhren & Haase, 2015). Cependant, nous pouvons remarquer l'augmentation du nombre d'évaluation depuis 2009 sur la partie négative de la nature reflétant sa reconnaissance croissante (Von Döhren & Haase, 2015).

Les disservices sont définis comme «les fonctions, processus et attributs qui entraînent des impacts négatifs perçus ou réels sur le bien-être humain » (Shackleton *et al.*, 2016). C'est une notion nouvelle qui a évolué dans le temps et qui englobe un large éventail d'autres notions citées ci-dessus (Lyytimäki, 2014 ; Von Döhren & Haase, 2015 ; Shackleton *et al.*, 2016).

Plusieurs caractéristiques de la notion peuvent être soulignées :

- une distinction entre les disservices provenant de processus et / ou de fonctions écologiques (flèche rouge en tiret dans la Figure 3) et les disservices résultant de la gestion de l'écosystème tel que les conséquences des engrais que nous introduisons dans les agroécosystèmes (Lyytimäki, 2014). Nous considérons que les nuisances résultant de la gestion des écosystèmes doivent être considérées séparément de la notion de

disservices comme des externalités négatives ou des pressions anthropiques indirectes. À titre d'exemple, les problèmes de santé résultant de la pulvérisation de pesticides sont des externalités négatives de la gestion des écosystèmes agricoles, tandis que l'invasion des mauvaises herbes résistantes à la suite des pesticides est un disservice induit par la gestion (flèche orange en pointillée dans la Figure 3).

- les disservices peuvent être liés à un service écosystémique en étant une "provision négative" ou peuvent être distincts d'un service spécifique parce qu'ils concernent plusieurs services écosystémiques ou sont plus directement liés à des processus ou des fonctions écologiques (flèche verte en pointillée dans la Figure 3). Par exemple, la séquestration des gaz à effet de serre est un service écosystémique (Haines-Young & Potschin, 2018), mais en revanche, certains écosystèmes peuvent produire des émissions de gaz à effet de serre comme le CO<sub>2</sub>, le CH<sub>4</sub> ou le N<sub>2</sub>O (Burgin, 2013). De même, certains disservices sont liés à la biodiversité tels que, les espèces affectant la santé humaine (ex. : pathogènes, parasites), les dommages causés par les ravageurs (Lele et al., 2013) ou les attaques animales (Dunn, 2010).

- un (dis)service peut être un impact positif ou négatif selon le point de vue des personnes impliquées (par exemple, la présence d'abeilles pour le service de pollinisation peut être vue comme un service pour les agriculteurs mais comme un disservice pour les promeneurs), et ce point de vue varie aussi selon l'échelle et la temporalité (flèche violette en tiret dans la Figure 3, Vaz et al., 2017).

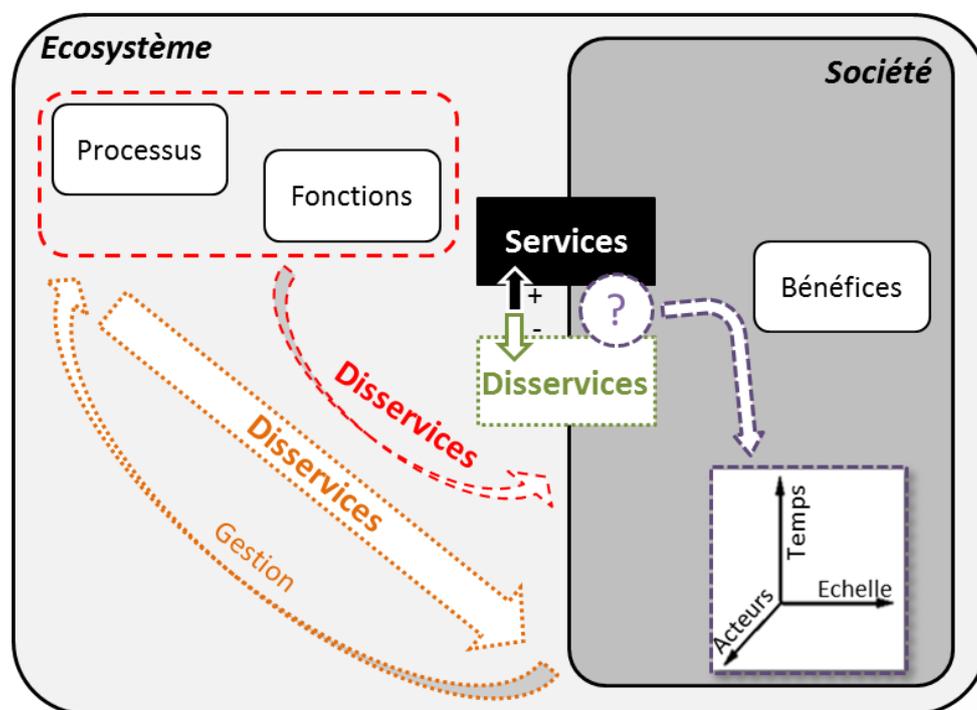


Figure 3 : Illustration schématique des différents types de disservices

### 2.3. Matrice des capacités

L'une des raisons de la perte d'espaces d'écosystèmes naturels dans les paysages culturels est le manque d'intégration des valeurs des SE dans les projets d'aménagement du territoire (Hermann et al., 2014). Afin d'augmenter l'application des connaissances sur les SE dans les actions territoriales, nous avons besoin d'un cadre souple, cohérent et instructif qui tient compte des différences spatio-temporelles dans la façon dont SE sont produits et rendus (R. S. S. de Groot, Alkemade, Braat, Hein, & Willemsen, 2010)(Chan, Satterfield, Goldstein, Satter, & Goldstein, 2012). Ainsi, ce cadre doit faire une distinction entre la production potentielle des services et la demande en services et il doit être applicable dans un large éventail d'écosystèmes et de services (e.g. Burkhard et al. 2014; Burkhard et al. 2009 : Hermann et al. 2013; Jacobs et al. 2014; Kandziora et al. 2013; Potschin & Haines-Young 2012)

L'approche via la mobilisation d'expertises territoriales ou sectorielles a montré sa pertinence pour construire des matrices d'indicateurs semi-quantitatifs reliant les habitats et les SE à dire d'experts et/ou de bénéficiaires de services (e.g. Burkhard et al., 2010; Stoll et al., 2014; Vihervaara et al., 2010). L'utilisation d'expertises est courante dans les études de conservation, d'écologie et d'évaluation biophysique (Jacobs et al., 2014). De plus, l'approche par les habitats lors d'une évaluation des écosystèmes est l'une des stratégies d'analyse les plus fréquentes dans la littérature, c'est d'ailleurs celle du Millenium Ecosystem Assessment (Potschin and Haines-Young, 2012). Ces matrices qui condensent l'expertise disponible concernant la capacité des habitats à fournir différents services écosystémiques, appelées Matrices de Capacité, peuvent aisément être exprimées spatialement sous forme cartographique. Elles permettent ainsi de cibler les priorités et sont, par leur simplicité et leur flexibilité, un outil de pédagogie pour les gestionnaires des politiques publiques. L'utilisation de matrice permet une évaluation rapide des SE et donne un grand aperçu des tendances des services rendus à l'échelle du paysage (Hermann et al. 2013).

Il s'agit d'une méthode d'évaluation des services écosystémiques à « dire d'expert » utilisant une table pivot entre les services écosystémiques et les modes d'occupation du sol qui les fournissent. Notre définition d'« expert » est une personne ayant des connaissances ou des compétences approfondies basées sur la recherche, l'expérience ou la profession dans un domaine particulier, ici, l'écologie.

Chaque cellule de la matrice est remplie avec un score (de 0 à 5) reflétant la capacité à fournir un service écosystémique donné. Depuis la première matrice publiée par Burkhard et al., en 2009, la méthode a été appliquée à de nombreuses reprises mais les matrices de la demande ne sont que rarement effectuées (Burkhard, et al., 2012). Les quelques matrices de la demande faites jusqu'ici (ex. : Baró et al., 2017; Burkhard et al., 2014; Egarter Vigl et al., 2017; Nedkov & Burkhard, 2012; Schröter et al., 2014; Vrebos et al., 2015) évaluent les services écosystémiques consommés et utilisés sur l'habitat de consommation. Ainsi chaque score de la matrice de la demande est une évaluation de la demande du service écosystémique qui est consommée et utilisée sur l'habitat. Un gradient entre les milieux ruraux-urbains est mis en avant, ce qui semble cohérent dans une étude offre / demande car nous parlons de services fournis par les habitats naturels (donc en zone rurale) qui sont utilisés pour et par l'homme, présents majoritairement en zone urbaine (Villamagna et al., 2013 ; Schröter, Remme, & Hein, 2012).

## 2.4. Parc naturel régional Scarpe-Escout

### 2.4.1. Principales caractéristiques

Doyen des Parcs naturels régionaux français, le Parc naturel régional Scarpe-Escout (PNRSE) a été créé en septembre 1968, à l'initiative du Département du Nord, sous le nom de Parc naturel régional Saint-Amand-Raismes. À l'intersection de grands pôles urbains proches (métropole lilloise et pôles valenciennes, douaisien et tournaisien), sa forte densité de population, ses patrimoines industriels, miniers et naturels en font un territoire atypique, caractère d'ailleurs revendiqué dans le réseau des Parcs naturels régionaux de France.

Dès 1989, la volonté d'ouverture du Parc naturel régional fut mise en œuvre dans le champ du transfrontalier en appuyant la création du Parc naturel des Plaines de l'Escaut (1996). Ils forment ensemble le Parc naturel transfrontalier du Hainaut.

Situé dans la région Hauts-de-France, le PNRSE s'étend sur 48 500 hectares et regroupe 55 communes pour 191 000 habitants, soit 380 habitants/km<sup>2</sup> (Figure 4).

Le projet du PNRSE est traduit au travers de sa Charte, document officiel qui fixe les objectifs de préservation et de développement du territoire. Elle a valeur de contrat et engage les collectivités concernées à mobiliser les moyens techniques et financiers nécessaires à la mise en œuvre d'un véritable projet de territoire. La Charte actuellement en vigueur s'étend sur une période de 12 ans, de 2010 à 2022. Si cette Charte intègre les enjeux liés aux milieux naturels et notamment aux milieux humides et aquatiques dans la Vocation n°2 « Scarpe-Escout, Terre de nature et de patrimoine où l'eau, le bâti, le minier... forment le caractère rural et les identités du territoire transfrontalier », on les retrouve en filigrane au sein des 3 autres vocations, mettant en évidence non seulement les services que rendent les milieux agricoles et naturels aux activités humaines mais également le rôle collectif de préservation et d'usage raisonné de ces derniers.

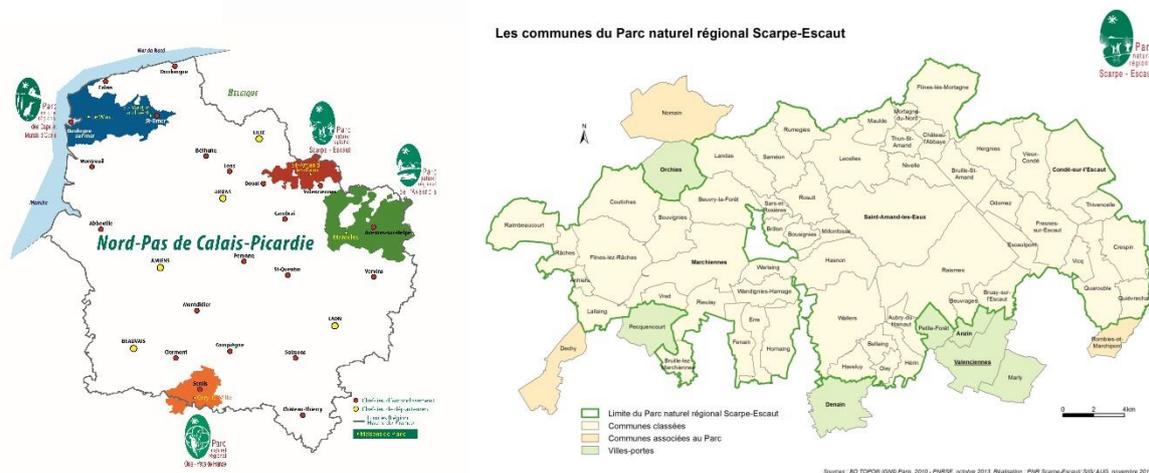


Figure 4 : Parc naturel régional Scarpe-Escout dans la région Hauts-de-France

### 2.4.2. Territoire péri-urbain, où l'eau est omniprésente

Le PNRSE est un secteur péri-urbain où la pression urbaine est forte (consommation d'espace) et dont le paysage est formé par une mosaïque de milieux agricoles et naturels (cultures, prairies, boisements, marais, étangs...) ainsi que de zones urbanisées (PNRSE et Région Hauts-de-France, 2010). Les habitats naturels sont principalement des zones humides, des prairies et des forêts (Maresca *et al.* 2014).

Il est marqué par une plaine basse articulée autour des rivières canalisées de la Scarpe et de l'Escaut. L'eau est omniprésente (Figure 5) et l'homme la gère depuis des siècles afin de développer ses activités (assèchement, exploitation des terres, canalisation des cours d'eau...). Les études historiques montrent que si l'homme s'est

tout d'abord installé sur le territoire pour exploiter les richesses offertes par les zones humides et s'est donc, à l'origine, adapté à la présence de l'eau, les zones humides ont finies par être considérées, à partir de la période hygiéniste, comme peu attractives et sources de maladies. Les prairies humides ou encore les zones de marais ont ainsi fortement régressé sous la pression urbaine, exploitées pour des productions agricoles plus rentables que l'élevage ou encore aménagées en étangs de loisirs (PNRSE et Région Hauts-de-France, 2010).



**Figure 5** : Photographies de milieux humides du PNR Scarpe-Escaut. a) Alignements de Saules Têtards (©PNR Scarpe-Escaut), b) Chabaud Latour, étang d'affaissement minier (©D. Delecourt), c) Forêt de Marchiennes (©T. Lefort), d) Tourbière de Marchiennes, vue aérienne (©S. Dhote).

## 2.5. Contexte et objectifs

### 2.5.1. Une démarche locale

Malgré leur importance locale en tant qu'habitats fournissant de nombreuses services écosystémiques, les perceptions actuelles des zones humides sont encore aujourd'hui soit négatives, pour certains acteurs locaux, soit inexistantes pour une majorité de la communauté (PNRSE et Région Hauts-de-France, 2010; Morère et Glon, 2016). Le PNRSE a commencé à s'intéresser à la notion des services écosystémiques dès 2012 dans le cadre du programme européen WECAN qui comprend l'évaluation et la valorisation des services produits par les prairies humides des communes de Wandignies Hamage et d'Hergnies à l'initiative des Espaces Naturels Régionaux et du PNRSE. Cette étude a combiné une approche participative, une évaluation économique et une analyse des liens et des interactions. Ensuite, en 2014, une évaluation quantitative des services écosystémiques sur la zone du pays de Condé-sur-l'Escaut (23 communes du Parc) à partir de données disponibles a été effectuée dans le cadre du projet SESEEP. Le projet SESEEP est fondé sur une double démarche évaluative et prospective. Il a permis une

évaluation localisée des services écosystémiques limitée par la disponibilité des données. Ce projet finit en remarquant que « *La notion de service écosystémique semble encore mal connue des acteurs des territoires du Parc Naturel Régional Scarpe Escaut et, par extension, des acteurs opérant à l'échelle régionale* ».

À la suite de ces expériences d'évaluation des SE, le Parc a trouvé intéressante l'évaluation faite sur le PNR des Baronnies Provençales via la méthode des matrices (étude effectuée par l'Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Écologie Marine et Continentale, IMBE en 2014). En 2015, une première évaluation des services potentiellement produits par les zones humides des territoires du PNR et du SAGE a été effectuée avec l'IMBE en utilisant la méthode participative permettant une évaluation collective et la production « d'une matrice des capacités des zones humides » (C. S. Campagne, Tschanz, & Tatoni, 2016; Carole Sylvie Campagne, 2015).

Au-delà de cette évaluation, il s'agissait également d'une opportunité pour mobiliser différemment les acteurs locaux afin de :

- rendre plus ambitieux encore le volet milieux humides et aquatiques du Schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) Scarpe aval en cours de révision,
- porter collectivement la candidature au label Ramsar de la zone humide d'intérêt national des plaines de la Scarpe et de l'Escaut.

Les retours positifs des participants et des acteurs du territoire lors de l'étude de 2015 ont amené à continuer l'évaluation en 2016, cette fois dans le cadre d'une thèse en élargissant l'approche d'une part à l'ensemble des habitats et d'autre part à l'analyse de la durabilité de l'usage des services écosystémiques.

### 2.5.2. Une démarche de recherche

**Ce travail s'est inscrit dans le cadre :**

- **De la thèse de C. Sylvie Campagne** « Évaluation des services écosystémiques par la méthode des matrices de capacité: analyse méthodologique et applications à l'échelle régionale » (C.S. Campagne, 2018). Elle a porté sur l'analyse méthodologique de la méthode des matrices pour préciser les limites et sur une méthodologie pour les réduire; l'application de la méthode sur le Parc Naturel Région Scarpe-Escaut et la Région Hauts-de-France; enfin sur la prise en comptes des disservices (les effets indésirables de la nature sur l'Homme) et l'intégrité écologique (la condition/santé de l'écosystème) dans l'évaluation des SE afin d'avoir une vision plus complète de la relation Homme- Nature.

- **Du projet IMAGINE.** Le PNR Scarpe-Escaut est un site d'étude dans le projet de recherche financé par l'ERANET BiodivERsA et coordonné par Philip Roche (IRSTEA) et qui implique 6 équipes européennes au sein de 5 pays de 2017 à 2020. Le projet IMAGINE propose une vision de l'évaluation intégrative des multifonctionnalités des trames vertes et bleues en intégrant une évaluation des services écosystémiques, une évaluation de la condition écologique et de la connectivité spatiale. L'objectif principal de ce projet est de développer les connaissances scientifiques et d'en déduire des options de gestion des trames vertes et bleues qui intègrent les services écosystémiques et l'intégrité écologique des éléments de la trame. En tant que site d'étude du projet, les données cartographiques, l'évaluation de la capacité et de l'usage en services écosystémiques du PNRSE s'intègre totalement dans le projet IMAGINE.

### 2.5.3. Objectifs

Dans ce contexte, l'IRSTEA et le PNRSE ont effectués les évaluations liées aux notions suivantes

- **La capacité** du milieu naturel détermine le potentiel en services et repose fonctionnellement sur la condition écologique qui va accroître ou réduire ce potentiel. La capacité peut-être définie comme le rendement maximal hypothétique des habitats en services écosystémiques (Baró *et al.*, 2017 ; Burkhard *et al.*, 2012 ; Ramirez-Gomez *et al.*, 2015 ; Schröter *et al.*, 2016 ; Villamagna *et al.*, 2013). La capacité de l'habitat peut induire des bénéfices positifs ou négatifs soient des services et des disservices écosystémiques.

- Associé à la capacité, **l'usage** peut se définir comme la quantité de services écosystémiques consommés ou utilisés directement ou indirectement dans une zone particulière sur une période donnée (Burkhard *et al.*, 2012; Wolff *et al.*, 2015). L'usage va varier positivement ou négativement en fonction de la demande, qui elle-même résulte des préférences et des souhaits exprimés de la société (Mouchet *et al.*, 2017; Schröter *et al.*, 2014a; Villamagna *et al.*, 2013).

- Le bilan entre la capacité et l'usage peut être considéré comme **un indicateur de la durabilité de l'usage** (Schröter, Barton, et al., 2014; Schröter et al., 2012). La durabilité de l'utilisation de l'habitat concerne le maintien à long terme de l'état de l'habitat et du stock de ressources naturelles (Rees, 1992). Le bilan capacité-usage peut avoir un impact positif ou négatif sur la condition écologique et sur le bien-être de l'Homme. **Nous expérimentons l'évaluation du bilan en services écosystémiques pour définir un risque de non durabilité en services écosystémique.**

Ainsi, pour l'IRSTEA, l'objectif principal était de tester la méthode des matrices pour l'évaluation de la durabilité, avec la prise en compte des disservices, afin de préciser les conditions de mises en œuvre de celle-ci, ainsi que ses limites. Le territoire du Parc constituait alors l'un des sites pilotes de recherche.

Les objectifs du Parc étaient doubles :

- Affirmer son rôle de territoire d'expérimentation en contribuant aux développements de la recherche pour les services écosystémiques sous toutes ses dimensions : capacité, usage et durabilité ;
- Mobiliser les acteurs locaux afin de mettre en évidence collectivement les services rendus par la nature et essayer d'identifier d'éventuelles surconsommations d'usage. L'idée était d'obtenir des outils d'aide à la décision complémentaires de l'existant afin d'alimenter l'évaluation de la mise en œuvre de sa charte, la révision du SAGE Scarpe aval ou encore le projet de labellisation RAMSAR et ainsi contribuer à la préservation des ressources et milieux naturels de son territoire.

**Ce rapport présente l'étude avec sa méthode et ses résultats d'un point de vue technique et les possibilités d'usage et d'exploitation des résultats. Les analyses scientifiques (majoritairement statistiques) telles que les analyses de profils des participants, les analyses de comparaison de moyennes ou les analyses de corrélation en services écosystémiques et disservices ne sont pas présentées ici.**

### 3. Méthode et outils

#### 3.1. Méthodologie

Nous avons suivis une méthodologie en 7 points décrites ci-dessous et présentée en Figure 6. Cette méthodologie développée par Campagne et Roche en 2018 permet de limiter la divergence de compréhension ou d'interprétation entre les différents acteurs participants.

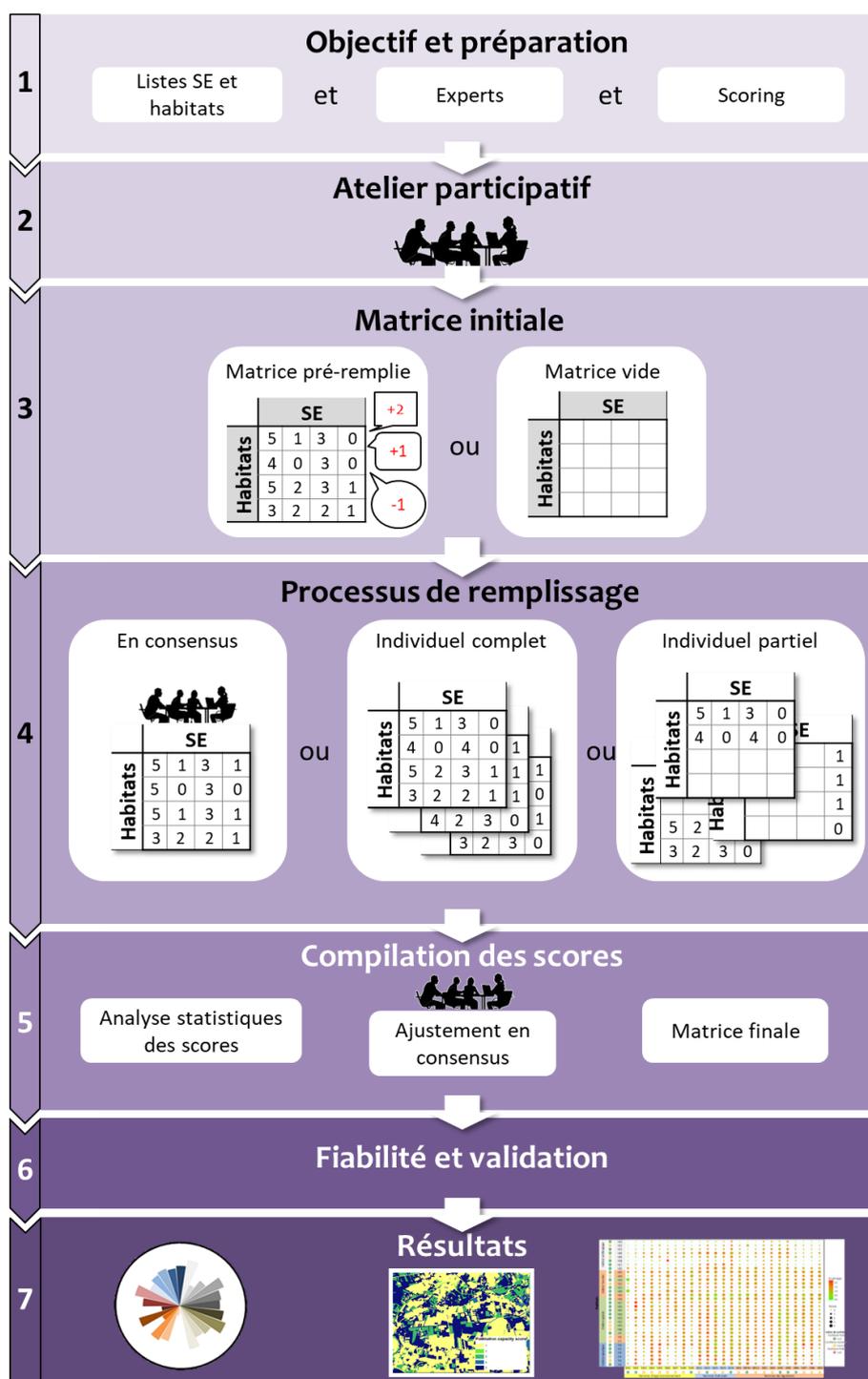


Figure 6 : Méthodologie pour l'application de la matrice des capacités (Campagne and Roche, 2018 ; SE : services écosystémiques)

### 1. Objectif et préparation

L'étude est une expérimentation de l'utilisation de la méthode des matrices pour évaluer la durabilité de l'usage en services.

La typologie des habitats et la liste des SE ont été décidées lors de discussions pour une matrice régionale Hauts-de-France avec des experts régionaux. Pour cela, plusieurs réunions ont eu lieu en 2016, dont l'atelier du 27 mai 2016 à l'issue duquel a été définitivement approuvée la liste des habitats et la liste des SE après ajustements de propositions faite par l'IRSTEA.

### 2. Atelier de présentation

L'atelier de présentation est la réunion regroupant l'ensemble des participants en vue d'une concertation territoriale et d'une interaction sur les thématiques liées à l'évaluation. Le début de l'atelier est consacré à la présentation générale de l'étude mais aussi de la liste des services et des habitats. La fin de l'atelier est consacrée au remplissage d'une partie de la matrice pour ouvrir la discussion sur la méthode de remplissage et sur les avis liés aux scores. Dans tous les cas, les scores restaient individuels et lors des discussions autour des scores nous respectons les règles de bienséance, de liberté d'expression, de respect des divergences d'opinions et de la possibilité de faire des critiques constructives.

La préparation de l'atelier a eu lieu entre l'IRSTEA et le PNRSE avec l'élaboration de la liste des experts invités et la préparation méthodologique de l'étude.

### 3. – 4. La matrice initiale et le processus de remplissage

La matrice des capacités peut être remplie de différentes façons (C. S. Campagne & Roche, 2018). La matrice initiale peut être pré-remplie (avec des données issues de la littérature ou par groupe restreint de personnes) ou rester vide. Le processus de remplissage peut être en consensus avec tous les participants lors de réunions et chaque score est déterminé après une discussion commune ou en remplissage individuel partiel ou complet de la méthode.

Chaque méthode de remplissage a ses avantages et ses inconvénients (C. S. Campagne & Roche, 2018). Pour l'application en Baie de Somme de cette méthode, nous avons choisi d'utiliser le remplissage individuel complet des matrices. Même si cette méthode demande un temps non négligeable de la part des participants, le remplissage individuel permet d'avoir toutes les données pour effectuer des analyses statistiques et de disposer d'une grande robustesse statistique (C.S. Campagne, Roche, Gosselin, Tschanz, & Tatoni, 2017).

Les participants remplissent individuellement l'intégralité de la matrice avec des scores de 0 à 5. Ce score exprime la capacité à produire un service écosystémique donné (avec un 5 lorsque l'habitat a un fort potentiel à rendre le service et 0 lorsqu'il a un faible potentiel à le rendre).

Afin de prendre en compte l'aisance des personnes mobilisées pour évaluer les scores, nous demandons aux participants de fournir **un indice de confiance** par type d'habitat et par service écosystémique. Ainsi les participants qui remplissent la matrice peuvent exprimer leur aisance et confiance dans leur notation. L'indice de confiance va de 1 : « Je ne me sens pas à l'aise pour ces notations » à 3 : « Je me sens plutôt à l'aise dans ces notations ». Durant des ateliers ou des rendez-vous individuels, l'approche, la méthode et les définitions des SE et des habitats ont été présentés aux participants. Ensuite les matrices ont été remplies entièrement par chacun d'eux.

Dans la matrice finale, les scores de capacité des SE sont produits en utilisant moyenne de toutes les matrices individuelles. Une étude de la variabilité et des modèles à utiliser pour calculer les scores finaux nous montre qu'à partir de 15 participants, le score final est stable ainsi que sa variabilité (C.S. Campagne et al., 2017).

Les créations des matrices de la capacité et de l'usage ont été séparées (nous détaillons cela dans les parties 3.5 et 3.6). Les participants pour la matrice de la capacité et la matrice de l'usage étant différents, nous détaillons

leurs profils dans les paragraphes suivants. Les participants comprennent des experts, des usagers, des chercheurs et des membres d'associations (ONG).

### 5. La compilation des scores

Les scores représentent les capacités potentielles des habitats à produire les SE (matrice de la capacité) ou les usages que nous avons des services (matrice de l'usage). En plus des scores, il convient de prendre également en compte la variabilité (avec l'écart-type) et l'indice de confiance qui sont des données complémentaires aux scores à considérer lors des analyses et interprétations des résultats. L'écart-type d'un score illustre la variabilité des scores entre les différents participants soit la divergence de représentation de la capacité. L'indice de confiance est l'aisance du participant dans son score. L'écart-type est une estimation de la variabilité entre les participants et l'indice de confiance de la variabilité pour chaque participant.

### 6. Fiabilité et validation

Les scores issus des moyennes des matrices individuelles sont analysés en considérant les scores, les indices de confiance et les écarts-types. Pour valider les résultats, nous avons organisé un atelier de restitution et une enquête en ligne.

### 7. Les résultats

Les résultats sont généralement utilisés sous trois formes : les matrices, les cartes et les bouquets. Les scores peuvent être directement utilisés pour des analyses précises. Des cartes à différentes échelles sont possibles et des bouquets de services ou d'habitats peuvent être utilisés pour leur visualisation claire et compréhensible des résultats.

## 3.2. Typologie des habitats

Les habitats sont basés sur l'occupation du sol ARCH disponible sur le territoire du Parc. Les données ARCH sont issues d'une coopération transfrontalière entre la Région Nord-Pas de Calais et le Comté du Kent (Belgique). Cette cartographie des habitats naturels couvre l'ensemble du territoire des 2 régions partenaires à l'échelle du 1/5 000<sup>ème</sup> et utilise une nomenclature des habitats naturels adaptée de CORINE biotopes<sup>1</sup>. Pour le versant Nord-Pas de Calais, la cartographie a été réalisée par photo-interprétation d'images aériennes couleurs et infrarouge couleurs datées de 2009, sous la supervision scientifique du Conservatoire botanique national de Bailleul.

Les données ARCH comprennent 64 habitats. Dans le cadre de notre étude nous les avons regroupés en 33 habitats, présentés dans le Tableau 1 avec les définitions et les codes ARCH associés dans l'Annexe 1, en fonction de leur capacité à fournir des SE. Dans le cadre de l'utilisation des données ARCH, toutes leurs limites et biais intrinsèques sont à prendre en considération. Par exemple, les limites d'interprétation quant aux habitats identifiés liées à la compréhension de la typologie ARCH ou aux limites de l'identification par photo-interprétation (ARCH, 2012).

---

<sup>1</sup> Informations prises sur le site internet : <http://www.arch.nordpasdecals.fr/>

**Tableau 1 : Habitats de la matrice**

Habitats aquatiques	H1	Milieu aquatique non marin	Habitats forestiers	H7	Landes
	H2	Fonds ou rivages des plans d'eau non végétalisés		H8	Fourrés
	H3	Végétations aquatiques		H18	Forêts caducifoliées
	H4	Eaux courantes		H19	Forêts riveraines, forêts et fourrés très humides
	H5	Végétations immergées		H22	Plantations de caducifoliés
	H6	Bas marais, tourbières de transition, sources		H24	Plantations de conifères
Habitats agricoles	H9	Steppes et prairies calcaires sèches	Habitats anthropiques	H25	Haies, alignements d'arbres
	H10	Prairies à métaux lourds		H26	Parcs urbains et grands jardins
	H11	Prairies acides et dunes fossiles		H27	Villes, villages, et sites industriels
	H12	Lisières humides à grandes herbes		H28	Carrières en activité
	H13	Prairies humides		H29	Carrières abandonnées
	H14	Végétations de ceinture des bords des eaux		H30	Terrils
	H15	Prairies mésophiles		H31	Voies de chemin de fer, friches et abords de voies de communication
	H16	Prairies à fourrage des plaines		H32	Lagunes et réservoirs industriels
	H17	Prairies améliorés		H33	Réseaux routiers et ferroviaires
	H20	Cultures			
	H21	Bandes enherbées			
	H23	Vergers			

### 3.3. Services écosystémiques

La liste et la classification des services écosystémiques sont présentées dans le Tableau 2 et le détail des définitions et exemples sont dans l'Annexe 2. Elles se basent sur la classification du CICES (Haines-young & Potschin, 2013).

**Tableau 2 : Services écosystémiques de la matrice des capacités**

Services de régulation et d'entretien	Maintien des conditions biologiques, physiques et chimiques	Régulation du climat et de la composition atmosphérique	 SR1  SR2  SR3  SR4  SR5  SR6  SR7  SR8  SR9  SR10  SR11  SA1  SA2  SA3  SA4  SA5  SA6  SA7  SA8  SA9  SC1  SC2  SC3  SC4  SC5
		Régulation des animaux vecteurs de maladies pour l'homme	
		Régulation des ravageurs	
		Offre d'habitat, de refuge et de nursery	
		Pollinisation et dispersion des graines	
		Maintien de la qualité des eaux	
		Maintien de la qualité du sol	
	Régulation des risques naturels	Contrôle de l'érosion	
		Protection contre les tempêtes	
		Régulation des inondations et des crues	
Nuisances	Limitation des nuisances visuelles, olfactives et sonores		
Services d'approvisionnement	Biomasse	Production végétale alimentaire cultivée	
		Production animale alimentaire élevée	
		Ressource végétale et fongique alimentaire sauvage	
		Ressource animale alimentaire sauvage	
	Eau douce	Eau douce	
	Matériaux	Matériaux et fibres	
		Ressource secondaire pour l'agriculture/ alimentation indirecte	
Composés et matériel génétique des êtres vivants			
	Biomasse à vocation énergétique		
Services culturels	REPRESENTATIONS- subjectifs	Emblème ou symbole	
		Héritage (passé et futur) et existence	
		Esthétique	
	USAGES- objectif	Activités récréatives	
		Connaissance et éducation	

### 3.4. Disservices

Les disservices ont été ajoutés que pour la matrice de la capacité. Ils sont présentés dans Tableau 3 et en Annexe 3 pour les détails des définitions et des exemples. La liste des disservices est basée sur une revue de la littérature scientifique et un processus de concertation avec les gestionnaires du parc afin d'adapter cette liste au contexte local. Pour cette première ajout des disservices dans la matrice des capacités, nous avons souhaité ajouter un nombre restreint de disservices et donc se limiter aux plus connus ou ayant le plus d'impact d'après les gestionnaires. Ainsi tous les disservices n'ont pas été pris en compte tel que le risque de feu considéré comme mineur sur le territoire.

Nous regroupons les disservices selon leurs impacts sur la santé humaine, les impacts économiques et les impacts écologiques (Von Döhren & Haase, 2015).

**Tableau 3** : Disservices de la matrice de de la capacité

<b>Disservices</b>	<b>Impacts sur la santé humaine</b>	Morsures et attaques	 DS1
		Pollen et spores allergéniques, plantes et champignons toxiques et/ou irritants	 DS2
		Réservoir de maladie vectorielle	 DS3
	<b>Impacts économiques</b>	Dommages sur les infrastructures	 DS4
		Dommages sur les activités humaines	 DS5
	<b>Impacts écologiques</b>	Libération de carbone	 DS6

### 3.5. Matrice de la capacité

#### 3.5.1. Quoi ?

La capacité est une des dimensions de l'offre en services écosystémiques. Elle fait référence à la quantité de services disponibles sans tenir compte de l'usage réel ou non des services considérés. Elle se situe donc en amont de l'évaluation de l'offre et permet de définir les potentialités des habitats et du territoire. Le service écosystémique n'est rendu que lorsque que l'on évalue la quantité de services réellement utilisé ou bénéficiant à l'Homme. Ainsi, la matrice de la capacité évalue la potentialité des habitats à fournir des services écosystémiques (Schröter et al., 2012).

La question posée aux participants pour remplir la matrice est : « *Quelle est la capacité de cet habitat à fournir ce service écosystémique ?* »

Dans le cadre de l'évaluation des services écosystémiques disponibles au sein du territoire du PNR Scarpe-Escout nous avons également pris en compte les contributions négatives de la nature envers l'homme et son bien-être, ce qui est généralement appelé des disservices écosystémiques. Ainsi dans la matrice de la capacité, nous avons complété la liste des services écosystémiques par une liste des disservices (Table 3). Campagne et al. (2018) présentent les résultats de l'analyse et de la prise en compte des disservices écosystémiques.

La méthode de remplissage et les habitats sont les mêmes ainsi l'analyse des résultats est similaire et complémentaire aux services écosystémiques.

#### 3.5.2. Comment ?

Le remplissage de la matrice de la capacité s'est fait individuellement après la présentation de la méthode lors d'un atelier de travail réalisée le 16 juin 2016.

L'atelier s'est déroulé sur la journée entière avec, le matin, une présentation des définitions, de l'étude, de la méthode et de la liste des SE et des habitats.

Nous avons pris le temps de discuter et clarifier toutes les définitions liées à la matrice et aux scores. Nous avons proposé de remplir la matrice par colonne et de donner un score en comparant les différents habitats entre eux. Les différentes expériences de remplissage nous ont montré l'efficacité de cette façon d'aborder la matrice.

L'après-midi a été consacré au remplissage d'une partie de la matrice permettant d'ouvrir la discussion sur la méthode de remplissage et sur les avis liés au score. Dans tous les cas, les scores restaient individuels et lors des discussions autour des scores nous respectons les règles de bienséance de liberté d'expression, de respect des divergences d'opinions et de la possibilité de faire des critiques constructives.

Les personnes indisponibles pour l'atelier ont été vues en entretien individuel.

### 3.5.3. Qui ?

Nous avons limité le panel d'experts éligibles à ceux qui ont des connaissances locales ou globales en écologie afin de tenir compte de tous les principaux types d'habitats et de toutes les activités majeures qui sont appliquées sur le Parc. Nous avons suivi les recommandations de Jacobs et al., 2014 sur la formation d'un échantillon pertinent d'experts ayant une affinité spécifique sur leur territoire. Les experts considérés comprenaient des chercheurs ayant une expertise en écologie et / ou sur le SE, gestionnaires de projets ou de sites, techniciens travaillant sur des domaines environnementaux ou écologiques et des agents de collectivités territoriales.

### 3.5.4. Comparaison de la capacité des services et des disservices

Les diagrammes en boîtes pour les scores de disservices ont été produits à l'aide d'intervalles médians et d'interquartiles. Les diagrammes en boîtes et en moustaches ont été réalisés à l'aide du logiciel Past3 (Hammer et al. 2001).

L'analyse de corrélation entre services et disservices a été effectuée à l'aide de la statistique rho de Spearman pour évaluer le degré de corrélation entre deux variables liées de façon monotone mais pas nécessairement linéaire. Alternativement, la statistique de corrélation de Kendall tau aurait pu être utilisée, mais les deux ont fourni les mêmes modèles de signification. La matrice de corrélation de Spearman a été calculée à l'aide du logiciel R (R Development Core Team, 2017) version 4.0-2 et du package « Hmisc ». Une correction de Bonferroni a été utilisée pour corriger l'inflation du risque d'erreur du fait de la réalisation d'un grand nombre de tests de corrélation.

### 3.5.5. Matrice pondérée à l'échelle du Parc

La matrice des capacités est issue de la moyenne des matrices de tous les participants sans poids en fonction de leurs caractéristiques. Ainsi la capacité à produire des services est présentée sans considération de l'importance (en termes de surface) des différents habitats sur le territoire. Pour avoir une représentation des services produits par les habitats à l'échelle du Parc est créée une matrice pondérée où les scores sont définis au niveau des habitats. En supposant une relation linéaire entre l'aire de l'habitat et sa capacité en service écosystémique, le score moyen du service  $S_x$  de l'habitat  $H_x$  a été multiplié par le pourcentage de la surface de chaque habitat sur le Parc (surface de l'habitat  $H_x$  en  $ha$  dans le Parc divisé par la surface totale du Parc en  $ha$ ) en utilisant la formule (1).

$$(1) \quad ((\text{Scores}_{S_x-H_x}) \times (\text{Surface}_{H_x} / \text{Surface}_{\text{région}}) \times 100) = \text{ScoreP}_{S_x-H_x}$$

Les pourcentages d'occupation du sol proviennent de la cartographie ARCH 2009.

### 3.6. Matrice de l'usage

#### 3.6.1. Quoi ?

À travers la matrice des usages, nous avons cherché à évaluer l'usage réel des services écosystémiques en posant les questions : « *Quelle quantité de services écosystémiques l'homme utilise, prélève ou bénéficie directement pour chacun des différents habitats ?* »

Un des problèmes qui se pose dans la définition des scores des usages est celui de prendre en compte le niveau de la capacité disponible afin de permettre une comparaison des scores de la matrice de capacité et de la matrice de l'usage. Les scores sont des évaluations semi-quantitatives non calibrés sur des quantités biophysiques ou économiques, de ce fait un score de capacité et un score d'usage peuvent correspondre à des quantités différentes si on ne prête pas attention à mettre le score d'usage au regard des niveaux de capacité.

En effet, prendre des notateurs différents pour les 2 matrices ajoute un biais sur les échelles de valeurs entre les 2 matrices et donc pose problème pour la comparaison finale. Par exemple, si un score de 5 est dans la matrice de la capacité et dans la matrice de l'usage, comme ces scores proviennent de groupes de personnes différentes, comment savoir s'ils signifient la même « quantité potentielle » de SE ?

Plusieurs approches ont été suggérées telles que le fait d'évaluer la demande directement à partir des matrices de la capacité en évaluant les niveaux d'usage au regard de la capacité. Il est également possible d'utiliser des scores de la demande avec des valeurs négatives comme Nedkov & Burkhard, (2012) dont les scores de la matrice de la demande sont de 5 à -5.

Nous avons choisi de produire les 2 matrices séparément et de ne pas partir de la matrice de la capacité pour évaluer l'usage afin de limiter l'influence des scores entre eux (par exemple, si la quantité de SE disponible est élevée, on peut être tenté d'indiquer un usage plus fort qu'il ne l'est réellement). Cependant, pour permettre un niveau de correspondance entre les scores de l'usage et les scores de la capacité, nous avons donné aux participants une matrice vide mais à 3 couleurs en fonction des résultats de la matrice : Bleu - capacité faible (scores <1,66) – Blanc – capacité moyenne – Rouge – forte capacité (score > 3,33).

#### 3.6.2. Comment ?

La matrice de l'usage a été remplie individuellement après des entretiens réalisés en mai 2017. En effet, nous n'avons pas fait d'atelier comme pour la matrice de la capacité. Tout d'abord, contrairement à la matrice de la capacité où nous souhaitions qu'un débat ait lieu entre les différents participants, nous voulions pour l'évaluation de l'usage que chaque participant puisse exprimer l'usage selon ses connaissances liées à sa profession et ses activités personnelles sans être influencé par les différents secteurs économiques concernés par les différents usages du territoire (Les chasseurs vs les membres d'associations de protection de la nature par exemple). Ceci a été décidé après discussion avec Pierre Courtois et Jean-Michel Salles du centre de recherche LAMETA.

Ensuite, la réalisation de la matrice avec les entretiens a eu lieu en mai 2017, puis en juin 2017 a été organisé un atelier de restitution de l'ensemble de résultats pour leur analyse critique. Réaliser deux ateliers mobilisant des acteurs locaux à deux dates proches posait des problèmes de participation.

#### 3.6.3. Qui ?

Les connaissances nécessaires pour remplir la matrice de l'usage sont liées aux pressions exercées par la demande sociétale sur les habitats naturels. La matrice de l'usage a été remplie par des participants ayant des profils différents de ceux des participants de la matrice de la capacité, notamment concernant les connaissances en écologie qui étaient requises pour la matrice de capacité. Pour la matrice de l'usage, nous avons privilégié les profils des experts ayant des connaissances sur les activités, les modes de gestion et exploitations des milieux naturels soit des experts de la consommation, de la société et/ou de l'usage des milieux naturels.

### 3.7. Matrice du bilan

Nous avons comparé les matrices de la capacité et les matrices de l'usage avec des tests de comparaison (Test de Student par permutation), puis nous avons réalisé une analyse de coinertie pour tester la similarité des matrices en utilisant le logiciel R 3.4., le package ade4 et la fonction coinertia (Dray et al. 2003). La méthode de coinertie a pour but de rechercher des similarités dans les variations existant au sein de deux matrices de données.

Ensuite nous avons calculé une matrice illustrant la différence entre la capacité et l'usage. La matrice du bilan est la matrice prenant en compte les scores de la matrice finale de la capacité et la matrice finale de l'usage.

Les résultats de la différence entre la capacité et l'usage définissent un risque de non durabilité de l'usage des services écosystémique. Nous regroupons les scores du bilan dans 3 catégories de risques de non-durabilité tels que :

- si la capacité est supérieure à l'usage : risque nul ou faible de non durabilité
- si la capacité est égale à l'usage : risque modéré de non durabilité
- si la capacité est inférieure à l'usage : risque fort de non durabilité

#### **Avertissement**

Les réflexions et analyses sur la matrice du bilan sont encore en cours de développement. Les résultats présentés sont préliminaires et susceptibles d'évoluer.

## 4. Résultats

### 4.1. Matrices

#### Comment interpréter les matrices (Capacité et Usage) ?

Avec les résultats des participants, nous disposons **des scores** des matrices mais aussi nous prenons en compte dans les analyses et interprétations, **l'écart-type** des scores (variation entre les scores des participants) et **les indices de confiance**. En interprétant les scores des matrices nous pouvons mettre en avant des résultats précis ainsi que des tendances. Mais il faut aussi considérer l'écart-type des scores qui illustre la divergence des scores des participants ayant permis d'obtenir le score final. Un écart-type faible signifie que les participants ont donné des scores proches alors qu'un écart-type élevé signifie que les participants ont donné des scores différents et que le score final issu de la moyenne est moins consensuel.

De plus, il faut aussi prendre en compte les indices de confiance qui vont de 1 : « Je ne me sens pas à l'aise pour mes notations » à 3 : « Je me sens plutôt à l'aise pour mes notations ». L'écart-type et l'indice de confiance sont des données complémentaires lors de l'analyse et l'interprétation des scores des matrices.

Les analyses des résultats suivantes ne se veulent pas exhaustives mais comme une amorce de réflexion pour guider les interprétations qui peuvent découler des matrices. Les données brutes sont en Annexe.

#### 4.1.1. Matrice de la capacité

17 personnes ont rempli la matrice de la capacité en 2016. Les participants proviennent de collectivités territoriales, d'associations de protections de la nature et d'autres organismes gestionnaires, le détail est présenté en Annexe 8. Dans les participants, 65% sont des hommes, 53% avaient participé à l'étude de 2015 sur les zones humides, 30% sont des chercheurs et 65% travaillent à l'échelle régionale. Dans les spécialités représentées, 59% sont généralistes, 12% travaillent sur les milieux aquatiques, 18% sur la botanique, 6% sur l'agriculture et 6% les forêts.

Les résultats de la capacité finale, issue de la moyenne des 17 matrices des participants, est présentée Tableau 7 avec les scores représentés par la taille des points, l'écart-type par la couleur des points et les indices de confiance sont en périphéries du tableau pour chaque habitat et chaque service. Ainsi, plus le service écosystémique est rendu par l'habitat, plus le point sera gros. Plus le point tend vers la couleur verte, plus les experts ont chacun donné une valeur similaire. De même la confiance des experts dans leurs propres scores est forte lorsque les points en périphéries du tableau sont verts. La matrice des scores est présentée en Annexe 4. Globalement, les résultats montrent de fortes capacités des forêts à produire des services écosystémiques et une faible capacité pour les habitats anthropiques (Tableau 7).

De nombreux résultats peuvent être détaillés à partir du Tableau 7. Nous présentons les résultats des scores les plus élevés (soit les points les plus gros) **des services de régulation et des habitats aquatiques** (Tableau 4 et Tableau 5).

#### Concernant les services de régulation

L'analyse de ces résultats permet d'identifier un certain nombre de tendances en lien avec des enjeux locaux :

- Le service de régulation le plus rendu sur le territoire est SR4 « Offre d'habitat, de refuge et de nursery » avec un indice de confiance fort. Cela met en avant la capacité des habitats du Parc à accueillir la faune et flore et appuie, s'il le fallait encore, l'intérêt d'un classement de Parc naturel régional.
- Le service SR1 « Régulation du climat et de la composition atmosphérique » est associé aux boisements, confirmant l'importance de leur présence, et, de manière sous-jacente, de leur mode de gestion.

**Tableau 4** : Détails des habitats ayant obtenu les notes les plus élevées pour les services de régulation

Service	Habitats rendant le plus le service
SR1 « Régulation du climat et de la composition atmosphérique »	Indice de confiance moyen, scores élevés et écart-types moyens pour : - H18 « Forêts caducifoliées », - H19 « Forêts riveraines, forêts et fourrés très humides ».
SR2 « Régulation des animaux vecteurs de maladies pour l'homme »	Indice de confiance moyen, scores moyennement élevés et écart-types moyens pour : - H18 « Forêts caducifoliées », - H19 « Forêts riveraines, forêts et fourrés très humides ».
SR3 « Régulation des ravageurs »	
SR4 « Offre d'habitat, de refuge et de nursery »	Indice de confiance fort, scores élevés et écart-types faibles pour : - les habitats aquatiques, - les habitats forestiers, - les habitats agricoles, - H12 « Lisières humides à grandes herbes », - H13 « Prairies humides », - H14 « Végétations de ceinture des bords des eaux ».
SR5 « Pollinisation et dispersion des graines »	Indice de confiance fort, scores élevés et écart-types faibles pour : - les habitats forestiers, - de nombreux habitats agricoles.
SR6 « Maintien de la qualité des eaux »	Indice de confiance fort, scores élevés et écart-types faibles pour : - les habitats aquatiques, - les habitats forestiers, - de nombreux habitats agricoles.
SR7 « Maintien de la qualité du sol »	Indice de confiance moyen, scores élevés et écart-types moyens pour : - les habitats forestiers, - de nombreux habitats agricoles.
SR8 « Contrôle de l'érosion »	
SR9 « Protection contre les tempêtes »	Indice de confiance moyen, scores élevés et écart-types moyens pour : - H18 « Forêts caducifoliées », - H19 « Forêts riveraines, forêts et fourrés très humides » - H25 « Haies, alignements d'arbres ».
SR10 « Régulation des inondations et des crues »	Indice de confiance fort, scores les plus élevés et écart-types moyens pour : - H6 « Bas marais, tourbières de transition, sources », - H13 « Prairies humides », - H19 « Forêts riveraines, forêts et fourrés très humides ».
SR11 « Limitation de nuisances visuelles, olfactives et sonores »	Indice de confiance moyen, scores élevés et écarts-types moyens pour : - H18 « Forêts caducifoliées » - H19 « Forêts riveraines, forêts et fourrés très humides ».

- Le service SR5 « Pollinisation et dispersion des graines » est associé aux habitats forestiers et agricoles, de manière très consensuelle et avec peu de doutes : cela réaffirme notamment l'importance du maintien de l'agriculture sur le territoire, tout en interrogeant sur les modes de gestion des parcelles agricoles.

- L'association du service SR6 « Maintien de la qualité des eaux » aux habitats forestiers et aquatiques, mais également agricoles tend à mettre en évidence le rôle de ses habitats et donc de leur gestion en termes de limitation des pollutions voire de dépollution naturelle.

- Le service SR10 « Régulation des inondations et des crues » est logiquement associé aux habitats humides. C'est un argument supplémentaire pour la préservation de leurs fonctions hydrauliques, d'autant que les écarts-types moyens mettent en évidence un consensus relatif sur le sujet.

Les mêmes analyses peuvent être faites pour tous les autres services écosystémiques avec les tendances suivantes.

Les services d'approvisionnement ont généralement des scores plus faibles que les autres services écosystémiques. Le service d'approvisionnement le plus faible est SA1 « Production végétale alimentaire cultivée » avec un indice de confiance fort car c'est un service très spécialisé qui est principalement présent dans les habitats agricoles, ici H20 « Cultures » et H23 « Vergers » avec des scores très élevés et des écarts types forts. Les services culturels ont généralement des scores élevés, surtout SC5 « Connaissance et éducation » et SC3 « Esthétique » et ils ont des écarts types faibles ou moyens.

### Concernant les habitats aquatiques

Tableau 5 : Détails des habitats aquatiques ayant obtenu les notes les plus élevées

Habitat	Services les plus rendus
H1 « Milieu aquatique non marin »	Indice de confiance fort, scores élevés et écarts types entre moyens et faibles pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>- les services culturels,</li> <li>- SR4 « Offre d'habitat, de refuge et de nursery »,</li> <li>- SA4 « Ressource animale alimentaire sauvage ».</li> </ul>
H2 « Fonds ou rivages des plans d'eau non végétalisés »	Indice de confiance moyen, pas de scores élevés et écarts-types faibles. Les scores les plus forts sont pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>- SR4 « Offre d'habitat, de refuge et de nursery »,</li> <li>- SA5 « Eau douce » avec des écarts types faibles.</li> </ul>
H3 « Végétations aquatiques »	Indice de confiance moyen, scores élevés et écarts-types entre moyens et faibles pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>- SR4 « Offre d'habitat, de refuge et de nursery »,</li> <li>- SR6 « Maintien de la qualité des eaux »,</li> <li>- SC3 « Esthétique »,</li> <li>- SC5 « Connaissance et éducation ».</li> </ul>
H4 « Eaux courantes »	Indice de confiance fort, scores élevés et écarts-types entre moyens et faibles pour les services culturels.
H5 « Végétations immergées »	Indice de confiance fort, scores élevés et écarts-types entre moyens et forts pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>- SR4 « Offre d'habitat, de refuge et de nursery »,</li> <li>- SA5 « Eau douce » avec des écarts types faibles.</li> </ul>
H6 « Bas marais, tourbières de transition, sources »	Indice de confiance fort, scores élevés et écarts-types faibles pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 des 5 services culturels : SC1 « Emblème ou symbole », SC2 « Héritage (passé et futur) et existence », SC3 « Esthétique » et SC5 « Connaissance et éducation »,</li> <li>- 3 services de régulation : SR4 « Offre d'habitat, de refuge et de nursery », SR6 « Maintien de la qualité des eaux », et SR10 « Régulation des inondations et des crues ».</li> </ul> <p>Il est à noter que cet habitat obtient les scores les plus élevés pour le plus grand nombre de services par rapport aux autres habitats aquatiques.</p>

L'analyse de ces résultats permet d'identifier un certain nombre de tendances en lien avec des enjeux locaux. Tout d'abord, les habitats aquatiques ont en général des indices de confiance forts ou moyens et des scores élevés pour les services culturels et les services SR4 « Offre d'habitat, de refuge et de nursery » et SR6 « Maintien de la qualité des eaux » avec des écarts types faibles ou moyens. Cela met en évidence de manière assez nette l'importance de leur présence sur le territoire.

Certains résultats sont symboliques et tout particulièrement les fortes notes obtenues par l'habitat « Bas marais, tourbières de transition, sources » pour de nombreux services culturels et de régulation. Cela confirme de manière consensuelle (indices de confiance forts et écarts-types faibles) la forte valeur des tourbières. Cela constitue une justification supplémentaire aux demandes de financements LIFE sur ce type de milieu. Et de manière générale, ce sont des arguments forts pour le projet de labellisation RAMSAR.

Les mêmes analyses peuvent être faites pour tous les autres habitats avec les tendances suivantes :

Les habitats forestiers rendent le plus de services écosystémiques par rapport aux autres habitats avec des scores forts pour les services de régulation et pour les services culturels. Surtout pour H18 « Forêts caducifoliées » et H19 « Forêts riverains, forêts et fourrés très humides » qui rendent le plus de services comparé à l'ensemble des habitats.

Les habitats anthropiques rendent le moins de service par rapport aux autres habitats avec le score le plus élevé pour H26 « Parcs urbains et grands jardins » et H30 « Terrils » pour les services culturels.

Les habitats agricoles n'ont pas de tendances globales aussi marquées que pour les autres grands types d'habitats et ont des scores les plus élevés pour certains services culturels (principalement SC3 « Esthétique » et SC5 « Connaissance et éducation »,) et pour certains services de régulation. Les habitats agricoles rendant le plus de services sont H12, H13 et H14.

Les services écosystémiques proviennent de processus et de fonctions écologiques complexes en interaction au sein des habitats. Les services écosystémiques sont corrélés entre eux et sont en compromis et synergies. Ainsi il est important de ne pas considérer un service seul mais de considérer des bouquets de services écosystémiques comme présentés ci-après. Quels que soient les services ou habitats étudiés, les conclusions sont évidemment à prendre avec les limites de la méthode. Mais ce sont des informations importantes pour alimenter les débats, les confronter à d'autres données, et aider aux prises de décisions locales.

#### Mots du Parc

Dans le cadre présent, le principal enseignement de l'étude est que certaines hypothèses formulées par le Parc sont confortés par un certain consensus des contributeurs à la matrice : l'importance de la préservation des habitats à dominante humides et des habitats forestiers, mais également les rôles majeurs joués par les habitats agricoles. Cela contribue à justifier collectivement non seulement l'envie d'obtenir le label RAMSAR pour le territoire, mais également certains programmes d'actions bénéficiant de subventions régionales, nationales ou européennes à des fins de restauration ou d'amélioration des habitats : programmes de maintien de l'agriculture en zone humide, projet LIFE tourbière, ...

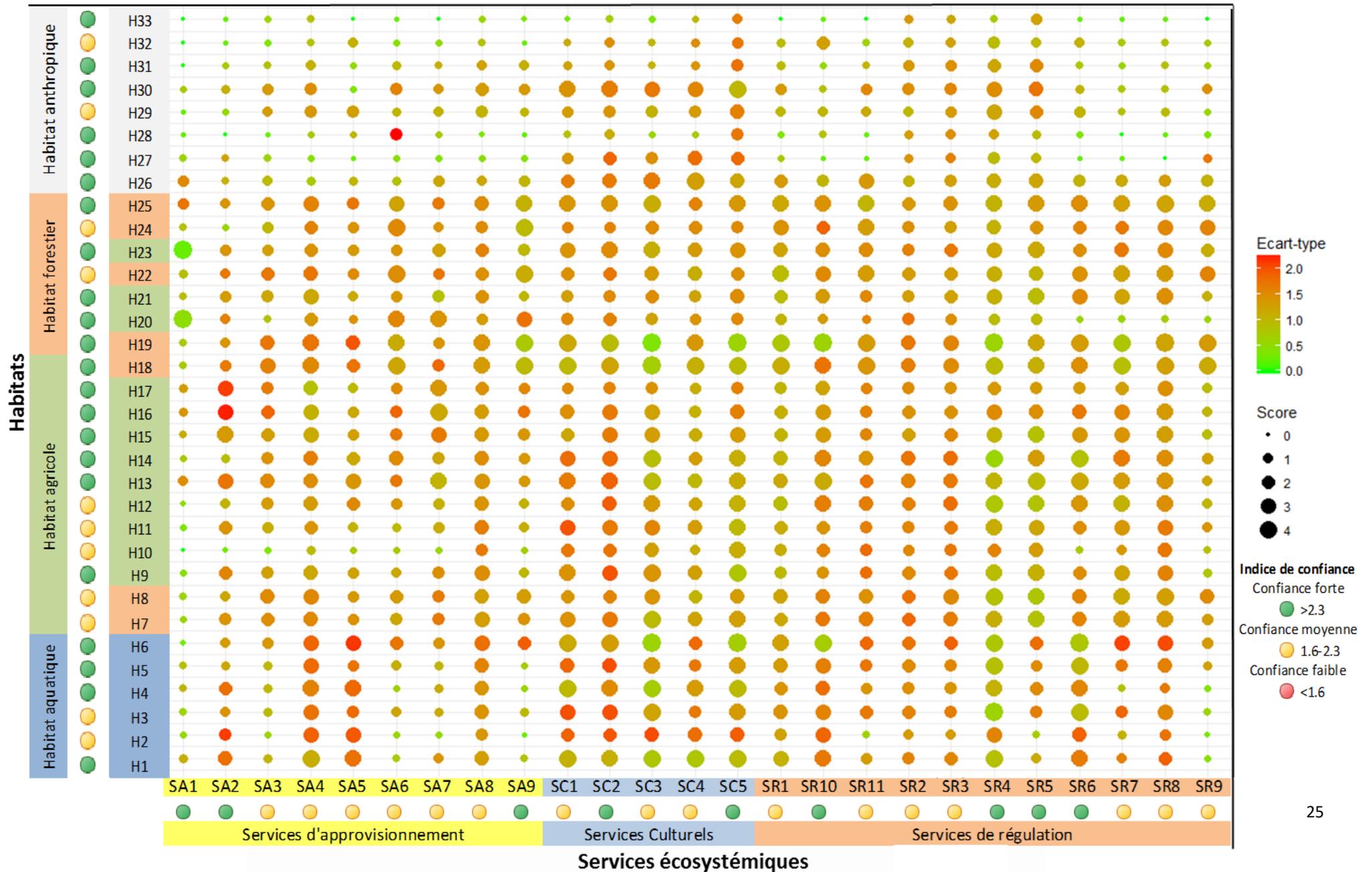
#### Les indices de confiance de la capacité

Les indices de confiance de la matrice de la capacité sont forts (entre 2 et 2,5) et on remarque que les indices de confiance à 1 sont peu présents (Tableau 6). Les indices de confiance sont plus élevés pour les habitats que pour les services (et surtout pour les services de régulation). Les scores de la matrice de la capacité sont avec des indices de confiance forts ce qui exprime l'aisance et une bonne connaissance locale de la capacité des habitats à fournir des services mais les résultats montrent des variations de la confiance entre les différents services alors que la confiance est plus stable entre les différents habitats d'après le Tableau 6.

**Tableau 6** : Moyenne des indices de confiance de la matrice de la capacité

	Moyenne	IC = 1	IC = 2	IC = 3		Moyenne	IC = 1	IC = 2	IC = 3
Habitats aquatiques	<b>2,39</b>	0,09	0,43	0,48	Services de régulation	<b>2,16</b>	0,22	0,38	0,39
Habitats agricoles	<b>2,47</b>	0,05	0,44	0,52	Services d'approvisionnement	<b>2,24</b>	0,17	0,42	0,41
Habitats forestiers	<b>2,34</b>	0,13	0,41	0,46	Services culturels	<b>2,39</b>	0,16	0,28	0,55
Habitats anthropiques	<b>2,43</b>	0,09	0,40	0,52					

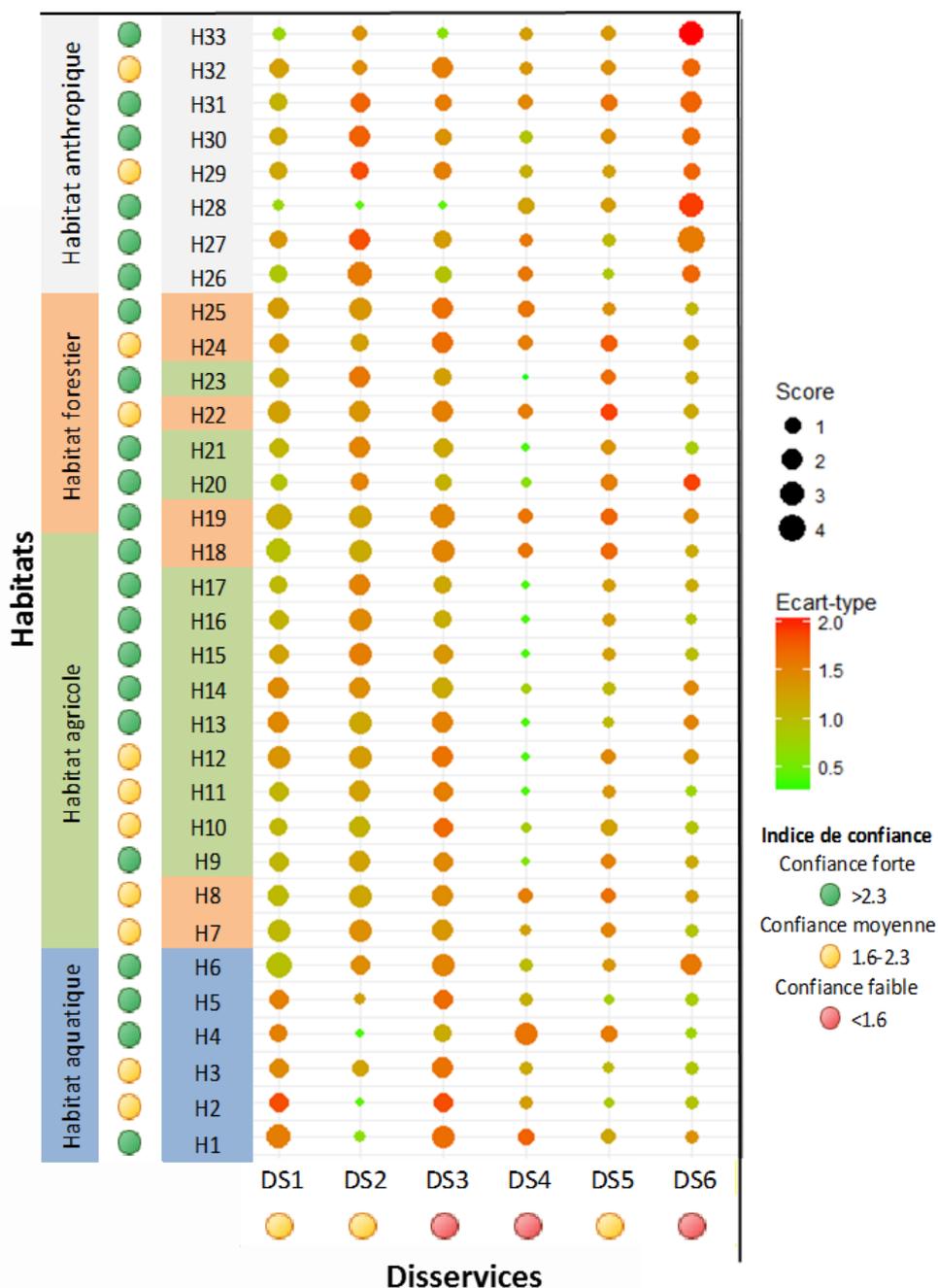
Tableau 7 : Matrice de la capacité – Juin 2016

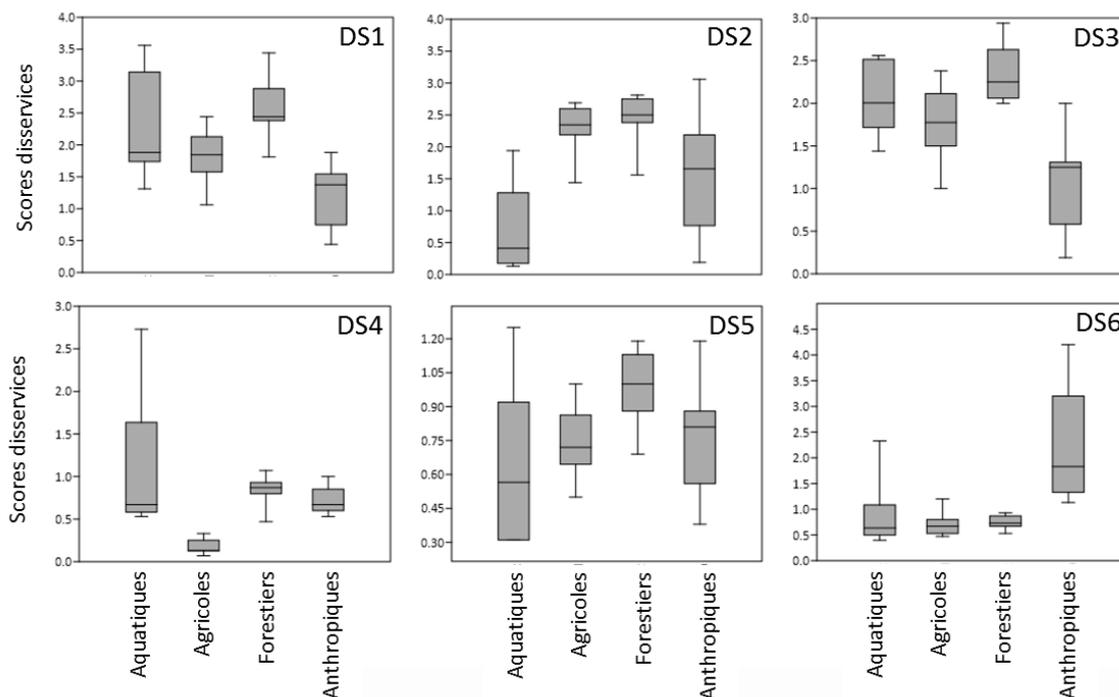


4.1.2. Matrice de la capacité des disservices

La capacité des habitats à générer des disservices est en moyenne faible (Tableau 8, les scores sont en Annexe 5). Les disservices ayant des impacts sur la santé humaine (DS1, DS2 et DS3) ont des scores plus élevés que les disservices ayant des impacts écologiques (DS6) et que les disservices ayant des impacts économiques (DS4 et DS5) qui ont des scores majoritairement faibles. Les habitats forestiers et aquatiques génèrent plus de disservices et le score le plus élevé des disservices est DS6 « Libération de carbone » dans les « villes, villages et sites industriels » avec un score de 4,2. Ce dernier résultat est à pondérer car il convient d'indiquer que l'émission de carbone des zones urbaines et industrielles résulte de l'activité humaine et de combustibles fossiles et non pas de processus écosystémiques.

**Tableau 8 :** Matrice de la capacité - disservices – Juin 2016





**Figure 7 :** Diagrammes en boîtes et en moustaches des scores de l'EDE regroupés par grand type d'habitat : DS1 (Morsures et attaques), DS2 (Pollen et spores allergéniques, plantes et champignons toxiques et/ou irritants), DS3 (Réservoir de maladie vectorielle), DS4 (Dommages aux infrastructures), DS5 (Dommages sur les activités humaines), DS6 (Libération de carbone).

À partir des scores (Tableau 8) et les regroupant des scores par grands types d'habitats et pour chaque disservices (Figure 7), les résultats suivant peuvent être déterminés:

- DS1 « Morsures et attaques » a un indice de confiance moyen et ses scores les plus élevés (ici, supérieures à 3) sont dans les habitats H1 « Milieu aquatique non marin », H6 « Bas marais, tourbières de transition, sources » et H19 « Forêts riveraines, forêts et fourrés très humides » avec des écarts types faibles et un écart type fort pour H1 « Milieu aquatique non marin ». Ces scores les plus faibles sont dans les habitats urbains.
- DS2 « Pollen et spores allergéniques, plantes et champignons toxiques et/ou irritants » a un indice de confiance moyen et son score le plus élevé (ici, supérieures à 3) est dans l'habitat H26 « Parcs urbains et grands jardins » avec un écart type moyen. Ces scores les plus faibles sont pour les habitats aquatiques.
- DS3 « Réservoir de maladie vectorielle » a un indice de confiance faible et tous ses scores sont inférieurs à 3 avec des écarts types moyens sauf pour les habitats anthropiques dont ces scores sont les plus faibles.
- DS4 « Dommages sur les infrastructures » a un indice de confiance faible et des scores inférieurs à 1 sauf pour H1 et H4. Les écarts types de ses scores sont moyens et faibles pour les habitats forestiers. Ces scores les plus forts sont pour les habitats aquatiques.
- Tout comme DS4, DS5 « Dommages sur les activités humaines » a des scores faibles qui sont tous inférieurs à 1,5 avec des écarts types moyens. DS5 a un indice de confiance moyen.
- DS6 « Libération de carbone » a un indice de confiance faible et a des scores faibles qui sont tous inférieurs à 1,5 avec des écarts types moyens pour les habitats forestiers, agricoles et aquatiques sauf pour H26 « Parcs urbains et grands jardins ». DS6 a un score élevé pour H27 « Villes, villages, et sites industriels » et moyennement élevé pour l'ensemble des habitats anthropiques avec des écarts types forts.

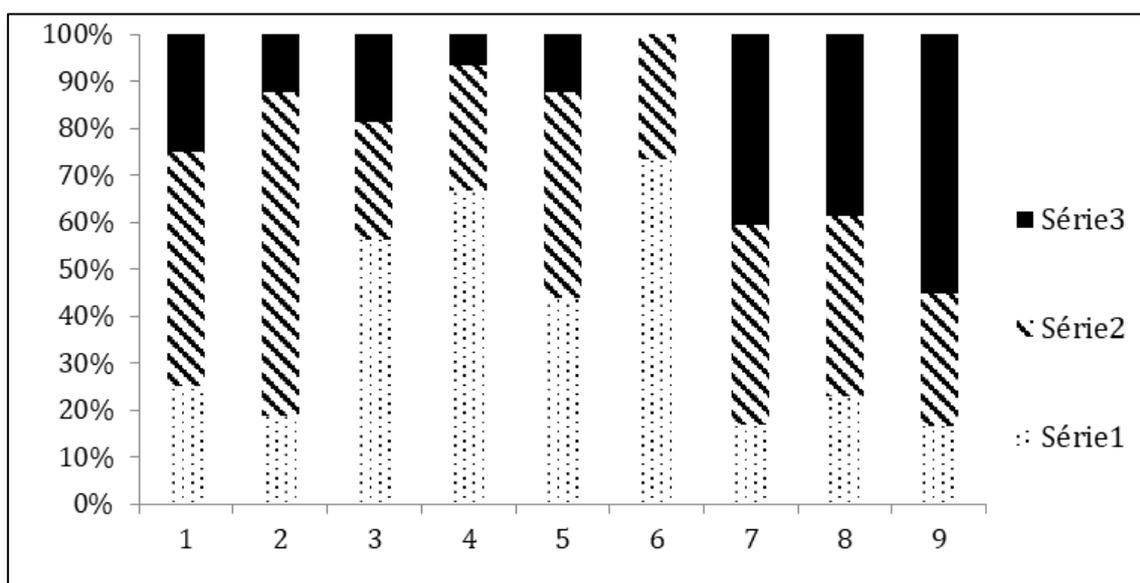
Les forêts génèrent le plus de disservices que d'autres grands types d'habitats, avec une moyenne de 1,65, particulièrement pour les DS1, DS2, DS3 et DS5. Les habitats aquatiques ont des scores élevés pour DS1 et DS3. Les habitats agricoles ont des scores élevés pour les impacts sur la santé DS2 et DS3. Les habitats anthropiques

ont les scores le plus élevé pour DS6 et les scores les plus faibles pour le disservices ayants impacts sur la santé (Figure 7).

### Les indices de confiance de la capacité en disservices

Nous pouvons constater que le pourcentage d'indice de confiance à 3 (soit la confiance la plus forte) est plus élevé pour les services écosystémiques que pour les disservices (Tableau 6 et Figure 8). De plus, pour les disservices DS3 à DS6, une proportion élevée (> 40%) des participants se sentait « mal à l'aise dans leurs scores » (avec un score de confiance à 1). Les scores de confiance exprimés par les participants sont les plus bas pour DS4 « Dommages sur les infrastructures » et DS6 « Carbone release » avec un score de confiance moyen de respectivement 1,40 et 1,27 et le plus élevé pour DS1 et DS2 avec 2,00 et 1,94, qui ont une forte proportion d'indice de confiance à 2 soit une confiance modérée.

Les disservices, tout comme les services, proviennent de processus et de fonctions écologiques complexes en interaction au sein des habitats. Les disservices et les services écosystémiques sont corrélés entre eux et sont en compromis et synergies. Ainsi il est important de ne pas considérer un service et/ou un disservice seul mais de considérer des bouquets de services écosystémiques et de disservices comme présentés ci-après.

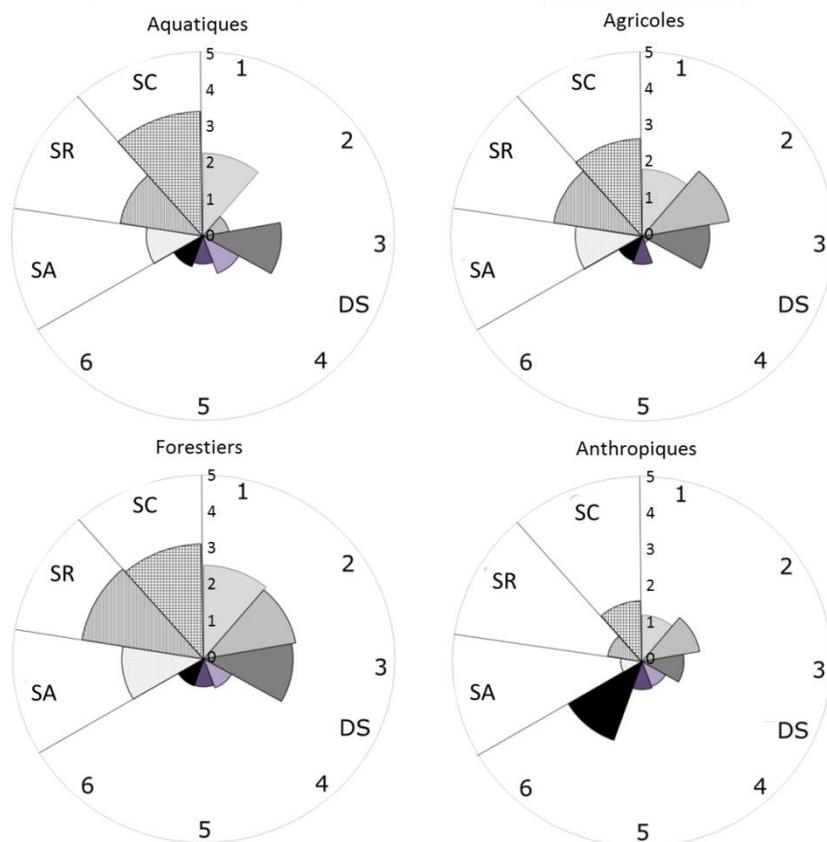


**Figure 8:** Pourcentage des 3 indices de confiance pour chaque disservice (DS) et pour les 3 types de services écosystémiques: services d'approvisionnement, service de régulation et services culturel.

### Comparaison entre la capacité en services écosystémiques et en disservices

Nous pouvons aussi représenter les services et les disservices dans un même bouquet (Figure 9, concept de bouquet détaillé dans la partie 4.2) afin de pouvoir comparer les résultats mais surtout prendre en compte dans une même représentation les impacts « positifs et négatifs » de la nature envers le bien-être de l'homme.

Les différents grands types d'habitats présentent des ensembles très différents de capacité à produire des services et des disservices. La capacité des habitats à générer des disservices est généralement inférieure à la capacité de fournitures des services écosystémiques. Les habitats forestiers ont les capacités les plus élevées de produire à la fois des services et des disservices, tandis que les habitats anthropiques ont les capacités les plus faibles.



**Figure 9:** Bouquet de la capacité potentiel des 4 grands types d'habitats à fournir des disservices et des 3 catégories de services écosystémiques. Services d'approvisionnement (PS), Services de regulation (RS) et Services culturels (CS) (Figure extraite de Campagne et al. 2018).

Les habitats aquatiques et agricoles ont des scores de services élevés et des scores de disservices variables. Le score moyen relativement faible des habitats agricoles pour les services d'approvisionnement (1,6) résulte de la spécialisation des systèmes agricoles : les cultures ont des scores élevés pour les aliments d'origine végétale et des scores faibles pour les aliments d'origine animale. Les prairies présentent le schéma inverse. Nous constatons que le disservice DS6 (libération de carbone) est particulièrement élevée dans les zones urbaines, et que les autres services et les disservices étaient faibles. Ce score est discutable car de nombreuses émissions de carbone résultent de l'utilisation de combustibles fossiles, et ne peuvent donc pas être considérées comme un disservice généré par l'habitat.

Pour explorer d'avantage les scores des services et des disservices, nous avons fait une analyse des corrélations via une matrice de corrélation rho de Spearman (Tableau 9). Les corrélations permettent de mettre en avant l'importance des liens entre les différents services et disservices écosystémiques. Ainsi, dans le Tableau 9, plus la valeur est forte plus la capacité de production d'un (dis)service sera lié à la capacité de l'autre (dis)service. Les disservices liés à la santé sont les plus fortement corrélés avec un large éventail de services et entre eux. Cela signifie que si l'un des disservices lié à la santé augmente, les autres disservices liés à la santé augmenteront aussi ainsi que les services écosystémiques avec lesquels il est corrélé. La significativité statistique d'une corrélation montre une forte probabilité que la relation soit forte.

Disservices						Services de régulation et d'entretien										
DS1	DS2	DS3	DS4	DS5	DS6	SR1	SR2	SR3	SR4	SR5	SR6	SR7	SR8	SR9	SR10	SR11
DS1	0.46	0.95	0.01	-0.05	-0.22	0.83	0.82	0.74	0.81	0.55	0.77	0.82	0.79	0.61	0.82	0.66
DS2		0.38	-0.24	-0.07	-0.08	0.47	0.65	0.73	0.30	0.83	0.26	0.77	0.73	0.79	0.39	0.71
DS3			0.09	0.04	-0.24	0.84	0.78	0.70	0.80	0.47	0.78	0.77	0.76	0.57	0.81	0.67
DS4				0.33	0.25	0.15	-0.17	-0.19	0.06	-0.32	0.02	-0.18	-0.13	-0.02	-0.07	0.04
DS5				0.33	0.25	0.05	-0.04	0.06	-0.15	0.10	-0.23	0.01	0.03	0.11	-0.18	0.14
DS6					0.08	-0.23	-0.32	-0.45	-0.31	-0.23	-0.38	-0.33	-0.36	-0.03	-0.33	-0.21

Services d'approvisionnement									Services culturels					
SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	SA6	SA7	SA8	SA9	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	
DS1	0.10	0.38	0.67	0.64	0.70	0.44	0.35	0.81	0.48	0.62	0.59	0.69	0.47	0.56
DS2	0.32	0.25	0.79	0.25	0.09	0.48	0.61	0.49	0.63	0.31	0.37	0.36	0.35	0.25
DS3	0.03	0.28	0.56	0.60	0.70	0.40	0.21	0.75	0.41	0.60	0.54	0.68	0.43	0.57
DS4	-0.01	-0.42	-0.18	0.13	0.12	0.06	-0.50	-0.17	-0.02	0.05	0.00	0.06	0.26	0.02
DS5	-0.09	-0.19	0.04	0.00	-0.16	0.23	-0.02	-0.10	0.30	0.01	-0.07	-0.09	0.01	-0.05
DS6	-0.26	-0.61	-0.25	-0.56	-0.36	0.15	-0.31	-0.42	0.00	-0.36	-0.26	-0.38	-0.14	-0.35

**Tableau 9 :** Matrice de corrélation Spearman (corrélations significatives en gras, couleur cellulaire gris clair  $p < 0,05$  ; gris foncé  $p < 0,01$ )

DS1 (Morsures et attaques) est significativement corrélé ( $p < 0,05$ ) avec tous les services et avec des corrélations très significatives ( $p < 0,01$ ) avec SR9 (Protection contre les tempêtes), SR11 (imitation des nuisances visuelles, olfactives et sonores), SA3 (Ressource végétale et fongique alimentaire sauvage), SA4 (Ressource animale alimentaire sauvage) et avec SC1 (Emblème ou symbole) et SC2 (Héritage et Existence). Ainsi l'augmentation du score de capacité de DS1 est très fortement liée à l'augmentation de SR9, SR11, SA3, SA4, SC1 et SC2.

DS2 (Pollen et spores allergéniques, plantes et champignons toxiques et/ou irritants) est significativement corrélé avec 17 services sur 26, et fortement corrélée avec 2 services (SR2 Régulation des animaux vecteurs de maladies pour l'homme et SA7 Ressources secondaires).

DS3 (Réservoir de maladie vectorielle) est significativement corrélé avec 19 services sur 26, et fortement corrélée avec 4 services (SR3, SR11, SA4 et SS2).

DS4 (Dommages sur les infrastructures) n'est corrélé de façon significative et négative qu'à 2 services (SA2 Production animale alimentaire élevée et SA7 Ressources secondaires). Ainsi l'augmentation de SA4 est liée à la diminution de la capacité en SA2 et SA7.

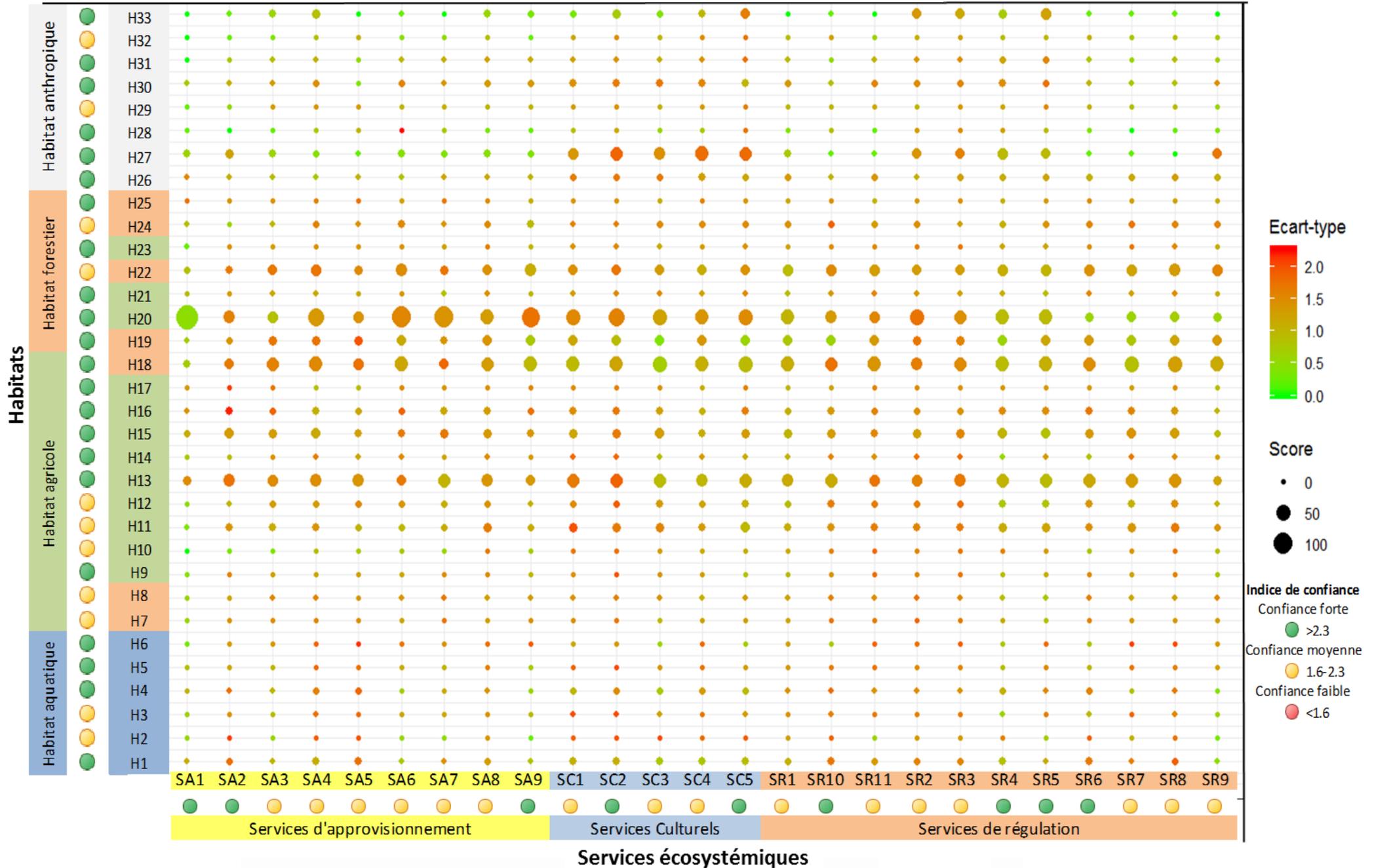
DS5 (Dommages sur mes activités humaines) n'est corrélé à aucun service.

DS6 (Libération de carbone) est en corrélation négative avec 10 ES et très significativement avec SA2 (Production animale alimentaire élevée).

#### Mots du Parc

Ces résultats mettent en avant l'importance de communiquer sur les disservices afin d'être transparent sur les aspects positifs et négatifs de la biodiversité et de la nature au regard de leur contribution au bien-être de l'homme. Par exemple, les milieux forestiers et aquatiques apportent de nombreux services écosystémiques valorisés pour leur protection et gestion durable mais il est important d'associer cela avec de la prévention sur les disservices qu'ils amènent tels que les moustiques, les tiques et les allergènes.

Tableau 10 : Matrice de la capacité pondérée avec les surfaces



#### 4.1.3. Matrice de la capacité pondérée à l'échelle du Parc

La matrice de la capacité présentée en Tableau 7 donne les scores de capacités sans pondération. On considère que les scores présentent les capacités des différents habitats pour une même superficie. Pour avoir une vision de l'ensemble du territoire du Parc, les scores de la matrice des capacités ont été pondérés par les pourcentages d'occupation du sol des habitats : la matrice pondérée est présentée en Tableau 10 les scores en Annexe 6. Une correspondance entre les habitats ARCH et les habitats de la matrice a été réalisée (Annexe 1). Sur le territoire du PNRSE, 9 habitats représentent 90 % du territoire avec du plus présent au moins présent les habitats : cultures (29 %), villes, villages et sites industriels (14 %), réseaux routiers et ferroviaires (16 %), forêts caducifoliés (10 %), prairies humides (8 %), plantations de caducifoliés (6 %), prairies mésophiles (3 %), forêts riveraines, forêts et fourrés très humides (3%) et prairies acides et dunes fossiles (2.60 %). En pondérant les scores de la capacité par les surfaces des habitats on remarque l'importance de la surface et ainsi les capacités des 8 habitats les plus présents sur le territoire sont mis en avant.

Il est important de noter dès à présent que la pertinence de la prise en compte de la superficie pour l'évaluation régionale des services d'approvisionnement et de régulation repose sur une hypothèse de proportionnalité, entre la surface d'habitat et la quantité de service produites qu'il conviendra de vérifier à l'avenir. Ainsi, pour certains services culturels tels que la valeur patrimoniale ou les valeurs esthétiques, l'hypothèse de proportionnalité n'est pas forcément raisonnable : un habitat rare ou un habitat répandu dans une région peuvent être tous deux considérés comme symboliques et/ou beaux. De même, la matrice pondérée n'a pas été faite avec les disservices alors que cela peut être aussi pertinent.

Les résultats de la matrice pondérée montrent :

- Ce sont les « Cultures » qui rendent le plus de services du fait de leur surface occupée importante (28,6% du territoire), malgré une capacité modérée dans la matrice sans pondération (Tableau 7). Leur gestion actuelle et les éventuelles évolutions à venir jouent donc un rôle non négligeable sur les services rendus par la nature sur le territoire du Parc. Il est important de poursuivre voire renforcer le travail engagé avec les agriculteurs autour de la maîtrise des pollutions ou de l'érosion, le développement des espèces adventices des cultures.
- Les autres habitats qui ressortent sont :
  - Les prairies humides,
  - Des habitats forestiers : forêts riveraines, forêts et fourrés très humides ; plantations de caducifoliées et forêts caducifoliées,
  - les habitats anthropiques (villes, villages, sites industriels, réseaux routiers et ferroviaires).

#### 4.1.4. Matrice de l'usage

En tout 25 personnes ont rempli la matrice de l'usage en 2017. Les participants proviennent de collectivités territoriales, d'associations de protections de la nature et d'autres organismes gestionnaires, le détail est présenté en Annexe 7.

Dans les participants, 56% sont des hommes, 52% avaient participé à l'étude de 2015 sur les zones humides et 28% avaient participé à l'évaluation de la capacité en 2016. 16% sont des chercheurs. 20% travaillent à l'échelle du Parc, 8% à l'échelle départementale, 48% à l'échelle régionale, 20% à l'échelle nationale. Dans les spécialités représentées, 68% sont généralistes, 20% travaillent sur les milieux aquatiques, 4% sur la botanique et 4% les forêts.

La comparaison visuelle des matrices de la capacité et de l'usage met en avant une forte similitude.

Les tendances semblent être les mêmes pour les 2 matrices. Ainsi nous ne reprendrons pas le détail des scores de la matrice de l'usage comme cela a été fait pour la capacité.

#### Les indices de confiance de l'usage

**Tableau 11** : Moyenne des indices de confiance de la matrice de l'usage

	<b>Moyenne</b>	% IC = 1	% IC = 2	% IC = 3
Habitats aquatiques	<b>2,04</b>	0,29	0,38	0,33
Habitats agricoles	<b>1,81</b>	0,43	0,32	0,24
Habitats forestiers	<b>1,95</b>	0,38	0,29	0,32
Habitats anthropiques	<b>2,15</b>	0,23	0,40	0,38
<hr/>				
Services de régulation et d'entretien	<b>1,85</b>	0,38	0,39	0,23
Services d'approvisionnement	<b>1,80</b>	0,46	0,28	0,26
Services culturels	<b>2,01</b>	0,36	0,27	0,37

Les indices de confiance de la matrice de l'usage sont généralement faibles (inférieurs ou proche de 2) et on remarque que tous les indices de confiance sont présents sans grande tendance (Tableau 11).

En analysant les indices de confiance dans le Tableau 11, on remarque une hétérogénéité des indices de confiance dans les habitats et dans les services. Ce sont les habitats H9, H10, H11 et les services SR2 SR3 et SA8 qui ont les indices de confiance les plus faibles (entre 1,26 et 1,52 en moyenne). Ainsi les scores de la matrice de l'usage sont avec des indices de confiance faible ce qui exprime un manque d'aisance et de connaissance dans l'usage des habitats pour les services.

Tableau 12 : Matrice de l'usage – Juin 2017

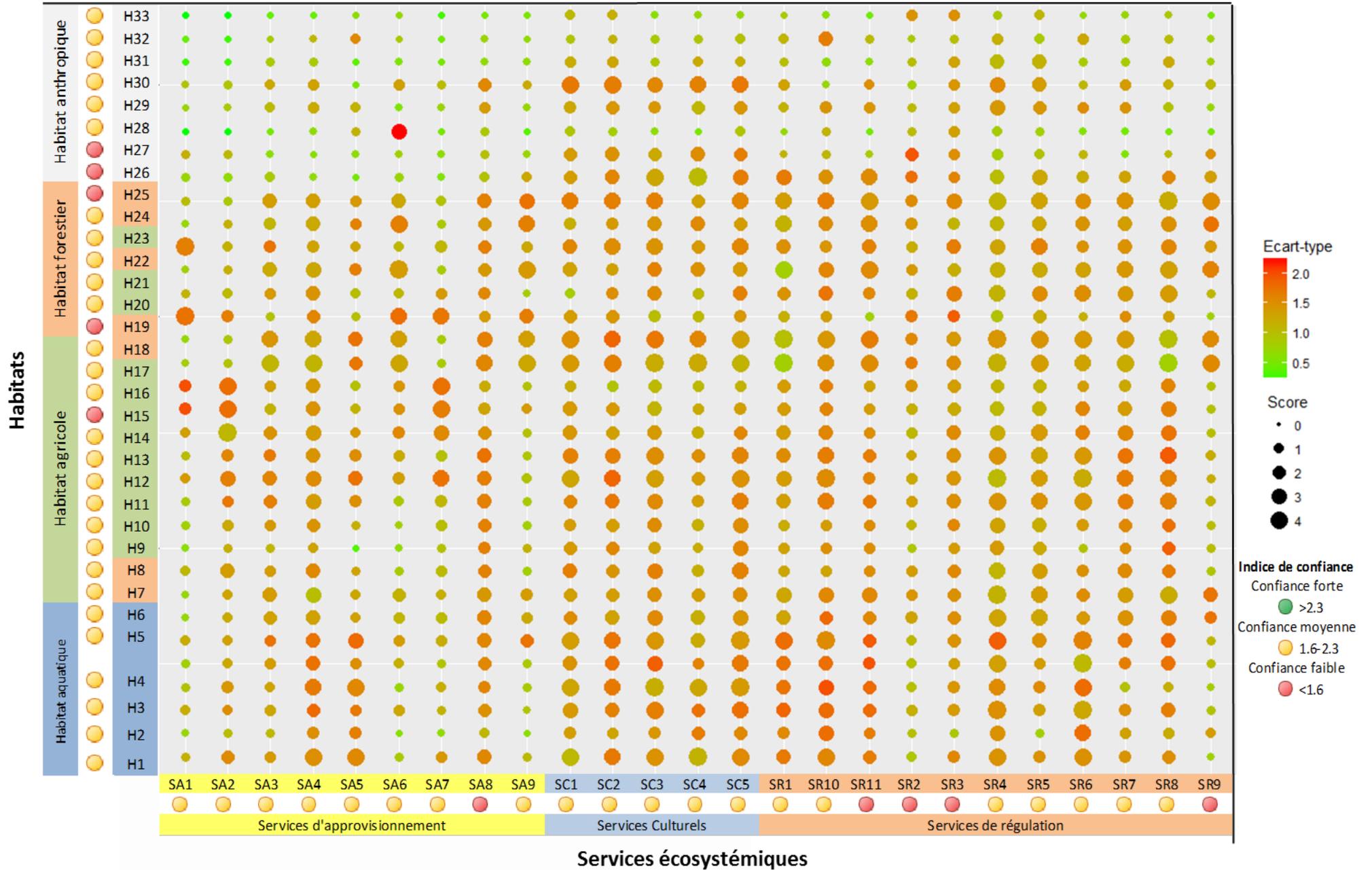


Tableau 13 : Matrice du bilan – Juin 2017

Case blanche avec NP = résultat non pertinent car score de la capacité et/ ou de l'usage est inférieur à 1 ; Case bleue = Risque nul ou faible ; Case jaune = Risque modéré ; Case rouge = Risque fort de non durabilité

		Services de régulation											Services d'approvisionnement									Services culturels					
		Maintien des conditions biologiques, physiques et chimiques							Régulation des risques naturels			Nuisances	Biomasse				Eau douce	Matériaux				REPRESENTATIONS			USAGES		
																											
Code	SR1	SR2	SR3	SR4	SR5	SR6	SR7	SR8	SR9	SR10	SR11	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	SA6	SA7	SA8	SA9	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5		
Habitats aquatiques	H1	0.68	1.12	0.76	0.51	-0.49	-0.08	-0.34	0.35	NP	0.00	-0.09	NP	1.04	NP	0.69	0.15	NP	-0.17	0.96	NP	0.52	0.63	0.94	0.34	0.84	
	H2	0.35	0.41	0.33	0.68	NP	-0.38	NP	0.41	NP	0.66	-0.56	NP	1.04	NP	1.46	1.73	NP	NP	0.83	NP	0.70	0.87	1.04	0.70	1.00	
	H3	0.53	0.98	0.45	0.77	0.24	0.17	0.07	0.74	NP	0.84	0.10	NP	NP	-0.31	1.05	0.29	0.05	NP	1.01	NP	0.57	0.70	0.83	0.10	0.78	
	H4	0.25	0.89	0.36	0.38	0.50	0.26	NP	NP	NP	-0.24	-0.20	NP	0.56	NP	0.30	-0.01	NP	NP	0.91	NP	0.64	0.42	0.59	0.23	0.35	
	H5	0.55	1.03	0.45	0.79	0.45	0.01	0.11	0.80	NP	0.74	0.15	NP	NP	NP	1.01	0.16	NP	NP	0.93	NP	0.54	0.79	0.79	0.38	0.56	
	H6	0.30	1.32	0.26	1.11	0.16	0.45	1.16	1.19	0.60	0.47	0.36	NP	NP	0.19	0.85	0.60	0.90	0.34	1.29	0.54	0.67	1.04	1.13	0.18	0.86	
Habitats agricoles	H9	0.54	0.93	0.54	0.97	1.08	0.67	1.27	1.10	NP	0.75	0.66	NP	0.42	0.41	0.60	0.60	NP	0.50	1.54	NP	1.65	1.31	1.64	1.34	1.39	
	H10	0.38	0.79	0.56	-0.07	0.63	NP	-0.21	0.70	NP	0.84	0.75	NP	0.31	NP	0.58	0.49	1.14	0.17	1.40							
	H11	0.86	0.97	0.50	0.85	1.29	0.86	1.53	1.17	NP	1.10	0.64	NP	0.66	0.28	0.46	NP	NP	0.30	0.85	NP	1.32	1.46	1.32	1.02	1.25	
	H12	0.71	1.24	0.66	0.83	0.89	0.21	1.26	0.60	0.29	0.83	0.88	NP	-0.08	0.03	-0.08	0.51	0.64	-0.13	0.69	0.46	0.50	0.76	0.72	0.73	0.71	
	H13	0.24	1.52	0.74	-0.01	0.95	0.30	0.61	0.48	0.33	0.42	0.73	NP	0.61	0.26	0.36	0.96	0.57	0.55	1.09	0.60	0.10	0.69	0.77	1.06	0.59	
	H14	0.62	1.50	0.60	0.63	0.36	0.53	0.75	0.59	0.49	0.73	0.69	NP	-0.47	0.15	0.38	0.60	1.23	0.50	0.96	0.66	0.26	0.83	0.93	0.38	0.61	
	H15	0.36	1.17	0.21	0.55	0.49	0.93	0.84	0.94	NP	1.05	0.51	NP	0.06	0.45	0.83	0.49	0.26	0.16	1.15	0.83	0.28	1.17	1.13	0.63	1.22	
	H16	0.17	1.06	0.40	0.79	0.56	0.53	0.91	1.20	NP	1.47	0.69	-0.61	-0.21	0.71	0.95	0.45	0.58	0.30	1.38	0.89	0.74	1.28	1.11	0.57	1.08	
	H17	0.23	0.47	-0.02	0.55	0.14	0.51	0.55	1.03	NP	1.06	0.44	-0.67	-0.04	0.50	0.57	NP	0.25	0.21	0.96	0.76	0.20	0.69	0.24	0.45	0.55	
	H20	0.10	0.15	-0.38	-0.06	-0.31	NP	-0.87	-0.83	NP	NP	NP	0.61	-0.38	NP	0.60	NP	0.44	0.43	0.33	1.41	0.01	0.63	0.13	0.29	0.15	
H21	0.22	0.87	-0.34	-0.04	0.64	0.18	0.47	0.05	NP	0.49	0.51	NP	0.43	0.45	0.79	0.34	0.33	0.55	0.69	NP	0.75	0.14	0.38	0.47	0.46		
H23	0.28	0.56	-0.08	0.54	0.24	0.59	0.69	0.77	0.48	0.97	0.69	0.80	0.58	-0.34	0.56	0.55	0.44	0.59	0.31	0.56	0.72	0.60	0.66	0.79	0.35		
Habitats forestiers	H7	0.31	0.88	1.16	0.34	0.79	1.04	0.85	0.95	0.10	0.72	0.57	NP	0.95	0.48	0.62	0.51	0.72	0.80	1.13	0.86	1.64	1.40	1.54	0.59	1.17	
	H8	0.02	0.98	1.05	0.30	0.47	0.93	1.08	0.59	0.46	0.24	0.30	NP	NP	0.37	0.34	0.36	0.40	0.94	0.59	0.96	0.53	0.53	0.62	0.53	0.90	
	H18	0.22	1.16	1.12	0.27	0.37	0.36	0.67	0.25	0.78	0.31	0.45	NP	0.55	-0.11	0.20	0.27	0.35	0.95	0.64	0.78	0.60	0.60	0.69	0.36	0.70	
	H19	0.38	1.31	0.97	0.82	0.50	0.68	0.91	0.56	0.97	0.94	0.80	NP	NP	-0.19	0.24	0.39	0.46	0.68	0.91	0.97	0.76	1.21	1.38	0.59	1.02	
	H22	-0.09	0.69	0.29	0.55	0.55	0.51	0.51	0.30	0.34	0.74	0.11	NP	NP	0.29	0.42	0.14	0.02	0.74	0.22	0.66	0.16	0.56	0.37	0.47	0.36	
	H24	0.02	0.37	0.04	0.41	0.02	0.06	0.20	0.38	0.50	-0.06	0.29	NP	NP	-0.19	-0.06	0.07	0.51	NP	-0.03	1.18	0.01	0.07	0.08	0.26	0.07	
H25	0.46	0.90	0.12	0.27	0.25	0.76	0.62	0.13	0.40	0.43	0.35	0.64	NP	0.09	1.09	0.52	1.11	0.94	0.94	1.11	0.71	0.92	0.88	0.24	0.79		
Habitats anthropiques	H26	-0.40	0.08	0.42	0.44	0.36	0.34	0.21	-0.01	0.23	-0.44	-0.17	0.68	NP	NP	NP	NP	NP	0.84	0.31	0.55	0.37	0.44	0.02	0.45	0.46	
	H27	NP	-0.91	NP	0.43	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	-0.25	0.02	0.04	0.61	0.51	
	H28	NP	NP	NP	0.38	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	0.83
	H29	NP	NP	0.12	0.79	0.38	0.10	NP	NP	NP	NP	-0.27	0.09	NP	NP	NP	0.59	0.85	NP	NP	0.45	NP	0.04	0.08	0.30	0.06	1.11
	H30	0.24	1.01	0.44	0.90	0.69	NP	-0.68	NP	NP	NP	0.51	NP	NP	0.39	0.65	NP	0.56	NP	0.28	0.58	0.20	0.14	0.41	0.12	0.78	
	H31	NP	0.68	0.19	0.24	0.42	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	0.45	NP	NP	NP	NP	NP	NP	-0.14	NP	NP	0.70	
	H32	NP	NP	NP	0.51	NP	-0.31	NP	NP	NP	NP	-0.12	NP	NP	NP	NP	NP	0.14	NP	0.72							
	H33	NP	-0.44	-0.49	NP	0.42	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP

#### 4.1.5. Matrice du bilan

La matrice du bilan est faite à partir des scores de la capacité et de l'usage. Nous avons tout d'abord comparé statistiquement les deux scores de la capacité et de l'usage. Sur les 825 scores, 120 sont significativement différents entre les scores de la capacité et de l'usage et 12 sont significativement différents avec la correction de Bonferroni (l'ensemble des résultats sont en Annexe 8). Les différences significatives sont plus présentes dans les habitats agricoles et forestiers et particulièrement H9 (Steppes et prairies calcaires sèches), H11 (Prairies acides et dunes fossiles), et H7 (Landes). Par rapport aux services, ce sont pour les services SR7 (Maintien de la qualité du sol), SA3 (Ressource végétale et fongique alimentaire sauvage) et SA7 (Ressource secondaire pour l'agriculture/ alimentation indirecte) que les comparaisons sont les plus significatives. Nous avons aussi calculé le coefficient de co-structure de la matrice du bilan avec une analyse de coinertie. Le coefficient est de 0.93 (sur une échelle de 0 à 1) ce qui signifie que les matrices sont très proches.

**Les scores de la matrice du bilan ne présentent pas des valeurs de production ou d'usage mais indiquent un degré de risque de non durabilité de l'usage en services écosystémiques.** Nous avons défini 3 niveaux de risques associés aux 3 résultats possibles de la différence des scores de la capacité et de l'usage tels que montré dans le Tableau 14.

**Tableau 14** : Légende de la matrice du bilan

Résultats de la différence des scores	Score dans la matrice du bilan (Tableau 13)	Représentation graphique	Risque de non durabilité de l'usage
Capacité > Usage	Score du bilan > 0,25	Case bleue	Risque nul ou faible
Capacité ~ Usage	-0,25 > Score du bilan > 0,25	Case jaune	Risque modéré
Capacité < Usage	Score du bilan < - 0,25	Case rouge	Risque fort
Capacité < 1 Usage < 1	Score non pertinent	NP	Non pertinent

La principale décision prise à la suite de la réunion de restitution (détails en partie 5.1.1.) a été d'ignorer les scores du bilan lorsque les scores de capacité et/ou d'usage sont inférieurs à 1, car la capacité et l'usage sont nuls ou très faibles. Ces notes de bilan sont considérées non pertinentes par les experts, les cases blanches avec NP dans le Tableau 14. 25% des scores de la matrice du bilan qui ne sont pas pertinentes soient 207 scores. Il s'agit principalement des habitats anthropiques (71% des scores du bilan des habitats anthropiques non pertinents) et du service SR1 « Production végétale alimentaire cultivée » (79% de ses scores).

Les scores du bilan sont globalement positifs (77% des scores sans prendre en compte les scores non pertinents, en bleue) dans le Tableau 13. L'approche utilisée montre un risque de non durabilité globalement faible ou nul sur les habitats du Parc. 19% de l'ensemble des scores ont un risque modéré et 4% un risque fort d'usage non durable.

Par catégorie de services pour l'ensemble des habitats, (sans prendre en compte les scores non pertinents) 74 % des services de régulation, 79 % des services d'approvisionnement et 81 % des services culturels ne présentent pas ou peu de risques d'usage non durable (scores d'équilibre > 0,25). 20 % des services de régulation, 19 % des services culturels et 17 % des services d'approvisionnement présentent un risque modéré d'usage non durable. Les risques élevés sont présents pour 6 % des services de régulation et 4 % des services d'approvisionnement. Près de 4 % des habitats aquatiques, 4% des habitats agricoles et 12 % des habitats anthropiques ont un risque fort d'usage non durable. Les scores avec un risque modéré concernaient 32 % des habitats anthropiques, 15 % des habitats agricoles, 19 % des habitats aquatiques et 19 % des usages forestiers.

Les habitats les plus concernés par les scores d'utilisation non durable sont ET24 "Plantations de conifères" (14 scores < 0,25) et ET20 "Cultures" (11 scores < 0,25) et cela concerne également SR1 "Régulation du climat et de la composition atmosphérique" (11 scores < 0,25) et SR3 "Régulation des ravageurs" (10 scores < 0,25).

Suite à l'intérêt plus poussé pour ces services et ces habitats par le Parc, nous illustrons ici les résultats du bilan (Tableau 13) en détail pour les scores **des services de régulation et des habitats aquatiques** (Tableau 15 et Tableau 16). D'autres résultats peuvent être mis en avant mais nous choisissons dans ce rapport de ne pas reprendre tous les résultats de la matrice.

**Tableau 15** : Risque de non durabilité des services de régulation

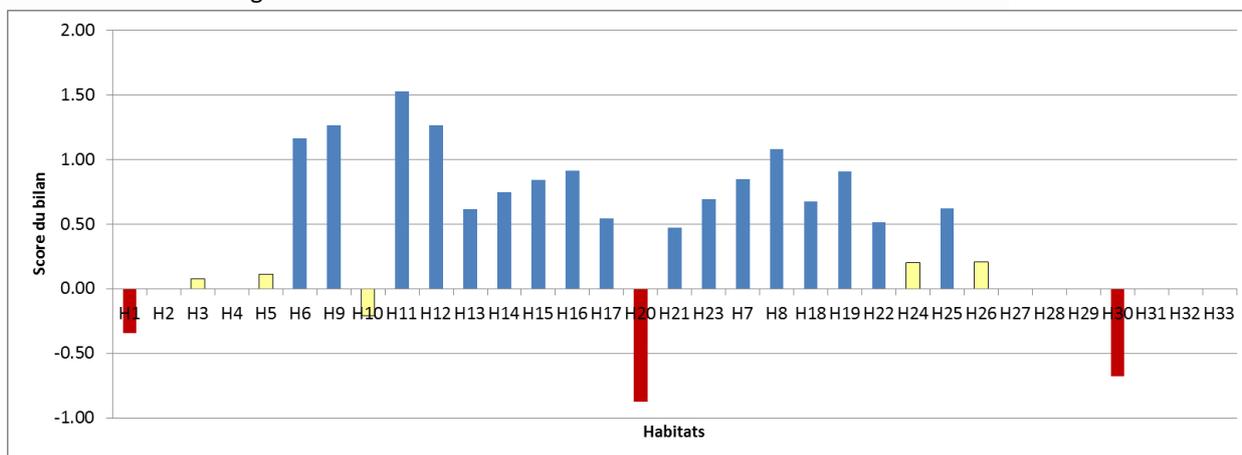
Service	Risque de non durabilité du service
SR1 « Régulation du climat et de la composition atmosphérique »	Risque nul ou faible : 60 % de ses scores. Risque modéré : 10 habitats anthropiques, forestiers et agricoles. Risque fort : H26 « Parcs urbains et grands jardins ».
SR2 « Régulation des animaux vecteurs de maladies pour l'homme »	Risque nul ou faible : 87 % de ses scores. Risque modéré : H27 « Villes, villages, et sites industriels » et H33 « Réseaux routiers et ferroviaires ». Risque fort : H20 « Cultures » et H26 « Parcs urbains et grands jardins ».
SR3 « Régulation des ravageurs »	Risque nul ou faible : 67 % de ses scores. Risque modéré : 7 habitats anthropiques, forestiers et agricoles. Risque fort : H20 « Cultures », H21 « Bandes enherbées » et H33 « Réseaux routiers et ferroviaires ».
SR4 « Offre d'habitat, de refuge et de nursery »	Risque nul ou faible : 84 % de ses scores. Risque modéré : 5 habitats anthropiques et agricoles.
SR5 « Pollinisation et dispersion des graines »	Risque nul ou faible : 76 % de ses scores. Risque modéré : 5 habitats aquatiques, forestiers et agricoles. Risque fort : H1 « Milieu aquatique non marin » et H20 « Cultures ».
SR6 « Maintien de la qualité des eaux »	Risque nul ou faible : 65 % de ses scores. Risque modéré : 7 habitats dans les 4 types d'habitat. Risque fort : H2 « Fonds ou rivages des plans d'eau non végétalisés » et H32 « Lagunes et réservoirs industriels ».
SR7 « Maintien de la qualité du sol »	Risque nul ou faible : 68 % de ses scores. Risque modéré : 5 habitats dans les 4 types d'habitat. Risque fort : H1 « Milieu aquatique non marin », pour H20 « Cultures » et H30 « Terrils ».
SR8 « Contrôle de l'érosion »	Risque nul ou faible : 84 % de ses scores. Risque modéré : H21 « Bandes enherbées », H25 « Haies, alignements d'arbres » et H26 « Parcs urbains et grands jardins ». Risque fort : H20 « Cultures ».
SR9 « Protection contre les tempêtes »	Risque nul ou faible : 85 % de ses scores. Risque modéré : H7 « Landes » et H26 « Parcs urbains et grands jardins ».
SR10 « Régulation des inondations et des crues »	Risque nul ou faible : 74 % de ses scores. Risque modéré : 5 habitats qui sont des habitats anthropiques, forestiers et aquatiques. Risque fort : H26 « Parcs urbains et grands jardins » et H29 « Carrières abandonnées ».
SR11 « Limitation de nuisances visuelles, olfactives et sonores »	Risque nul ou faible : 70 % de ses scores. Risque modéré : 7 habitats anthropiques, forestiers et aquatiques. Risque fort : H2 « Fonds ou rivages des plans d'eau non végétalisés ».

**Tableau 16** : Risque de non durabilité des services rendus par les habitats aquatiques

Service	Risque de non durabilité du service
H1 « Milieu aquatique non marin »	Risque nul ou faible : 65 % de ses scores. Risque modéré : 5 services de régulation et d’approvisionnement. Risque fort : SR5 « Pollinisation et dispersion des graines » et pour SR7 « Maintien de la qualité du sol ».
H2 « Fonds ou rivages des plans d’eau non végétalisés »	Risque nul ou faible : 88 % de ses scores. Risque fort : H7 « Landes » et H26 « Parcs urbains et grands jardins ».
H3 « Végétations aquatiques »	Risque nul ou faible : 65 % de ses scores. Risque modéré : 6 services. Risque fort : SA3 « Ressource végétale et fongique alimentaire sauvage ».
H4 « Eaux courantes »	Risque nul ou faible : 76 % de ses scores. Risque modéré : 5 habitats anthropiques et agricoles.
H5 « Végétations immergées »	Risque nul ou faible : 78 % de ses scores. Risque modéré : 4 services.
H6 « Bas marais, tourbières de transition, sources »	Risque nul ou faible : 87 % de ses scores. Risque modéré : SR5 « Pollinisation et dispersion des graines », SA3 « Ressource végétale et fongique alimentaire sauvage » et SC4 « Activités récréatives ».

Nous pouvons remarquer des résultats étranges dans le Tableau 13 avec, par exemple en rouge, l'usage fort des fonds des plans d'eau pour la régulation des tempêtes (SR9-H2) ce qui ne semble pas très cohérents écologiquement. Des résultats cohérents sont aussi remarquables : les habitats anthropiques rendent peu de services (ce ne sont pas des habitats naturels donc pas de services écosystémiques rendus théoriquement) mais dont nous avons un fort usage.

Les bilans et les degrés de risque peuvent aussi être représentés sous forme d’histogramme pour chaque habitat comme l’illustre la Figure 10.



**Figure 10** : Scores du bilan du service SR5 « Pollinisation et dispersion des graines » sur le PNR avec les codes couleurs du Tableau 11

Théoriquement, la soustraction entre la capacité et l’usage peut illustrer un risque de non durabilité de l’usage en services. Mais les résultats sont délicats à interpréter du fait de limites méthodologiques détaillées en partie 6. et en particulier :

- la non prise en compte des hétérogénéités spatiales, d’éléments pondérateurs ou de modes de gestion des habitats,
- l’impossibilité de donner une note d’usage supérieure à sa capacité lorsque la capacité avait une note maximale de 5.

## 4.2. Cartes

À partir des matrices, des cartes du territoire peuvent être créées pour chaque service ou pour chaque type de service et avec différentes échelles. Avec notre approche faisant le bilan au sein d'un même habitat, l'échelle de la capacité et de l'usage sont les mêmes.

**Tableau 17** : Suggestion d'échelles d'analyse des services écosystémiques et des disservices  
(Adapté de Geijzenborffer & Roche, 2013)

			Entité	Commune/ intercommunalité	PNR/ région	Directionnelle	Zonale
Services de régulation	Régulation du climat et de la composition atmosphérique	SR1		X	X		X
	Régulation des animaux vecteurs de maladies pour l'homme	SR2	X	X			X
	Régulation des ravageurs	SR3	X	X			X
	Offre d'habitat, de refuge et de nursery	SR4	X	X			
	Pollinisation et dispersion des graines	SR5	X	X			X
	Maintien de la qualité des eaux	SR6	X	X		X	
	Maintien de la qualité du sol	SR7	X	X			
	Contrôle de l'érosion	SR8	X	X		X	
	Protection contre les tempêtes	SR9	X	X		X	X
	Régulation des inondations et des crues	SR10	X	X		X	X
	Limitation des nuisances visuelles, olfactives et sonores	SR11	X	X			X
Services d'approvisionnement	Production végétale alimentaire cultivée	SA1	X	X			
	Production animale alimentaire élevée	SA2	X	X			
	Ressource végétale et fongique alimentaire sauvage	SA3	X	X			
	Ressource animale alimentaire sauvage	SA4	X	X	X		
	Eau douce	SA5	X	X	X	X	
	Matériaux et fibres	SA6	X	X			
	Ressource secondaire pour l'agriculture/ alimentation indirecte	SA7	X	X			
	Composées et matériel génétique des êtres vivants	SA8	X	X	X		
	Biomasse à vocation énergétique	SA9	X	X	X		
Services culturels	Emblème ou symbole	SC1	X	X	X	X	X
	Héritage (passé et futur) et existence	SC2	X	X	X		
	Esthétique	SC3	X	X	X		X
	Activités récréatives	SC4	X	X	X		X
	Connaissance et éducation	SC5		X	X		
Disservices/ contraintes	Morsures et attaques	DS1	X	X			
	Pollen et spores allergéniques, plantes et champignons toxiques et/ou irritants	DS2	X	X			
	Réservoir de maladie vectorielle	DS3	X	X			
	Dommages sur les infrastructures	DS4	X	X			
	Dommages sur les activités humaines	DS5	X	X			
	Libération de carbone	DS6		X	X		X

Les services écosystémiques que nous avons évalués ont des échelles spatiales intrinsèques qui peuvent varier et influencer les résultats et leurs interprétations. En se basant sur la littérature nous recommandons d'exploiter les résultats de la matrice avec des cartes dans les échelles présentées dans le Tableau 17 en fonction des services écosystémiques.

Dans le Tableau 17, l'entité correspond à l'échelle de la parcelle dans les données d'occupation du sol ARCH. L'échelle de la commune ou de l'intercommunalité est une échelle intermédiaire entre l'entité et l'échelle du Parc. Cette échelle et l'échelle du Parc ne sont pas des échelles correspondant à une cohérence écosystémique mais administrative ainsi leur application nécessite l'acceptation de ce manque de cohérence écosystémique.

L'échelle directionnelle correspond à l'axe du service soit le flux, la structure et la cohésion spatiale des fonctions et processus de l'habitat fournissant le service.

L'échelle zonale correspond à un service dont les fonctions et les processus d'approvisionnement de l'habitat dépendent d'une distance entre différentes espèces ou habitats (par exemple, la fourniture de "pollinisation") (Geijzendorffer & Roche, 2013).

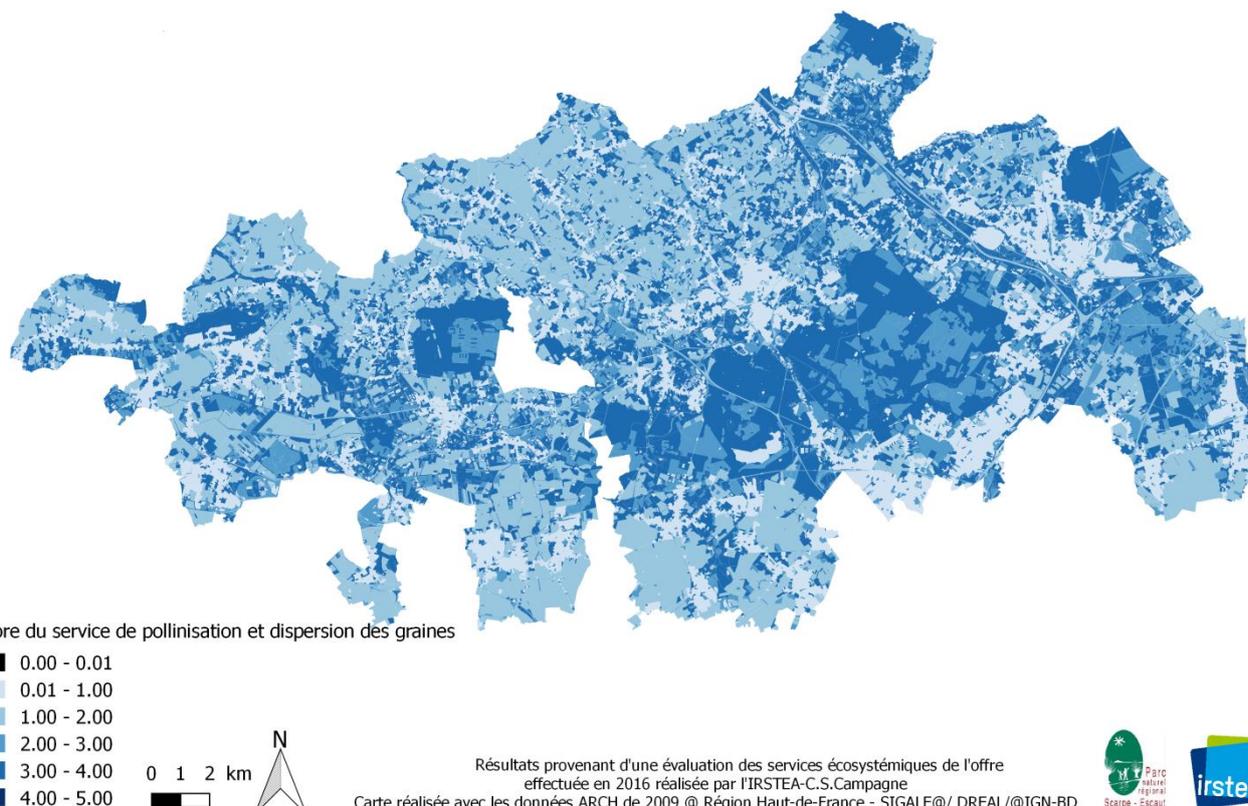
### Comment interpréter les cartes ?

Pour une bonne interprétation et compréhension des cartes il est important de considérer :

- **L'échelle des services écosystémiques** : par définition, les services écosystémiques évalués ont une échelle qui peut varier et qui influence les résultats et leurs interprétations. En se basant sur la littérature, nous recommandons d'exploiter les résultats de la matrice avec des cartes respectant les échelles présentées dans le Tableau 17 en fonction des services écosystémiques.

- **L'échelle de la cartographie d'occupation du sol** : la cartographie des services écosystémiques s'appuie sur une couche cartographique de base qui contient les modes d'occupation ou d'usage du sol. La résolution de cette couche cartographique détermine l'échelle la plus fine. Sur le PNR Scarpe-Escaut, la cartographie utilisée se base sur ARCH avec une résolution cartographique 1/5 000<sup>ème</sup>.

- **L'échelle de restitution cartographique** : à partir de la cartographie de base, il est possible de produire des cartographies de services écosystémiques à différentes échelles en agrégeant les scores de services des différents habitats présents au sein d'une fenêtre correspondant à l'échelle souhaitée. En produisant des évaluations à des échelles spatiales plus large, il devient possible de prendre en compte la composition locale des différents éléments du paysage et leur contribution relative à la production de SE.



**Figure 11** : Carte des scores de la capacité du service de régulation de Pollinisation et dispersion des graines SR5 sur le PNRSE

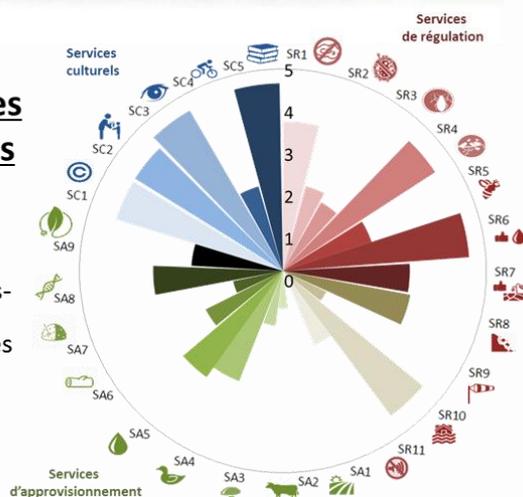
Les cartes permettent une visualisation claire et rapide de la situation spatiale de la capacité sur le territoire. Elles peuvent être faites pour tous les services. La Figure 11 montre un exemple de cartes de la capacité et du bilan pour le service SR5 « régulation de Pollinisation et dispersion des graines » sur le PNR Scarpe-Escout. Dans l'exemple de la Figure 11, les habitats ayant un score faible sont mis en avant en couleur bleu clair.

### 4.3. Bouquets de services



#### **Bas marais, tourbières de transition, sources** **H6**

Végétation typique des bas-marais (du genre carex), des tourbières et des sources



**Figure 12** : Exemple de fiche Habitat avec l'habitat H6 avec le bouquet de services rendus

La notion de bouquet de services résulte de l'observation de l'association spatio-temporelle de services écosystémiques au sein d'un territoire (Raudsepp-Hearne *et al.*, 2010). Pour représenter simultanément plusieurs services écosystémiques, l'idéal est que l'évaluation de chacun des services provienne d'une même approche ou qu'ils soient évalués avec la même méthode, ce qui est le cas avec la matrice des capacités. Les bouquets de services écosystémiques permettent une représentation visuelle rapidement compréhensible pour un large public, même en l'absence de connaissances sur les services. De plus, les bouquets de services permettent également de visualiser simplement les interactions entre les services écosystémiques.

Les bouquets de services écosystémiques sont représentés via un diagramme en fleur, c'est-à-dire, un graphique combiné de type 'camembert' et 'radar'. La Figure 12 présente le bouquet de services écosystémiques rendus en moyenne (scores moyens) par l'habitat H6 Bas marais, tourbières de transition, sources sous forme de fiche de l'habitat.

### Comment interpréter les bouquets de services écosystémiques ?

Dans chaque bouquet de services écosystémiques, chaque part (différenciée par des couleurs) est un service écosystémique. La longueur des parts correspondant au rayon, indique le niveau de fourniture du service écosystémique soit le score de la matrice. Le cercle externe du bouquet signifie une fourniture de 5 et le centre du bouquet signifie une fourniture à 0.

## 5. Analyse des résultats : cohérence avec le territoire

L'approche de la capacité et de l'usage utilisée dans cette thèse est expérimentale. Afin de pouvoir déterminer la cohérence des résultats avec la réalité du territoire nous avons organisé un atelier final de restitution et discussion autour des résultats, suivis d'une enquête en ligne pour récolter des retours complémentaires et les retours des participants ne pouvant pas assister à l'atelier. **Cependant, la notion de risque n'a pas été présentée car elle n'était pas encore effective lors de l'atelier de restitution.**

### 5.1.1. Atelier de restitution

L'atelier a eu lieu le 16 juin 2017 avec 13 participants et 4 animateurs (Figure 13). La matinée a commencé avec un rappel de l'objectif de l'étude ainsi que de la méthode. Par la suite les résultats de l'évaluation de la capacité en 2016 et de l'évaluation de l'usage en 2017 ont été présentés. Les résultats de la différence entre la capacité et l'usage ont été ensuite discutés. Les ateliers ont ensuite été présentés à travers l'explication des 3 cartes et des discussions attendues. En groupe de 4-5 personnes, les participants se sont réunis, par roulement de 25 min, autour des 3 cartes présentant le bilan capacité /usage de 3 services écosystémiques SC4 – Activités récréatives SA6 – Matériaux et fibres SR7 – Qualité du sol. Pour chaque carte, accompagnée d'un animateur, l'idée était **d'identifier sur la carte les lieux où les résultats ne correspondaient pas à ce que les participants connaissaient de l'équilibre entre la capacité et l'usage, puis de tenter d'expliquer pourquoi.**



**Figure 13** : Photo prise lors de l'atelier du 16 juin 2017 à Saint-Amand-les-Eaux @CS Campagne-IRSTEA

En parallèle, présenter les résultats sous forme de cartes permet d'aborder le bilan entre la capacité et l'usage sous une autre forme qu'avec le tableau (la matrice des capacités) et de réfléchir à d'autres avantages et limites de l'approche générale. Voici les résultats des études des 3 cartes (extrait du compte-rendu de l'atelier) :

#### SC4 – Activités récréatives

Une cohérence générale des résultats de la carte avec une forte capacité est reconnue ainsi qu'une capacité supérieure à l'usage et un potentiel positif du territoire dans son ensemble pour le service récréatif. Lors des discussions sur ce service des limites liées à l'approche par habitat ont été abordées, cette approche ne prend pas en compte :

- les différents types de gestion d'un milieu,
- les statuts de protection,
- la réglementation sur les sites pour les loisirs ou les accès autorisés ou non autorisés (exemple des loisirs motorisés interdits sur les terrils),
- les lieux privés ou publics,
- la qualité du site,
- l'accessibilité : l'usage est plus fort dans le cas où des routes permettent l'accès et de manière générale dans les zones de franges (on utilise plus les franges de la forêt de Saint-Amand-les-Eaux que les zones reculées et peu accessibles de cette forêt),
- les mosaïques d'habitats et du paysage : important pour les randonnées par exemple,
- les coutumes locales de la pêche et la chasse : l'approche par milieux n'est pas pertinente pour certaines activités récréatives (il existe ailleurs des secteurs d'étang avec peu de pratique de chasse car en dehors des couloirs de migration). Et il y a une distinction entre les pratiques locales et les pratiques à grande échelle.

En lien avec certains points cités ici, les flux de circulation liés à l'activité touristique ne sont pas forcément mis en évidence. Habituellement les populations suivent les voies de communication (routes, voies ferrées, rivières, etc.) où il faut une incitation forte (joli paysage, manifestation culturelle, etc.).

Des limites méthodologiques ont aussi été discutées, telles que celles liées à la notation : si la capacité est forte (proche de 5), le bilan ne pourra pas mettre en avant une surexploitation même si la valeur de l'usage est proche de 5 car le bilan des 2 donnera une valeur proche de 0 soit l'équilibre.

#### SA6 – Matériaux et fibres

Une difficulté majeure d'interprétation de la définition de ce service de régulation a été exprimée à cause du cumul de plusieurs et divers usages qui peuvent concerner des habitats différents. Ex. : le bois d'œuvre, les cultures pour les fibres, etc. Avec une approche habitat il faut faire attention aux usages multiples qui concernent ou non notre service écosystémique : nous avons plusieurs usages du bois mais attention à ce que seulement le bois d'œuvre soit pris en compte ici et non le bois pour l'énergie qui correspond à un autre service écosystémique. Le même problème se pose pour le blé dont l'usage primaire est pour l'alimentaire, l'usage secondaire est pour la paille. Et c'est la paille qui compte ici en servant pour la litière des étables (ensuite valorisée en fumier avec les déjections animales) et pour la construction. Cette diversité d'interprétation et son impact sur les scores sont une limite de l'évaluation.

D'autre part, pour ce service, les usages sont supérieurs à la capacité alors que nous sommes dans une ressource finie donc on peut se poser la question de ce que cela veut dire. Comment extraire plus que ce qui est produit ? De manière générale les résultats sont surprenants car on ne comprend pas leurs origines et ce qu'ils signifient. En exemple les prairies ont plus de capacité que d'usages, la différence faible entre les cultures et plantations feuillus est surprenante, et on s'interroge sur l'usage « Matériaux et fibre » dans les habitats en eau. Il faudra chercher dans la bibliographie l'origine de cet usage. L'équilibre pour les habitats forestiers signifie qu'il ne faut pas aller plus loin dans l'exploitation.

Dans l'analyse générale des résultats via une carte, il y aurait un intérêt à zoomer pour faire une approche par secteur car on voit à l'échelle du parc une uniformité mais cela n'est peut-être pas le cas à plus petite échelle.

Globalement, il faut faire attention au danger d'une exploitation accrue de milieux ayant plus de capacité que d'usage en réponse à ces résultats.

### SR7 – Qualité du sol

De manière générale, ce service rend perplexe quant à sa définition peu compréhensible.

L'approche par les habitats ne permet pas de différencier les types d'usages ou les pratiques comme pour les habitats agricoles avec les cultures intensives, raisonnées ou biologiques. Les statuts de protections ne sont pas pris en comptes (ex d'un boisement protégé sur les communes de Wallers et Raismes). De même, pour les forêts il faut considérer la différence entre les forêts non/ peu exploitées et les forêts domaniales comme pour la forêt de Marchiennes – Beuvy-la-forêt et celle de Bouvignies.

Il y a eu des discussions sur certains scores des usages qui semblent étranges comme pour les habitats agricoles. Certains résultats surprenants ne semblent pas « logiques » et nous pensons qu'ils proviennent d'une limite de la méthode : lors du remplissage on suggère un remplissage moyen par grand type d'habitats et donc certains habitats ont des valeurs de la moyenne de leur type d'habitat. Il y a le risque de ne pas ajuster les habitats à l'intérieur des grands types, ce qui serait à l'origine de résultats surprenants. Par exemple : prairie à métaux lourds a les mêmes scores que les autres habitats prairiaux alors que c'est un type de prairie qui produit une capacité en services écosystémiques plus faible que d'autres.

Pour ce service, nous sommes dans une ressource finie donc on peut aussi se poser la question de sa signification. Comment extraire plus que ce qui est produit ?

On remarque qu'il y a un problème dans les valeurs de la matrice des « balances », l'indice des différences normalisées pose problème car nous n'avons pas d'information lorsque la capacité et l'usage sont très faibles. Par exemple si la capacité est très proche de 0 et que l'usage est plus fort, le bilan peut être important alors que l'on parle de différences entre des scores faibles.

Au cours de l'atelier, des limites globales à l'étude ont aussi été mises en avant, elles sont intégrées à la partie suivante.

#### 5.1.2. Enquête en ligne

Deux enquêtes en ligne ont été réalisées :

- une enquête aux participants de l'atelier du 16 juin 2017 (le but étant de recueillir des retours détaillés et de donner l'opportunité aux participants de s'exprimer)
- une enquête pour ceux n'ayant pas pu assister à l'atelier.

En tout, il y a 13 participants aux 2 enquêtes sur les 34 participants aux études de 2016 et 2017 (les 34 participants sont les personnes ayant rempli au moins une des matrices soit de la capacité en 2016 soit de l'usage en 2017). Il y a eu 7 participants à la première enquête soit sept personnes qui avaient aussi assisté à l'atelier et il y a eu 5 participants à la deuxième enquête. En plus d'un retour sur les résultats nous avons profité de l'enquête pour poser des questions de compréhension dont voici les questions et leurs réponses pour l'ensemble des participants (les deux enquêtes réunies).

L'ensemble des résultats bruts de l'enquête est disponible sur demande de l'auteur. Nous présentons ici quelques faits marquants :

- Nous avons testé la bonne compréhension des notions de « capacité » et « d'usage » par rapport aux autres concepts (offre, flux, demande). Les résultats de l'enquête montrent une bonne compréhension des deux concepts associés aux deux matrices de l'étude avec une compréhension plus faible et confuse pour la notion « d'usage ». En effet, même avec une importante phase de discussion sur les définitions des concepts au début de l'étude, une certaine confusion persiste.
- 38% des enquêtés répondent qu'ils utiliseraient la matrice des capacités dans leurs études professionnelles, 60% estiment qu'elle serait sûrement utilisée dans d'autres études effectuées par leur organisme et 69% pensent qu'elle constituerait un outil d'aide à la décision. Ils donnent quelques pistes de valorisation :
  - o servir dans les pré-analyses des enjeux sur les SE dans les évaluations environnementales,

- permettre de réunir différents acteurs et de les faire dialoguer à partir de ces résultats,
  - illustrer l'intérêt de certains habitats trop souvent délaissés/sacrifiés,
  - démontrer le bienfait de politiques en cours,
  - argumenter auprès de décideurs publics l'importance de tel ou tel milieu pour tel ou tel service environnemental et donc de leur conservation,
  - prioriser des actions dans des programmes d'aménagement.
- 92% des enquêtés pensent que les cartes produites constituent un outil d'aide à la décision. Mais ce résultat est à tempérer par le fait qu'il ressort que pour les personnes n'ayant pas participé à l'atelier, l'appréhension des cartes semble plus complexe.
- 46% des enquêtés utiliseraient sûrement les 33 bouquets de SE s'ils les avaient et 62% pensent que cela serait utile pour d'autres études effectuées par leur organisme.
- Pour augmenter la pertinence des résultats, les enquêtés proposent des pistes d'études complémentaires :
- la temporalité (passer d'une évaluation ponctuelle à un suivi),
  - l'hétérogénéité spatiale (les services rendus ne dépendent pas que du type d'occupation du sol mais aussi de la particularité locale et unique de certaines entités,
  - la demande : nous avons évalué les services rendus par la nature mais quels sont les services que l'homme demande?,
  - l'intégrité écologique ou l'état des habitats (l'état de santé des milieux affecte les services écosystémiques qu'ils rendent.

## 6. Limites

### 6.1. Limites liées à la méthodologie

Certaines limites de cette méthode ont été évaluées dans plusieurs études, telle celle de Jacobs et al. (2014) qui soulignent la faible transparence méthodologique et le manque de prise en compte approprié de l'incertitude. Hou et al. (2012) ont listé les limites liées aux évaluations à l'échelle des paysages et habitats. Dans deux études (Campagne et al. 2017 et Campagne et Roche 2018) nous avons étudiés comment prendre en compte des incertitudes des scores, comment calculer le score final et le nombre de personnes nécessaires pour remplir la matrice. De plus nous avons identifiés différents avantages et limites inhérents à l'approche utilisée.

#### 1. Les limites liées à l'approche par habitat

La typologie d'habitats utilisée pour la matrice des capacités est plus ou moins valide selon les services écosystémiques. Des grands types d'habitats peuvent suffire pour une évaluation du service de séquestration du carbone mais pour la distinction entre la fourniture de bois d'œuvre (services Matériaux et fibres) et la fourniture du bois à vocation énergétique, il faudrait aller jusqu'à la distinction des habitats forestiers en fonction des espèces. De même l'occupation du sol ne permet pas de faire la distinction entre les différents types de cultures et les différents modes de gestion alors que l'impact sur les services écosystémiques rendus est élevé.

- La temporalité

La matrice donne une moyenne annuelle de la fourniture ou de l'usage en service écosystémique et il faudrait plusieurs matrices pour prendre en compte la variabilité annuelle et pluriannuelle. Cette limite pourrait être contournée par l'utilisation secondaire de données concernant la phénologie des cultures.

Turkelboom *et al.* (2017) mettent en avant le problème dû à la création d'une liste de services écosystémiques, comme dans la matrice des capacités. La matrice donne l'impression que les services d'approvisionnement, de régulation et culturel peuvent être fournis en même temps alors que dans la majorité des cas, il est impossible de gérer les habitats pour qu'ils fournissent tous les services en même temps dans un niveau de fourniture maximal.

- L'hétérogénéité spatiale

La matrice donne un score moyen par habitat. Ainsi deux localisations lointaines ayant le même habitat auront les mêmes scores sans la prise en compte de leur spécificité (Jacobs *et al.*, 2014). Les statuts de protection, l'état de santé des habitats, les particularités topographiques, topologiques etc. ne sont pas prises en compte mais peuvent l'être avec une analyse complémentaire. Afin de prendre en compte l'hétérogénéité spatiale il est possible, en plus de la matrice, d'effectuer une évaluation des éléments pondérateurs (éléments spatiales capables de moduler la fourniture en services écosystémiques des habitats).

- L'interaction entre services

La matrice ne prend pas en compte les compromis et synergies entre les services écosystémiques lors de leur évaluation, alors qu'ils forment un réseau d'interactions (Schröter *et al.*, 2012). Cependant, la matrice des capacités peut fournir des données de base pour l'analyse des compromis et synergies. La représentation par bouquets de services permet une visualisation mais pas une évaluation dynamique des compromis.

#### 2. Les limites liées à la compréhension et à l'interprétation

Les définitions des services et des habitats ne sont pas simples et peuvent amener à des interprétations différentes. De plus, il existe plusieurs concepts dans l'évaluation des services écosystémiques : offre, capacité, usage, demande, etc.

Afin de réduire cette limite, du temps a été pris pour expliquer et reprendre avec les participants toutes les définitions liées à l'étude.

### 3. Les limites méthodologiques

- La correspondance des scores entre la matrice de capacité et la matrice d'usage : un 5 dans la matrice de la capacité est-il équivalent à un 5 dans la matrice de l'usage ? Comme nous sommes dans une évaluation semi-quantitative, la calibration des valeurs est subjective et donc la comparaison des scores n'est pas cohérente. Afin de limiter le problème de calibration nous avons donné des indications sur la capacité dans la matrice de l'usage (Cf. Partie 2.4).

- Dans les valeurs de la matrice des « balances », l'indice des différences normalisées nous limite car nous n'avons pas d'informations lorsque la capacité et l'usage sont très faibles. Par exemple si la capacité est très proche de 0 et que l'usage est un tout petit peu plus élevé, le bilan peut être important alors que l'on parle de différences entre des scores faibles.

- Lié à la définition des services écosystémiques, les usages peuvent être supérieurs à la capacité alors que nous sommes dans une ressource finie donc on peut se poser la question de ce que cela veut dire. Comment extraire plus que ce qui est produit ?

- Lors du remplissage on suggère un remplissage moyen par grand type d'habitats et donc certains habitats ont des valeurs de la moyenne de leur type d'habitat (ceci lié à un manque de connaissances de l'habitat ou du service). Il y a le risque de ne pas ajuster les habitats à l'intérieur des grands types ce qui serait à l'origine de résultats surprenants.

- Il y a des limites à l'interprétation des données lorsqu'il y a un cumul de plusieurs et divers usages qui peuvent concerner des habitats différents.

- Il faut faire attention au danger d'une exploitation accrue de milieux ayant plus de capacité que d'usage en réponse à ces résultats.

## 6.2. Limites liées aux dires d'experts

- La subjectivité

Pour chaque participant, il y a une variabilité liée à sa subjectivité, à sa confiance en sa connaissance et à sa compréhension de l'étude. La validité des évaluations basées sur le dire d'expert sont fortement dépendantes de l'expérience, des connaissances, de l'éducation et de l'opinion des participants (Hou *et al.*, 2012; Jacobs *et al.*, 2014). Afin de prendre en compte la confiance des participants, il a été demandé aux participants d'exprimer leurs incertitudes sous la forme d'un score de confiance.

- Les profils des participants

Dans un processus participatif, le profil des participants est important à considérer. On parle de variabilité entre les experts pour la variabilité de l'expertise et des connaissances plus générales au sein des experts choisis (connaissances professionnelles ou personnelles en fonction de leurs expériences ; Hou *et al.*, 2012). Dans le cas de l'application de la matrice, nous considérons que le profil doit être lié au type d'évaluation faite. Par exemple, pour la matrice de la capacité, ont été retenus des participants ayant des connaissances liées aux habitats et à leurs capacités à fournir des services. La recherche visant à couvrir tous les domaines de l'écologie et tous les niveaux hiérarchiques a été souhaitée. Les analyses réalisées montrent, sans faire de distinction entre les expertises des experts, un besoin minimum de 15 personnes pour un score final stable malgré la contribution d'une personne supplémentaire (Campagne *et al.*, 2017).

Des études ont montré « des différences importantes d'appréciation entre un public rural et âgé – qui préfère les services d'approvisionnement – et un public urbain et jeune – qui s'intéresse plutôt aux services de régulation. D'autres différences d'appréciation ont été révélées en fonction du niveau d'éducation des personnes interrogées (plus le niveau d'éducation est faible, plus les services d'approvisionnement sont cités), mais également du genre de personnes interrogées, les femmes désignant plus les services de régulation et les hommes les services d'approvisionnement » (Prévot et Geijzendorffer, 2016). Dans le cadre de cette étude nous n'avons pas observé ces biais de notation associés aux profils des experts notateurs.

## 7. Discussion

### 7.1. Applications de la méthode des matrices

Les méthodes utilisant des matrices de capacités se développent depuis quelques années dans le monde de la recherche (Jacobs et al., 2014). La simplicité, la flexibilité et l'adaptabilité de cette approche la rend attractive pour une application technique. De plus, la concertation qu'elle met en place permet une appréciation et appropriation de l'approche et de ses résultats au sein du territoire.

Nos applications de la méthode des matrices confirment qu'elles permettent une évaluation rapide des services écosystémiques et donnent un grand aperçu des tendances des services rendus à l'échelle du paysage. Avec les différentes données et les différentes formes de valorisation des résultats, de nombreuses tendances peuvent être mises en avant et ainsi déboucher sur des outils de recommandations et de pédagogie pour les politiques publiques. Cette évaluation semi-quantitative offre une approche alternative et complémentaire aux évaluations économiques ou au transfert de valeur pour évaluer les services écosystémiques (Burkhard et al., 2012).

L'approche utilisant une matrice des capacités est fonctionnelle et a été appliquée avec réussite sur le territoire du PNR Scarpe-Escout. Elle a été appliquée en 2015 sur les zones humides du territoire du Parc et a été étendue à l'ensemble des habitats lors de ses applications en 2016 et 2017. Ces dernières ont été plus expérimentales en intégrant l'évaluation des disservices et de l'usage exercé sur l'habitat. Dans les deux applications de la méthode des matrices, le nombre d'experts statistiquement nécessaire a été atteint (soit plus de 15 participants d'après Campagne *et al.*, 2017).

### 7.2. Évaluation de la capacité des habitats à produire des services

La méthode basée sur le dire d'experts nous a permis d'évaluer à la fois les services écosystémiques et les disservices pour un grand nombre de types d'habitats différents. Nos résultats indiquent que les habitats du PNR Scarpe-Escout sont moins susceptibles de produire des disservices que des services écosystémiques. Bien que les disservices écosystémiques soient reconnus, ils peuvent être considérés comme moins importants que les services, tant en quantité (scores) qu'en variété (nombre de disservices). Les corrélations positives significatives observées entre les services et les disservices liés à la santé mettent en avant des caractéristiques des habitats, des fonctions et/ou des espèces qui peuvent avoir des effets positifs ou négatifs sur l'Homme et son bien-être. En conséquence, les options de gestion ou les politiques visant à promouvoir certains services écosystémiques entraîneront très probablement une augmentation de certains disservices également. Ceci souligne l'importance des évaluations des services écosystémiques qui ne se limitent pas aux seuls aspects positifs. De plus, la prise en compte des disservices écosystémiques avec les services est aussi un moyen de mieux comprendre notre environnement naturel, d'intégrer notre dépendance à son égard et d'améliorer ainsi la perception des aspects positifs de la nature. À titre d'exemple, il est difficile de nier la présence de moustiques dans les milieux humides du Parc, mais il est possible de s'appuyer dessus pour les replacer dans la chaîne alimentaire, d'affirmer leur place dans la biodiversité et d'évoquer les possibilités pour l'homme de s'adapter à leur présence.

La matrice de la capacité pondérée, calculée en pondérant les scores de services écosystémiques par les surfaces relatives des habitats, met en avant une évaluation à l'échelle du territoire du Parc fortement dépendante des modes d'occupation des sols principaux. Ainsi, les services écosystémiques sont principalement produits par les 9 occupations du sol qui couvrent 90% du territoire, dont 29% par des cultures. Malgré des scores moyens pour une unité surfacique identique au niveau des habitats (proche de 2 sur 5 pour les cultures et les prairies), ce sont les services produits par les cultures qui ont le plus de poids dans les services produits à l'échelle du Parc de par leur surface importante. Les matrices de capacités sans et avec pondération de surface donnent des informations complémentaires sur les services produits : la matrice avec des scores non pondérés donne des informations sur chaque habitat, ce qui est utile pour les actions de protection/conservation/restauration dans des habitats rares, spécifiques ou à l'échelle de l'habitat, alors que la matrice avec des scores pondérés donne la capacité de

fourniture en service écosystémique pour l'ensemble du territoire, ce qui convient mieux à la gestion globale, à la planification et à la prise de décision à l'échelle du territoire. Les résultats des deux matrices sont complémentaires selon les objectifs et les besoins d'aide à la décision. Dans le cadre d'actions locales comme des actions de protection, conservation ou des projets d'aménagement à l'échelle locales, la matrice sans pondération permet d'avoir une représentation des services écosystémiques produits par les habitats. Dans le cadre d'outils globaux, pour les grands schémas régionaux, la matrice avec pondération permet d'avoir une vision d'ensemble des habitats et des services produits à l'échelle du Parc.

### 7.3. Évaluation du risque de non durabilité de l'usage en services écosystémiques

Nous avons développé et testé une méthode d'évaluation de la durabilité des usages des services écosystémiques en confrontant la capacité et l'usage des services écosystémiques.

Nous avons considéré que le bilan capacité/usage est directement lié à la pression de l'usage exercé sur un habitat avec un bilan négatif indiquant que le risque de non durabilité de l'usage est en train de dégrader la capacité et l'état de l'habitat. Pour évaluer la durabilité de l'usage, nous avons créé séparément une matrice de la capacité et une matrice de l'usage avec des panels d'experts différents du fait des profils d'expertise sensiblement différents pour les deux matrices. La différence entre les deux matrices a permis d'obtenir une matrice de bilan indiquant les risques de non durabilité de l'usage. En développement méthodologique pour l'évaluation de la durabilité de l'usage, nous avons proposé d'écarter du calcul les scores de capacité et d'usage inférieurs à 1 car ils ont été considérés comme correspondants à des quantités de services trop faibles pour être utilisés pour le bilan. Ce choix a été validé par les experts lors de l'atelier de restitution. Ensuite nous avons proposé 3 niveaux de risques de non durabilité de l'usage en fonction du résultat du bilan. Les résultats sur le PNR Scarpe Escaut montrent un usage général durable avec un bilan majoritairement positif sur le Parc. Cependant, 23% de la matrice montre des risques modérés ou fort de non durabilité de l'usage, principalement pour les services de régulation et les milieux agricoles et prairiaux. Peu d'articles scientifiques se sont concentrés sur l'étude et l'évaluation du bilan entre la capacité et l'usage. On peut citer les travaux de Burkhard et al. (2014) qui utilisent une approche théorique à l'échelle européenne et de Schröter et al. (2014) qui présentent une approche par modélisation dans la région de Telemark en Norvège. Les résultats des scores de la capacité et de l'usage rejoignent les résultats théoriques de Burkhard et al. (2014) qui montrent des différences entre la capacité (le potentiel) et l'usage (le flux) généralement faibles. Il est à noter que la définition du flux utilisé dans leurs études est similaire à notre définition de l'usage.

La méthode des matrices et les développements méthodologiques effectués dans cette étude répondent à plusieurs enjeux méthodologiques mis en avant par Schröter et al. (2014) pour l'évaluation des durabilités telles que (i) l'évaluation de la capacité et de l'usage avec la même approche et avec les mêmes échelles d'évaluations, (ii) la comparabilité des scores augmentée avec les codes couleurs pour la matrice de l'usage et enfin (iii) la possibilité d'évaluer l'ensemble des services sans limitation du nombre de services étudiés. Pour valider le potentiel de notre méthodologie de l'évaluation de la durabilité, il faudra appliquer cette approche sur d'autres sites d'étude, de préférence non protégés. Pour une bonne intégration des résultats dans les politiques locales, il est nécessaire que les évaluations soient comprises et soutenues par les utilisateurs finaux tels que les gestionnaires ou les décideurs publics (Harrison et al., 2017). Les résultats de l'atelier de restitution et l'enquête en ligne indiquent que les participants ont une bonne compréhension de l'étude et de la méthodologie. De plus, la valorisation des résultats a commencé avec leur intégration dans la candidature à la labellisation RAMSAR, la création d'outils de vulgarisation et leur intégration dans la révision de la Charte du parc. Ces premières valorisations répondent déjà aux besoins du Parc pour la sensibilisation et la vulgarisation scientifique et leurs besoins d'évaluation des milieux naturels.

Toutefois, du fait des limites exposées dans le chapitre précédent, la valorisation des résultats du bilan est délicate. À titre d'exemple, il semble difficile d'affirmer ou non, en utilisant les résultats de la méthode de la matrice du bilan, que les services des milieux forestiers sont utilisés durablement ou non :

- Les notes de la matrice de la capacité sont fortes. De ce fait, même pour des usages forts, il n'est pas possible de mettre en évidence un éventuel risque de déséquilibre, de « surconsommation » d'un service car les notes ne peuvent dépasser 5 dans la matrice de l'usage même si la valeur de capacité est 5. Pourtant, le suivi de la fréquentation de la forêt est important et les risques de sur-fréquentation peuvent être réels :
  - o En continue à proximité de certains sites emblématiques : Terril Sabatier et base de loisirs de Raismes, Mare à Goriaux... ;
  - o Ponctuellement lors de manifestations sportives par exemple.
- Par ailleurs, les surfaces boisées sont importantes sur le territoire, avec notamment de grands massifs domaniaux. Mais même au sein de ceux-ci, il existe de l'hétérogénéité spatiale que n'est pas mis en évidence dans les matrices. Par exemple, les activités de tourisme et de loisir sont concentrées dans les secteurs accessibles, le long du réseau de chemin de randonnée. Les risques de sur-fréquentation sont plus forts que dans certains secteurs peu ou non accessibles du fait de l'absence de sentiers « officiels » ;
- Le travail réalisé ne tient pas compte de l'état de santé des forêts. Que ce soit du fait de maladies et parasites, de stress hydriques (3<sup>ème</sup> année de sécheresse prévisible en 2019) ou de la pression des populations de chevreuils sur les jeunes plantations, des massifs comme la forêt domaniale de Marchiennes qui sont menacés : les peuplements en place sont en mauvaise santé et le renouvellement des arbres est difficile à assurer.
- Les résultats des matrices ne prennent pas le fait que certains secteurs bénéficient de statuts de protection et sont classés en réserve biologique domaniale (RBD) et bientôt en îlot de sénescence. L'ouverture au public est alors réglementée voire interdite, limitant les risques d'usage non durable ;
- Enfin, les différents modes de gestion des massifs forestiers, ainsi que les évolutions dans les modes de gestion jouent un rôle dans la durabilité des services rendus que les matrices ne prennent pas en compte :
  - o La gestion historique de certains cours d'eau a conduit à des recalibrages qui ont entraîné un effet drainant. Afin de les compenser, certains secteurs de la forêt de Marchiennes ou de Raismes-Saint-Amand-Wallers ont été partiellement déconnectés des cours d'eau à travers l'aménagement de barrage moine, limitant leur rôle potentiel dans la régulation des inondations et des crues.
  - o Les évolutions de moyens humains et financiers de l'Office national des forêts couplées a montré une « relative » baisse de moyens consacrés à la gestion de la biodiversité (entretien des fossés et réseaux de mares par exemple). Les actions biodiversité de l'ONF dépendent aujourd'hui très fortement des contractualisations Natura 2000 et donc des financements externes à l'organisme. Cela peut avoir un impact sur la durabilité de certains services.
  - o L'exploitation forestière à un rôle sur les paysages qui peut impacter négativement les services culturels, comme en témoignent certaines polémiques récentes qui ont conduit l'ONF à faire évoluer ses modes de gestion : abandon des coupes rases au profit d'une gestion en « futaie irrégulière ». Cela peut également avoir un impact sur la régulation du climat, à travers le bilan carbone.

Quelques articles ont été mis en Annexe 10 pour illustrer cet exemple qui, au-delà de mettre en évidence certaines limites de la méthodologie, montrent aussi la nécessité de communiquer auprès des usagers afin d'éviter des incompréhensions locales.

## 7.4. Paroles du Parc

### 7.4.1. [Retour sur les résultats](#)

Nous nous sommes principalement focalisés sur les résultats de la matrice de la capacité. Les valeurs fortes de capacités écosystémiques associées aux différents habitats présents au sein du territoire du PNR confortent

notre attachement à une préservation et gestion durable des différents habitats pour la biodiversité qu'ils hébergent mais également pour leur contribution au bien-être des citoyens.

Les résultats du service SR10 « Régulation des inondations et des crues » confirment l'intuition que ce service est une clé importante pour affirmer la nécessité de préserver les habitats humides du territoire, identifiés de manière consensuelle comme rendant de grands services en termes de sécurité des biens et des personnes.

Les valeurs fortes pour les services culturels montrent la place centrale des différents habitats du Parc. Ceux-ci ont une importance symbolique et marquent les paysages traversés chaque jour. Tous les experts s'accordent sur le rôle central des milieux. C'est un résultat important et une bonne base de discussion pour fédérer des acteurs parfois opposés sur certains objectifs.

Comme évoqué précédemment, les scores élevés obtenus dans la matrice des capacités par l'habitat « Bas marais, tourbières de transition, sources » pour de nombreux services culturels et de régulation sont symboliques. Car même s'ils n'occupent qu'une faible surface, cela confirme de manière consensuelle (indices de confiance forts et écarts-types faibles) la forte valeur des tourbières. Ceci constitue donc une justification supplémentaire aux demandes de financements LIFE sur ce type de milieux. Même s'ils bénéficient généralement de statuts de protection, leur avenir n'est pas garanti pour autant. Ils peuvent être menacés par les évolutions climatiques, les aléas liés aux évolutions des moyens humains et financiers mis à disposition pour leur sauvegarde et leur restauration, mais surtout l'utilisation démesurée du service d'approvisionnement en eau.

Au-delà de ces deux exemples, cette étude apporte une preuve supplémentaire qu'il est aujourd'hui important de s'attacher également à la préservation de milieux peut être jugés plus anodins, ordinaires, ou très convoités là où les enjeux et usages peuvent parfois être contradictoires, comme les prairies et les boisements mono spécifiques.

Des cartes peuvent être faites à partir des matrices. Au-delà d'une visualisation plus aisée, la cartographie met en évidence qu'il est parfois plus intéressant d'étudier les services ou les bouquets de services en regroupant la mosaïque d'habitats d'un secteur donné, plutôt que chaque habitat de ce secteur pris individuellement. Cette analyse tend à montrer que les mosaïques de milieux humides peuvent rendre plus de services qu'un seul habitat. C'est un message fort en faveur des actions menées localement pour maintenir une diversité de milieu dans les plaines de la Scarpe et de l'Escaut. Une exception non négligeable, la matrice montre que les forêts humides à elles seules rendent énormément de services et ce sur des surfaces homogènes importantes.

Quels que soient les services ou habitats étudiés, les conclusions sont évidemment à relativiser au regard des limites de la méthode. Mais ce sont des informations importantes pour alimenter les débats, les confronter à d'autres données, et aider aux prises de décisions locales.

Dans le cadre présent, le principal enseignement de l'étude est que certaines hypothèses formulées par le Parc sont confortées par un certain consensus des contributeurs à la matrice : l'importance de la préservation des habitats humides et des habitats forestiers, mais également les rôles majeurs joués par les habitats agricoles quand ils sont de qualité. Cela contribue à justifier collectivement non seulement l'envie d'obtenir le label RAMSAR pour le territoire, mais également certains programmes d'actions bénéficiant de subventions régionales, nationales ou européennes : programmes de maintien de l'agriculture en zone humide, projet LIFE tourbière, ...

#### 7.4.2. Valorisation des résultats par le Parc

L'objectif de la première application de cette étude était de contribuer à améliorer l'image des zones humides dans le cadre de la révision du SAGE et de la labellisation Ramsar. Ainsi les principaux résultats exploités par le

PNR jusqu'à présent sont principalement issus de la matrice de la capacité et des services produits par les habitats humides.

La volonté de mobilisation des acteurs à travers l'approche des SE semble pleinement atteinte. La vulgarisation de cette étude a ainsi permis de sensibiliser les élus et acteurs du territoire à travers une clé d'entrée anthropocentrée « les services écosystémiques », plutôt qu'une clé d'entrée « fonctionnalité des milieux », à laquelle certains acteurs sont moins réceptifs. Le SAGE a ainsi publié une fiche information exploitants les principaux résultats (Figure 14), largement diffusée auprès des élus et acteurs du bassin versant. De même, le PNR s'appuie sur les résultats afin de mobiliser en vue de la labellisation Ramsar, et d'exploiter l'étude au sein du dossier de candidature qui exige un développement par une approche des "services écosystémiques".



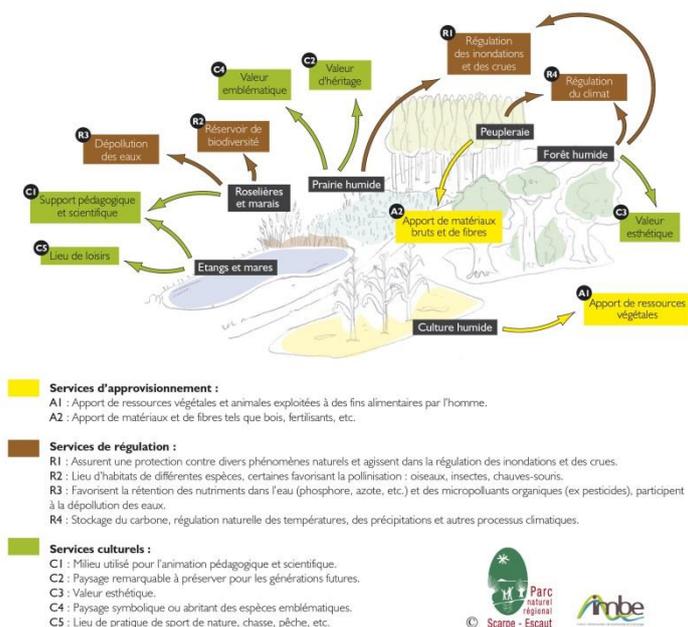
**Figure 14** : Couverture de la Fiche « Zoom sur les services écosystémiques : les zones humides nous sont utiles », incluse dans la lettre d'information du SAGE Scarpe aval 2015 (©PNR Scarpe-Escout, Audiccé).

Les principaux résultats de la matrice de la capacité ont été vulgarisés sous la forme d'une illustration (**Figure 15**) qui est aujourd'hui régulièrement utilisée dans le cadre de réunions auprès d'élus et de partenaires techniques, aussi bien que lors de manifestations grand public.

Un autre objectif, en cours d'achèvement, est d'offrir un outil d'aide à la décision. Les résultats de la concertation mettent ainsi en avant des consensus et des divergences autour de certains services et habitats.

Dans le cadre de la révision du SAGE, par exemple, les résultats facilitent certains choix et priorisations : l'intérêt des forêts humides, marais, tourbières et roselières est suffisamment consensuel pour définir des mesures fortes de préservation. Ils sont en effet collectivement reconnus comme rendant le plus de services écosystémiques,

avec des notations homogènes des participants. Cela a aussi permis d'identifier ou de confirmer certains sujets à aborder plus finement, illustrés par des divergences d'expertise.



**Figure 15 :** Représentation schématique des Services écosystémiques potentiellement le plus produits par les zones humides le plus fréquemment rencontrées dans la plaine de la Scarpe et la vallée de l'Escaut (©PNR Scarpe-Escout, IMBE).

La valorisation de ce travail en tant qu'outil d'aide à la décision et de sensibilisation se poursuit : cette clé d'entrée est actuellement utilisée dans le cadre de la concertation locale avec les usagers de secteurs que le SAGE pense identifier comme « zones humides à restaurer » prévues par le Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) Artois-Picardie. De même, ce travail est repris dans le cadre de la mobilisation autour de la labellisation Ramsar et sera valorisé dans le cadre d'un projet LIFE tourbière, si les financements sont obtenus en 2019.

Il pourra également être envisager d'utiliser les résultats ou la méthode d'évaluation dans le cadre de l'instruction ou l'accompagnement de projets potentiellement soumis à une compensation écologique, afin de mieux orienter les choix des porteurs de projets et les résultats qu'ils auront.

Dans le cadre de la valorisation faite par le PNR, il est important de rappeler un préalable affirmé dès le lancement de cette expérimentation : l'approche services écosystémiques ne se suffit pas à elle-même. C'est en la confrontant aux autres données, études et expertises que le SAGE et bientôt Ramsar vont définir leurs priorités, notamment en terme de préservation et de restauration de zones humides. Et c'est en l'associant à d'autres outils, comme le clip vidéo réalisé par le SAGE sur les milieux humides et aquatiques, et à des évènements comme par exemple la journée mondiale des zones humides, que l'on peut sensibiliser le plus grand nombre à la chance que de vivre au cœur des plaines de la Scarpe et de l'Escaut.

## 7.5. Suite et compléments

### 7.5.1. Prise en compte des hétérogénéités spatiales : évaluation des éléments pondérateurs

Nous avons essayé en 2015 d'intégrer l'hétérogénéité spatiale dans l'évaluation des services écosystémiques rendus par les zones humides avec une évaluation des éléments pondérateurs présents sur des parcelles échantillonnées et intégrées aux scores avec une matrice des influences (C. Sylvie Campagne, 2015). Mais de trop

nombreuses limites ont été mises en avant et surtout à travers la matrice des influences qui expriment la capacité des éléments pondérateurs à influencer les scores de la matrice. Elle est très complexe à mettre en place et encore plus subjective et demande des compétences spécifiques pour la remplir.

Ainsi nous menons en parallèle de cette évaluation, une évaluation des éléments pondérateurs mais en se basant sur les données spatiales existantes et nous testons une approche cartographique pour intégrer les hétérogénéités spatiales aux scores de la matrice de la capacité. Plus d'informations sont disponibles sur demande et dans la thèse (Campagne, 2018).

### 7.5.2. L'intégrité écologique

Il nous apparaît important d'associer à la notion de service écosystémique, celle d'**intégrité écologique**, qui est utilisée pour évaluer la santé des habitats. La prise en compte de ces deux notions est de plus en plus proposée (R. de Groot, 2010; Portman, 2013) notamment du fait d'une prise de conscience croissante de la nécessité de conserver les habitats et leurs fonctionnalités pour garantir la durabilité des systèmes socio-écologiques (Haines-Young & Potschin, 2013). Ainsi nous travaillons sur la façon d'intégrer la santé des habitats dans les évaluations des services écosystémiques. Mais avant de commencer une expérimentation sur le territoire du Parc, nous nous sommes heurtés à la complexité du terme «intégrité écologique» et de tous les concepts qui lui sont associés (ex. : condition, santé, qualité, naturalité, intégrité fonctionnelle, etc.). De plus, la diversité des indicateurs existants rend complexe l'évaluation de l'intégrité écologique selon les objectifs (Roche et Campagne, 2017). L'évaluation de l'intégrité écologique est une perspective en cours de réflexion.

### 7.5.3. Approches dynamiques des services écosystémiques

Les approches dynamiques des services écosystémiques peuvent être faites via l'étude des dynamiques passées ou en établissant des scénarios dans le futur. Dans le contexte de la révision de sa Charte, le PNR Scarpe-Escaut est intéressé par des analyses dynamiques pour un bilan à mi-charte avec les résultats des dynamiques passées et à travers des scénarios afin de prévoir des dynamiques futures des services.

Comme les matrices ont été établies à partir des typologies d'occupation du sol, nous pouvons les cartographier et étudier les dynamiques passées des services produits grâce à des données acquises à différentes dates telles que des cartographies diachroniques. Ces analyses seront effectuées pour la fin de l'année 2018. Pour les scénarios, nous avons initié des réflexions autour de 4 scénarios inspirés de la littérature (tels que Kubiszewski et al., 2017; Rounsevell et al., 2006) et de discussions avec les chargés de mission du Parc sur les choix possibles en fonction des politiques locales.

Notre réflexion se base sur 4 scénarios de changement d'occupation du sol d'ici 2050 :

- Le premier scénario : « continuité » est sans changement majeur mais avec une continuité des tendances actuelles (diminution des zones humides et augmentation des zones urbaines dans les limites fixées inférieures à 3%).
- Le deuxième : « explosion démographique et expansion urbaine » est une expansion urbaine qui entraîne une diminution des cultures, prairies et forêts. Ainsi en 2050 les milieux naturels diminuent et les milieux anthropiques progressent.
- Le troisième : « renforcement des politiques de conservation et de restauration » est la mise en place de politique de conservation et restauration des zones humides et des milieux naturels non exploités ainsi que des trames vertes et bleues. Ce scénario prévoit plus de milieux naturels (forêts, zones humides) et une diminution des cultures et plantations d'arbres.
- Enfin, le quatrième scénario « augmentation des usages des milieux naturels et légère expansion urbaine » prévoit une expansion urbaine légèrement au-dessus de la limite fixée. L'occupation du sol en 2050 aurait plus de cultures et plantations d'arbres et une diminution des milieux naturels (forêts, zones humides) ainsi qu'une augmentation des surfaces urbaines.

À partir de ces scénarios, pouvant être affinés avec les différents partenaires et acteurs locaux, nous souhaiterions estimer quels habitats seraient impactés par ces changements majeurs d'ici 2050 et comment les usages évolueraient. Nous avons ainsi commencé une estimation des évaluations de l'occupation du sol d'ici 2050 en partant de l'occupation du sol ARCH de 2009 (Annexe 1). Ces estimations sont en cours de validations ou de modifications auprès des gestionnaires du Parc.

La suite de l'étude se situe au niveau de la réflexion méthodologique pour créer des scénarios sur les dynamiques de l'usage et de la capacité. En effet, on peut émettre l'hypothèse que d'ici 2050, les usages de l'homme auront évolué par l'évolution démographique ou par les changements sociaux. Quant à la capacité des facteurs, tels que le changement climatique, peuvent modifier les capacités des habitats à produire des services écosystémiques. Ainsi les matrices de la capacité et de l'usage devraient être modifiées en fonction des scénarios. Notre réflexion sur ces questions se poursuit.

#### 7.5.4. Le projet IMAGINE

Plus globalement, le travail initié sur le PNR Scarpe-Escaut se poursuit aussi dans le cadre du projet européen IMAGINE (programme BiodivERsA) qui se focalise sur les services écosystémiques et la condition écologique des éléments des trames vertes et bleues. Ce projet est en partenariat avec des centres de recherches et des sites d'études en Allemagne, en Norvège, en Belgique et en Estonie. Dans le cadre de ce projet, nous allons combiner l'analyse de la capacité en services écosystémiques, l'état des écosystèmes et la capacité des écosystèmes à assurer la mobilité des espèces sauvages au sein des éléments des TVB. Les questions qui se posent sont liées à la prise en compte de la multifonctionnalité des éléments de la trame et des options de gestion et de restauration en fonction des différents objectifs de gestion ou de planification territoriale. Dans ce projet nous combinons des approches scientifiques complexes et l'intégration des demandes et connaissances des acteurs locaux. La réunion finale du projet IMAGINE se tiendra fin 2019 sur le territoire du PNR Scarpe-Escaut.

## Bibliographie

- Bagstad, K. J., Villa, F., Batker, D., Harrison-cox, J., Voigt, B., & Johnson, G. W. (2014). From theoretical to actual ecosystem services: mapping beneficiaries and spatial flows in ecosystem service assessments. *Ecology and Society*, 19(2), 64. <http://doi.org/10.5751/ES-06523-190264>
- Baró, F., Gómez-Baggethun, E., & Haase, D. (2017). Ecosystem service bundles along the urban-rural gradient: Insights for landscape planning and management. *Ecosystem Services*, 24, 147–159. <http://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.02.021>
- Baró, F., Haase, D., Gómez-Baggethun, E., & Frantzeskaki, N. (2015). Mismatches between ecosystem services supply and demand in urban areas: A quantitative assessment in five European cities. *Ecological Indicators*, 55, 146–158. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.03.013>
- Bierry, A., Quétier, F., Baptist, F., Wegener, L., & Lavorel, S. (2012). Apports potentiels du concept de services écosystémiques au dialogue territorial. *Sciences Eaux et Territoires*, (22), 1–8.
- Bilot, A. (2009). Conceptualisation d'un système d'indicateurs Représentation des biens et services écosystémiques affectés par la dégradation des terres. Université Paris Sud - Faculté Jean Monnet.
- Brunet, L. (2016). Faire l'expérience des « services écosystémiques » : Emotions et transformations du rapport aux espaces naturels. *Carnet de Géographes*, n°9(Rubrique Carnets de recherche), 0–18.
- Burgin, A. J., Lazar, J. G., Groffman, P. M., Gold, A. J., & Kellogg, D. Q. (2013). Balancing nitrogen retention ecosystem services and greenhouse gas disservices at the landscape scale. *Ecological Engineering*, 56, 26–35. <http://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.05.003>
- Burkhard, B., Kandziora, M., Hou, Y., & Müller, F. (2014). Ecosystem Service Potentials, Flows and Demands – Concepts for Spatial Localisation, Indication and Quantification. *Landscape Online*, 32(May), 1–32. <http://doi.org/10.3097/LO.201434>
- Burkhard, B., Kroll, F., & Müller, F. (2009). Landscapes' Capacities to Provide Ecosystem Services – a Concept for Land-Cover Based Assessments. *Landscape Online*, 1–22. <http://doi.org/10.3097/LO.200915>
- Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S., & Müller, F. (2012). Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological Indicators*, 21, 17–29. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.019>
- Burkhard, B., Petrosillo, I., & Costanza, R. (2010). Ecosystem services - Bridging ecology, economy and social sciences. *Ecological Complexity*, 7(3), 257–259. <http://doi.org/10.1016/j.ecocom.2010.07.001>
- Campagne, C. S. (2015). Evaluation des services écosystémiques potentiellement rendus par les zones humides des territoires du SAGE Scarpe aval et du Parc naturel régional Scarpe-Escaut.
- Campagne, C. S. (2018). Évaluation des services écosystémiques par la méthode des matrices de capacité: analyse méthodologique et applications à l'échelle régionale. Aix-Marseille Université.
- Campagne, C. S., & Roche, P. (2018). May the matrix be with you! Guidelines for the application of expert-based matrix approach for ecosystem services assessment and mapping. *One Ecosystem*, 3, e24134. <http://doi.org/10.3897/oneeco.3.e24134>
- Campagne, C. S., Roche, P., Gosselin, F., Tschanz, L., & Tatoni, T. (2017). Expert-based ecosystem services capacity matrices: Dealing with scoring variability. *Ecological Indicators*, 79, 63–72. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.03.043>
- Campagne, C. S., Tschanz, L., & Tatoni, T. (2016). Outil d'évaluation et de concertation sur les services écosystémiques : la matrice des capacités. *Sciences, Eaux et Territoire*, (23), 1–8.
- Chan, K. M. a. A., Satterfield, T., Goldstein, J., Satter, T., & Goldstein, J. (2012). Rethinking ecosystem services to better address and navigate cultural values. *Ecological Economics*, 74, 8–18. <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.11.011>
- de Groot, R. (2010). Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation Coordinating. In *The Economic and Ecology of Biodiversity*.
- de Groot, R., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., & Willemen, L. (2010). Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity*, 7(3), 260–272. <http://doi.org/10.1016/j.ecocom.2009.10.006>

- Dray, S., Chessel, D., & Thioulouse, J. (2003) Co-inertia analysis and the linking of ecological tables. *Ecology*, 84(11) :3078-3089.
- Dunn, R. R. (2010). Global Mapping of Ecosystem Disservices: The Unspoken Reality that Nature Sometimes Kills us. *Biotropica*, 42(5), 555–557. <http://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2010.00698.x>
- EFESE. (2015). Volume 1: Objectifs, Cadre conceptuel et Glossaire analytique (Vol. 1).
- Egarter Vigl, L., Depellegrin, D., Pereira, P., de Groot, R., & Tappeiner, U. (2017). Mapping the ecosystem service delivery chain: Capacity, flow, and demand pertaining to aesthetic experiences in mountain landscapes. *Science of The Total Environment*, 574, 422–436. <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.08.209>
- Geijzendorffer, I. R., & Roche, P. K. (2013). Can biodiversity monitoring schemes provide indicators for ecosystem services? *Ecological Indicators*, 33, 148–157. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.03.010>
- Geijzendorffer, I. R., & Roche, P. K. (2014). The relevant scales of ecosystem services demand. *Ecosystem Services*, 10, 49–51. <http://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.09.002>
- Haines-Young, R. H., & Potschin, M. B. (2018). Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 Guidance on the Application of the Revised Structure.
- Haines-young, R., & Potschin, M. (2013). Common International Classification of Ecosystem Services ( CICES ): Consultation on Version 4 , (December 2012).
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., & P. D. Ryan. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp
- Hermann, A., Kuttner, M., Hainz-Renetzeder, C., Konkoly-Gyuró, É., Tirászi, Á., Brandenburg, C., ... Wrbka, T. (2014). Assessment framework for landscape services in European cultural landscapes: An Austrian Hungarian case study. *Ecological Indicators*, 37(PART A), 229–240. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.01.019>
- Hou, Y., Burkhard, B., & Müller, F. (2012). Uncertainties in landscape analysis and ecosystem service assessment. *Journal of Environmental Management*, 127, S117-31. <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.12.002>
- Hrabanski, M., Aznar, E., & Valette, O. (2012). Les services écosystémiques et environnementaux en France métropolitaine et d'outre-mer : synthèse des travaux du programme. *SERENA*, 30.
- Jacobs, S., Burkhard, B., Van Daele, T., Staes, J., & Schneiders, A. (2014). "The Matrix Reloaded": A review of expert knowledge use for mapping ecosystem services. *Ecological Modelling*, 295, 21–30. <http://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2014.08.024>
- Kandziora, M., Burkhard, B., & Müller, F. (2013). Interactions of ecosystem properties, ecosystem integrity and ecosystem service indicators—A theoretical matrix exercise. *Ecological Indicators*, 28, 54–78. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.09.006>
- Laurans, Y., Rankovic, A., Billé, R., Pirard, R., & Mermet, L. (2013). Use of ecosystem services economic valuation for decision making: questioning a literature blindspot. *Journal of Environmental Management*, 119, 208–19. <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.01.008>
- Lele, S., Springate-Baginski, O., Lakerveld, R., Deb, D., & Dash, P. (2013). Ecosystem Services: Origins, Contributions, Pitfalls, and Alternatives. *Conservation & Society*, 11(4), 343–358. <http://doi.org/10.4103/0972-4923.125752>
- Levrel, P., Roche, I., Geijzendorffer & R. Mongruel. (2015). Chapitre 6. « Approches écologiques et économiques de la capacité et le demande de services écosystémiques » dans P. Roche, I. Geijzendorffer, H. Level and V. Maris. *Valeur de la biodiversité et services écosystémiques. Perspectives interdisciplinaires*. Editions Quae. 216p
- Lyytimäki, J. (2014). Ecosystem disservices: Embrace the catchword. *Ecosystem Services*, 12(October 2014), 2212. <http://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.11.008>
- Maresca, B., Vandebroucke, S., Mercurio, G., Brice, L., Petit, O., Calvo-Mendieta, I., Carnoye, L., Maillefert, M., Masson, E., Julliard, R., Schwartz, A., Tesnière, C., Duhayon G., (2014) Les Services Écosystémiques du parc naturel régional Scarpe-Escaut : Évaluation et approche Prospective (SESEEP), CRÉDOC, MESHS, MNHN, PNR-SE, 59p.
- MEA. Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystem and Human Well-Being, General Synthesis*. Island Press, Washington D.C.

- Mouchet, M. A., Lamarque, P., Martín-López, B., Crouzat, E., Gos, P., Byczek, C., & Lavorel, S. (2014). An interdisciplinary methodological guide for quantifying associations between ecosystem services. *Global Environmental Change*, 28(1), 298–308. <http://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.07.012>
- Mouchet, M. A., Paracchini, M. L., Schulp, C. J. E., Sto rck, J., Verkerk, P. J., Verburg, P. H., & Lavorel, S. (2017). Bundles of ecosystem (dis)services and multifunctionality across European landscapes. *Ecological Indicators*, 73, 23–28. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.09.026>
- Nedkov, S., & Burkhard, B. (2012). Flood regulating ecosystem services—Mapping supply and demand, in the Etropole municipality, Bulgaria. *Ecological Indicators*, 21, 67–79. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.022>
- Palomo, I., Martín-López, B., Potschin, M., Haines-Young, R., & Montes, C. (2013). National Parks, buffer zones and surrounding lands: Mapping ecosystem service flows. *Ecosystem Services*, 4, 104–116. <http://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.09.001>
- Portman, M. E. (2013). Ecosystem services in practice: Challenges to real world implementation of ecosystem services across multiple landscapes – A critical review. *Applied Geography*, 45, 185–192. <http://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.09.011>
- Potschin, M., & Haines-Young, R. (2012). Landscapes, sustainability and the place-based analysis of ecosystem services. *Landscape Ecology*, 28(6), 1053–1065. <http://doi.org/10.1007/s10980-012-9756-x>
- Prévot A.C. et Geijzendorffer. I. (2015). Chapitre 5 « Biodiversité, services écosystémiques et bien-être » dans P. Roche, I. Geijzendorffer, H. Level and V. Maris. Valeur de la biodiversité et services écosystémiques. Perspectives interdisciplinaires. Editions Quae. 216p
- R Development Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing URL: <https://www.R-project.org/>.
- Ramirez-Gomez, S. O. I., Torres-Vitolas, C. A., Schreckenberg, K., Honak, M., Cruz-Garcia, G. S., Willcock, S., ... Poppy, G. M. (2015). Analysis of ecosystem services provision in the Colombian Amazon using participatory research and mapping techniques. *Ecosystem Services*, 13, 93–107. <http://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.12.009>
- Raudsepp-Hearne, C., Peterson, G. D., Tengö, M., Bennett, E. M., Holland, T., Benessaiah, K., ... Pfeifer, L. (2010). Untangling the Environmentalist's Paradox: Why Is Human Well-being Increasing as Ecosystem Services Degrade? *BioScience*, 60(8), 576–589. <http://doi.org/10.1525/bio.2010.60.8.4>
- Rouse, J.W. & Haas, R.H. (1973). Monitoring vegetation systems in the great plain with ERTS. Third ERTS Symposium, 1, 309-317. - Washington DC: NASA
- Schröter, M., Albert, C., Marques, A., Tobon, W., Lavorel, S., Maes, J., ... Bonn, A. (2016). National Ecosystem Assessments in Europe: A Review. *BioScience*, 66(10), 813–828. <http://doi.org/10.1093/biosci/biw101>
- Schröter, M., Barton, D. N., Remme, R. P., & Hein, L. (2014). Accounting for capacity and flow of ecosystem services: A conceptual model and a case study for Telemark, Norway. *Ecological Indicators*, 36, 539–551. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.09.018>
- Schröter, M., Remme, R. P., & Hein, L. (2012). How and where to map supply and demand of ecosystem services for policy-relevant outcomes? *Ecological Indicators*, 23, 220–221. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.03.025>
- Schröter, M., Van Der Zanden, E. H., Van Oudenhoven, A. P. E. E., Remme, R. P., Serna-chavez, H. M., Groot, R. S. De, ... Opdam, P. (2014). Ecosystem Services as a Contested Concept: a Synthesis of Critique and Counter-Arguments. *Conservation Letters*, 7(6), 514–523. <http://doi.org/10.1111/conl.12091>
- Shackleton, C. M., Ruwanza, S., Sinasson Sanni, G. K., Bennett, S., De Lacy, P., Modipa, R., ... Thondhlana, G. (2016). Unpacking Pandora's Box: Understanding and Categorising Ecosystem Disservices for Environmental Management and Human Wellbeing. *Ecosystems*, 19(4), 587–600. <http://doi.org/10.1007/s10021-015-9952-z>
- Stoll, S., Frenzel, M., Burkhard, B., Adamescu, M., Augustaitis, A., Baeßler, C., ... Müller, F. (2014). Assessment of ecosystem integrity and service gradients across Europe using the LTER Europe network. *Ecological Modelling*, 295, 13. <http://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2014.06.019>

- Tucker, C. J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of the Environment*, 8, 127–150.
- Vaz, A. S., Kueffer, C., Kull, C. A., Richardson, D. M., Vicente, J. R., Kühn, I., ... Honrado, J. P. (2017). Integrating ecosystem services and disservices: insights from plant invasions. *Ecosystem Services*, 23(November 2016), 94–107. <http://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.11.017>
- Vihervaara, P., Kumpula, T., Tanskanen, A., & Burkhard, B. (2010). Ecosystem services—A tool for sustainable management of human–environment systems. Case study Finnish Forest Lapland. *Ecological Complexity*, 7(3), 410–420. <http://doi.org/10.1016/j.ecocom.2009.12.002>
- Villamagna, A. M., Angermeier, P. L., & Bennett, E. M. (2013). Capacity, pressure, demand, and flow: A conceptual framework for analyzing ecosystem service provision and delivery. *Ecological Complexity*, 15(December), 114–121. <http://doi.org/10.1016/j.ecocom.2013.07.004>
- Von Döhren, P., & Haase, D. (2015). Ecosystem disservices research: A review of the state of the art with a focus on cities. *Ecological Indicators*, 52, 490–497. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.12.027>
- Vrebos, D., Staes, J., Vandenbroucke, T., D'Haeyer, T., Johnston, R., Muhumuza, M., ... Meire, P. (2015). Mapping ecosystem service flows with land cover scoring maps for data-scarce regions. *Ecosystem Services*, 13, 28–40. <http://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.11.005>
- Wolff, S., Schulp, C. J. E., & Verburg, P. H. (2015). Mapping ecosystem services demand: A review of current research and future perspectives. *Ecological Indicators*, 55, 159–171. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.03.016>
-

## ANNEXE

<b>Annexe 1</b> : Habitats, code ARCH lié et leurs définitions .....	61
<b>Annexe 2</b> : Liste des services écosystémiques avec les définitions et des exemples .....	62
<b>Annexe 3</b> : Liste des disservices avec les définitions et des exemples .....	64
<b>Annexe 4</b> : Matrice de la capacité.....	65
<b>Annexe 5</b> : Matrice des capacités des disservices .....	66
<b>Annexe 6</b> : Matrice de la capacité pondérée à l'échelle du Parc.....	67
<b>Annexe 7</b> : Matrice de l'Usage .....	68
<b>Annexe 8</b> : P-values des comparaisons des scores de la capacité et de l'usage (Test T par permutation) sans correction (P-value <0,05) en rouge et avec correction de Bonferroni (P-value < 0,05/825) en jaune.....	68
<b>Annexe 9</b> : Détails des participants.....	70
<b>Annexe 10</b> : Articles liés à la gestion forestière dans le PNR Scarpe-Escaut.....	72

Annexe 1 : Habitats, code ARCH lié et leurs définitions

Nom Habitat		Code Matrice	Code ARCH	% sur le Parc	Hectare	Définitions
Habitats aquatiques	Milieu aquatique non marin	H1	2 ; 221	1.04%	6768666.3	Plans d'eau présentant des doutes sur la salinité et lacs, étangs, mares et pièces d'eau artificielles
	Fonds ou rivages des plans d'eau non végétalisés	H2	222 ; 245	0.02%	113243.991	Fonds ou rivages des plans d'eau non végétalisés et aux galets ou vases temporairement soumis aux fluctuations naturelles ou artificielles du niveau d'eau
	Végétations aquatiques	H3	224	0.12%	760356.212	Végétations immergées ou flottantes des plans d'eau et autres eaux stagnantes
	Eaux courantes	H4	24	0.45%	2968517.09	Ensemble des rivières, cours d'eau et voies d'eau supérieurs à 5m de large
	Végétations immergées	H5	244 ; 223	0.05%	328168.752	Tapis de plantes aquatiques visibles des rivières Il comprend des herbiers enracinés des eaux douces
	Bas marais, tourbières de transition, sources	H6	54	0.00%	24742.9616	Végétation typique des bas-marais (du genre carex), des tourbières et des sources
Habitats agricoles	Steppes et prairies calcaires sèches	H9	34	0.00%	0 (donnée externe à Arch)	Steppes et prairies calcaires sèches
	Prairies à métaux lourds	H10	342	0.00%	28795.2488	Prairies sèches, basses, avec une haute teneur en métaux lourds (zinc et plomb) composée d'une flore spécifique
	Prairies acides et dunes fossiles	H11	35 ; 643	2.60%	16966565.9	Prairies sur sols fortement acides et pauvres, sur des sables décalcifiés et ourlets associés ET Dunes fossiles, ou dunes décalcifiées, témoins des anciennes limites de rivages, résultent du lessivage des sables par la pluie
	Lisières humides à grandes herbes	H12	37A	1.05%	6840821.9	Habitats assez humides, au niveau des bordures de cours d'eau, des prairies alluviales et des forêts hygrophiles
	Prairies humides	H13	37B	8.00%	52249325.5	Prairies composées de graminées pouvant être brièvement ou longuement inondées
	Végétations de ceinture des bords des eaux	H14	53	0.17%	1094980.27	Communautés de roseaux (roselières) et de grandes laïches (cariçaiques) de bordure des lacs, des rivières, des ruisseaux et des marais
	Prairies mésophiles	H15	38 ; 381	3.24%	21181153	Prairies indifférenciées (sans indice de fauche ou de pâturage), clairières, ourlets ou prairies péri-urbaines non gérées ET Prairies pâturées mésophiles fertilisées, régulièrement pâturées, sur des sols bien drainés
	Prairies à fourrage des plaines	H16	382	1.53%	9965603.75	Prairies de fauche mésophiles fertilisées, sur des sols bien drainés
	Prairies améliorés	H17	81	0.04%	269794.393	Prairies permanentes semées ou très fortement fertilisées
	Cultures	H20	82	28.58%	186654692	Grandes cultures annuelles, maraîchages et houblonniers
	Bandes enherbées	H21	822	0.20%	1333627.94	Bandes enherbées en bordure de champs cultivés et souvent localisées en bordure de cours d'eau
	Vergers	H23	83V	0.11%	717942.345	Culture de ligneux pour la production de fruits
Habitats forestiers	Landes	H7	311 ; 312	0.00%	7548.43397	Landes humides tourbeuses et semi-tourbeuses, ainsi que les landes mésophiles à mésoxérophiles sur sols siliceux, pauvres en nutriments et, acides et généralement podzoliques
	Fourrés	H8	318	0.21%	1375601.83	Formation pré-forestière buissonnante
	Forêts caducifoliées	H18	41	9.58%	62558345.1	Forêts et terrains boisés composés essentiellement de feuillus caducifoliés, à l'exception des boisements humides (44), des forêts poldériennes (41P), des boisements sur dunes (16291) et des plantations de peupliers (83321)
	Forêts riveraines, forêts et fourrés très humides	H19	44	2.90%	18956408.7	Végétation arborescente et arbustive des bords de cours d'eau, des vallées inondables, des marais et des tourbières
	Plantations de caducifoliés	H22	833 ; 83P ; 83321	5.55%	36231129.7	Plantations de ligneux indéterminées ET plantations récentes et aux pépinières ET Plantations régulières de peupliers
	Plantations de conifères	H24	8331	0.92%	6018888.27	Plantations d'arbres de type conifères, situées en dehors des massifs dunaires
	Haies, alignements d'arbres	H25	84H	0.00%	0 (donnée externe à Arch)	Haies et aux alignements d'arbres
Habitats anthropiques	Parcs urbains et grands jardins	H26	85	0.89%	5810185.18	Formation végétale très variée, créée à des fins récréatives
	Villes, villages, et sites industriels	H27	86	14.22%	92846131.3	Espaces urbanisés, zones industriels et zones commerciales
	Carrières en activité	H28	863C	0.14%	937195.796	Carrière en activité
	Carrières abandonnées	H29	8641	0.01%	84530.0067	Carrières laissées à l'abandon en eau ou revégétalisées
	Terrils	H30	8642A ; 8642B	1.17%	7609401.28	Zones d'accumulations et de stockage des sous-produits d'exploitation des houillères ou de l'industrie, sans boisement ET Zones d'accumulations et de stockage des sous-produits d'exploitation des houillères ou de l'industrie, avec boisement
	Voies de chemin de fer, friches et abords de voies de communication	H31	8643 ; 87 ; 991A ; 992A	0.86%	5612532.4	Voies de chemin de fer désaffectées, notamment les cavaliers du bassin miniers ET Végétations basses, clairsemées, non pérennes, caractéristiques des sols remaniés ET Terrain délaissé ou peu entretenu le long des routes et autoroutes ET Terrain délaissé ou peu entretenu le long des voies ferrées
	Lagunes et réservoirs industriels	H32	89	0.02%	137828.879	Plans d'eau artificiels situés dans un contexte industriels
	Réseaux routiers et ferroviaires	H33	991 ; 992	16.33%	106642152	Routes, autoroutes et voies ferrées issues de la base PPIGE

## Annexe 2 : Liste des services écosystémiques avec les définitions et des exemples

Services écosystémiques		Code	Définitions	Indicateurs potentiels - exemples		
Services d'approvisionnement	Nutrition	Biomasse non sauvage	Production végétale alimentaire cultivée	SA1	Capacité de l'habitat à être une <b>source de nourriture pour l'homme, d'origine végétale cultivée</b>	Nature et quantité des aliments issus d'espèces végétales utilisées en culture. <i>Champs de blé, betteraves, pomme de terre, colza, etc.</i>
			Production animale alimentaire élevée	SA2	Capacité de l'habitat à être une <b>source de nourriture pour l'homme, d'origine animale élevée</b>	Nature et quantité d'aliments issus d'espèces utilisées dans les élevages ou en aquaculture. <i>Élevages de porc, poulet, vache, truite, etc.</i>
		Biomasse sauvage	Ressource végétale et fongique alimentaire sauvage	SA3	Capacité de l'habitat à être une <b>source de nourriture pour l'homme, d'origine végétale et/ou fongique sauvage</b>	Nature et quantité d'aliments issus d'espèces végétales et fongiques cueillis
			Ressource animale alimentaire sauvage	SA4	Capacité de l'habitat à être une <b>source de nourriture pour l'homme, d'origine animale sauvage</b>	Nature et quantité d'aliments issus d'espèces animales chassées ou pêchées.
		Eau	Eau douce	SA5	Capacité de l'habitat à fournir des <b>eaux de surface et souterraines (à travers la rétention et le stockage) qui pourraient être utilisées pour la consommation</b>	Quantité d'eau prélevable à fin d'irrigation, de consommation domestique et ou d'utilisation industrielle/ énergétique
	Matériaux	Matériaux bruts	Matériaux et fibres	SA6	Capacité de l'habitat à fournir des <b>fibres et d'autres matériaux cultivés ou sauvages qui ne servent pas à l'alimentation</b>	Quantité de matériaux naturels cultivés ou sauvages que nous utilisons à des fins non alimentaire tel que <i>le bois d'œuvre, les fibres pour la papeterie, les fibres textiles, les bouquets décoratifs de fleurs, etc.</i> Hors matériaux utilisés à des fins énergétiques, pour l'agriculture, aromatique et médicinale.
			Ressource secondaire pour l'agriculture/alimentation indirecte	SA7	Capacité de l'habitat à fournir des <b>ressources pour le fourrage ou des ressources utilisées comme engrais</b>	Quantité de matières utilisées à des fins de fourrage et de fertilisation. <i>Foin, luzerne, pâtures, engrais verts, nectar pour les abeilles, etc.</i>
			Composées et matériel génétique des êtres vivants	SA8	Capacité de l'habitat à fournir des <b>matériaux et produits utilisés à des buts médicaux et à être une réserve de ressources génétiques unique que nous utilisons à des buts scientifiques, industriels, agricoles ou agroalimentaires.</b>	Quantité d'espèces utilisées à des fins médicales pharmaceutiques, aromatiques, etc.
		Énergie	Biomasse à vocation énergétique	SA9	Capacité de l'habitat à fournir des <b>matériaux naturels cultivés ou sauvages qui servent de source d'énergie</b>	Quantité de matériaux utilisés à des fins énergétiques comme <i>le bois combustible, les céréales ou la betterave pour la production d'éthanol, etc.</i>
Services de régulation et d'entretien	Maintien des conditions biologiques, physiques et chimiques	Régulation du climat et de la composition atmosphérique		SR1	Capacité de l'habitat à <b>influencer le climat local et régional et à réguler le changement climatique par la séquestration des gaz à effet de serre</b>	Quantité de GES stockée et/ou séquestrée par unité de temps, contribution à la variation du climat (influence sur la température, l'humidité, etc.). <i>Stockage de carbone dans la biomasse végétale, régulation du vent et du climat local par des haies ou autre massifs végétal...</i>
		Régulation des animaux vecteurs de maladies pour l'homme		SR2	Capacité de l'habitat à <b>réguler et limiter la propagation des espèces nuisibles vecteurs de maladies pour l'homme</b>	Certains milieux sont moins favorables que d'autres à la propagation d'espèces nuisibles vecteurs de maladies pour l'homme tel que <i>les moustiques, les tiques, etc.</i>
		Régulation des ravageurs		SR3	Capacité de l'habitat à <b>réguler les espèces sauvages ravageuses de culture</b>	Présence d'espèces régulant les espèces de ravageurs tels que la présence de <i>coccinelle mangeant les pucerons, présence de guêpes parasitoïdes des aphides, etc.</i>
		Maintenance du cycle de vie et de l'habitat	Offre d'habitat, de refuge et de nursery	SR4	Capacité de l'habitat à <b>offrir des habitats favorables pour différentes espèces sauvages comme site de nidification, de reproduction ou de refuge</b>	Habitat utilisé comme site de nidification, de reproduction, de refuge, d'alimentation, etc.
			Pollinisation et dispersion des graines	SR5	Capacité de l'habitat à <b>héberger des espèces pollinisatrices ou dispersantes les graines</b>	Présence de pollinisateurs et espèces dispersant les graines tels que les oiseaux, les mammifères et les insectes. Remarque: ce service se focalise principalement sur l'abondance des pollinisateurs.
		Maintien de la qualité des eaux		SR6	Capacité de l'habitat à <b>maintenir et préserver un bon état chimique des eaux douces et salées par filtration et autoépuration</b>	Habitat, éléments de l'habitat ou organismes contribuant à la filtration ou l'épuration des eaux.
		Maintien de la qualité du sol		SR7	Capacité de l'habitat à <b>maintenir un sol naturellement productif et contribuant à la fertilité du sol</b>	Stockage de nutriments, maintien des bonnes conditions biogéochimiques du sol et de l'activité biologique du sol
	Médiation des flux - régulation des risques naturels	Contrôle de l'érosion		SR8	Capacité de l'habitat à <b>stabiliser, atténuer les flux de masses, à stocker des sédiments et offrir une couverture végétale limitant l'érosion</b>	Combinaison de deux fonctions : contrôle de l'érosion et stockage des sédiments. Présence de couverture végétale, systèmes racinaires et autres éléments limitant l'érosion
		Protection contre les tempêtes		SR9	Capacité de l'habitat à <b>protéger et limiter l'impact des tempêtes</b>	Présences d'éléments naturels protégeant et limitant l'impact et les dégâts causés par des tempêtes telles que <i>les haies, les linéaires d'arbres, etc.</i>
		Régulation des inondations et des crues		SR10	Capacité de l'habitat à <b>maintenir les flux d'eau et à réguler les inondations et les crues</b>	Présence d'éléments naturels régulant les inondations et crues tels que <i>les zones tampons, les forêts rivulaires, les roselières, etc.</i>
	Nuisance	Limitation de nuisances visuelles, olfactives et sonores		SR11	Capacité de l'habitat à <b>limiter les éléments visuels, olfactifs ou sonores jugés nuisibles</b>	Présence d'éléments naturels limitant les éléments visuels, olfactifs ou sonores jugés nuisibles.

Services culturels		REPRESENTATIONS- subjectif :		Code	Définitions	Indicateurs potentiels - exemples
		Caractéristiques	Services écosystémiques			
USAGES- objectif :	Évaluation actuelle de cette valeur et de reconnaissance de groupe, collective	<b>Emblème ou symbole</b>	<b>SC1</b>	Habitats étant ou comprenant des espèces ayant une position d'emblème ou de symbole de nos jours pour une entité sociale	Milieus d'importance patrimoniale ou abritant une espèce emblématique ou symbolique pour le territoire. Exemples: <i>terris, zones humides, milieu littoral, etc.</i>	
	Évaluation à long terme et de reconnaissance personnelle	<b>Héritage (passé et futur) et existence</b>	<b>SC2</b>	Habitats et éléments de l'habitat inspirant du plaisir à exister et volonté à les préserver pour nous et les générations futures	Exemple de méthode pour l'évaluer: <i>Prix à payer pour préserver un habitat ou un de ses éléments; préférences socio-culturelles exprimées, valeur d'attachement, évocation, etc.</i>	
	Évaluation actuelle de cette valeur et reconnaissance personnelle et actuelle	<b>Esthétique</b>	<b>SC3</b>	Habitats et éléments de l'habitat jugés esthétique, contemplation directe ou indirecte	Exemple de méthode pour l'évaluer: <i>Nombre de photos prises d'un habitat ou d'un de ses éléments</i>	
	Évaluation actuelle de cette valeur et de reconnaissance de groupe, collective	<b>Activités récréatives</b>	<b>SC4</b>	Interactions physiques avec l'habitat pour le tourisme, l'art et des activités de loisirs comme les sports de pleine nature, la chasse, la pêche de loisir etc.	Inspiration des paysages naturels ou culturels pour la culture, l'art et le design ( <i>les livres, les films, les peintures, le folklore, les symboles nationaux, l'architecture, la publicité, etc.</i> ) Écotourisme, activité de loisir comme <i>les sports de pleine nature, la chasse, la pêche de loisir, etc.</i>	
		<b>Connaissance et éducation</b>	<b>SC5</b>	Habitat étudié pour l'accumulation de connaissance et pour son intérêt éducatif et/ou scientifique	Utilisation de la nature pour des recherches scientifiques et pour l'éducation. <i>Nombre de sorties scolaires, nombre de projets ou publications scientifiques par milieux, etc.</i>	
		<i>Services écosystémiques</i>	<i>Code</i>	<i>Définitions</i>	<i>Indicateurs potentiels - exemples</i>	

**Annexe 3:** Liste des disservices avec les définitions et des exemples

	<i>Caractéristiques</i>		<i>Code</i>	<i>Définitions</i>	<i>Indicateurs potentiels - exemples</i>
<b>Disservices</b>	<b>Impacts sur la santé humaine</b>	<b>Morsures et attaques</b>	<b>DS1</b>	Capacité de l'habitat à abriter/contenir des espèces dommageables pour l'homme à travers des morsures et d'attaques d'insectes ou autres animaux sauvages.	Présences potentiellement gênantes de <i>moustiques, araignées, puces, tiques, frelons, guêpes, abeilles, etc.</i>
		<b>Pollen et spores allergéniques, plantes et champignons toxiques et/ou irritants</b>	<b>DS2</b>	Capacité de l'habitat à abriter/contenir des espèces dommageables pour l'homme à cause de leurs libérations de pollen et spores allergéniques, par leur toxicité ou propriétés irritantes.	Présences potentiellement gênantes de plantes dispersant un pollen ou des spores allergéniques ou diffusant de l'urushiol. <i>Bouleaux, cyprès, frênes, graminées et urticacées.</i> Et/ ou présences de plantes et de champignons toxiques et/ou irritants tels que <i>les orties, la rue, les amanites, le bolet de Satan, etc.</i>
		<b>Réservoir de maladie vectorielle</b>	<b>DS3</b>	Capacité de l'habitat à être un réservoir pour les maladies vectorielles : maladie de Lyme, leptospirose, hanta virus, etc.	Présences potentiellement gênantes de tiques et autres insectes transmettant des maladies vectorielles.
	<b>Impacts économiques</b>	<b>Dommages sur les infrastructures</b>	<b>DS4</b>	Propriétés potentielle les de l'habitat et des espèces à provoquer des dommages sur les infrastructures : habitations et propriétés, câbles, trottoirs, routes.	Recolonisation de la nature sur les infrastructures de l'homme entraînant des coûts de réparation et/ entretiens tels que la végétation de bords de routes, la fragilisation des bâtiments par <i>des plantes ou des insectes tels que le lierre, les cafards, etc.</i>
		<b>Dommages sur les activités humaines</b>	<b>DS5</b>	Capacité de l'habitat à abriter/contenir des espèces provoquant des dommages sur les activités humaines telles que sur les milieux agricoles ou agroforestiers	Présences potentiellement gênantes de ravageurs de cultures tels que <i>les lapins, les limaces.</i>
	<b>Impacts écologiques</b>	<b>Libération de carbone</b>	<b>DS6</b>	Capacité de l'habitat à libérer du gaz carbonique, du méthane et des autres gaz à effet de serre	Certains milieux rejettent plus de GES qu'ils n'en absorbent et donc contribue au changement climatique

Annexe 4 : Matrice de la capacité

			Services de régulation et d'entretien										Services d'approvisionnement									Services culturels					
HABITAT			SR1	SR2	SR3	SR4	SR5	SR6	SR7	SR8	SR9	SR10	SR11	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	SA6	SA7	SA8	SA9	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5
Aquatiques	Milieu aquatique non marin	H1	2.82	1.82	2.00	4.18	0.94	3.59	0.94	1.88	0.31	3.76	1.44	0.71	2.71	0.63	4.12	3.76	0.44	0.88	2.75	0.44	4.00	3.76	4.35	4.47	4.12
	Fonds ou rivages des plans d'eau non végétalisés	H2	1.59	1.06	1.00	3.06	0.41	2.53	0.71	1.31	0.13	2.94	0.44	0.24	1.71	0.31	2.94	3.06	0.25	0.19	1.56	0.06	2.00	2.00	2.47	2.35	2.59
	Végétations aquatiques	H3	2.53	1.88	1.76	4.59	1.65	4.35	1.53	2.88	0.44	3.12	1.88	0.41	0.88	0.69	2.82	1.47	1.00	0.63	2.56	0.63	2.94	2.82	4.12	1.71	3.82
	Eaux courantes	H4	2.12	1.65	1.76	3.47	2.00	3.53	0.47	0.94	0.19	2.35	1.44	0.47	1.88	0.75	3.53	3.76	0.25	0.56	2.31	0.25	4.06	3.59	4.41	3.88	4.18
	Végétations immergées	H5	2.41	1.88	1.59	4.41	1.35	4.29	1.59	2.75	0.56	2.88	1.63	0.35	0.59	0.75	2.82	1.35	0.81	0.69	2.56	0.31	2.41	2.71	3.47	1.47	3.65
	Bas marais, tourbières de transition, sources	H6	3.71	2.18	1.94	4.47	2.29	4.59	3.12	3.19	1.19	4.47	2.00	0.12	0.94	1.38	2.94	3.24	2.13	1.25	3.19	2.25	4.29	4.29	4.59	2.18	4.65
Agricoles	Steppes et prairies calcaires sèches	H9	1.76	2.12	2.18	3.88	3.76	1.94	3.18	2.82	0.56	1.71	1.75	0.24	2.24	1.59	2.65	1.24	0.81	1.50	3.19	0.81	3.53	3.06	4.06	2.59	4.18
	Prairies à métaux lourds	H10	1.47	1.41	1.65	1.88	2.35	0.41	0.88	2.47	0.44	1.88	1.75	-	0.12	0.18	0.59	0.18	0.31	0.25	1.56	0.31	2.12	2.12	2.47	1.00	3.88
	Prairies acides et dunes fossiles	H11	2.00	1.82	2.00	3.35	3.29	2.18	3.12	2.94	0.94	2.06	1.69	0.18	1.88	1.41	2.24	0.94	0.63	1.25	2.50	0.81	2.82	3.00	3.24	2.35	3.94
	Lisières humides à grandes herbes	H12	2.71	2.29	2.47	4.12	3.94	3.59	3.88	3.65	1.06	3.59	2.50	0.12	1.06	1.65	2.35	1.94	1.44	1.38	2.69	1.06	2.24	2.59	3.41	2.12	3.53
	Prairies humides	H13	2.65	2.47	2.65	3.94	4.00	4.12	3.71	3.71	1.00	4.24	2.19	0.82	3.29	2.35	2.76	2.82	1.81	3.50	3.19	1.31	3.47	3.65	4.12	2.65	3.94
	Végétations de ceinture des bords des eaux	H14	2.76	2.35	2.41	4.29	3.41	4.29	3.41	3.82	1.31	3.82	2.31	0.29	0.76	1.53	2.47	1.88	2.38	1.50	2.75	1.31	2.82	3.18	4.24	1.94	3.71
	Prairies mésophiles	H15	2.18	2.12	2.12	3.24	3.35	2.88	3.12	3.53	0.81	3.00	1.69	0.53	3.88	2.18	3.24	1.35	1.69	2.88	2.75	1.50	2.24	2.88	3.18	1.88	3.00
	Prairies à fourrage des plaines	H16	1.94	2.06	2.18	2.88	2.65	2.35	2.82	3.47	0.88	3.06	1.69	0.71	3.06	1.94	3.00	1.18	1.63	4.06	2.63	1.75	2.53	2.82	2.94	1.53	2.47
	Prairies améliorés	H17	1.82	1.71	1.71	2.24	1.82	1.65	2.00	3.12	0.81	2.65	1.44	0.65	3.24	1.59	2.53	0.82	1.44	3.50	2.06	1.38	1.41	1.65	1.82	1.41	1.76
	Cultures	H20	1.24	1.53	1.12	1.35	1.24	0.29	0.35	0.35	0.31	0.82	0.69	4.88	0.94	0.53	2.24	0.65	3.44	3.63	1.38	3.31	1.76	2.18	1.59	1.29	1.59
	Bandes enherbées	H21	1.88	1.82	2.24	3.06	3.35	2.94	2.82	3.35	0.88	2.59	1.75	0.53	1.24	1.59	2.88	1.06	1.13	1.75	2.06	0.94	1.53	1.53	2.29	1.47	2.41
	Vergers	H23	2.41	1.71	2.06	3.18	3.47	2.00	2.65	3.06	1.94	2.47	2.69	4.94	1.35	1.12	2.06	1.24	1.25	1.88	2.06	1.56	2.88	3.47	3.71	2.41	3.18
	Forestiers	Landes	H7	2.18	2.12	2.76	3.65	3.71	2.65	3.41	3.65	1.38	2.41	2.31	0.29	1.65	2.00	2.71	1.24	1.63	1.75	2.94	1.81	3.24	3.24	4.18	2.59
Fourrés		H8	2.47	2.18	2.82	4.12	3.65	2.71	3.76	4.00	2.50	2.47	2.75	0.35	0.82	2.41	2.88	1.12	2.06	1.75	2.44	2.44	2.24	2.24	2.82	2.24	2.76
Forêts caducifoliées		H18	4.35	2.59	3.12	4.35	3.76	3.53	4.41	4.47	4.13	3.35	4.06	0.41	1.12	3.24	3.76	2.00	4.13	1.50	3.50	4.38	4.24	4.12	4.65	4.24	4.41
Forêts riveraines, forêts et fourrés très humides		H19	4.47	2.65	3.06	4.65	3.76	4.12	4.47	4.65	4.06	4.59	4.19	0.41	0.82	2.59	3.41	2.53	3.69	1.31	3.63	4.06	4.12	4.29	4.82	3.71	4.65
Plantations de caducifoliés		H22	3.65	1.88	1.94	3.29	2.76	2.94	3.47	3.82	3.13	3.18	3.38	0.59	0.94	2.29	2.76	1.41	4.06	1.38	1.94	4.25	2.12	2.00	2.41	2.47	2.24
Plantations de conifères		H24	3.06	1.71	1.47	2.59	2.06	2.06	2.12	3.12	2.94	2.12	3.38	0.41	0.29	1.12	1.94	1.12	4.19	0.81	1.69	4.31	1.41	1.35	1.88	2.06	1.82
Haies, alignements d'arbres		H25	3.41	2.24	2.47	3.88	3.47	3.41	3.71	4.18	3.75	3.47	3.88	1.29	0.82	2.18	3.00	1.71	3.06	1.63	2.75	3.75	3.59	3.76	4.12	2.00	3.71
Anthropiques	Parcs urbains et grands jardins	H26	2.06	1.41	1.65	2.53	2.76	1.71	1.71	1.76	1.69	1.47	2.88	1.18	0.53	0.88	0.71	0.59	0.75	1.13	1.06	1.31	2.12	2.65	3.35	4.41	2.76
	Villes, villages, et sites industriels	H27	0.29	0.71	0.94	1.47	0.94	0.06	0.06	-	0.75	0.06	0.06	0.35	0.47	0.35	0.24	0.06	0.25	0.19	0.25	0.19	1.29	2.06	1.71	2.65	2.12
	Carrières en activité	H28	0.18	0.71	0.88	1.06	0.59	0.18	-	0.06	0.19	0.47	0.06	0.06	-	0.06	0.29	0.29	1.75	0.25	0.13	0.06	0.35	0.82	0.29	0.24	1.53
	Carrières abandonnées	H29	0.88	0.88	1.12	3.06	2.06	1.24	0.53	0.59	0.31	1.00	1.00	0.06	0.18	0.88	1.59	1.53	0.69	0.81	1.50	0.75	1.29	1.71	1.59	1.65	2.76
	Terrils	H30	1.24	1.53	1.53	3.18	2.65	0.76	0.41	0.47	0.88	0.41	1.38	0.29	0.76	1.12	1.65	0.18	1.75	0.88	1.88	1.25	3.82	3.76	3.12	3.12	4.00
	Voies de chemin de fer, friches et abords de voies de communication	H31	0.59	1.29	1.24	2.06	2.24	0.41	0.29	0.53	0.25	0.18	0.38	-	0.24	0.53	1.00	0.18	0.63	0.44	0.94	0.88	0.59	0.94	0.53	0.76	1.53
	Lagunes et réservoirs industriels	H32	0.71	0.88	0.94	1.65	0.94	0.82	0.35	0.47	0.31	1.88	0.44	-	0.06	0.18	0.53	1.00	0.25	0.19	0.50	0.06	0.53	0.88	0.53	0.76	1.41
	Réseaux routiers et ferroviaires	H33	-	0.71	0.65	0.41	1.24	0.06	0.06	0.06	-	0.06	-	-	0.06	0.29	0.47	-	0.06	-	0.25	0.13	0.12	0.41	0.18	0.29	0.88

Annexe 5 : Matrice des capacités des disservices

HABITAT			Disservices					
			Morsures et attaques	Pollen et spores allergéniques, plantes et champignons toxiques et/ou irritants	Réservoir de maladie vectorielle	Dommmages sur les infrastructures	Dommmages sur les activités humaines	Libération de carbone
								
			DS1	DS2	DS3	DS4	DS5	DS6
Aquatiques	Milieu aquatique non marin	H1	1.55	0.62	1.67	1.75	1.22	1.40
	Fonds ou rivages des plans d'eau non végétalisés	H2	1.86	0.40	1.86	1.29	0.87	0.92
	Végétations aquatiques	H3	1.45	1.24	1.63	1.18	1.03	0.90
	Eaux courantes	H4	1.54	0.34	1.15	1.62	1.57	0.74
	Végétations immergées	H5	1.54	1.26	1.68	1.12	0.79	0.83
	Bas marais, tourbières de transition, sources	H6	0.96	1.44	1.50	0.99	1.35	1.59
Agricoles	Steppes et prairies calcaires sèches	H9	1.06	1.24	1.47	0.56	1.52	1.18
	Prairies à métaux lourds	H10	1.05	1.10	1.70	0.82	1.25	0.92
	Prairies acides et dunes fossiles	H11	1.06	1.25	1.54	0.35	1.35	0.74
	Lisières humides à grandes herbes	H12	1.36	1.30	1.63	0.35	1.48	1.37
	Prairies humides	H13	1.47	1.20	1.52	0.35	1.03	1.51
	Végétations de ceinture des bords des eaux	H14	1.45	1.41	1.18	0.80	1.03	1.47
	Prairies mésophiles	H15	1.24	1.55	1.34	0.35	1.26	0.99
	Prairies à fourrage des plaines	H16	1.09	1.45	1.15	0.35	1.30	0.92
	Prairies améliorés	H17	1.03	1.52	1.20	0.35	1.30	1.16
	Cultures	H20	0.93	1.50	1.10	0.62	1.55	1.90
	Bandes enherbées	H21	1.06	1.50	1.20	0.35	1.39	0.83
	Vergers	H23	1.20	1.60	1.26	0.26	1.67	1.18
Forestiers	Landes	H7	1.03	1.41	1.34	1.25	1.50	0.92
	Fourrés	H8	1.02	1.21	1.44	1.55	1.65	1.28
	Forêts caducifoliées	H18	0.96	1.17	1.50	1.62	1.71	1.16
	Forêts riveraines, forêts et fourrés très humides	H19	1.15	1.24	1.48	1.61	1.73	1.44
	Plantations de caducifoliés	H22	1.26	1.36	1.53	1.55	1.91	1.19
	Plantations de conifères	H24	1.33	1.26	1.67	1.55	1.78	1.19
	Haies, alignements d'arbres	H25	1.31	1.35	1.65	1.62	1.40	1.05
Anthropiques	Parcs urbains et grands jardins	H26	0.89	1.57	0.93	1.60	0.89	1.72
	Villes, villages, et sites industriels	H27	1.35	1.84	1.30	1.59	1.03	1.57
	Carrières en activité	H28	0.73	0.40	0.40	1.25	1.31	1.93
	Carrières abandonnées	H29	1.21	1.86	1.54	1.13	1.26	1.73
	Terrils	H30	1.21	1.75	1.39	0.91	1.42	1.68
	Voies de chemin de fer, friches et abords de voies de communication	H31	1.08	1.73	1.56	1.47	1.64	1.73
	Lagunes et réservoirs industriels	H32	1.26	1.42	1.55	1.35	1.41	1.72
	Réseaux routiers et ferroviaires	H33	0.73	1.39	0.62	1.29	1.33	2.05

Annexe 6 : Matrice de la capacité pondérée à l'échelle du Parc

		Services de régulation et d'entretien											Services d'approvisionnement									Services culturels						
HABITAT		SR1	SR2	SR3	SR4	SR5	SR6	SR7	SR8	SR9	SR10	SR11	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	SA6	SA7	SA8	SA9	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	%	
Aquatiques	Millieu aquatique non marin	H1	2.93	1.89	2.07	4.33	0.98	3.72	0.98	1.94	0.32	3.90	1.49	0.73	2.80	0.65	4.27	3.90	0.45	0.91	2.85	0.45	4.15	3.90	4.51	4.63	4.27	1.04
	Fonds ou rivages des plans d'eau non végétalisés	H2	0.03	0.02	0.02	0.05	0.01	0.04	0.01	0.02	0.00	0.05	0.01	0.00	0.03	0.01	0.05	0.05	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.02
	Végétations aquatiques	H3	0.29	0.22	0.21	0.53	0.19	0.51	0.18	0.33	0.05	0.36	0.22	0.05	0.10	0.08	0.33	0.17	0.12	0.07	0.30	0.07	0.34	0.33	0.48	0.20	0.45	0.12
	Eaux courantes	H4	0.96	0.75	0.80	1.58	0.91	1.60	0.21	0.43	0.09	1.07	0.65	0.21	0.86	0.34	1.60	1.71	0.11	0.26	1.05	0.11	1.84	1.63	2.01	1.76	1.90	0.45
	Végétations immergées	H5	0.12	0.09	0.08	0.22	0.07	0.22	0.08	0.14	0.03	0.14	0.08	0.02	0.03	0.04	0.14	0.07	0.04	0.03	0.13	0.02	0.12	0.14	0.17	0.07	0.18	0.05
	Bas marais, tourbières de transition, sources	H6	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.00
Agricoles	Steppes et prairies calcaires sèches	H9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Prairies à métaux lourds	H10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00
	Prairies acides et dunes fossiles	H11	5.20	4.74	5.20	8.71	8.56	5.65	8.10	7.64	2.44	5.35	4.38	0.46	4.89	3.67	5.81	2.45	1.62	3.25	6.49	2.11	7.34	7.79	8.40	6.11	10.24	2.60
	Lisières humides à grandes herbes	H12	2.83	2.40	2.59	4.31	4.13	3.76	4.07	3.82	1.11	3.76	2.62	0.12	1.11	1.73	2.46	2.03	1.51	1.44	2.82	1.11	2.34	2.71	3.57	2.22	3.70	1.05
	Prairies humides	H13	21.18	19.77	21.18	31.53	32.00	32.94	29.65	29.65	8.00	33.88	17.50	6.59	26.35	18.82	22.12	22.59	14.50	28.00	25.50	10.50	27.77	29.18	32.94	21.18	31.53	8.00
	Végétations de ceinture des bords des eaux	H14	0.46	0.39	0.40	0.72	0.57	0.72	0.57	0.64	0.22	0.64	0.39	0.05	0.13	0.26	0.41	0.32	0.40	0.25	0.46	0.22	0.47	0.53	0.71	0.33	0.62	0.17
	Prairies mésophiles	H15	7.06	6.87	6.87	10.49	10.87	9.35	10.11	11.45	2.64	9.73	5.47	1.72	12.59	7.06	10.49	4.39	5.47	9.32	8.92	4.86	7.25	9.35	10.30	6.10	9.73	3.24
	Prairies à fourrage des plaines	H16	2.96	3.14	3.32	4.40	4.04	3.59	4.31	5.30	1.34	4.67	2.57	1.08	4.67	2.96	4.58	1.80	2.48	6.20	4.01	2.67	3.86	4.31	4.49	2.33	3.77	1.53
	Prairies améliorés	H17	0.08	0.07	0.07	0.09	0.08	0.07	0.08	0.13	0.03	0.11	0.06	0.03	0.13	0.07	0.10	0.03	0.06	0.14	0.09	0.06	0.06	0.07	0.08	0.06	0.07	0.04
	Cultures	H20	35.30	43.71	31.94	38.67	35.30	8.41	10.09	10.09	8.93	23.54	19.65	139.54	26.90	15.13	63.88	18.49	98.24	103.60	39.30	94.67	50.44	62.20	45.39	36.99	45.39	28.58
	Bandes enherbées	H21	0.38	0.37	0.46	0.62	0.68	0.60	0.58	0.68	0.18	0.53	0.36	0.11	0.25	0.32	0.59	0.22	0.23	0.36	0.42	0.19	0.31	0.31	0.47	0.30	0.49	0.20
Vergers	H23	0.27	0.19	0.23	0.35	0.38	0.22	0.29	0.34	0.21	0.27	0.30	0.54	0.15	0.12	0.23	0.14	0.14	0.21	0.23	0.17	0.32	0.38	0.41	0.27	0.35	0.11	
Forestiers	Landes	H7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Fourrés	H8	0.52	0.46	0.59	0.87	0.77	0.57	0.79	0.84	0.53	0.52	0.58	0.07	0.17	0.51	0.61	0.24	0.43	0.37	0.51	0.51	0.47	0.47	0.59	0.47	0.58	0.21
	Forêts caducifoliées	H18	41.70	24.79	29.86	41.70	36.06	33.81	42.26	42.82	39.51	32.12	38.91	3.94	10.71	30.99	36.06	19.16	39.51	14.37	33.53	41.91	40.57	39.44	44.51	40.57	42.26	9.58
	Forêts riveraines, forêts et fourrés très humides	H19	12.98	7.68	8.88	13.49	10.93	11.95	12.98	13.49	11.79	13.32	12.15	1.20	2.39	7.51	9.90	7.34	10.70	3.81	10.52	11.79	11.95	12.46	14.00	10.76	13.49	2.90
	Plantations de caducifoliés	H22	20.23	10.44	10.77	18.27	15.34	16.32	19.25	21.21	17.34	17.62	18.72	3.26	5.22	12.73	15.34	7.83	22.54	7.63	10.75	23.58	11.75	11.10	13.38	13.71	12.40	5.55
	Plantations de conifères	H24	2.82	1.57	1.36	2.39	1.90	1.90	1.95	2.87	2.71	1.95	3.11	0.38	0.27	1.03	1.79	1.03	3.86	0.75	1.56	3.97	1.30	1.25	1.73	1.90	1.68	0.92
	Haies, alignements d'arbres	H25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anthropiques	Parcs urbains et grands jardins	H26	1.83	1.26	1.47	2.25	2.46	1.52	1.52	1.57	1.50	1.31	2.56	1.05	0.47	0.78	0.63	0.52	0.67	1.00	0.95	1.17	1.88	2.35	2.98	3.92	2.46	0.89
	Villes, villages, et sites industriels	H27	4.18	10.04	13.38	20.91	13.38	0.84	0.84	-	10.66	0.84	0.89	5.02	6.69	5.02	3.35	0.84	3.55	2.67	3.55	2.67	18.40	29.27	24.25	37.63	30.11	14.22
	Carrières en activité	H28	0.03	0.10	0.13	0.15	0.08	0.03	-	0.01	0.03	0.07	0.01	0.01	-	0.01	0.04	0.04	0.25	0.04	0.02	0.01	0.05	0.12	0.04	0.03	0.22	0.14
	Carrières abandonnées	H29	0.01	0.01	0.01	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.01
	Terrils	H30	1.44	1.78	1.78	3.70	3.08	0.89	0.48	0.55	1.02	0.48	1.60	0.34	0.89	1.30	1.92	0.21	2.04	1.02	2.18	1.46	4.45	4.39	3.63	3.63	4.66	1.17
	Voies de chemin de fer, friches et abords de voies de communication	H31	0.51	1.11	1.06	1.77	1.92	0.35	0.25	0.45	0.21	0.15	0.32	-	0.20	0.45	0.86	0.15	0.54	0.38	0.81	0.75	0.51	0.81	0.45	0.66	1.31	0.86
	Lagunes et réservoirs industriels	H32	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.04	0.01	-	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.02	0.03	0.02
	Réseaux routiers et ferroviaires	H33	-	11.53	10.57	6.72	20.17	0.96	0.96	0.96	-	0.96	-	-	0.96	4.80	7.68	-	1.02	-	4.08	2.04	1.92	6.72	2.88	4.80	14.41	16.33

Annexe 7 : Matrice de l'Usage

			Services de régulation et d'entretien										Services d'approvisionnement									Services culturels					
HABITAT			SR1	SR2	SR3	SR4	SR5	SR6	SR7	SR8	SR9	SR10	SR11	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	SA6	SA7	SA8	SA9	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5
Aquatiques	Milieu aquatique non marin	H1	1.52	3.67	1.43	3.67	1.29	1.52	0.36	4.27	1.32	0.70	1.24	0.95	3.43	3.62	0.57	1.05	1.79	0.60	3.48	3.13	3.41	4.13	3.27	2.14	3.76
	Fonds ou rivages des plans d'eau non végétalisés	H2	1.00	2.38	0.48	2.90	0.95	0.90	0.68	0.36	0.55	0.65	0.67	0.57	1.48	1.33	0.24	0.33	0.74	0.25	1.30	1.13	1.43	1.65	1.59	1.24	2.29
	Végétations aquatiques	H3	1.77	3.82	1.41	4.18	1.45	2.14	0.64	0.45	1.32	0.90	1.32	1.00	1.77	1.18	0.95	0.55	1.55	0.43	2.38	2.13	3.29	1.61	3.04	2.00	2.27
	Eaux courantes	H4	1.64	3.09	1.50	3.27	0.82	0.73	0.40	0.48	0.81	0.76	1.41	0.68	3.23	3.77	0.45	0.82	1.40	0.48	3.42	3.17	3.83	3.65	3.83	1.86	2.59
	Végétations immergées	H5	1.48	3.62	0.90	4.29	1.48	1.95	0.55	0.68	0.73	0.85	1.14	0.95	1.81	1.19	0.76	0.48	1.63	0.45	1.87	1.91	2.68	1.09	3.09	1.86	2.14
	Bas marais, tourbières de transition, sources	H6	1.64	3.36	2.14	4.14	1.95	2.00	0.59	0.30	0.70	0.86	1.68	1.18	2.09	2.64	1.23	0.91	1.90	1.71	3.63	3.25	3.46	2.00	3.78	3.41	4.00
Agricoles	Steppes et prairies calcaires sèches	H9	1.09	2.91	2.68	1.27	1.91	1.73	0.50	-	U.mean	1.19	1.64	1.18	2.05	0.64	0.62	1.00	1.65	0.57	1.88	1.75	2.42	1.25	2.78	1.23	0.95
	Prairies à métaux lourds	H10	1.00	1.95	1.73	0.50	1.09	1.77	0.55	0.45	1.23	0.62	1.09	0.59	0.82	0.14	0.38	0.62	1.25	0.67	1.54	1.63	1.33	0.83	2.48	1.09	1.05
	Prairies acides et dunes fossiles	H11	1.05	2.50	2.00	1.32	1.59	1.77	0.62	0.48	1.14	0.86	1.50	1.14	1.77	0.59	0.43	0.95	1.65	0.48	1.50	1.54	1.92	1.33	2.70	1.14	0.95
	Lisières humides à grandes herbes	H12	1.62	3.29	3.05	3.38	2.62	3.05	0.77	0.82	2.68	1.05	1.81	1.62	2.43	1.43	0.80	1.50	2.00	0.60	1.74	1.83	2.70	1.39	2.82	2.00	2.76
	Prairies humides	H13	1.45	3.95	3.05	3.82	3.09	3.23	0.67	0.52	1.24	0.95	1.91	2.09	2.41	1.86	1.24	2.95	2.10	0.71	3.38	2.96	3.35	1.58	3.35	2.41	3.82
	Végétations de ceinture des bords des eaux	H14	1.62	3.67	3.05	3.76	2.67	3.24	0.82	0.77	3.82	0.85	1.81	1.38	2.10	1.29	1.15	1.00	1.79	0.65	2.57	2.35	3.30	1.57	3.09	2.14	3.10
	Prairies mésophiles	H15	1.18	2.68	2.86	1.95	2.27	2.59	0.55	1.32	3.27	0.95	1.91	1.73	2.41	0.86	1.43	2.71	1.60	0.67	1.96	1.71	2.04	1.25	1.78	1.82	1.95
	Prairies à fourrage des plaines	H16	1.00	2.09	2.09	1.82	1.91	2.27	0.45	1.32	3.27	1.00	1.77	1.23	2.05	0.73	1.05	3.76	1.25	0.86	1.79	1.54	1.83	0.96	1.39	1.77	1.59
	Prairies améliorés	H17	1.00	1.68	1.68	1.14	1.45	2.09	0.45	0.35	0.57	1.24	1.73	1.09	1.95	0.68	1.19	3.29	1.10	0.62	1.21	0.96	1.58	0.96	1.22	1.59	1.59
	Cultures	H20	0.59	1.41	1.55	0.59	1.23	1.18	0.38	0.62	0.81	1.38	1.50	0.55	1.64	0.64	3.00	3.19	1.05	1.90	1.75	1.54	1.46	1.00	1.43	1.14	0.91
	Bandes enherbées	H21	1.24	3.10	2.71	2.76	2.35	3.30	0.55	0.39	0.52	0.95	2.57	1.14	2.10	0.71	0.80	1.20	1.37	0.40	0.78	1.39	1.91	1.00	1.95	1.67	2.10
	Vergers	H23	2.00	2.64	3.23	1.41	1.95	2.29	1.45	0.30	0.52	1.14	2.14	1.45	1.50	0.68	0.81	1.29	1.75	1.00	2.17	2.88	3.04	1.63	2.83	2.14	1.50
	Forestiers	Landes	H7	1.74	3.30	2.91	1.61	2.57	2.70	1.27	0.32	0.68	1.24	1.61	1.52	2.09	0.73	0.91	0.95	1.81	0.95	1.60	1.84	2.64	2.00	2.42	1.87
Fourrés		H8	2.45	3.82	3.18	1.77	2.68	3.41	2.04	0.68	1.82	1.20	1.77	2.05	2.55	0.76	1.67	0.81	1.85	1.48	1.71	1.71	2.21	1.71	1.87	2.45	2.23
Forêts caducifoliées		H18	3.61	4.09	3.39	3.17	3.74	4.22	3.35	0.30	0.48	1.43	2.00	3.35	3.57	1.73	3.77	0.55	2.86	3.59	3.64	3.52	3.96	3.88	3.71	4.13	3.04
Forêts riveraines, forêts et fourrés très humides		H19	3.39	3.83	3.26	3.43	3.57	4.09	3.09	0.67	1.67	1.33	2.09	2.78	3.17	2.14	3.23	0.64	2.71	3.09	3.36	3.08	3.44	3.12	3.63	4.09	3.65
Plantations de caducifoliés		H22	3.26	2.74	2.22	2.43	2.96	3.52	2.78	4.14	0.77	1.19	1.65	2.00	2.35	1.27	4.05	0.64	1.71	3.59	1.96	1.44	2.04	2.00	1.88	3.74	2.43
Plantations de conifères		H24	3.09	2.17	2.04	2.00	1.91	2.74	2.43	0.65	0.61	1.33	1.43	1.30	2.00	1.05	3.68	0.64	1.71	3.14	1.40	1.28	1.80	1.80	1.75	3.04	2.17
Haies, alignements d'arbres	H25	3.52	3.61	3.22	2.65	3.09	4.04	3.35	0.50	0.45	1.33	2.35	2.09	1.91	1.18	1.95	0.68	1.81	2.64	2.88	2.84	3.24	1.76	2.92	2.96	3.04	
Anthropiques	Parcs urbains et grands jardins	H26	3.05	2.09	2.41	1.36	1.50	1.77	1.45	0.59	0.55	1.33	1.23	0.77	0.36	0.18	0.48	0.29	0.75	0.76	1.75	2.21	3.33	3.96	2.30	2.45	1.91
	Villes, villages, et sites industriels	H27	0.41	1.05	0.82	0.55	0.27	0.41	0.82	0.05	0.05	1.62	0.95	0.27	0.23	0.32	0.29	0.29	0.55	0.38	1.54	2.04	1.67	2.04	1.61	0.41	0.45
	Carrières en activité	H28	0.18	0.68	0.50	0.36	0.32	0.23	0.23	0.23	0.36	0.57	0.95	0.18	0.32	0.55	2.33	0.19	0.45	0.14	0.79	0.67	0.42	0.25	0.70	0.23	0.64
	Carrières abandonnées	H29	0.91	2.27	1.68	1.14	0.95	0.68	0.36	0.29	0.67	0.67	1.00	0.68	1.00	0.68	0.29	0.38	1.05	0.29	1.25	1.63	1.29	1.58	1.65	0.82	1.27
	Terrils	H30	0.86	2.27	1.95	0.64	1.09	0.73	0.73	0.09	0.09	0.52	1.09	0.73	1.00	0.23	1.19	0.52	1.60	0.67	3.63	3.63	2.71	3.00	3.22	1.00	0.32
	Voies de chemin de fer, friches et abords de voies de communication	H31	0.32	1.82	1.82	0.50	0.55	0.91	0.41	0.09	0.09	0.62	1.05	0.50	0.55	0.18	0.29	0.19	0.40	0.33	0.96	1.08	0.63	0.71	0.83	0.50	0.50
	Lagunes et réservoirs industriels	H32	0.64	1.14	0.73	1.14	0.55	0.45	0.32	0.05	0.05	0.43	0.64	0.18	0.41	0.86	0.24	0.14	0.35	0.19	0.50	0.67	0.58	0.50	0.70	0.77	2.00
	Réseaux routiers et ferroviaires	H33	0.14	0.59	0.82	0.23	0.32	0.36	0.23	0.73	0.77	1.14	1.14	0.09	0.09	0.18	0.19	0.10	0.20	0.24	0.79	0.83	0.29	0.38	0.39	0.23	0.27

**Annexe 8** : P-values des comparaisons des scores de la capacité et de l'usage (Test T par permutation) sans correction (P-value <0,05) en rouge et avec correction de Bonferroni (P-value < 0,05/825) en jaune

Code	SR1	SR2	SR3	SR4	SR5	SR6	SR7	SR8	SR9	SR10	SR11	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	SA6	SA7	SA8	SA9	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5
H1	0.77	0.07	0.38	0.09	0.80	0.60	0.73	0.07	0.55	0.19	0.14	0.03	0.39	0.05	0.08	0.95	0.79	0.01	0.14	0.20	0.21	0.90	0.57	0.62	0.79
H2	0.59	0.05	0.28	0.02	0.00	0.85	0.50	0.02	0.28	0.18	0.12	0.08	0.24	0.07	0.41	0.29	0.16	0.26	0.37	0.18	0.70	0.51	0.53	0.43	0.10
H3	0.23	0.77	0.39	0.07	0.61	0.91	0.80	0.05	0.46	0.34	0.23	0.09	0.83	0.15	0.29	0.08	0.86	0.03	0.34	0.05	0.63	0.70	0.93	0.15	0.37
H4	0.94	0.31	0.75	0.54	0.99	0.44	0.54	0.05	0.35	0.09	0.45	0.07	0.64	0.38	0.62	0.61	0.59	0.05	0.40	0.37	0.32	0.61	0.30	0.73	0.36
H5	0.80	0.74	0.58	0.07	0.72	0.81	0.50	0.08	0.58	0.34	0.19	0.14	0.45	0.23	0.22	0.10	0.75	0.00	0.33	0.05	0.36	0.97	0.83	0.20	0.92
H6	0.06	0.59	0.60	0.18	0.40	0.10	0.44	0.04	0.35	0.12	0.04	0.00	0.82	0.02	0.48	0.22	0.45	0.01	0.68	0.02	0.80	0.29	0.05	0.07	0.14
H9	0.10	0.41	0.29	0.18	0.13	0.63	0.24	0.01	0.38	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.13	0.08	0.22	0.06	0.32	0.00	0.01	0.16	0.01	0.04	0.81
H10	0.09	0.19	0.15	0.44	0.89	0.96	0.25	0.54	0.29	0.27	0.43	0.01	0.58	0.00	0.27	0.08	0.14	0.09	0.30	0.91	0.15	0.67	0.70	0.23	0.74
H11	0.11	0.09	0.52	0.26	0.30	0.56	0.47	0.13	0.27	0.04	0.00	0.02	0.01	0.00	0.02	0.02	0.18	0.07	0.32	0.03	0.00	0.09	0.01	0.04	0.37
H12	0.21	0.77	0.88	0.85	0.28	0.09	0.78	0.17	0.15	0.26	0.19	0.14	0.06	0.12	0.05	0.17	0.11	0.01	0.22	0.02	0.01	0.70	0.00	0.24	0.32
H13	0.90	0.30	0.62	0.40	0.05	0.27	0.23	0.03	0.12	0.88	0.27	0.05	0.01	0.16	0.50	0.38	0.16	0.00	0.17	0.91	0.01	0.50	0.19	0.31	0.33
H14	0.44	0.22	0.61	0.54	0.17	0.00	0.18	0.07	0.12	0.57	0.15	0.03	0.37	0.14	0.10	0.17	0.11	0.01	0.29	0.09	0.39	0.12	0.22	0.33	0.21
H15	0.58	1.00	0.25	0.02	0.24	0.64	0.89	0.02	0.05	0.49	0.02	0.01	0.08	0.01	0.30	0.04	0.26	0.00	0.70	0.14	0.19	0.04	0.12	0.05	0.34
H16	0.23	0.78	0.17	0.02	0.16	0.37	0.47	0.01	0.08	0.09	0.00	0.01	0.13	0.03	0.58	0.00	0.16	0.03	0.40	0.06	0.21	0.38	0.07	0.02	0.16
H17	0.27	0.96	0.31	0.13	0.66	0.57	0.67	0.03	0.14	0.68	0.12	0.58	0.16	0.19	0.47	0.01	0.37	0.30	0.88	0.24	0.77	0.21	0.17	0.02	0.22
H20	0.21	0.52	0.87	0.20	0.98	0.45	0.38	0.40	0.02	0.95	0.21	0.77	0.50	0.71	0.73	0.79	0.90	0.79	0.46	0.82	0.38	0.39	0.03	0.04	0.72
H21	0.73	0.28	0.27	0.07	0.30	0.47	0.11	0.12	0.05	0.06	0.80	0.33	0.17	0.32	0.58	0.33	0.24	0.03	0.48	0.88	0.13	0.77	0.30	0.96	0.34
H23	0.04	0.10	0.44	0.21	0.15	0.27	0.10	0.55	0.14	0.12	0.23	0.08	0.07	0.45	0.48	0.08	0.18	0.28	0.85	0.17	0.59	0.21	0.22	0.16	0.25
H7	0.83	0.02	0.30	0.22	0.22	0.06	0.11	0.02	0.04	0.00	0.01	0.00	0.14	0.00	0.32	0.22	0.27	0.11	0.02	0.39	0.03	0.02	0.08	0.06	0.84
H8	0.64	0.61	0.39	0.49	0.34	0.34	0.04	0.17	0.04	0.24	0.32	0.17	0.15	0.03	0.85	0.66	0.56	0.07	0.02	0.35	0.16	0.06	0.01	0.18	0.31
H18	0.60	0.20	0.83	0.78	0.53	0.47	0.05	0.18	0.04	0.12	0.17	0.02	0.42	0.06	0.65	0.60	0.37	0.04	0.04	0.43	0.33	0.49	0.07	0.58	0.07
H19	0.53	0.39	0.81	0.69	0.54	0.28	0.10	0.10	0.00	0.09	0.01	0.00	0.23	0.00	0.23	0.00	0.17	0.02	0.06	0.04	0.24	0.16	0.02	0.15	0.07
H22	0.38	0.35	0.61	0.47	0.75	0.98	0.12	0.64	0.14	0.73	0.23	0.37	0.26	0.51	0.84	0.20	0.78	0.11	0.52	0.15	0.13	0.33	0.22	0.55	0.54
H24	0.63	0.52	0.55	0.97	0.89	0.42	0.66	0.96	0.02	0.95	0.93	0.89	0.55	0.86	0.95	0.99	0.52	0.39	0.94	0.22	0.97	0.88	0.76	0.44	0.32
H25	0.23	0.55	0.82	0.03	0.31	0.02	0.07	0.10	0.03	0.13	0.06	0.04	0.56	0.13	0.22	0.36	0.40	0.04	0.75	0.43	0.60	0.14	0.14	0.79	0.33
H26	0.11	0.90	0.75	0.12	0.11	0.33	0.00	0.35	0.12	0.50	0.42	0.95	0.22	0.32	0.37	0.27	0.68	0.79	0.25	0.19	0.44	0.32	0.59	0.84	0.45
H27	0.41	0.98	0.62	0.75	0.13	0.76	0.47	0.27	0.24	0.61	0.95	0.89	0.23	0.38	0.77	0.17	0.15	0.13	0.93	0.16	0.71	0.06	0.16	0.07	0.97
H28	0.90	0.57	0.43	0.95	0.61	0.44	0.79	0.20	0.51	0.18	0.75	0.60	0.91	0.06	0.85	0.64	0.44	0.83	0.98	0.28	0.79	0.27	0.01	0.25	0.77
H29	0.51	0.41	0.65	0.18	0.03	0.14	0.16	0.20	0.11	0.98	0.87	0.40	0.97	0.03	0.83	0.49	0.79	0.37	0.80	0.05	0.44	0.71	0.32	0.89	0.67
H30	0.77	0.50	0.31	0.16	0.74	0.26	0.34	0.51	0.15	0.64	0.82	0.52	0.84	0.10	0.50	0.72	0.26	0.02	0.34	0.07	0.19	0.64	0.12	0.49	0.74
H31	0.32	0.49	0.92	0.15	0.76	0.19	0.46	0.11	0.06	0.38	0.87	0.87	0.91	0.12	0.64	0.12	0.91	0.08	0.76	0.58	0.46	0.73	0.33	0.30	0.66
H32	0.57	0.74	0.91	0.59	0.66	0.89	0.80	0.50	0.63	0.96	0.67	0.88	0.52	0.13	0.82	0.74	0.45	0.11	0.43	0.10	0.48	0.43	0.56	0.86	0.93
H33	0.62	0.84	0.14	0.07	0.29	0.69	0.29	0.85	0.44	0.02	0.19	0.41	0.88	0.24	0.37	0.21	0.34	0.40	0.30	0.52	0.27	0.42	0.19	0.16	0.11

**Annexe 9 : Détails des participants**

Organisme	Fonction	Étude 2015	Matrice capacité 2016	Matrice Usage 2017	Sexe	Milieu spécialité	Échelle	Statut
Office de tourisme de la porte du Hainaut	Capitaine du port de Saint-Amand-les-Eaux	oui	non	oui	Homme	Eau	Local	Ingénieur
Agence de l'eau Artois-Picardie	Économiste	non	non	oui	Homme	General	Région	Ingénieur
Parc naturel régional Scarpe-Escaut	Chargée de missions Sports de nature	non	non	oui	Femme	General	Parc	Ingénieur
Conservatoire d'espaces naturels du Nord et du Pas-de-Calais	Directeur	non	oui	non	Homme	General	Région	Ingénieur
Parc naturel régional Scarpe-Escaut	Responsable du pôle Aménagement du territoire, paysage	oui	non	oui	Homme	General	Parc	Ingénieur
Office national de l'eau et des milieux aquatiques	Chef de service	non	non	oui	Homme	Eau	Parc	Ingénieur
Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement Nord-Pas-de-Calais	Chargée de mission hydro morphologie et continuités écologiques,	non	non	oui	Femme	Eau	Région	Ingénieur
Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement Nord-Pas-de-Calais	Stagiaire	non	non	oui	Femme	General	Région	Ingénieur
Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement Nord-Pas-de-Calais	Chargée de mission Natura 2000	non	non	oui	Femme	General	Région	Ingénieur
Fédération départementale des chasseurs du Nord	Responsable Pôle Migrateurs, Environnement, Base de Données Techniques	oui	non	oui	Homme	General	Département	Ingénieur
Centre régional de la propriété forestière	Adjoint au directeur	oui	non	oui	Homme	Foret	Région	Ingénieur
Parc naturel régional Scarpe-Escaut	Responsable du pôle Ressources et milieux naturels	oui	oui	oui	Homme	General	Parc	Ingénieur
Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement Nord-Pas-de-Calais	Chargée de mission Trame Verte et Bleue et planification	non	non	oui	Femme	General	Région	Ingénieur
Conseil Scientifique de l'Environnement du Nord Pas-de-Calais	Chercheur à l'université de Valenciennes	non	non	oui	Homme	General	National	Chercheur
Région Hauts de France	/	non	oui	non	Homme	General	Région	Ingénieur
Conseil Scientifique de l'Environnement du Nord Pas-de-Calais	Retraité	oui	oui	non	Homme	General	Région	Chercheur

Chambre régionale d'agriculture du Nord-Pas-de-Calais	Chargé de mission environnement	oui	oui	non	Homme	Agriculture	Région	Ingénieur
Conseil Scientifique de l'Environnement du Nord Pas-de-Calais	Retraité	non	oui	non	Homme	General	Région	Chercheur
Université de Lille 1	Doctorante	oui	non	oui	Femme	General	National	Chercheur
Parc naturel régional Scarpe-Escaut	Stagiaire RAMSAR	non	oui	non	Femme	Eau	Parc	Ingénieur
Conservatoire national botanique de Bailleul	Chargée d'étude	non	oui	non	Femme	Botanique	Région	Ingénieur
Université de Lille 1	Maitre de conférence, UF géographie et aménagement	oui	non	oui	Femme	General	National	Chercheur
Centre régional de la propriété forestière	/	non	oui	non	Femme	Foret	Région	Ingénieur
Agence de l'eau Artois-Picardie	Chargée de mission Mer du Nord/bassin versant	non	non	oui	Femme	Eau	Région	Ingénieur
IRSTEA	Directeur de recherche	oui	oui	oui	Homme	General	National	Chercheur
Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement Nord-Pas-de-Calais	Chargée de mission Connaissance de la biodiversité et espaces protégé	non	non	oui	Femme	General	Région	Ingénieur
Groupe Ornithologique et Naturaliste du Nord Pas-de-Calais	Vice-président du GON	oui	non	oui	Homme	General	Région	Ingénieur
Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement Nord-Pas-de-Calais	Chargé de mission risques naturels	non	non	oui	Homme	General	Région	Ingénieur
IRSTEA	Doctorante	oui	oui	oui	Femme	General	National	Chercheur
Parc naturel régional Scarpe-Escaut	Chargé de mission ressources en eau et trame écologique	oui	oui	oui	Homme	Eau	Parc	Ingénieur
Conservatoire national botanique de Bailleul	Directeur général	non	oui	non	Homme	Botanique	Région	Ingénieur
Conservatoire d'espaces naturels du Nord et du Pas-de-Calais	Responsable pôle territorial	non	oui	oui	Homme	General	Région	Ingénieur
Département du Nord	ENS, responsable de l'arrondissement de Douai	oui	oui	oui	Femme	General	Département	Ingénieur
Conseil Scientifique de l'Environnement du Nord Pas-de-Calais	Chercheuse à l'université de Lille 1	oui	oui	non	Femme	General	Région	Chercheur
Conservatoire national botanique de Bailleul	Chargé d'étude	oui	oui	oui	Homme	Botanique	Région	Ingénieur



