



Rapport d'étude :

Evaluation des services écosystémiques
potentiellement rendus par les zones humides
des territoires du SAGE Scarpe aval et du Parc
naturel régional Scarpe-Escout



Etude réalisée en 2015 par l'Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale, commanditée par le Parc naturel régional Scarpe-Escaut

Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale (IMBE)

Aix Marseille Université, CNRS, IRD, Avignon Université

FST St-Jérôme, case 421

13397 Marseille cedex 20

Tel : 04 91 28 84 26 / 85 27 - Fax : 04 91 28 86 68

Site internet : <http://www.imbe.fr>

Responsables scientifiques à l'IMBE :

Thierry Tatoni - Professeur et Directeur de l'IMBE - Contact : thierry.tatoni@imbe.fr

Léïta Tschanz - Doctorante - Contact : leita.tschanz@imbe.fr

Exécutif du projet et rédacteur du rapport :

C. Sylvie Campagne - Ingénieure d'étude - Contact : sylvie.campagne@imbe.fr

Parc naturel régional Scarpe-Escaut

357, rue Notre Dame d'Amour

59230 Saint Amand Les Eaux

Tél : 03 27 19 19 70 – Fax : 03 27 19 19 71

Site internet : <http://www.pnr-scarpe-escaut.fr>

Responsable technique au PNR Scarpe-Escaut :

Tangui LEFORT - Chargé de mission - Contact : t.lefort@pnr-scarpe-escaut.fr

Référent du SAGE Scarpe aval :

Stéphanie Gondry – Conseillère technique - Contact : s.gondry@pnr-scarpe-escaut.fr

Crédit photo de la page de garde : S. Campagne (Photographie du terrain, 2015, Fresnes-sur-Escaut et Hasnon) et L. Tschanz (Atelier de travail, 9 Juin 2015, Haveluy)

Recommandation de citation pour ce document : Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie marine et continentale (IMBE), Sylvie CAMPAGNE (2015) Evaluation des services écosystémiques potentiellement rendus par les zones humides des territoires du SAGE Scarpe aval et du Parc naturel régional Scarpe-Escaut. Rapport d'étude – Parc naturel régional Scarpe-Escaut, 62p.

Table des matières

I.	Introduction.....	1
1)	Définitions	1
1.1)	Les services écosystémiques	1
1.2)	Les zones humides (d’après Vaschalde, 2013).....	1
1.3)	Fonctions et services écosystémiques des zones humides (d’après Aoubid et Gaubert, 2010)	2
1.4)	Réaliser une évaluation des services rendus par les écosystèmes aquatiques et humides (d’après MEDDE, 2014)	2
2)	Contexte territorial : Le SAGE Scarpe aval et le Pnr Scarpe–Escaut	3
3)	Problématique générale.....	3
II.	Méthode et outils créés	5
1)	Territoire d’étude	5
2)	Sites d’étude.....	5
3)	Echantillonnage : les sous-sites.....	7
4)	Terrain : la cartographie des parcelles	8
4.1)	Délimitation des parcelles	8
4.2)	Terrain et outils	8
A.	LA TYPOLOGIE DES ZONES HUMIDES	10
B.	LES ELEMENTS PONDERATEURS	12
5)	Concertation : les services écosystémiques et la matrice des capacités.....	15
C.	LES SERVICES ECOSYSTEMIQUES	15
D.	LA MATRICE DES CAPACITES.....	16
6)	Scores des parcelles formés lors du terrain	17
7)	Extrapolation aux sous-sites et au territoire : une voie d’analyse.....	17
8)	Données ARCH.....	18
III.	Résultats.....	21
1)	Concertation : la matrice des capacités	21
1.1)	Notations brutes de la matrice des capacités	21
1.2)	Indices de confiances et variances des notations	24
1.3)	Analyse des résultats de la matrice des capacités	24

2)	Cartographie et scores des parcelles formés lors du terrain	25
2.1)	Cartographie et type de zones humides des parcelles	25
2.2)	Exemple de cartographique : parcelles du sous-site SS28.....	26
2.3)	Scores des parcelles	28
3)	Extrapolation aux sous-sites et au territoire : une voie d'analyse.....	29
3.1)	Les résultats bruts des sous-sites.....	30
3.2)	L'extrapolation au territoire	30
4)	La cartographie des SE des ZH avec les données ARCH	33
IV.	Discussion et perspectives	35
1)	Phase de concertation.....	35
2)	Phase de terrain	35
3)	Extrapolation : une voie d'analyse	36
4)	Perspectives.....	36
V.	Conclusion	39
	Bibliographie	
	ANNEXE	

Table des illustrations

Figure 1 : Schéma d'un système socio-écologique et des services écosystémiques.....	2
Figure 2 : Schéma conceptuel de l'étude	5
Figure 3 : Carte du Parc naturel régional Scarpe-Escout et du SAGE Scarpe aval.....	6
Figure 4 : Schéma d'un sous-site de 500m/500m composé de parcelles d'habitat homogène (en noir) et d'éléments pondérateurs (seulement quelques exemples, ici en jaune).....	8
Figure 5 : Carte des zones à dominante humide et des 40 sous-sites ajustés.....	9
Figure 6 : Photographie du sous-site SS28 et de la présence de l'élément pondérateur « EP25 : dépôt(s) organique »	12
Figure 7 : Photographie de l'atelier de travail du 9 juin 2015	14
Figure 8 : Schéma de la matrice des capacités.....	17
Figure 9 : Occupation du sol d'après les données ARCH.....	20
Figure 10 : Moyenne des notations pour chaque type de zones humides par catégories de services écosystémiques	23
Figure 11 : Occupation du sol d'après les données du terrain ci-dessus et rappel de la Figure 9 : Occupation du sol d'après les données ARCH sur la droite	26
Figure 12 : Photographie de la localisation du sous-site 28	27
Figure 13 : Exemple de cartographie des parcelles avec le sous-site 28 avant (à gauche) et après le terrain (à droite)	27
Figure 14 : Scores du bouquet de services écosystémiques potentiellement rendus par la parcelle 3 du sous-site 28 (SS28P3).....	29
Figure 15 : Représentation des sous-sites en fonction des axes 1 et 2 de l'ACP et illustration des 8 unités de sous-sites mis en avant avec une classification ascendante hiérarchique.....	32
Figure 16 : Scores avec éléments pondérateurs des unités.....	33
Figure 17 : Carte des résultats de l'analyse des scores avec EP des sous-sites	34

Table des tableaux

Tableau 1 : Types de zones humides de l'étude	11
Tableau 2 : La liste des services écosystémiques de l'étude	16
Tableau 3 : Matrice des capacités de l'étude.....	22
Tableau 4 : Classement des types de zones humides par leurs scores moyens et présentations de leurs scores les plus élevés et les plus faibles.....	23
Tableau 5 : Résumé des résultats de la matrice des capacités	24
Tableau 6 : Détails du calcul des scores de la parcelle 3 du sous-site 28 : SS28P3.....	28
Tableau 7 : Détails du calcul des scores avec EP du sous-site 28 : SS28P3.....	30
Tableau 8 : Détails des unités.....	32

Liste des abréviations

ACP	Analyse des composantes Principales
ARCH	Assessing Regional Habitat Change
CICES	Common International Classification of Ecosystem Services
ENS	Espaces naturels sensibles
EP	Elément pondérateurs
IMBE	Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale
MEA	Millennium Ecosystem Assessment
ONF	Office National des Forêts
PnrSE	Parc naturel régional Scarpe-Escaut
SAGE	Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SE	Service écosystémique
SIG	Système d'information géographique
ZH	Zone humide

I. Introduction

1) Définitions

1.1) Les services écosystémiques

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 (*Millennium Ecosystem Assessment*, 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 ; **Figure 1**).

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 (Centre d'Analyse Stratégique (CAS, 2009 ; **Figure 1**). 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 omniprésente dans la conception des politiques de préservation de la biodiversité (Marie *et al.*, 2012 ; Haines-Young and Potschin, 2013) et des fonctionnalités écologiques. Les services écosystémiques sont définis dans le rapport du *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES, Haines-Young et 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.

1.2) Les zones humides (d'après Vaschalde, 2013)

Les zones humides sont des milieux complexes, fragiles, et divers. Elles font partie des écosystèmes les plus riches de la planète, en deuxième position sur le plan de la diversité biologique et de la productivité naturelle, après les forêts tropicales (Pearce et Crivelli, 1994). Les zones humides fournissent de multiples services qui contribuent au bien-être de l'humanité et à la réduction de la pauvreté (MEA, 2005 ; ten Brink *et al.*, 2013). Elles ont des valeurs écologiques, socioculturelles et économiques (de Groot *et al.*, 2002 ; Schuyt, 2004). Sans les zones humides, les cycles de l'eau, du carbone et des nutriments seraient altérés (ten Brink *et al.*, 2013).

Malgré leur intérêt, les zones humides sont grandement menacées : la moitié de la surface des zones humides a disparu au cours du 20^{ème} siècle (Barbier, 1993 ; MEA, 2005).

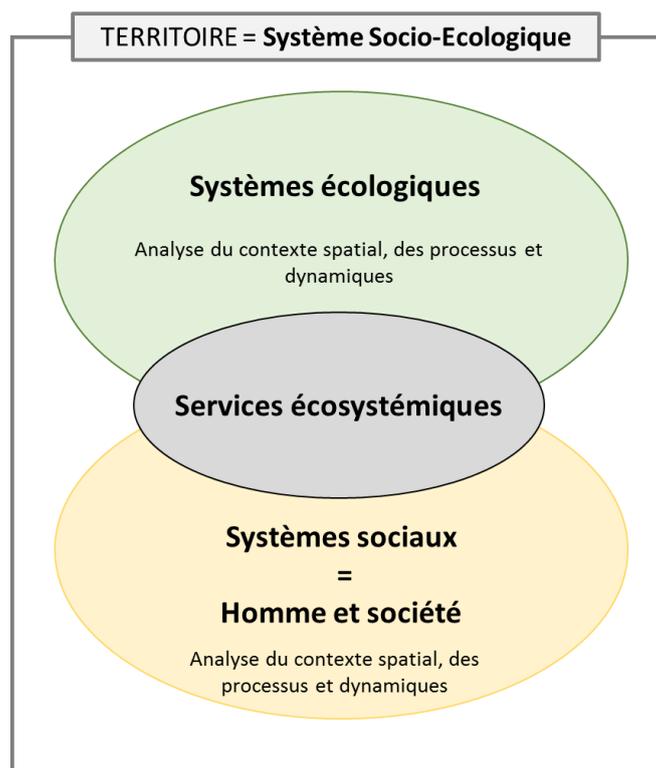


Figure 1 : Schéma d'un système socio-écologique et des services écosystémiques
(adapté de Tschanz, 2013)

1.3) Fonctions et services écosystémiques des zones humides (d'après Aoubid et Gaubert, 2010)

Il convient, avant tout, de bien faire la distinction entre fonction et service rendu. Un groupe de réflexion animé dans le cadre du Programme National de Recherche sur les Zones Humides en 2000 s'est penché sur la question. Le groupe a défini le terme « fonction » comme « la relation organique existant entre les composantes des écosystèmes humides, et concourant à des conséquences communes ». Le terme « service rendu » (ou service écosystémique) a, lui, été défini lors du *Millenium Ecosystem Assessment* comme étant un « bénéfice que les humains obtiennent des écosystèmes ». (Laurans, 2000).

1.4) Réaliser une évaluation des services rendus par les écosystèmes aquatiques et humides (d'après MEDDE, 2014)

Les politiques de conservation des milieux naturels sont trop souvent représentées sous le seul angle des limitations ou des contraintes qu'elles imposent. Les bénéfices économiques, sociaux et culturels de ces milieux ne sont pas assez mis en avant. La cartographie des services rendus par les écosystèmes aquatiques et humides dans le cadre de l'Évaluation Française des Ecosystèmes et des Services Eco-systémiques (EFESE) a vocation à contribuer aux activités de l'IPBES (la plate-forme intergouvernementale sur la biodiversité et les

services écosystémiques). Elle répond également aux engagements pris par la France dans la Stratégie de l'Union Européenne pour la biodiversité en documentant et en analysant les liens entre le bon fonctionnement des écosystèmes aquatiques et humides et la production des services qui en dépendent et qui contribuent au bien-être humain.

De plus l'Axe 6 du Plan National d'Action en faveur des milieux humides (2014-2018) est de « Mieux faire connaître les milieux humides et les services qu'ils rendent ».

Il est aussi nécessaire de valoriser les zones humides, notamment auprès des décideurs. Mettre en lumière leur rôle dans l'atténuation des effets du changement climatique est particulièrement important dans le contexte actuel. Cela permet à la fois de promouvoir une adaptation fondée sur les écosystèmes et la préservation des zones humides.

2) Contexte territorial : Le SAGE Scarpe aval et le Pnr Scarpe-Escout

Le territoire d'étude regroupe les périmètres partiellement superposés du SAGE Scarpe aval et du Pnr Scarpe-Escout.

Il est notamment marqué par la plaine basse humide articulée autour de la Scarpe et de l'Escaut. C'est un secteur péri-urbain où la pression urbaine est forte (consommation d'espace) dont le paysage est formé par une mosaïque de milieux agricoles et naturels (cultures, prairies, boisements, marais, étangs...) et de zones urbanisées.

L'eau est omniprésente et l'homme la gère depuis des siècles afin de développer ses activités (assèchement, exploitation des terres, canalisation des cours d'eau...). Les zones humides, autrefois sources de richesses, sont aujourd'hui jugées moins intéressantes et les prairies humides, notamment, ont fortement régressé sous la pression urbaine, exploitées pour des productions agricoles plus rentables que l'élevage ou encore aménagées en étangs de loisirs.

Les zones humides restent aujourd'hui mal perçues par certains acteurs locaux, voire non perçues par les habitants malgré leur importance et les services qu'elles rendent au territoire.

3) Problématique générale

Cette étude s'intègre à la révision du SAGE Scarpe aval qui doit permettre de prendre en compte les données des études récentes et les nouveautés réglementaires, notamment le SDAGE 2016-2022 en cours de révision. Elle doit également être l'occasion de réviser les objectifs et orientations au regard de nouveaux enjeux.

Ainsi les résultats de l'étude des services écosystémiques potentiellement rendus par les zones humides permettront, d'une part, **d'offrir un outil d'aide à la décision dans le cadre**

de la révision du SAGE afin de définir des mesures adaptées aux différents types de zones et de services ainsi qu'aux activités des usagers.

D'autre part, la notion des services écosystémiques permet de mettre en avant les biens et bénéfiques tirés des zones humides par les hommes. Ainsi, la phase de concertation, tout comme les résultats, contribueront à **améliorer l'image des zones humides auprès des habitants et usagers du territoire et donc à l'atteinte des objectifs de préservation de ces milieux.**

Il est nécessaire d'avoir en tête qu'une nouvelle lecture des zones humides du territoire en fonction des services écosystémiques potentiellement rendus apporte une plus-value à condition de la croiser aux autres indicateurs classiques. En effet, les services écosystémiques forment une couche de lecture importante mais qui ne doit pas être considérée seule.

Cette étude va donc apporter une contribution à la révision du SAGE Scarpe aval et à la labellisation RAMSAR d'une partie du territoire de la plaine de la Scarpe et de la vallée de l'Escaut, mais elle devra être valorisée au sein de l'ensemble des éléments disponibles sur cet enjeu.

II. Méthode et outils créés

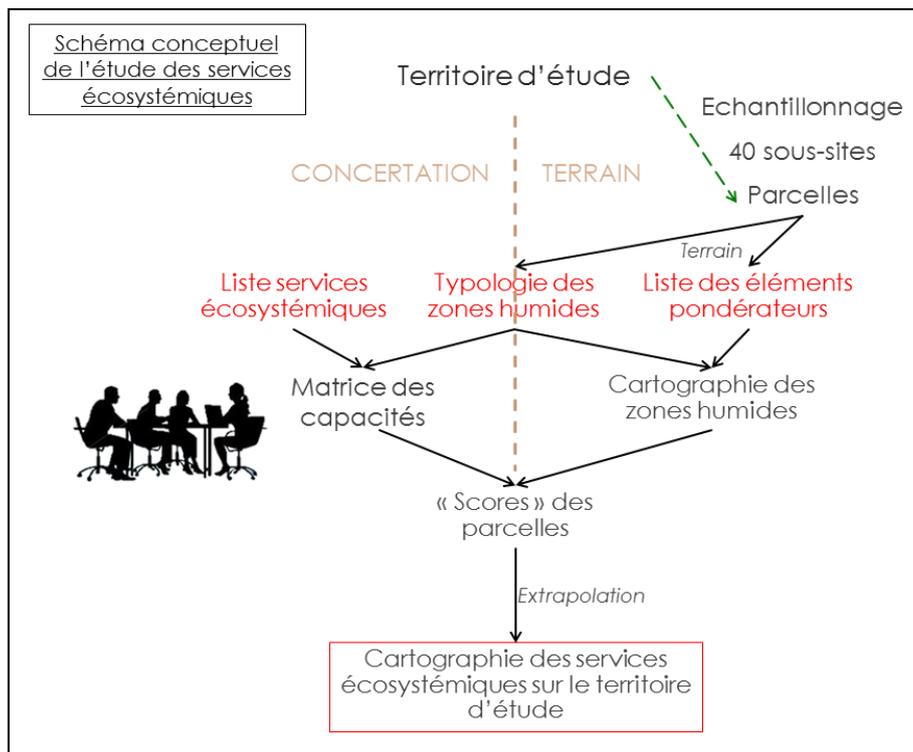


Figure 2 : Schéma conceptuel de l'étude

Afin d'avoir une vision globale de l'étude, la **Figure 2** présente un schéma conceptuel de l'étude présentant les différents éléments de la méthode qui sont détaillés dans les parties suivantes.

1) Territoire d'étude

Le territoire de l'étude se porte sur les territoires du SAGE Scarpe aval et du Parc naturel régional Scarpe-Escaut (**Figure 3**).

2) Sites d'étude

L'étude s'effectuant uniquement sur les zones humides du territoire, leurs périmètres doivent être définis. Deux données d'inventaire peuvent être utilisées :

- les « espaces à enjeux pour l'eau » données du SAGE Scarpe aval approuvé en 2009,
- les « zones à dominantes humides » données du SDAGE Artois-Picardie, approuvées en 2009.

Les données ARCH ont aussi été envisagées mais seront utilisées dans un second temps.

Parc naturel régional Scarpe-Escaut et SAGE Scarpe aval



Figure 3 : Carte du Parc naturel régional Scarpe-Escaut et du SAGE Scarpe aval

Compte-tenu du fait :

- qu'il n'est pas envisageable de croiser ces données (méthode d'élaboration et échelles de validité différentes),
- que les zones à dominantes humides incluent les cultures au contraire des espaces à enjeux,
- que les espaces à enjeux surévaluent la surface des forêts humides,
- que l'indice de confiance 1 des zones à dominante humide correspond à des zones non humides (artificialisées et urbaines).

Le comité de pilotage du 21-04-15¹ décide de définir comme site d'étude les zones à dominante humide (ZDH) du SDAGE Artois-Picardie en enlevant les données dont l'indice de confiance est de 1 comme illustré dans la **Figure 5**. En effet dans ces données SIG, à chaque polygone créé est associé un indice de confiance visant à préciser la pertinence relative de considérer ce dernier comme une zone à dominante humide. Cet indice est compris entre 1 et 5 en respectant les intitulés suivants :

1 : zone non humide (zones urbaines, artificialisées)

2 : caractère hygrophile supposé

3 : caractère hygrophile très probable

4 : caractère hygrophile confirmé (visites de terrain, études, partenaires de l'étude)

5 : eaux libres

Les limites des sites d'étude choisis :

Une surévaluation des zones non humides qui sont intégrés aux « zones à dominantes humides » est à préciser. La difficulté de définir et d'inventorier les zones humides impacte la cartographie générale. Ainsi, il faut prendre en considération le fait que toutes les zones humides du territoire d'étude ne sont potentiellement pas dans les « zones à dominantes humides » mais aussi que toutes les zones cartographiées ne sont potentiellement pas toutes des zones humides.

A partir d'une étude SIG, nous pouvons dire que les sites d'étude (ZDH) *stricto sensu* ont une superficie totale de 17 900 ha, alors que le territoire d'étude a une superficie de 78 800 ha.

Ainsi les zones à dominantes humides recouvrent 22,71 % du territoire d'étude (Figure 5).

3) Echantillonnage : les sous-sites

Comme le montre le schéma conceptuel de la **Figure 2**, la méthode consiste à faire un échantillonnage de 40 sous-sites, sélectionnés de façon aléatoire dans les sites d'étude. Une grille avec des mailles de 500 m par 500 m sur l'emprise de la couche des ZDH a été créée.

¹ Cf. : « 2015-04-29-compte_rendu_COPI1_21-04-2015.pdf »

Tout d'abord une sélection de 49 mailles a été effectuée de façon aléatoire sur le territoire, puis une sélection de 40 mailles a été faite en fonction de la densité de ZDH sur le territoire. Après un ajustement de la forme dans certains cas, les sous-sites finaux ont une forme de quadrilatère d'environ 25 ha (**Figure 5**). Les détails des fichiers SIG et de l'échantillonnage sont dans l'**ANNEXE 2**.

Ainsi la superficie prospectée est d'environ 25 ha sur chacun des 40 sous-sites¹ soit 1 000 ha ce qui correspond à 5,58 % de la surface des sites d'étude et 1,27 % de la surface du territoire.

4) Terrain : la cartographie des parcelles

4.1) Délimitation des parcelles

Dans chaque sous-site et par photo-interprétation, nous avons créé des parcelles d'habitat homogène dans les zones à dominante humide. Une première détermination du type de ZH est menée à partir de l'orthophotographie datant de 2012². Les règles spécifiques de cartographie et de délimitation précise des parcelles sont présentées en **ANNEXE 1** et en **ANNEXE 2**.

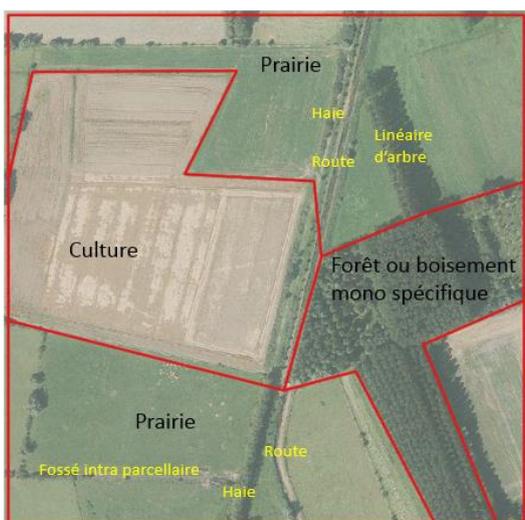


Figure 4 : Schéma d'un sous-site de 500m/500m composé de parcelles d'habitat homogène (en noir) et d'éléments pondérateurs (seulement quelques exemples, ici en jaune)

Chaque parcelle est caractérisée par un type de ZH et la présence d'éléments pondérateurs comme le montre le schéma conceptuel (**Figure 1**) et comme l'illustre la **Figure 4**.

4.2) Terrain et outils

Le terrain a eu lieu de mi-mai à mi-juin 2015. Lors de celui-ci, chaque sous-site est prospecté. Tout d'abord les chemins et sentiers qui le traversent sont empruntés. Lorsque ceci ne suffit pas afin d'étudier toutes les parcelles et que celles-ci ne sont pas des zones privées, chaque parcelle est traversée à pied.

¹ Précisons que le choix d'échantillonner 40 sous-sites provient d'une étude précédente qui limite l'échantillonnage à 40 sous-sites de 500m sur 500m pour une étude de 6 mois effectuée par une seule personne.

² Orthophotographie couleur 20 cm PPIGE 2012 mise à disposition par le Pnr Scarpe-Escaut « ORTHO_RVB_PPIGE_2012 .ecw »

Carte des zones à dominante humide et des 40 sous-sites ajustés de l'étude

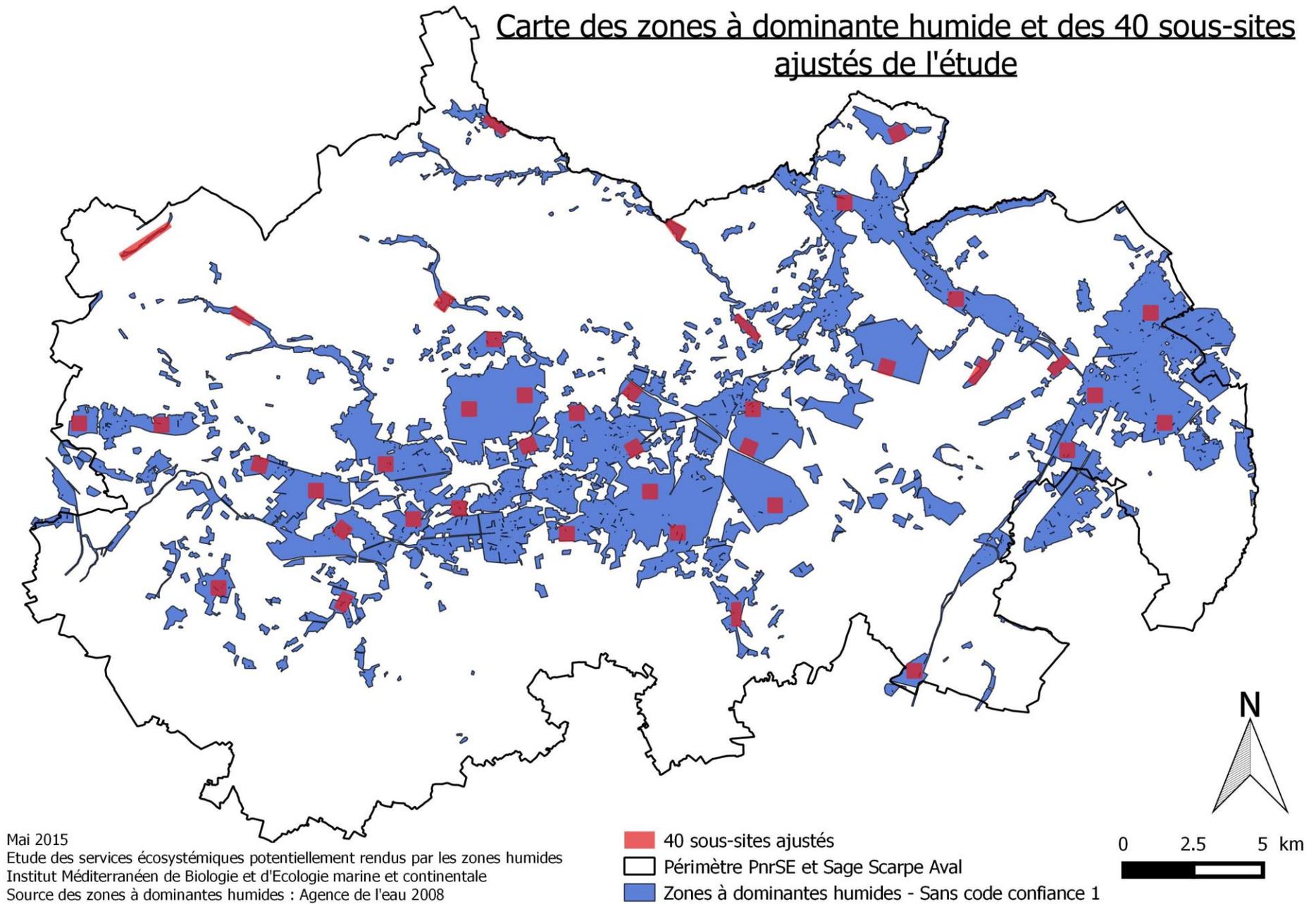


Figure 5 : Carte des zones à dominante humide et des 40 sous-sites ajustés

Le terrain permet un ajustement du type de ZH identifié par photo-interprétation et une vérification du contour des parcelles afin de révéler tous les changements d'occupation du sol entre l'orthophoto datant de 2012 et le terrain effectué en 2015.

Il est à préciser que le terrain ne visait pas à confirmer si les zones étaient ou non des zones humides mais à déterminer à quel type de ZH elles correspondent d'après notre typologie. De plus, l'occupation du sol étant en perpétuelle évolution, il a été nécessaire de distinguer des différences en l'orthophoto de 2012, les données ARCH¹ de 2009 et le terrain datant de 2015.

Dernièrement, sur chaque parcelle, la présence/absence de chaque élément pondérateur (EP) est relevée lors du terrain. Plus de détails sont présentés dans la partie B « LES ELEMENTS PONDERATEURS » et un exemple concret est présenté dans la partie III « Résultats ».

Les limites du terrain :

- biais de l'observateur dans l'identification de certains types de ZH (distinction entre prairie et culture majoritairement). Ainsi après le terrain, une vérification de certaines identifications a été faite avec les données ARCH qui sont issues d'une étude plus précise quant aux types d'habitats.

- biais observateur dans la détection de certains EP tels que la présence de « EP2 : Zone(s) de platière, végétation pionnière » ou de « EP22 : Forêt en eau » que l'on réduit par le fait que le terrain n'a été effectué que par une personne.

A. LA TYPOLOGIE DES ZONES HUMIDES

La typologie des zones humides sert à différencier les habitats rendant des services écosystémiques potentiellement différents. Par rapport à la méthode de l'étude, les zones humides doivent être distinguables visuellement lors du terrain sans une étude ou un inventaire précis des zones échantillonnées.

Plusieurs typologies des zones humides ont été envisagées et présentées lors du comité de pilotage du 21-04-15². Celles-ci ont été établies avec la bibliographie existante sur les SE des ZH et la revue des études effectuées sur le territoire d'étude. De plus, une réunion avec des experts du Pnr Scarpe-Escout (T. Lefort, J. Bacquaert, G. Duhayon et J. Masquelier) a permis de cibler les typologies présentées lors du COPIL. Compte-tenu du fait :

- que les boisements de résineux en zone humide seront rares, voir absents,

¹ Informations prises dans la partie II. 8) Données ARCH et sur le site internet : <http://www.arch.nordpasdecalais.fr/>

² Cf. : « 2015-04-29-compte_rendu_COPIL1_21-04-2015.pdf »

- que les friches humides ne rendent pas les mêmes services que les marais, tourbières et roselières,
- qu'il n'est pas possible de différencier sur le terrain ou à l'aide de données homogènes sur le territoire les différents types de prairies d'une part, les mares et étangs d'autre part.

Le comité de pilotage a décidé de :

- fusionner les deux habitats « Boisement de résineux en zone humide » et « Boisement mono spécifique en zone humide »,
- différencier les habitats « Marais, tourbière, roselière » et « Fiches humides »,
- conserver d'une part un seul habitat « Prairie humide » et d'autre part un seul habitat « mares et étangs »,
- qualifier les prairies ou encore les mares et étangs par des éléments pondérateurs (cf. ci-après)

Les types de zones humides de l'étude sont ainsi présentés dans le **Tableau 1** avec leur code correspondant (utilisé dans la partie Résultats) et leurs définitions associées.

Tableau 1 : Types de zones humides de l'étude

Types de zones humides	Code	Définitions
Forêt humide	T1	Forêt alluviale (baignées de manière discontinue lors du débordement des cours d'eau et remontées de nappes) et forêt humide abritant mares, étangs ou réseau de fossés
Boisement mono spécifique en zone humide	T2	Alignement mono spécifique, principalement de peupliers et pouvant être résineux
Prairie humide	T3	Prairie drainée, non drainée intensive ou extensive
Mare et étang	T4	Etendue d'eau temporaire ou permanente, naturelle ou anthropique, de faible importance et profondeur, de taille variable et à renouvellement généralement limité
Etangs d'affaissement minier et plans d'eau de carrières	T5	Plans d'eau issus d'affaissement miniers ou résultants de l'extraction de granulats
Marais, tourbière, roselière	T6	Zone en dépression recueillant régulièrement les eaux de nappe et ruissellement, avec des phases d'assèchement (marais) ou constamment saturés d'eau (tourbières)
Friche humide	T7	Parcelles non exploitées depuis plusieurs années, présence d'arbustes
Culture	T8	Production végétale tirée de l'exploitation de la terre (ex. : blé, maïs, pomme de terre, betterave...)
Espace vert	T9	Espace artificialisé de loisirs (public ou privé), jardin (communaux ou privé)

Limites et biais de cette typologie :

- le manque de distinction entre les différents types de prairies qui entraîne une sous-évaluation des différents services écosystémiques potentiels, surtout dans l'aspect de la contribution des prairies à la biodiversité locale selon le type d'usage.
- si la distinction des ZH « prairies » T3 et des « cultures » T8 sur le terrain est complexe, on admet se fier aux données ARCH.
- les eaux courantes (cours d'eau et voie navigable) ne sont pas prises en compte dans cette étude qui se limite aux zones humides. Ainsi si les sous-sites comprennent des zones d'eaux courantes, elles n'ont pas été délimitées comme parcelles ou intégrées dans l'une d'elles.

B. LES ELEMENTS PONDERATEURS

Les éléments pondérateurs (EP) sont des éléments naturels ou anthropiques présents dans les parcelles. Ce sont des éléments que l'on juge capables de modifier la capacité potentielle des zones humides à rendre un SE. Nous donnons un exemple dans la **Figure 6** avec la présence de l'élément pondérateur « EP25 : Dépôt(s) organique » sur le sous-site SS28.



Figure 6 : Photographie du sous-site SS28 et de la présence de l'élément pondérateur « EP25 : dépôt(s) organique »

La liste des EP est présentée en **ANNEXE 4**. La présence des EP est notée pour chaque parcelle et reportée dans un fichier Excel¹. Elle est ainsi déterminée sur le terrain sauf pour les EP SIG en jaune dans l'**ANNEXE 4** soit EP9, EP17, EP18, EP23 et EP45, qui sont déterminés

¹ « Base_de_donnes_pnrse_xlsx »

grâce à des données homogènes déjà existantes fournies par le PnrSE. L'origine des EP est détaillée dans l'**ANNEXE 4**.

Les EP ont été déterminés à partir de la liste des EP d'une étude précédente, de la bibliographie étudiée, des expertises du parc, du comité de pilotage et du terrain. Les éléments pondérateurs n'ont pas fait l'objet d'une validation lors du comité de pilotage du 21-04-15 car le terrain n'avait pas encore été réalisé et celui-ci est nécessaire pour valider la possibilité de détection. Cependant, le comité de pilotage a permis de compléter la liste des éléments pondérateurs par un élément naturel « zone de platière, végétation pionnière » afin de prendre en considération les bords de zones humides qui ne sont pas encore des « roselières, végétation de bord de berge ». De plus, la « Présence de résineux à plus de 70% » a été ajoutée.

Certains EP ont été aussi considérés lors de l'étude mais non évalués :

- « Connexion de la ZH au réseau hydraulique », « Cuvette Karstique, source, perte ou résurgence » et « Egout, déversement d'eau de canalisation et rejet d'eaux usées » : malgré l'importance de leur présence, leur détection est irrégulière et non exhaustive et une évaluation à dire d'experts n'est pas envisageable.
- l'occupation du sol : afin de prendre en compte l'« environnement naturel » de la zone humide, nous pensions utiliser l'occupation du sol comme EP mais cela n'aurait révélé qu'une redondance avec le type de ZH.
- le statut de la parcelle (zones en protection, en gestion, en inventaire, en maîtrise foncière, etc.) a été envisagé comme EP mais ce sont des données qu'il faut considérer dans la réflexion d'analyse. En effet, ce sont des données de comparaison des résultats finaux à cette étude et donc repris plus loin dans ce rapport.

Ainsi la liste définitive des éléments pondérateurs prises en comptes pour chaque parcelle est celle présentée en Annexe 4.

Limites et biais des éléments pondérateurs :

- la période de terrain ayant été faite de mi-mai 2015 à mi-juin 2015, nous admettons un biais d'observation de certains EP par rapport à la saison de prospection ; par exemple avec l'élément pondérateur « EP1 : Mares » ou encore « EP22 : Forêt en eau ».
- la présence des EP SIG (EP9, EP17, EP18, EP23 et EP45) est limitée par les biais sous-jacents aux données dont ils sont issus. En effet, à titre d'exemple, « EP17 : Zone(s) inondable » est formé à partir des données SIG transmis par le PnrSE "alea_scarpe_L93", "plaine_basse_SAGE_L93" et avec un complément des données par dire d'experts pour les zones hors bassin versant de la Scarpe. Ainsi EP17 est limité par les biais et les limites des données "alea_scarpe_L93" et "plaine_basse_SAGE_L93" et de l'expertise des experts les ayant complétées.

- la détection sur le terrain : nous admettons que l'observation sur le terrain ne peut être exhaustive à cause d'une faute d'observation (biais de l'observateur) ou une dissimulation naturelle ou anthropique de l'EP sur le terrain.

- la détection des EP est limitée par les zones privées que nous ne pouvons pas prospecter. En effet, les « Zones privées fermées sans visibilité (Grillage couvert et/ou végétation dense) » notées EP43, ne sont pas observables. Dans ce cas précis, les EP signalés dans la colonne « Si EP43 » dans l'**ANNEXE 4** ne sont pas détectables. Dans le cas où le type de ZH n'est pas vérifiable visuellement, il sera déterminé avec la photo-interprétation et les données ARCH.

Les éléments pondérateurs sont associés à une matrice des influences (**ANNEXE 5**). C'est une matrice des influences des éléments pondérateurs, en pourcentage positif ou négatif, sur les capacités potentielles des habitats à fournir des SE. Ce sont des pourcentages qui affectent positivement ou négativement les scores des types de zones humides.

La matrice des influences a été réalisée avec trois experts du parc (Tangui LEFORT, Jérôme BACQUAERT et Gérald DUHAYON) et l'ingénieure en charge de l'étude. Une partie de la matrice a été réalisée lors d'une réunion (les EP «Eléments naturels »), le reste séparément et c'est la moyenne arrondi aux valeurs de la matrice qui est utilisée.

Limites et biais de la matrice des influences :

- l'évaluation de l'influence des éléments pondérateurs est limitée par l'expertise des personnes ayant réalisées la matrice des influences. Une des perspectives de l'étude serait alors d'effectuer des matrices des influences avec des experts de différents organismes à l'image de la réalisation de la matrice des capacités.



Figure 7 : Photographie du l'atelier de travail du 9 juin 2015

Haveluy @
L. Tschanz

5) Concertation : les services écosystémiques et la matrice des capacités

Avec la partie « Terrain » de la méthode (**Figure 2**), nous avons une cartographie des zones humides et la présence d'éléments pondérateurs. Afin de faire le lien avec les services écosystémiques, nous avons utilisé une matrice de capacités créée à dire d'experts lors d'une phase de concertation. Pour cela 38 personnes ont été sollicitées et au final 30 matrices ont été reçues (**ANNEXE 3**). Un atelier de travail a eu lieu le 9 juin 2015 avec en tout 17 participants (**Figure 7**) et 13 personnes ont été vues en entretiens individuels (**ANNEXE 3**).

A chaque fois, la méthode a été présentée et la matrice a été remplie individuellement. Lors de l'atelier de travail, après que chaque participant eut rempli sa matrice, des échanges ont eu lieu (« Compte-rendu-Atelier-de-travail-09-06-15 »). Les entretiens individuels ont eu lieu afin que les personnes n'ayant pas pu participer à l'atelier de travail puisse participer à l'étude et ainsi que nous ayons un panel d'expertises le plus complet possible.

C. LES SERVICES ECOSYSTEMIQUES

Les services écosystémiques sont définis dans le rapport du *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES, Haines-Young et 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).

Il existe trois types de SE. Les services d'approvisionnement (SA) 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. (UICN France, 2012). Les services de régulation (SR) 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 (TEEB, 2010). Les services culturels (SC) représentent les différentes valeurs immatérielles que l'on peut attribuer aux écosystèmes, une valeur esthétique mais aussi symbolique et récréative.

La liste des services écosystémiques a été établie à partir du CICES, d'une revue de la bibliographie des zones humides ainsi que d'une revue des études locales sur les zones humides. Ensuite une réunion avec des experts du Parc et le comité de suivi de l'étude ont complétés et validés la liste présente dans le **Tableau 2**.

Lors du comité de pilotage du 21-04-15, compte-tenu du fait :

- que la liste des services écosystémiques est adaptée au territoire,
- que certains services sont difficiles à appréhender, mais qu'un atelier de travail sera organisé afin que les usagers, experts et scientifiques associés à la démarche aient une culture commune de ces services,

- que certaines définitions de services étaient peu compréhensibles.

Le comité de pilotage décide de ne pas modifier la liste des services écosystémiques, mais d'apporter des précisions à certains titres et définitions. Les définitions choisies sont présentées en **ANNEXE 6**. La liste des services écosystémiques de l'étude est présentée dans le **Tableau 2** avec leur code correspondant utilisé dans la partie Résultats.

Tableau 2 : La liste des services écosystémiques de l'étude

Services écosystémiques		Code	
Services de régulation et d'entretien	Régulation du climat et de la composition atmosphérique	SR1	
	Maintien de la qualité des eaux	SR2	
	Régulation des ravageurs et des espèces nuisibles pour la santé humaine	SR3	
	Offre d'habitats (refuge, nursery) et présence de pollinisateurs ou d'espèces favorisant la dispersion de graines	SR4	
	Formation et composition du sol : rétention des sédiments et accumulation de la matière organique	SR5	
	Stabilisation des flux de masses et d'érosion	SR6	
	Prévention/ Régulation des inondations et des crues	SR7	
Services d'approvisionnement	Biomasse	Nourriture sauvage	SA1
		Nourriture domestique	SA2
	Eau douce	Contribution à l'apport d'eau douce et à l'étiage	SA3
	Matériaux bruts	Matériaux et fibres (hors consommation alimentaire)	SA4
		Biomasse (matériel génétique des êtres vivants)	SA5
Services culturels	REPRESENTATIONS- subjectifs	Valeur emblématique ou symbolique	SC1
		Valeur d'héritage et d'existence	SC2
		Valeur esthétique	SC3
	USAGES- objectif	Valeur récréative	SC4
		Connaissance et éducation	SC5

D. LA MATRICE DES CAPACITES

L'évaluation des SE potentiellement fournis par les ZH est effectuée avec une matrice des capacités. La matrice des capacités comprend en abscisse la liste des services écosystémiques et en ordonnée la typologie des types de ZH (**Figure 8**). Cette table, remplie par 30 scientifiques, experts et usagers, est caractérisée par un score de A à E : c'est la capacité potentielle du type de ZH à fournir un service écosystémique. Ainsi la matrice a été remplie avec un A lorsque la zone humide a un fort potentiel à rendre le service et E lorsqu'elle a un faible potentiel à le rendre.

De plus, pour chaque ligne (types de ZH) et chaque colonne (SE), un indice de confiance a été demandé. 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 ».

La matrice des capacités de l'étude (**Tableau 3**) est établie par moyenne de toutes les matrices complétées par les participants.

		Services écosystémiques					
		Services de régulation et d'entretien			Services d'approvisionnement		Services culturels
Typologie des habitats	X	X	X	X	X	X	
	X	X	X	X			
	X	X	X				
	X	X					
	X	X					
	X						
	X						
	X						

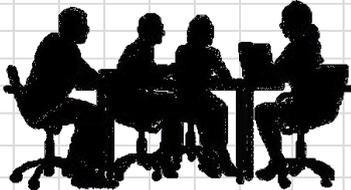


Figure 8 : Schéma de la matrice des capacités

Limites et biais de la matrice des capacités :

- l'évaluation des services potentiellement rendus par les zones humides est limitée par l'expertise des personnes ayant réalisées la matrice des capacités. Afin de limiter ce biais, nous avons essayé d'avoir la plus grande diversité de spécialisation pour que la matrice des capacités finale soit constituée à partir de connaissances qui recouvrent l'ensemble des spécialités en écologie des acteurs d'un territoire.
- on admet la possibilité d'un biais entre les personnes présentes à l'atelier de travail et les personnes rencontrées lors d'entretien individuel. Mais cette différence a été nécessaire afin d'avoir un panel d'expert en écologie et de s'adapter aux disponibilités de chacun.

6) Scores des parcelles formés lors du terrain

Une parcelle est caractérisée par un type de ZH et des éléments pondérateurs (EP). Ainsi les premiers scores d'une parcelle sont ceux de son type de ZH que l'on récupère dans la matrice des capacités. Ensuite une pondération des scores du type de ZH de la parcelle est effectuée avec les éléments pondérateurs pour avoir les « scores avec EP ». Afin d'illustrer les différents scores, les détails ont été présentés dans la partie III. Résultats avec l'exemple de la parcelle 3 du sous-site SS28.

7) Extrapolation aux sous-sites et au territoire : une voie d'analyse

Dans le cadre de l'étude, à partir de la matrice des capacités et des scores des parcelles qui sont les résultats principaux de l'étude, nous proposons une voie d'analyse à travers l'extrapolation aux sous-sites et au territoire.

Pour cela les scores des sous-sites sont calculés en faisant la moyenne des scores des parcelles. Mais la capacité d'un milieu à rendre un service peut-être liée à la taille de celui-ci.

Ainsi pour les services de régulation et pour SA1, SA2, SA4, SA5 et SC4, une pondération surfacique est appliquée.

Le service SA3 « Contribution à l'apport d'eau douce et à l'étiage » n'est pas pondéré par la surface car la contribution à l'eau douce est à travers la contribution à l'apport d'eau dans la nappe phréatique ainsi la surface de l'habitat n'est pas le facteur le plus important. En effet, de nombreux autres facteurs seraient à prendre en compte telles que la topographie, la distance avec la nappe phréatique, etc.

De plus, les services culturels SC1, SC2, SC3 et SC5 ne sont pas pondérés par la surface car ils sont par définition des valeurs immatérielles liées à la nature de l'habitat et non à sa taille. Par exemple, sur le territoire du PnrSE, l'arbre en têtard a une valeur emblématique (SC1) reconnue qui ne dépend pas de la taille du milieu dans lequel il est, alors que la capacité d'un milieu à offrir des habitats et à favoriser la présence de pollinisateurs (SR4) est directement liée à sa taille ; ainsi une pondération surfacique sera appliquée pour ce service lors de l'extrapolation à l'échelle du sous-site.

Afin d'illustrer les différents scores, les détails ont été présentés dans la partie III « Résultats » avec l'exemple de la parcelle 3 du sous-site SS28.

Pour avoir une vision territoriale des résultats, nous présentons une des analyses possibles des scores. Nous avons ainsi réalisé une étude des sous-sites en fonction des services rendus à travers une Analyse en Composantes Principales (ACP)¹. Cette analyse permet de faire une synthèse des données, soit des scores des sous-sites pour chaque service. En effet, elle permet d'illustrer toutes les sous-sites dans un plan en fonction des services potentiellement rendus. En plus de cela, nous complétons cette analyse avec une classification² des sous-sites afin de former des unités de sous-site en fonction de leurs services.

8) Données ARCH

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^{ème} et utilise une nomenclature des habitats naturels adaptée de CORINE biotopes³. Pour le versant Nord-Pas de Calais, la cartographie a été réalisée par photo-interprétation d'images aériennes

¹ Effectuée avec le logiciel R 3.1.3 et le package « ade4 » (Dray et Dufour, 2007)

² Classification ascendante hiérarchique avec la méthode de McQuilty et une mesure de distance euclidienne effectuée avec le logiciel R 3.1.3

³ Informations prises sur le site internet : <http://www.arch.nordpasdecals.fr/>

couleurs et infrarouge couleurs datées de 2009, sous la supervision scientifique du Conservatoire botanique national de Bailleul.

Dans le cadre de notre étude nous avons coupé les données ARCH pour avoir les entités présentes seulement dans le périmètre de l'étude soit des ZDH sans le code_conf 1. De plus, afin de pouvoir utiliser les résultats de cette étude avec les données ARCH nous avons réalisé une correspondance entre les deux typologies¹. Les données ARCH étant plus précises quant à l'échelle et aux types d'habitats, certains habitats n'ont pas pu être "classés" dans notre typologie et nous avons ainsi créé une nouvelle catégorie « T0 : Artefacts en dehors de l'étude ». La catégorie T0 regroupe des éléments naturels que nous avons pris en compte comme élément pondérateur dans notre étude tels que les voies de circulations et la végétation immergée des rivières. Mais elle comprend aussi des éléments que nous n'avons pas pris en compte tels que les villes et les eaux courantes.

A partir de la correspondance entre les deux typologies, la **Figure 9** présente l'occupation du sol d'après les données ARCH.

Limites et biais des données ARCH dans l'étude :

- 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 identifiées liées à la compréhension de la typologie ARCH ou aux limites de l'identification par photo-interprétation (ARCH, 2012).
- on admet que dans le cadre d'une perspective d'étude plus approfondie utilisant les données ARCH, la correspondance entre les deux typologies doit être revue dans le détail en concertation avec le Conservatoire National Botanique de Bailleul.

¹ Disponible dans son intégralité dans le fichier Excel associé aux données SIG :
« IMBE_Score_TypoZH_ARCH2013_ZDHsans1_2015.Details.xlsx »

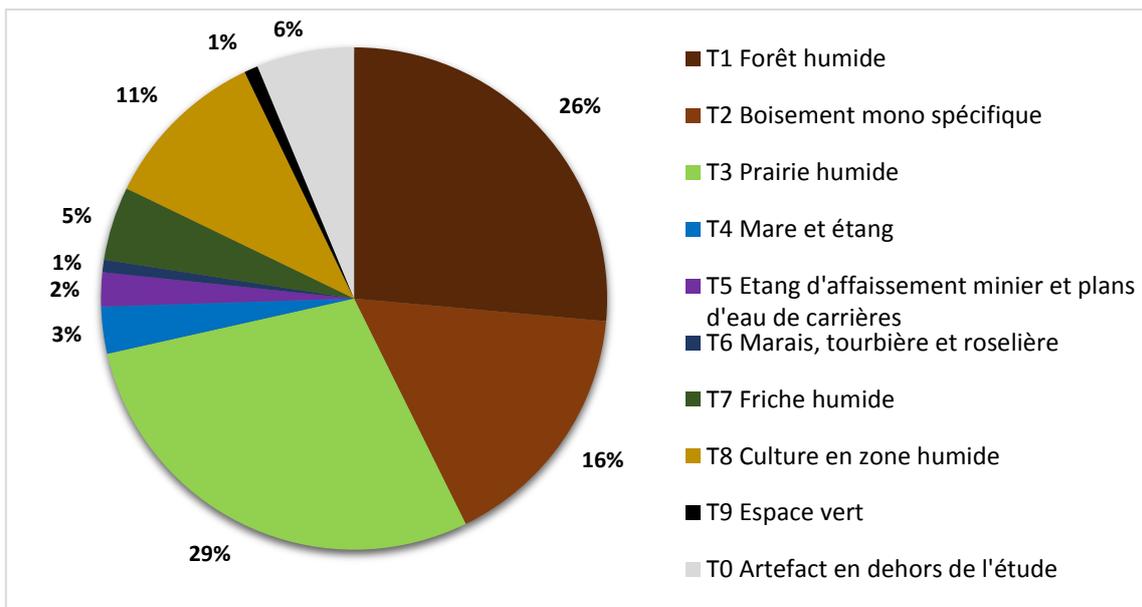


Figure 9 : Occupation du sol d'après les données ARCH

III. Résultats

1) Concertation : la matrice des capacités

La matrice des capacités de l'étude présentée dans le **Tableau 3** est établie par moyenne des 30 matrices complétées par les participants. Les matrices des participants sont avec des valeurs de A à E que nous avons changées en 0 à 4 afin de pouvoir faire une moyenne. Nous allons appeler « notations » ces moyennes issues des matrices de chaque participant qui sont dans la matrice des capacités finale présentée dans le **Tableau 3**.

De plus, la moyenne des notations pour chaque SE et ZH a été calculée ainsi que la moyenne des indices de confiances qui, elle, est de 1 à 3 (**Tableau 3**). La légende du **Tableau 3** se situe sous celui-ci.

1.1) Notations brutes de la matrice des capacités

D'après les moyennes des notations (sur fond bleu dans le **Tableau 3**) et la **Figure 10** qui les présente pour chaque type de zones humides par catégories de services écosystémiques, les ZH rendant potentiellement le plus de services sont T1 « Forêts humides » et T6 « Marais, tourbières et roselières ». Alors que les ZH rendant potentiellement le moins de services sont T8 « Culture en zones humides » et T9 « Espaces verts ».

Les SE potentiellement le plus rendu par les zones humides du territoire sont SC5 « Connaissance et éducation », SR7 « Régulation des inondations et des crues » et SR4 « Offre d'habitats et présence de pollinisateurs ».

Les SE potentiellement le moins rendu par les zones humides du territoire sont SA2 « Nourriture domestique » et SR3 « Régulation des ravageurs et des espèces nuisibles pour la santé de l'homme ».

Le **Tableau 4** présente les types de zones humides par ordre croissant selon leurs moyennes de notations et présente pour chaque zone humide les services qu'elles rendent potentiellement le plus (services avec les scores les plus élevés) et les services qu'elles rendent potentiellement le moins (services avec les scores les plus faibles) d'après la matrice des capacités (**Tableau 3**). Nous pouvons alors remarquer le fait que ce sont les services de régulation et les services culturels qui font partie des services les plus rendus par les zones humides d'après le **Tableau 4**. De même ce sont les services SA2 « nourriture domestique » et SA4 « Matériaux et fibres (hors consommation alimentaire) » qui sont les services les moins rendus d'après les scores les plus faibles par type de zone humide (**Tableau 4**).

Matrice des capacités		Services écosystémiques																			
		SR1	SR2	SR3	SR4	SR5	SR6	SR7	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	SC1	SC2	SC3	SC4			SC5	
Type de zones humides	T1	3,87	3,63	2,13	3,47	3,57	3,70	3,77	3,20	0,80	3,27	3,43	3,50	3,57	3,73	3,77	2,83	3,53	Moyennes des notations	3,28	2,6
	T2	3,13	2,70	1,83	2,07	2,50	2,83	2,80	2,07	0,77	1,87	3,87	1,27	1,83	1,30	1,37	1,33	1,63		2,07	2,2
	T3	2,30	3,17	2,10	3,13	2,93	2,60	3,43	2,63	2,80	3,23	2,77	2,93	3,30	3,50	3,23	1,80	3,07		2,88	2,2
	T4	1,87	2,37	1,43	2,83	2,30	1,93	3,00	3,03	2,20	2,87	0,90	2,80	3,03	3,17	3,00	3,47	3,47		2,57	2,1
	T5	1,87	2,03	1,63	2,40	1,80	2,07	3,03	2,53	1,20	2,97	0,70	2,43	3,63	3,47	3,00	3,63	3,30		2,45	1,9
	T6	3,30	3,77	1,90	3,90	3,63	3,17	3,47	2,83	1,00	3,70	2,23	3,70	3,67	3,73	3,60	2,40	3,93		3,17	2,4
	T7	2,27	2,50	1,43	2,93	2,38	2,57	2,60	2,30	0,60	2,33	1,50	2,63	1,57	1,47	1,63	1,27	2,37		2,02	1,7
	T8	0,80	0,73	2,20	1,17	0,97	0,77	1,00	1,97	3,73	0,40	2,57	0,93	1,17	1,47	1,40	1,13	1,90		1,43	2,4
	T9	1,50	0,97	2,20	1,57	1,10	1,50	1,37	0,67	0,63	1,03	1,30	0,97	0,77	1,33	1,70	3,17	1,97		1,40	2,4
		Moyennes des notations																			
		2,32	2,43	1,87	2,61	2,35	2,35	2,72	2,36	1,53	2,41	2,14	2,35	2,50	2,57	2,52	2,34	2,80			
		2,1	2,2	1,4	2,3	2,2	2,1	2,4	2,4	2,3	1,9	2,4	2,0	2,5	2,5	2,5	2,4	2,5	Moyennes des indices	de confiance	

Tableau 3 : Matrice des capacités de l'étude

La première ligne correspond au code des SE que l'on retrouve dans le **Tableau 2** et la première colonne correspond au code des types de zones humides que l'on retrouve dans le **Tableau 1**. Dans la matrice des capacités, les moyennes des scores des matrices des participants sont présentées avec des notations de 0 à 4. Afin d'aborder ce tableau, nous avons mis, arbitrairement, en rouge les chiffres des 10 notations les plus faibles et en bleu les 10 notations les plus élevées.

Les moyennes des notations par SE et par type de ZH sont indiqués dans la première zone en bleu en bas et à droite du tableau. Le code couleur utilisé pour les moyennes est un gradient de bleu lorsque les valeurs sont fortes (forts potentiels) au blanc si les valeurs sont faibles (faibles potentiels).

Enfin à l'extérieur du tableau nous retrouvons en vert les moyennes des indices de confiance par SE et par type de ZH. 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 ». Le code couleur utilisé pour les moyennes est un gradient de vert lorsque les valeurs sont fortes (forte confiance) au blanc si les valeurs sont faibles (faible confiance).

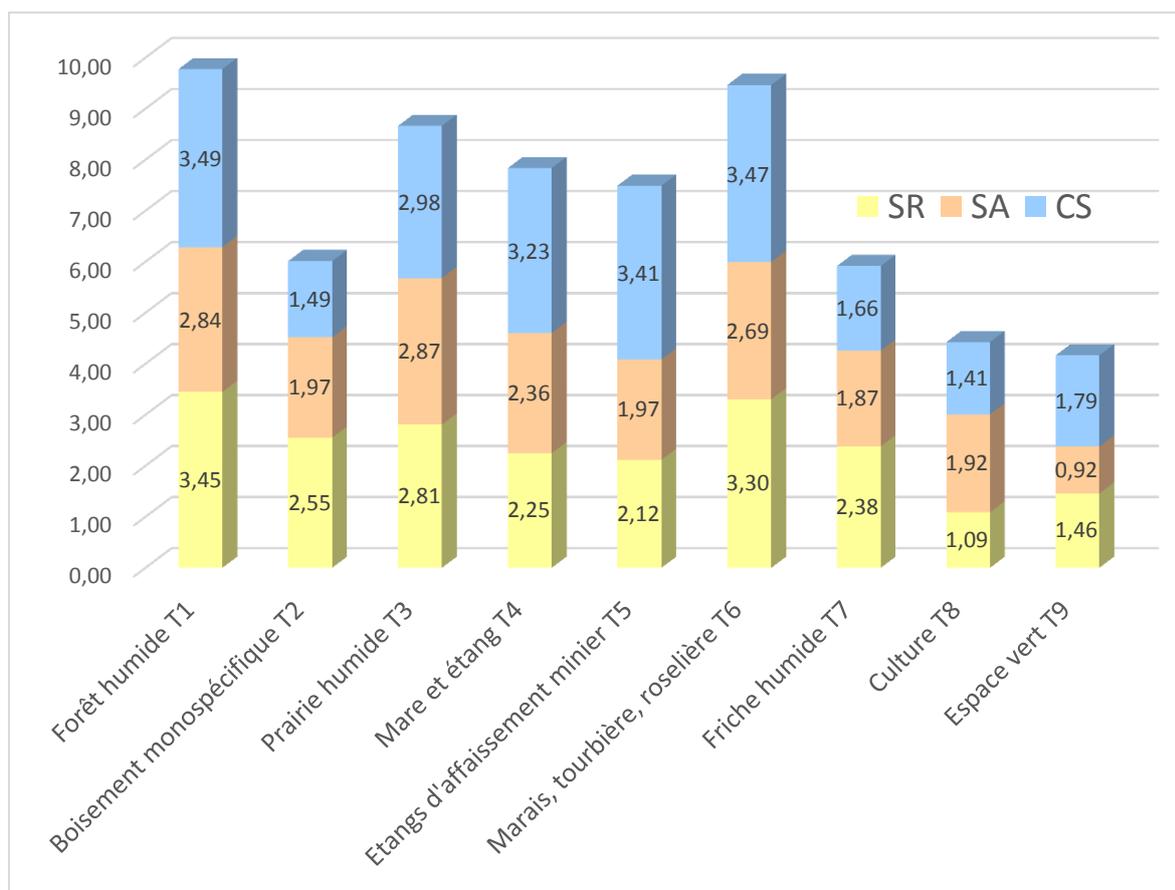


Figure 10 : Moyenne des notations pour chaque type de zones humides par catégories de services écosystémiques

SR : service de régulation ; SA : service d’approvisionnement ; SC : service culturel

Tableau 4 : Classement des types de zones humides par leurs scores moyens et présentations de leurs scores les plus élevés et les plus faibles

		Types de zones humides	Scores les plus élevés			Scores les plus faibles		
Moyenne des notations	+	3,28	Forêt humide	T1	SR1 3,87	SR7 3,77	SC3 3,77	
		3,17	Marais, tourbière, roselière	T6	SC5 3,93	SR4 3,90	SR2 3,77	SA2 0,80
		2,88	Prairie humide	T3	SC2 3,50	SR7 3,43	SC1 3,30	SA2 1,00
		2,57	Mare et étang	T4	SC4 2,47	SC5 2,47		SC4 1,80
		2,45	Etangs d'affaissement minier et plans d'eau de carrières	T5	SC1 3,63	SC4 3,63	SC2 3,47	SA4 0,90
		2,07	Boisement mono spécifique en zone humide	T2	SA4 3,87	SR1 3,13		SA4 0,70
		2,02	Friche humide	T7	SR4 2,93		SC4 1,27	SA2 0,77
		1,43	Culture	T8	SA2 3,73		SR6 0,77	SR2 0,73
	-	1,40	Espace vert	T9	SC4 3,17		SC1 0,77	SA1 0,67
							SA2 0,63	

SR : service de régulation ; SA : service d’approvisionnement ; SC : service culturel

Code des services écosystémiques dans le **Tableau 2**

1.2) Indices de confiances et variances des notations

Afin de renforcer la réflexion sur les résultats de la matrice des capacités de l'étude, nous avons demandé aux participants de donner un indice de confiance de 1 à 3 pour chaque service et pour chaque type de ZH. En effet, l'indice de confiance permet aux participants d'exprimer leurs incertitudes souvent liées à leurs spécialités professionnelles, leurs connaissances écologiques pour certains SE et leurs aisances dans le principe de notations.

A partir des moyennes de celui-ci (**Tableau 3**), on remarque que l'indice de confiance est le plus important pour le type de ZH T1 « Forêt humide » et pour les services culturels SC1, SC2, SC3 et SC5 soit tous les SC sauf la valeur récréative. Il est le plus petit pour T7 « Friche humide » et pour SR3 « Régulations des ravageurs et des espèces nuisibles pour la santé humaine ».

Les notations étant formées de la moyenne de 30 valeurs, leurs variances nous permettent de révéler les dispersions de nos notations. En effet, une variance faible est le reflet d'une relative homogénéité des résultats des participants alors qu'une variance forte signifie une hétérogénéité. Les scores des ZH avec les variances les plus faibles sont T1 « Forêt humide » et T6 « Marais, tourbière, roselière ». Les scores des ZH avec les variances les plus fortes sont T2 « Boisement mono-spécifique » et T9 « Espace vert ».

En ce qui concerne les notations par service, ceux avec les variances les plus faibles sont SC1 « Valeur emblématique ou symbolique » et SA5 « Biomasse (matériel génétique des êtres vivants) ». Alors que les notations avec les variances les plus fortes sont SR3 « Régulation des ravageurs et des espèces nuisibles pour la santé humaine », SA1 « Nourriture sauvage » et SA4 « Matériaux et fibres ».

1.3) Analyse des résultats de la matrice des capacités

		Moyennes notations	Moyennes indice de confiance	Moyenne variances	
Type de zones humides	Valeurs élevées	T1 – T6	T1 – T6	avec variances faibles	T1
	Valeurs faibles	T8 – T9	T2 – T9	avec variances fortes	T7
Services écosystémiques	Valeurs élevées	SR4 – SR7 – SC5	SC1 – SA5	avec variances faibles	SC1 – SC2 – SC3 – SC5
	Valeurs faibles	SR3 – SA2	SR3 – SA1 – SA4	avec variances fortes	SR3

Tableau 5 : Résumé des résultats de la matrice des capacités

Le **Tableau 5** est le résumé des résultats extrêmes des moyennes des notations, des moyennes des indices de confiance et des moyennes des variances des notations. Grâce à ce tableau, nous pouvons remarquer des similitudes dans les valeurs les plus élevées et dans les valeurs les plus faibles entre les différentes moyennes.

Ainsi T1 « Forêt humide » et T6 « Marais, tourbière et roselière » semblent être les types de ZH rendant le plus de SE et ceci avec la plus grande « confiance » des participants et avec pour T1 des notations relativement homogènes (variance faible). On se permet alors de qualifier ces résultats de « fiables ». Pour les valeurs élevées par rapport au SE, aucune ne semble aussi fiable.

Quant aux valeurs faibles, pour les types de ZH, T9 « espaces verts » semble être le type rendant le moins de SE mais ceci avec la plus faible « confiance » des participants. De même pour le SE SR3 « Régulation des ravageurs et des espèces nuisibles pour la santé humaine » qui a un indice de confiance faible et la variance la plus forte. Ainsi ce sont des résultats issus de notations hétérogènes et avec des « confiances » faibles des participants. On se permet alors de qualifier ces résultats d'incertains.

2) Cartographie et scores des parcelles formés lors du terrain

2.1) Cartographie et type de zones humides des parcelles

Les parcelles ont été délimitées en suivant la méthode présentée ci-dessus et les règles de cartographie présentées en **ANNEXE 1**. Leurs positions SIG ainsi que leurs types de zones humides sont restitués dans les documents correspondant (**ANNEXE 2**).

Avec notre méthode d'échantillonnage nous avons une occupation du sol telle que présentée dans la **Figure 11**, et nous la comparons à celle des données ARCH (**Figure 9**).

Nous pouvons rapidement remarquer une grande similarité des pourcentages d'occupation du sol entre les deux données (**Figure 11**). En effet, on remarque des pourcentages identiques pour l'habitat T3 « Prairie humide » et T9 « Espaces vert ». Globalement, les pourcentages sont proches pour chaque type de ZH. Les quelques différences peuvent facilement s'expliquer avec, par exemple, l'habitat T5 qui dans notre étude est à 0% car l'échantillonnage aléatoire des 40 sous-sites a fait que nous n'avons pas prospecté d'étangs d'affaissement minier ou de plans d'eau de carrières. Ensuite, la différence de pourcentages entre les habitats T1 et T2 dans les 2 études peut s'expliquer par une différence de définition et d'identification des habitats forestiers mais dans les deux études les habitats forestiers (T1 et T2) recouvrent respectivement 41% et 42% de la surface.

Les résultats de la comparaison confirment :

- Une correspondance entre les données ARCH et les données de terrain et donc que l'échantillonnage est représentatif du territoire

- Le fait d'utiliser comme référence les données ARCH quand le terrain n'est pas possible. Précisons que le doute n'était pas sur les données ARCH mais sur une correspondance possible entre les deux typologies.

- La perspective d'utiliser les scores avec les données ARCH.

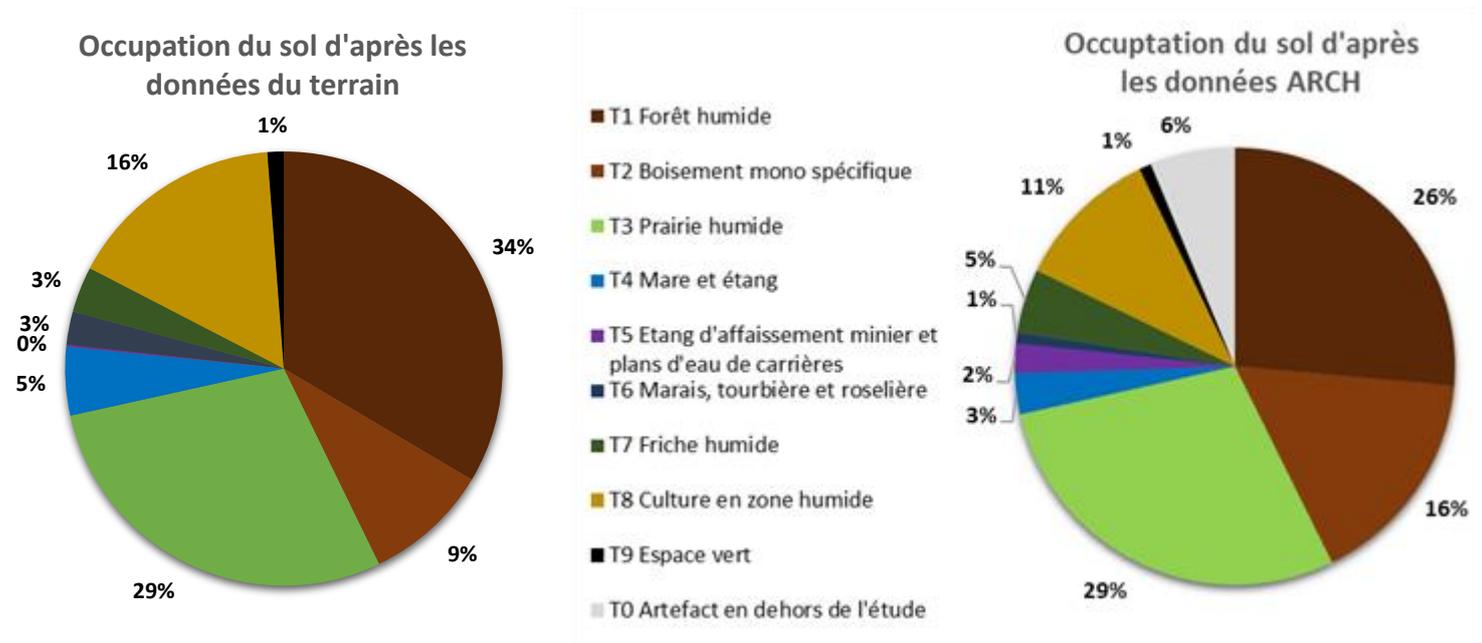


Figure 11 : Occupation du sol d'après les données du terrain ci-dessus et rappel de la Figure 9 : Occupation du sol d'après les données ARCH sur la droite

2.2) Exemple de cartographique : parcelles du sous-site SS28

Afin d'illustrer la méthode et les résultats à la parcelle, nous allons prendre en exemple le sous-site 28 se situant au sud de la commune de Saint-Amand-les-Eaux comme le montre la photographie en **Figure 12**. La **Figure 13** présente le sous-site 28 avec ses parcelles délimitées par photo-interprétation sur la gauche et ses parcelles ajustées après le terrain sur la droite. L'orthophoto datant de 2012, certaines zones ont subi des changements d'occupation du sol. Dans la parcelle P3 de notre exemple, la zone centrale avec les arbres a été modifiée en prairie durant la période entre la prise de la photo et notre terrain (**Figure 13**). Les types de zone humide par parcelle vérifiée lors du terrain sont cités dans la **Figure 13**.

Pour la parcelle P3 qui est une parcelle de T1 « Forêt humide », les éléments pondérateurs listés sont EP6-EP13-EP17-EP18-EP25-EP35-EP36-EP38, correspondant respectivement aux codes de l'**ANNEXE 4**. A titre d'exemple, ces éléments pondérateurs permettent de prendre en compte la présence de pollutions tels que des dépôts organiques (EP25), la présence

d'une zone de parking (EP35, située au Nord-Est de la parcelle P1) et la présence de route (EP36) qui sont important pour prendre en compte l'accessibilité de la parcelle.



Figure 12 : Photographie de la localisation du sous-site 28
 Source : Orthophotographie couleur 20cm PPIGE 2012 mise à disposition par le parc
 « ORTHO_RVB_PPIGE_2012 »



Figure 13 : Exemple de cartographie des parcelles avec le sous-site 28 avant (à gauche) et après le terrain (à droite)

2.3) Scores des parcelles

Tableau 6 : Détails du calcul des scores de la parcelle 3 du sous-site 28 : SS28P3

SS28P3	Services culturels				
	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5
Score SS28P3 sans EP (= score T1)	3,57	3,73	3,77	2,83	3,53
EP6	5%	10%	10%		
EP13	10%	10%	10%		
EP17					
EP18	20%	10%	10%		5%
EP25		-5%	-5%	-5%	5%
EP35			5%	10%	10%
EP36				5%	10%
EP38				20%	10%
Moyenne des % d'influence des EP	11,7%	6,25%	6%	7,5%	8%
Calcul du score avec EP	= 3,57 + (3,57*11,7%)	= 3,73 + (3,73*6,25%)	= 3,77 + (3,77*6%)	= 2,83 + (2,83*7,5%)	= 3,53 + (3,53*8%)
Score SS28P3 avec EP	3,98	3,97	3,99	3,05	3,82

EP = éléments pondérateurs ; SC = service culturel ; SS = Sous-site

Une parcelle est caractérisée par un type de ZH et des EP. Le score sans EP d'une parcelle est ainsi le score du type de ZH qui la caractérise, récupéré en faisant la retranscription des scores de la matrice des capacités (**Tableau 3**). Pour SS28P3, qui est une parcelle de forêt humide, ces scores sans EP sont les scores du type de ZH « T1 » comme le présente le **Tableau 6** (ligne en haut « Score SS28P3 sans EP ») avec les 5 premiers services culturels.

Afin de pondérer ce score avec la présence des EP, nous retranscrivons les pourcentages d'influences des EP présents dans la parcelle à partir de la matrice des influences (**ANNEXE 5**) et nous en calculons leur moyenne comme présenté dans le **Tableau 6**. Ensuite nous calculons le score avec EP en ajoutant le pourcentage moyen d'influence des EP aux scores sans EP (soit le score du type de ZH).

Les scores avec EP des services potentiellement rendus par le SS28P3 sont alors représentés dans la **Figure 14**. A l'image de tous les autres services rendus dans cette étude, les scores sont à considérer par bouquet de services. **En effet, c'est un ensemble de services indissociables et interconnectés qui sont rendus par les zones humides. Ils ne peuvent alors être étudiés ou analysés de façon dissociés.**

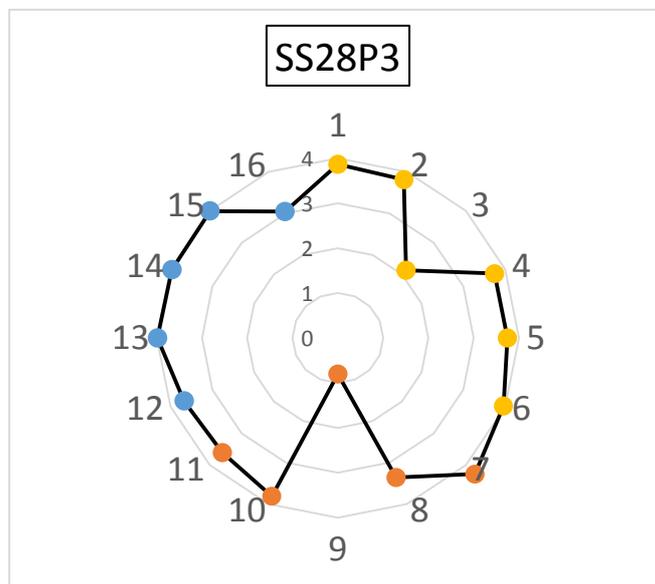


Figure 14 : Scores du bouquet de services écosystémiques potentiellement rendus par la parcelle 3 du sous-site 28 (SS28P3)

Les codes des services écosystémiques sont détaillés dans le Tableau 2.

Une étude statistique des scores avec et sans éléments pondérateurs¹ montre une différence significative logique entre les deux. Ce résultat est à relativiser car les scores allant de 0 à 4 varient en moyenne de -0,11 à 0,29 pour les scores des sous-sites et de 0,20 à 0,35 au regard des services avec et sans éléments pondérateurs.

Cette différence n'est cependant pas présente pour le service SA2 « Nourriture domestique » et pour les sous-sites SS27, SS35 et SS36. On peut expliquer cela par le fait que les éléments pondérateurs n'ont qu'une très faible influence sur la capacité à rendre le service SA2 comme le présente la matrice des influences en **ANNEXE 5**. Le manque de différence significative entre les scores avec et sans EP du sous site SS27 s'explique par le fait qu'il ne possède qu'une parcelle de « Forêt humide » avec seulement deux éléments pondérateurs : EP17 et EP25 qui sont respectivement « Zone(s) inondable » et « Dépôt(s) organique ». De même, le sous-site SS35, ne possède que 3 parcelles avec 12 éléments pondérateurs en tout, ce qui est peu, comparé aux autres sous-sites. Cependant, la raison du manque de différence significative entre les scores avec et sans EP du sous-site SS36 n'a pas encore été identifiée.

3) Extrapolation aux sous-sites et au territoire : une voie d'analyse

Les résultats principaux de cette étude sont la matrice des capacités et les scores à l'échelle des parcelles. A partir de cela, nous proposons une analyse à travers l'extrapolation aux sous-sites et au territoire.

¹ Test T de Student pour séries appariées par permutation avec le logiciel R 3.1.3 sur les scores des sous-sites.

3.1) Les résultats bruts des sous-sites

Le calcul des scores des sous-sites (SS) a été effectué avec les scores des parcelles et séparément avec et sans éléments pondérateurs (EP). Ils sont aussi présentés dans les mêmes fichiers que les scores des parcelles¹.

Afin de calculer les scores des sous-sites, la taille des parcelles a été prise en compte pour certains services écosystémiques (SE). En effet, certains scores dépendent de la surface des zones humides et d'autres non. Ainsi comme expliqué dans la partie « méthodes », les services de régulation et les services SA1, SA2, SA4, SA5 et SC4 sont pris en compte selon la taille de la parcelle à l'échelle du SS contrairement aux SA3, SC1, SC2, SC3, et SC5 qui n'ont pas un score dépendant de la taille.

Poursuivons notre exemple avec le sous-site 28 et le calcul de ses scores avec EP présenté dans le **Tableau 7**. Pour les scores avec SC1, SC2, SC3 et SC5, une moyenne des scores des parcelles est effectuée. Cependant le score de SC4 se calcule avec une pondération surfacique : le score de la parcelle est multiplié au pourcentage de recouvrement de celle-ci (**Tableau 7**). Ainsi le calcul est : $3,73 \times 0,169 + 1,98 \times 0,075 + 3,05 \times 0,165 + 1,94 \times 0,437 + 1,36 \times 0,154 = 2,33$.

Tableau 7 : Détails du calcul des scores avec EP du sous-site 28 : SS28P3

Parcelles du sous-site 28	Aires	% de recouvrement	Services culturels				
			SC1x	SC2x	SC3x	SC4	SC5x
SS28P1	42057	16,9%	3,31	3,35	3,17	3,73	3,73
SS28P2	18778	7,5%	3,63	3,73	3,49	1,98	3,17
SS28P3	41317	16,5%	3,98	3,97	3,99	3,05	3,82
SS28P4	109418	43,7%	3,63	3,79	3,50	1,94	3,32
SS28P5	38544	15,4%	1,31	1,58	1,76	1,36	2,56
Scores pondérées du sous-site 25			3,17	3,28	3,18	2,33	3,32

SC =Service culturel ; un « x » après le code du service signifie qu'il n'est pas pondéré par la surface

3.2) L'extrapolation au territoire

Les analyses ont été faites sur les scores des SS avec et sans EP mais les résultats étant équivalents nous choisissons de présenter seulement les résultats pour les scores avec EP.

Le but de cette analyse est de mettre en avant si une ressemblance en termes de services rendus entre les SS est synonyme de proximité géographique. Alors une Analyse en

¹ Fichiers détaillés dans l'ANNEXE 2 et dans les fichiers SIG, ils sont dans la ligne des sous-sites soit ceux avec le code P0.

Composantes principales (ACP) a été réalisée sur les scores des 40 SS afin de déterminer si un ou plusieurs SS se ressemblent quant aux services rendus et de déterminer quels SE discriminent le mieux les SS entre eux. Le détail du calcul est présenté dans l'**ANNEXE 8** et dans la **Figure 15** qui est une représentation des SS en fonction des services qu'ils rendent. En effet, dans la **Figure 15**, la proximité entre les SS est une illustration de la proximité de leurs scores pour les 17 SE. En complément, une classification des SS a été réalisée afin de regrouper les SS en unités suivant les résultats de l'ACP. En tout, huit unités ont été identifiées (**Figure 15**). Nous avons alors présentés les scores moyens des unités pour chaque service sous forme de courbe dans la **Figure 16** pour pouvoir comparer les scores entre les unités et sous forme de bouquets de services dans la **Figure 17**.

Dans la **Figure 15** et le **Tableau 8**, nous remarquons que les SS6, SS24, SS33 et SS36 forment chacun des unités « isolées » (respectivement les unités 4, 6, 7 et 8). Cela s'explique par le fait que sont des cas particuliers. Ils ont tous des caractéristiques qui les distinguent des autres SS. En effet, SS6 est le seul SS dominé par une culture en ZH ; SS24 est dominé par un boisement mono-spécifique ; SS33 est la seule zone en plein étang avec seulement une petite surface d'espace vert et SS36 est une zone dominée par des mares et étangs (T4) avec des marécages et roselières (T6) ainsi que quelques zones de friches (T7). Les comparaisons des SS et des unités (**Figure 16** et **Tableau 8**) montrent que l'unité 5 et ses 6 SS ont les scores les plus élevés. Ce sont des SS dominés ou entièrement composés de forêt humide (T1). Alors que l'unité 4, composée du sous-site 6, rend potentiellement le moins de SE. Ce SS est dominé par le type de ZH Culture (T8) avec la présence de Boisement mono spécifique en zone humide (T2) sur 3,6 % du sous-site. Ces résultats coïncident avec les scores de la matrice des capacités. De plus, nous pouvons remarquer dans la **Figure 15** et le **Tableau 8**, que plus de 50% des sous-sites sont dans deux unités qui regroupent des mosaïques de zones humides ou des zones avec une dominance de prairie humide ou de culture.

Pour finir et atteindre notre objectif, les unités qui ressortent de nos analyses ont été représentées géographiquement avec leurs bouquets de services dans la **Figure 17**. Aucune correspondance entre les unités et l'emplacement du SS ne semble se révéler. Nous avons alors comparé les unités avec les zones en gestion, en inventaire, en protection et en maîtrise foncière selon les données du PnrSE. Une correspondance est présente pour les zones en maîtrise foncière¹. En effet les 6 SS de l'unité 5, en rouge sur la carte de la **Figure 17**, sont situés dans des zones en maîtrise foncière.

¹ Données SIG données par le Pnr Scarpe-Escaut regroupant les sites de l'ONF et les Espace Naturels Sensibles

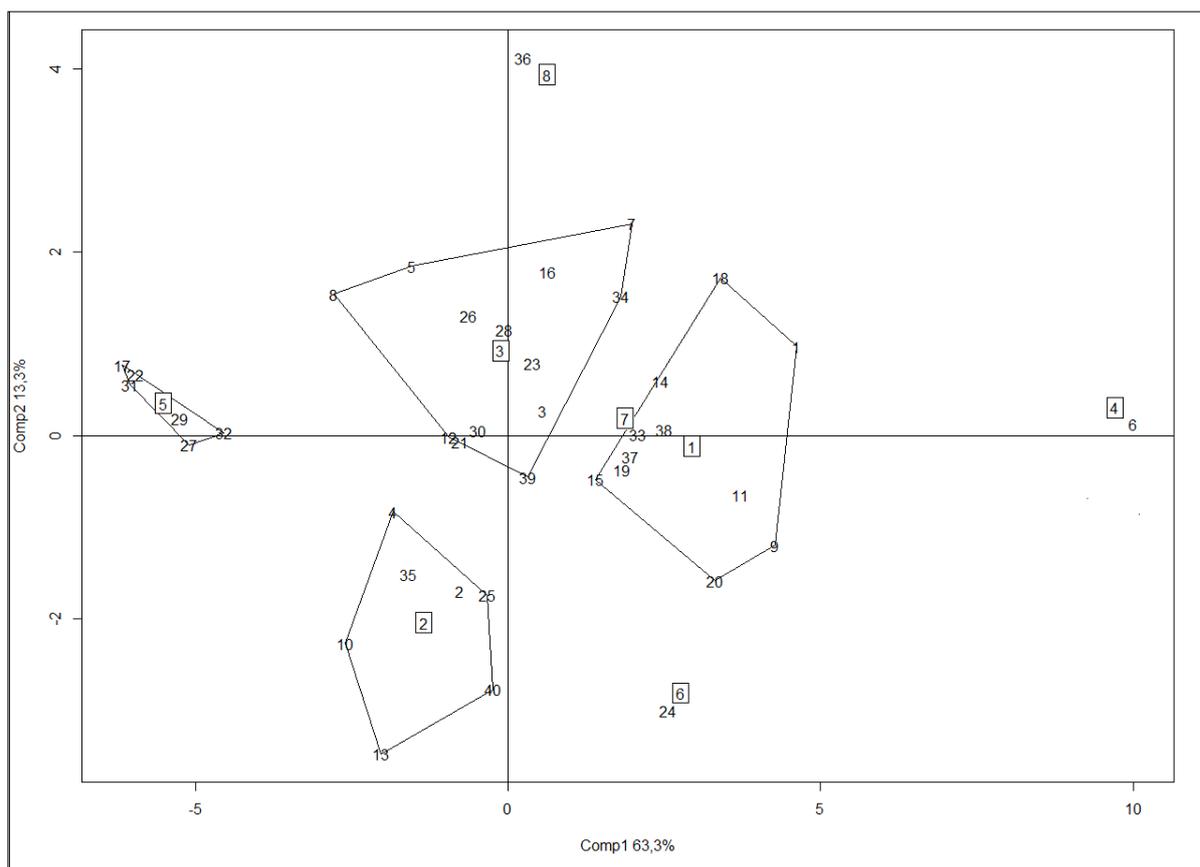


Figure 15 : Représentation des sous-sites en fonction des axes 1 et 2 de l'ACP et illustration des 8 unités de sous-sites mis en avant avec une classification ascendante hiérarchique

Tableau 8 : Détails des unités

Unité	Nb SS	Sous-sites de chaque unité	Dominances des types de zones humides dans les sous-sites
Unité 5	6	SS22-SS17-SS31-SS27-SS29-SS32	Sous-sites très majoritairement composés de Forêt humide (T1)
Unité 8	1	SS36	Dominance de Mare et étang (T4) et de Marais, tourbière, roselière (T6)
Unité 2	7	SS13-SS10-SS35-SS4-SS25-SS2-SS40	Sous-sites en mosaïque de zones humides avec une dominance de Forêt humide (T1)
Unité 3	13	SS39-SS21-SS26-SS30-SS5-SS8-SS12-SS28-SS3-SS23-SS16-SS7-SS34	Sous-sites en mosaïque de zones humides
Unité 1	10	SS1-SS18-SS20-SS9-SS11-SS37-SS38-SS14-SS15-SS19	Dominance de Prairie humide (T3) et de Culture (T8)
Unité 7	1	SS33	Sous-site très majoritairement composé de Mare et étang (T4)
Unité 6	1	SS24	Dominance de Boisement mono spécifique (T2)
Unité 4	1	SS6	Sous-site très majoritairement composé de Culture (T8)

- Services potentiellement rendus par l'unité +

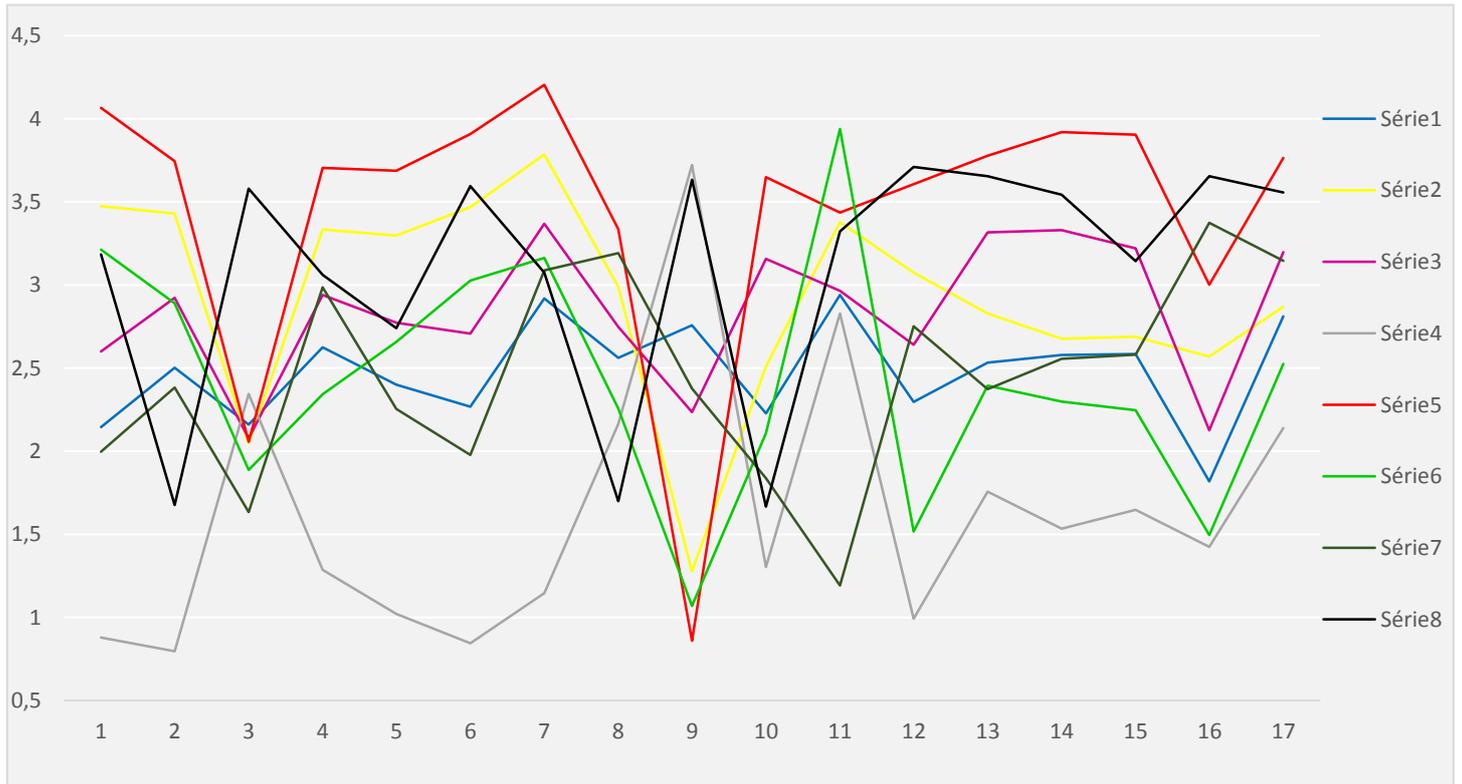


Figure 16 : Scores avec éléments pondérateurs des unités
 Le détail des codes des services écosystémiques est présenté dans le **Tableau 2**.

4) La cartographie des SE des ZH avec les données ARCH

Grâce à la correspondance entre la typologie ARCH et la typologie de cette étude, les scores des services écosystémiques pour chaque type de ZH peuvent être appliqués aux entités des données ARCH. Ainsi, les scores des services rendus par les zones humides ont été ajoutés à la cartographie des données ARCH¹.

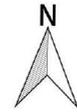
Grâce à cette correspondance, de nombreuses perspectives d'étude de la cartographie des SE peuvent être envisagées.

¹ Données ARCH coupées aux sites de l'étude soit aux ZDH sans le code_conf1, données réunies dans le fichier SIG : « IMBE_Score_TypoZH_ARCH2013_ZDHsans1_2015.shp »

Analyse des scores avec éléments pondérateurs des sous-sites

- Périmètre du Parc naturel régional Scarpe-Escaut
- Périmètre du SAGE Scarpe Aval
- Zone à dominante humide

0 2 km



Services culturels

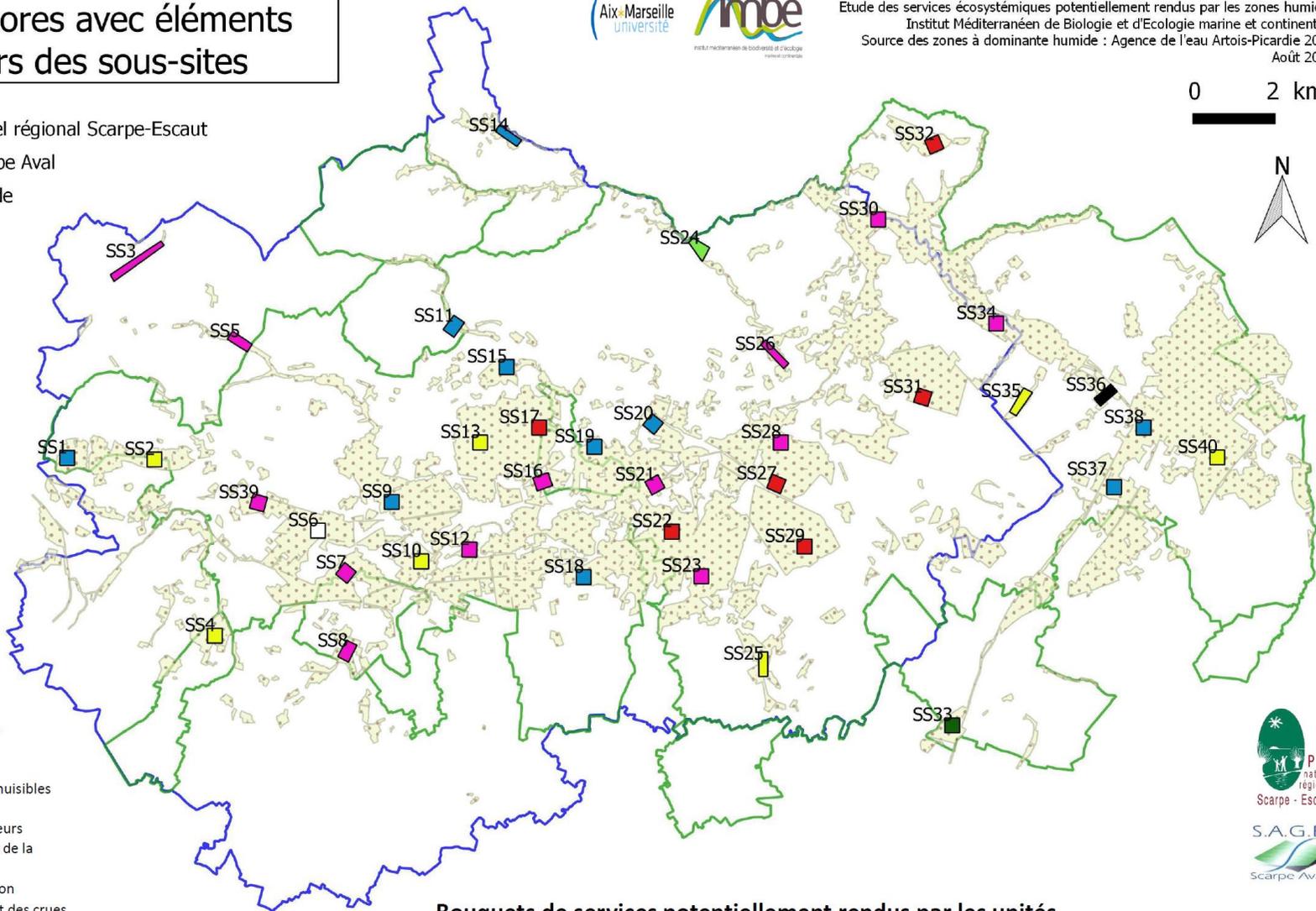
- SC1 Valeur emblématique ou symbolique
- SC2 Valeur d'héritage et d'existence
- SC3 Valeur esthétique
- SC4 Valeur récréative
- SC5 Connaissance et éducation

Services d'approvisionnement

- SA1 Nourriture sauvage
- SA2 Nourriture domestique
- SA3 Contribution à l'apport d'eau douce et à l'étiage
- SA4 Matériaux et fibres (hors consommation alimentaire)
- SA5 Matériel génétique des êtres vivants

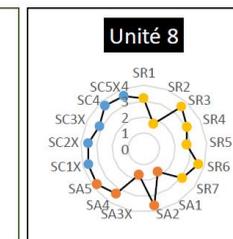
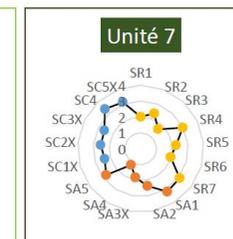
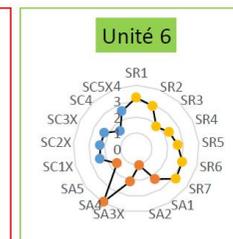
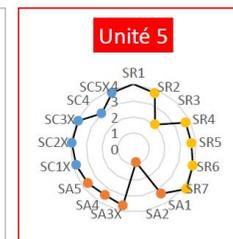
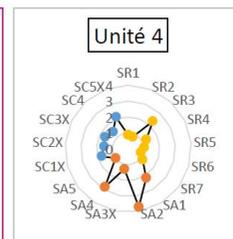
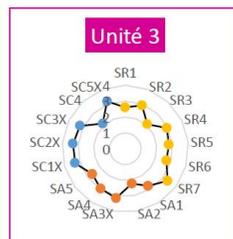
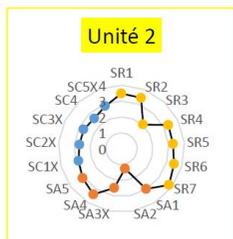
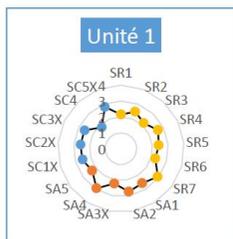
Services de régulation et d'entretien

- SR1 Régulation du climat et de la composition atmosphérique
- SR2 Maintien de la qualité des eaux
- SR3 Régulation des ravageurs et des espèces nuisibles pour la santé humaine
- SR4 Offre d'habitats et présence de pollinisateurs
- SR5 Rétention des sédiments et accumulation de la matière organique
- SR6 Stabilisation des flux de masses et d'érosion
- SR7 Prévention/ Régulation des inondations et des crues



Bouquets de services potentiellement rendus par les unités

Les X après le code du service signifient que la taille de la zone humide est prise en compte lors des calculs d'extrapolation



IV. Discussion et perspectives

1) Phase de concertation

Lors de la concertation, la matrice des capacités a été constituée à partir des matrices de 30 participants. Une vingtaine de matrices était prévue au début de l'étude mais l'intérêt pour la méthode et les retours positifs nous ont permis d'augmenter le nombre de participants.

L'atelier de travail a réuni 17 personnes dans une ambiance conviviale ; sept rendez-vous individuels ont permis la participation de 13 personnes supplémentaires.

Les notations de la matrice des capacités montrent que ce sont les zones humides T1 « Forêt humide » et T6 « Marais, tourbières et roselières » qui rendent potentiellement le plus de services, tandis que les zones humides T8 « Culture » et T9 « Espace vert » sont celles qui en rendent potentiellement le moins. L'indice de confiance et la variance des notations renforcent la fiabilité des résultats pour les habitats T1 et T6, alors qu'ils la baissent avec une variance élevée et un indice de confiance faible pour le type de zones humides T9 et le service écosystémique SR3 « Régulation des ravageurs et des espèces nuisibles pour la santé humaine ».

D'autres études ont mis au point des tableaux ressemblant à notre matrice tels que le tableau de répartition des services rendus par type de zone humide de l'étude de Bouscasse *et al.* (2011) et le tableau des services fournis par les zones humides continentales de De Groot *et al.* (2007). Ils présentent en trois niveaux (faible, moyenne et élevée) la pertinence ou l'importance relative par unité de superficie de chaque service écosystémique issu de différents types d'écosystèmes de zones humides. Ces tableaux ne présentent pas la même typologie des zones humides que notre étude. En effet, les regroupements et distinctions ne sont pas les mêmes. De plus, les forêts et prairies humides ne sont pas prises en compte alors que les cours d'eau le sont. Cependant l'étude de Bouscasse *et al.* (2011) présente les zones humides « Régions d'étangs » et « Bordures de plans d'eau » avec les niveaux de pertinence de services les plus élevés et « zones humides artificielles » avec les niveaux les plus bas. L'étude de De Groot *et al.* (2007), présente les zones humides « Zones humides boisées, marais et marécages y compris plaines d'inondation » comme ayant les importances relatives les plus élevées.

Les résultats sont alors cohérents. Néanmoins les différences entre les études montrent bien la nécessité d'une adaptation locale, que cela soit au niveau de la typologie ou de l'évaluation des services écosystémiques potentiellement rendus.

2) Phase de terrain

Lors de la phase de terrain, un échantillonnage des sites d'étude (les « zones à dominantes humides » du SDAGE Artois-Picardie de 2008) a été effectué afin de cartographier les types de zones humides et la présence des éléments pondérateurs. La cartographie des zones humides créée présente une occupation du sol similaire avec celles d'autres cartographies du territoire telles que les données ARCH. Cette correspondance nous permet de valider la vraisemblance des données réalisées.

Les plus petites entités cartographiées sont les parcelles caractérisées par un type de zone humide, des éléments pondérateurs et leurs scores avec et sans la prise en compte des éléments pondérateurs représentés et à étudier en bouquet de services.

En fonction de l'objectif, de nombreuses analyses des scores peuvent être effectuées. Selon l'échelle souhaitée, les scores avec ou sans éléments pondérateurs doivent être considérés. En effet, l'extrapolation des scores avec éléments pondérateurs peut être discutable car ces éléments sont ponctuels et ne sont pas répartis de façon homogène sur le territoire.

3) Extrapolation : une voie d'analyse

L'analyse que nous avons réalisée est une extrapolation à l'échelle des sous-sites et du territoire. Tout d'abord les scores des sous-sites ont été calculés à partir des scores des parcelles, avec une pondération à la surface pour certains services écosystémiques. Les scores avec et sans éléments pondérateurs ont été utilisés mais seuls ces premiers sont présentés dans le rapport.

Le but est d'évaluer s'il existe si une forme de convergence, en termes de services rendus, entre les sous-sites suivant leur proximité géographique. L'analyse a permis de former des unités de sous-sites en fonction des services écosystémiques potentiellement rendus. Les unités révèlent une présence de mosaïque de zones humides sur plus d'un quart des zones échantillonnées ainsi que des dominances marquées pour les autres sous-sites. En comparant celles-ci avec leurs positions géographiques, on constate une correspondance entre les sous-sites qui rendent le plus de services et les zones de maîtrises foncières. Plus que les aspects fonciers, il semble que cela soit surtout dû au fait que ces zones sont boisées et que ce sont les forêts humides qui rendent le plus de services d'après la matrice des capacités.

4) Perspectives

Les méthodes utilisant des matrices de capacités se développent depuis quelques années dans le monde de la recherche (Jacobs *et al.*, 2014). Mais celles-ci restent dans le domaine expérimental le temps qu'une méthode soit statuée comme référence. La méthode appliquée dans cette étude a été appliquée, pour la première fois en France, l'année

dernière dans le Pnr des Baronnies Provençales. Des améliorations ont pu être réalisées entre ces deux applications mais quelques évolutions sont encore à envisager :

- Une analyse sur le profil des experts mobilisés pour la création de la matrice des capacités : en effet une analyse multivariée peut être effectuée pour étudier les notateurs, une comparaison entre les matrices des participants à l'atelier de travail ou aux rendez-vous individuels peut être menée, ainsi qu'une analyse entre les chercheurs et les experts. En fonction de ces résultats, une consolidation des notations de la matrice des capacités pourrait être envisagée.
- Une étude des scores avec éléments pondérateurs des parcelles par type de zones humides : une analyse multivariée par type de zones humides permettrait de distinguer les parcelles d'un même type de zones humides entre elles et nous pourrions étudier leurs divergences en fonction de leur position géographique.
- Une étude des éléments pondérateurs afin de déterminer quels éléments modifient le plus les scores dans un habitat.
- Une étude des scores sur les différentes échelles du territoire par bouquets de services écosystémiques ou en regardant les services écosystémiques selon les 3 grandes catégories (approvisionnement, régulation et culturel).

Comme nous l'avons vu précédemment, les résultats principaux sont la matrice des capacités et les scores avec et sans éléments pondérateurs. Les scores de la matrice des capacités sont transposables dans les limites d'un contexte local et donc peuvent permettre de nouvelles analyses du territoire. Dans cette étude, nous avons transposé les scores de la matrice aux données ARCH. Aucune analyse n'a été effectuée, mais sa réalisation constitue l'une des perspectives majeures de l'étude.

A partir de la méthode utilisée, l'une des perspectives et recommandations est d'améliorer la création de la matrice des influences en établissant une concertation telle que celle appliquée pour la création de la matrice des capacités. D'autres parts, le comité de pilotage finale du 15-09-2015 a mis en avant l'idée d'intégrer une évaluation des mosaïques de zones humides. En effet, même si la méthode actuelle permet de considérer les mosaïques de zones humides à l'échelle des sous-sites, elle ne révèle pas les interactions qu'une composition de mosaïques de zones humides pourrait former¹. De plus, les limites et biais ont été cités au fur et à mesure du rapport, leur considération paraît nécessaire.

Pour compléter l'étude des services écosystémiques potentiellement rendus par le territoire, une étude sur la demande socio-économique des services écosystémiques pourrait être

¹ Plus de détails sont présents dans la compte-rendu du comité de pilotage « 2015-09-17-compte_rendu_COPIL2_15-04-2015 »

envisagée. Cela permettrait de mettre en parallèle l'offre potentielle des zones humides avec la demande qui s'exerce sur elles, et de mettre en avant des scénarios de gestion. De plus, il pourrait être envisagé de faire une étude des « compromis » entre services écosystémiques ; les compromis survenant lorsqu'un service est privilégié au détriment des autres services.

Parmi ces perspectives, le Parc a notamment prévu de :

- poursuivre le partenariat avec les centres de recherches afin d'aller plus loin dans cet axe de travail ;
- diffuser les résultats de cette étude à travers ce rapport, sa synthèses et des documents de vulgarisation ;
- de partager ces résultats au sein de l'équipe et notamment du pôle ressources et milieux naturels afin de mettre en avant des résultats concrets sur la perception des zones humides et d'exploiter les informations nécessaires pour la révision du SAGE et de la labellisation RAMSAR.

Dans le cadre de la révision du SAGE, une commission dédiée à la thématique des milieux humides et aquatiques se réunira courant 2016. Lors de la prochaine Commission locale de l'eau, le Parc doit proposer une méthode de travail pour cette commission afin d'aboutir aux nouvelles dispositions et règles du SAGE.

V. Conclusion

L'objectif de cette étude était d'offrir un outil d'aide à la décision dans le cadre de la révision du SAGE afin de définir des mesures adaptées aux différents types de zones et de services ainsi qu'aux activités des usagers. Parallèlement, nous souhaitons contribuer à améliorer l'image des zones humides auprès des habitants et des usagers du territoire, dans une perspective de préservation de ces milieux.

Les objectifs sont partiellement atteints car des analyses supplémentaires et plus précises sont encore nécessaires pour fournir un outil d'aide à la décision. En effet, le caractère expérimental de notre étude et sa durée limitée entraînent quelques améliorations méthodologiques et analytiques, ainsi que des études complémentaires. Cependant, les résultats désirés ont été obtenus. Quant à l'image des zones humides, les retours de la concertation ont été positifs ; des outils de diffusion et une « fiche info » sont en cours de création.

L'étude a permis la création d'une matrice adaptée au contexte territoriale tout en étant cohérente avec les autres données existantes. Son utilisation avec le terrain a permis de développer une cartographie des services écosystémiques potentiellement rendus sur le territoire dont l'analyse est à poursuivre. La matrice des capacités est aussi transférable sur d'autres cartographies du territoire tout comme nous le présentons avec les données ARCH. L'exploitation des données ARCH avec les scores de la matrice des capacités constitue l'une des perspectives les plus importantes.

Afin d'effectuer cette étude, un partenariat entre le Pnr Scarpe-Escout et l'IMBE a été mis en place. Ce partenariat tend à se poursuivre afin de mettre en place la réalisation de certaines perspectives citées.

Bibliographie

- ARCH. (2012) Guide d'interprétation des habitats naturels ARCH. Cartographie transfrontalière des habitats naturels Nord-Pas de Calais – Kent. 162p.
- Aoubid, S. et Gaubert, H. (2010). Evaluation économique des services rendus par les zones humides. Collection « Études et Documents » Du Service de l'Économie, de l'Évaluation et de l'Intégration Du Développement Durable (SEEIDD) Du Commissariat Général Au Développement Durable, 23p.
- Barbier, E. B. (1993). "Sustainable use of wetlands. Valuing tropical wetlands benefits: economic methodologies and applications". *The Geographical Journal*. 159, 1: 22-32.
- Bilot, A. (2009). Conceptualisation d'un système d'indicateurs : Représentation des biens et services écosystémiques affectés par la dégradation des terres. Université Paris Sud –
- Bouscasse, H., Defrance, P., & Grandmougin, B. (2011). Amélioration des connaissances sur les fonctions et usages des zones humides : évaluation économique sur des sites tests, 1–64.
- Centre d'analyse stratégique CAS (2009). Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes. Contribution à la décision publique. Rapport de la commission présidée par B. Chevassus-au-Louis. Rapports et documents. La Documentation Française, Paris, Avril 200, 399p.
- De Groot, R.S., M.A. Wilson and R. M. J. Boulans (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*. 41: 393-408.
- De Groot, R.S., M.A.M. Stuij, C.M. Finlayson et N. Davidson (2007). Evaluation des zones humides: Orientations sur l'estimation des avantages issus des services écosystémiques des zones humides, Rapport technique Ramsar n°3/Série des publications techniques de la CBD n°27. Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland, Suisse et Secrétariat sur la diversité biologique, Montréal, Canada.
- Dray, S. and Dufour, A.B. (2007). The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists. *Journal of Statistical Software*. 22(4): 1-20.
- Haines-Young, R. and Potschin, M. (2013). Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) Consultation on Version 4, August-December 2012, 34p.
- Jacobs, S., Burkhard, B., Van Daele, T., Staes, J. and Schneiders, A. (2014). 'The Matrix Reloaded': A review of expert knowledge use for mapping ecosystem services. *Ecol. Modell.* 295, 21–30.
- Laurans, Y. (2010). Evaluation économique des services rendus par les zones humides : des données scientifiques aux éléments de décision, quelle démarche, quelle traduction -SS Organisation de groupes de réflexion.
- Marie, H., Olivier, A. et Elodie, V. (2012). Les services écosystémiques et environnementaux en France métropolitaine et d'outre-mer : synthèse des travaux du programme SERENA. Services environnementaux et usages de l'espace rural. Note de synthèse n° 2012-02, 30p.

- MEA. Millenium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystem and Human Well-Being: General Synthesis. Island Press, Washington, D.C.
- MEDDE. Ministère de l'Écologie du développement durable et de l'énergie. (2014). 3e plan national d'action en faveur des milieux humides (2014-2018), 31p.
- Pearce, F. et A.J. Crivelli (1994). Caractéristiques générales des zones humides méditerranéennes. MedWet/Tour du Valat n°1. Tour du Valat, Arles, France. 88 p.
- Schuyt, K. (2004). The Economic Values of the World's Wetlands. World Wildlife Fund, Gland, Suisse, 32p.
- TEEB synthèse. (2010). L'Économie des écosystèmes et de la biodiversité : Intégration de l'Économie de la nature. Une synthèse de l'approche, des conclusions et des recommandations de la TEEB, 49p.
- ten Brink, P., Russi, D., Farmer, A., Badura, T., Coates, D., Förster, J., Kumar, R. et Davidson N. (2013). The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Water and Wetlands. Executive Summary. Institute for European Environmental Policy (IEEP) and Ramsar Secretariat, 16p.
- Tschanz, L. (2013). Social-Ecological Systems: towards a global approach of biodiversity observation in a Natural Regional Park of alpine territory. Poster at the *5th Symposium for Research in Protected Areas*, 10-12 June 2013, Mittersill, Austria.
- UICN France (2012). Panorama des services écologiques fournis par les milieux naturels en France – volume 1 : contexte et enjeux. Paris, France. 48p.
- Vaschalde, D. (2013). Services écologiques rendus par les zones humides en termes d'adaptation au changement climatique Etat des lieux des connaissances et évaluation économique. *Plan Bleu, Tour Du Valat*, 126p.

ANNEXE

Annexe 1 : Règles spécifiques de cartographie.....	2
Annexe 2 : Les livrables et les documents SIG	3
Annexe 3 : Liste des organismes et des participants à l'étude	8
Annexe 4 : Liste des éléments pondérateurs.....	9
Annexe 5 : Matrice des influences	11
Annexe 6 : Détails de la liste des services écosystémiques	12
Annexe 7 : Matrice des variances des 30 valeurs de chaque notation de la matrice des capacités.....	13
Annexe 8 : Détails de l'Analyse en Composante Principale	14

Annexe 1 : Règles spécifiques de cartographie

Dans chaque sous-site et par photo-interprétation, nous créons des parcelles par homogénéité d'habitat dans les zones à dominante humides. Pour cela, le logiciel Qgis 2.8.1 est utilisé avec l'orthophotographie (« ORTHO_RVB_PPIGE_2012 ») du territoire d'étude datant de 2012 ayant une résolution au 25 000^{ème} (soit 50cm/pixel).

Règle spécifique de délimitation des parcelles :

Les parcelles sont délimités à partir de l'orthophotographie sur une vue à l'échelle 1/2300^{ème} avec des zooms au 1/1500^{ème} si les habitats sont difficilement distinguable sur la photo. Les parcelles font au minimum 2000m² sauf si elles sont au bord du sous-site et que la parcelle du sous-site n'est qu'une partie d'une plus grande zone qui continue en dehors du sous-site. Les zones d'habitat homogène inférieures à 2000m² ou éléments naturels sont notées comme éléments pondérateurs. La largeur minimum d'une parcelle est de 15m, en dessous la zone est considérée comme un élément pondérateur.

Les zones entre 2 parcelles distinctes qui font moins de 15m de large et ne sont pas rattachés à une parcelle du même habitat sont considérés comme des linéaires inter-parcellaires. Ainsi les linéaires sont divisés en 2 et sont comptabilisés comme éléments pondérateurs dans les 2 parcelles avoisinantes.

Cas particulier de « Mare et étang » T4 : lors de la présence de T4, plusieurs cas de figures se sont présentés :

- il y a une mare ou un étang sur une superficie inférieure à 700m² = elle sera notée en éléments pondérateurs du type de zone humide dont elle fait partie
- il y a une mare ou un étang sur une superficie supérieure à 700m² entourée de « Marais, tourbière, roselière » T6 d'une superficie inférieure à celle d'une parcelle = le contour de la parcelle sera celle de la mare + celle de la roselière et la parcelle sera notée T4 avec « Roselière, végétation de bord de berge » EP3 en éléments pondérateurs.
- il y a une mare ou un étang sur une superficie supérieure à 700m² entourée de « Marais, tourbière, roselière » T6 d'une superficie supérieure à 2000m² = deux parcelles seront formées, celle de la mare notée T4 avec le contour stricte de la mare et une autre parcelle T6 avec le contour stricte de la roselière. Dans ce cas, les éléments pondérateurs « Mare » EP1 ou « Roselière, végétation de bord de berge » EP3 ne seront pas notés dans les 2 parcelles.

Un exemple de cette différence de délimitation est présent dans le sous-site 8 entre SS8P2 noté T4 avec EP3 et SS8P4 et SS8P5 différenciés en deux parcelles T4 et T6.

Annexe 2 : Les livrables et les documents SIG

1) Détails technique de l'étude

Cette étude de 6 mois a été effectuée du 1^{er} avril au 30 septembre 2015 et suivis par 2 comités de pilotage (cf. : « 2015-04-29-compte_rendu_COPI1_21-04-2015 » et « 2015-09-17-compte_rendu_COPI2_15-04-2015 »).

Un atelier de travail a été réalisé le 9 juin 2015 réunissant 17 usagés, experts et chercheurs (cf. : « Compte-rendu-Atelier-de-travail-09-06-15 »). En plus, sept réunions individuelles ont permis de rencontrer 13 personnes pour la participation à la création de la matrice des capacités.

Le terrain a été réalisé en 4 semaines entre mars et juin 2015 avec les jours de préparation et ceux de retranscription numérique des données du terrain et 8 jours de déplacement sur les sous-sites entre le 19 mai et le 3 juin.

2) Retranscription numérique des données

Les tableaux suivant détaillent les onglets ou champs des documents finaux.

✓ « Base_de_donnees_pnrse_etudeSE_IMBE.xlsx »

Nom de l'onglet	Description des données	Origine des données
Outils	Tableaux des services écosystémiques, de la typologie des zones humides et des éléments pondérateurs sans détails avec leurs codes	Outils créés lors de l'étude, plus de détails dans le rapport.
Matrice_influence_6.7.15	Matrice des influences	Outil créé durant l'étude, plus de détails dans le rapport
Matrice_capacités_6.7.15	Matrice des capacités	Outil créé durant l'étude, plus de détails dans le rapport. Dernière version le 6.7.15
EP_Terrain_3.8.15	Éléments pondérateurs de toutes les parcelles	Données créées lors du terrain en Juin 2015
SS_SSP_scoresEP	Données complètes des parcelles et sous-sites avec les scores AVEC LES ELEMENTS PONDERATEURS	Données créées lors de l'étude, même données que dans le fichier SIG
SS_SSP_scores_sansEP	Données complètes des parcelles et sous-sites avec les scores sans les EP	Données créées lors de l'étude, même données que dans le fichier SIG

✓ « Matrice_capacite_donnees_participants_etudeSE_IMBE.xlsx »

Nom de l'onglet	Description des données	Origine des données
Liste_concertation	Liste des organismes et représentants ayant participés à la partie concertation de l'étude	Liste créée durant l'étude, plus de détails dans le rapport.
Matrice_capacite_finale	Matrice des capacités calculée à partir des matrice des participants de l'onglet "Matrice_participants_lettre"	Outil créé durant l'étude, plus de détails dans le rapport.
Matrice_variance	Matrice des variances de notations des participants pour chaque score de la matrice des capacités	Outil créé durant l'étude, plus de détails dans le rapport.
Matrice_participants_lettre	Retranscription des matrices de chaque participant	Matrices des participants récupérées lors de la partie concertation principalement durant le mois de juin 2015

Indice_participants	Retranscription des indices de confiances de chaque participant	Indice de confiance des participants récupéré lors de la partie concertation principalement durant le mois de juin 2015
----------------------------	---	---

✓ « Elements_pond_Matrice_influence_etudeSE_IMBE.xlsx »

Nom de l'onglet	Description des données	Origine des données
List EP	Liste des éléments pondérateurs	Outils créés lors de l'étude, plus de détails dans le rapport.
MI_finale	Matrice des influences finale calculée à partir des 4 matrices suivantes	Outil créé durant l'étude, plus de détails dans le rapport.
MI_CSC	Retranscription de la matrice des influences de C. Sylvie Campagne	Données créées en partie (EP1 à EP12) durant une réunion entre les 4 personnes et le reste individuellement
MI_JB	Retranscription de la matrice des influences de Jérôme Bacquaert	
MI_TL	Retranscription de la matrice des influences de Tanguy Lefort	
MI_GD	Retranscription de la matrice des influences de Gérald Duhayon	

✓ « Documents_participants_matrice.xlsx »

Document envoyé avant les réunions à tous les participants de la partie concertation

Nom de l'onglet	Description des données
Méthode	Résumé de l'étude
Type ZH	Typologie des zones humides de l'étude
List SE	Liste des services écosystémiques avec leurs définitions et indicateurs
Matrice capacités à compléter	Matrice des capacités à compléter

✓ Liste des fichiers SIG intermédiaire qui ont permis d'avoir les 2 couches finales

Les données de zones à dominante humide proviennent de l'agence de l'eau Artois-Picardie (« 2008-Zones à dominantes humides – Agence de l'eau.shp »).

Afin de créer les 40 sous-sites, les entités avec un indice de 1 dans le champ « COD_CONF » ont été supprimées et la couche SIG des ZDH a été fusionnée en une seule entité (« ZDH_unie_sans_COD_CONF_1.shp »).

Une couche de grille avec des mailles de 500m par 500m sur l'emprise de la couche des ZDH a été créée (« grille_ZDH_500.shp »).

Tout d'abord une sélection de 49 mailles a été effectuée de façon homogène sur le territoire (« Grilles_49_sous_sites_pour_selection.shp »), puis une sélection de 40 mailles a été faite afin d'homogénéiser la présence de sous-sites en fonction de la densité de ZDH sur le territoire (« ZDH_40_sous_sites.shp »).

Afin d'adapter les sous-sites de forme carré aux ZDH de forme irrégulière, un ajustement a été effectué sur certains sous-sites en modifiant légèrement leur position ou forme tout en essayant de garder une aire de 250 000 m² par sous-sites. Les sous-sites étant des quadrilatères, ils peuvent recouvrir des ZDH plus largement. Ainsi lorsque la ZDH est plus petite que le sous-site, ce sont les parcelles qui seront créées que sur les ZDH dans le sous-site. Nous admettons que les pourtours des parcelles par rapport au pourtour des ZDH peuvent être adaptés en prenant comme référence les données de l'ortho photo.

Ainsi les sous-sites finaux ont une forme de quadrilatère d'environ 250 000 m² et sont dans le fichier SIG « ZDH_40_sous_sites_ajustes.shp ».

Après le terrain, le périmètre des parcelles ont été ajustés aux modifications de l'occupation du sol et retranscrits dans le fichier « 40_sssites_parcelles.shp ». Les types de zones humides ont aussi été ajustés. Ce sont les modifications et données finales des parcelles.

✓ « Donnees_SS_ScoresEP_etudeSE_IMBE_2015.shp »

C'est la couche finale avec les scores avec éléments pondérateurs

Nom de l'onglet	Description des données	Origine des données
ID	ID d'origine des sous-sites pris dans une grille de 500/500	"grille_ZDH_500" créée pendant l'étude
X_MIN	Coordonnées minimum de X de l'entité	"40_sssites_parcelles" créée pendant l'étude
X_MAX	Coordonnées maximum de X de l'entité	"40_sssites_parcelles" créée pendant l'étude
Y_MIN	Coordonnées minimum de Y de l'entité	"40_sssites_parcelles" créée pendant l'étude
Y_MAX	Coordonnées maximum de Y de l'entité	"40_sssites_parcelles" créée pendant l'étude
Code_Ssite	Code du sous-site dans lequel est l'entité, il y a 40 sous-sites, chacun à un code SS1, SS2, etc.	"40_sssites_parcelles" créée pendant l'étude
Calc_Area	aire de l'entité (sous-site ou parcelle) en m ²	calculer avec la fonction Qgis \$Area
Habitat	Code de T1 à T9 correspondant au type de zone humide de l'entité	Données créés durant l'étude
Code_Par	Code de la parcelle avec le code de son sous-site avant, l'entité du sous-site aura pour code de parcelle "0" soit SSXP0	"40_sssites_parcelles" créée pendant l'étude
EP_Code_En	Pour faciliter la recherche d'une entité, nous les avons classées par ordre croissant de numéro de sous-site puis par ordre croissant du numéro de parcelles	Données créés durant l'étude
EP_SR1	Score (intégrant la présence des éléments pondérateurs) du service écosystémique correspondant au type de zone humide de la	Score selon la méthode détaillée dans le rapport. La présence du X après le code du service est un rappel des services subissant une
EP_SR2		
EP_SR3		
EP_SR4		
EP_SR5		

EP_SR6	parcelle écrit dans l'onglet "Habitat". Pour les scores des SSXP0 soit des sous-sites, ils sont calculées selon la méthode décrite dans le rapport	pondération à la surface dans le calcul des sous-sites. Plus de détails sont présents dans le rapport de l'étude.
EP_SR7		
EP_SA1		
EP_SA2		
EP_SA3X		
EP_SA4		
EP_SA5		
EP_SC1X		
EP_SC2X		
EP_SC3X		
EP_SC4		
EP_SC5X		

✓ « Donnees_SS_Scores_SANS_EP_etudeSE_IMBE_2015 »

C'est la couche finale avec les scores avec éléments pondérateurs

Nom de l'onglet	Description des données	Origine des données
ID	ID d'origine des sous-sites pris dans une grille de 500/500	"grille_ZDH_500" créée pendant l'étude
X_MIN	Coordonnées minimum de X de l'entité	"40_sssites_parcelles" créée pendant l'étude
X_MAX	Coordonnées maximum de X de l'entité	"40_sssites_parcelles" créée pendant l'étude
Y_MIN	Coordonnées minimum de Y de l'entité	"40_sssites_parcelles" créée pendant l'étude
Y_MAX	Coordonnées maximum de Y de l'entité	"40_sssites_parcelles" créée pendant l'étude
Code_Ssite	Code du sous-site dans lequel est l'entité, il y a 40 sous-sites, chacun à un code SS1, SS2, etc.	"40_sssites_parcelles" créée pendant l'étude
Calc_Area	aire de l'entité (sous-site ou parcelle) en m ²	calculer avec la fonction Qgis \$Area
Habitat	Code de T1 à T9 correspondant au type de zone humide de l'entité	Données créés durant l'étude
Code_Par	Code de la parcelle avec le code de son sous-site avant, l'entité du sous-site aura pour code de parcelle "0" soit SSXP0	"40_sssites_parcelles" créée pendant l'étude
EP_Code_En	Pour faciliter la recherche d'une entité, nous les avons classées par ordre croissant de numéro de sous-site puis par ordre croissant du numéro de parcelles	Données créés durant l'étude
SR1	Score du service écosystémique correspondant au type de zone humide de la parcelle écrit dans l'onglet "Habitat". Ce score n'intègre PAS la présence des éléments pondérateurs, il est alors la retranscription de la matrice des	Score selon la méthode détaillée dans le rapport. La présence du X après le code du service est un rappel des services subissant une pondération à la surface dans le calcul des sous-sites. Plus de détails sont présents dans le rapport de l'étude.
SR2		
SR3		
SR4		
SR5		

SR6	capacités. Pour les scores des SSXP0 soit des sous-sites, les scores sont calculées selon la méthode décrite dans le rapport.
SR7	
SA1	
SA2	
SA3X	
SA4	
SA5	
SC1X	
SC2X	
SC3X	
SC4	
SC5X	

✓ « IMBE_Score_TypoZH_ARCH2013_ZDHsans1_2015 »

Ce sont les données ARCH sans les entités ayant un 1 dans le champ COD_CONF, avec les scores correspondant à leur type de zones humides.

3) Les comptes rendus de réunions

✓ Compte-rendu du comité de pilotage du 15 septembre 2015

« 2015-09-17-compte_rendu_COPIL2_15-04-2015 » : liste des participants et résumé des échanges

« 2015-09-17-compte_rendu_COPIL2_15-04-2015_ANNEXE » : support de présentation du comité de pilotage

✓ Compte-rendu de l'atelier de travail du 9 juin 2015

« Compte-rendu-Atelier-de-travail-09-06-15 » : Liste des participants, résumé des échanges et présentation faite exposant la méthode et les outils.

✓ Compte-rendu du comité de pilotage du 21 avril 2015

« 2015-04-29-compte_rendu_COPIL1_21-04-2015 » : liste des participants et résumé des échanges et décisions

« 2015-04-29-compte_rendu_COPIL1_21-04-2015_annexes » : outils et support de présentation du comité de pilotage

« 2015-04-29-compte_rendu_COPIL1_21-04-2015_annexecadrage » : note de cadrage de l'étude »

Annexe 3 : Liste des organismes et des participants à l'étude

Participants à l'étude	Nom	Fonction	Présent atelier 9.6.15	Vu en RDV	Excusé	Absent	Diffusion
Agence de l'eau Artois-Picardie	Estelle CHEVILLARD	Chargée de mission zones humides	X				X
Centre régional de la propriété forestière	François CLAUCE	Technicien	X				X
Chambre régionale d'agriculture du Nord-Pas-de-Calais	Jean-Marie GLACET	Chargé de mission environnement	X				X
Conseil Régional du Nord – Pas-de-Calais	Éric CHERIGIE	Chargé de mission zones humides			X		X
Conseil Scientifique de l'Environnement du Nord Pas-de-Calais	Jean MALECHA	Retraité	X				X
	Jean-Pierre COLBEAUX	Retraité			X		X
	Guillaume SCHMITT	Chercheur à l'université de Valenciennes			X		X
	Virginie VERGNE	Chercheuse à l'université de Lille 1	X				X
Conservatoire d'espaces naturels du Nord et du Pas-de-Calais	Cédric VANAPPELGHEM	Directeur				X	X
Conservatoire national botanique de Bailleul	William GELEZ	Chargé d'étude	X				X
Département du Nord	Virginie CALLIPEL	ENS, responsable de l'arrondissement de Douai	X				X
Direction départementale des territoires et de la mer du Nord	Astrid BONIFACE	Service Eau et Environnement - Chef de pôle	X				X
	Simon FEUTRY	Chef de cellule Biodiversité		X			X
Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement Nord-Pas-de-Calais	Célia TIXIER	Chargée de mission eau de surface et milieux aquatiques		X			X
Exploitant agricole	José DUBRULLE	Président de la commission agriculture et environnement du Parc			X		X
Fédération départementale des chasseurs du Nord	François AUROY	Technicien cynégétique	X				X
Fédération départementale pour la pêche et la protection des milieux aquatiques du Nord	Gildas KLEINSPRINTZ	Responsable du secteur Scarpe-Escaut		X			X
Groupe Ornithologique et Naturaliste du Nord Pas-de-Calais	Richard GAJOCHA	Vice-président du GON		X			X
	Jean-Philippe LEJEUNE	Responsable de la section Valenciennoise "le vanneau"		X			X
Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie	Thierry TATONI	Professeur et directeur de l'IMBE	X				X
	Léïta TSHANZ	Doctorante	X				X
	Sylvie CAMPAGNE	Ingénieur d'étude	X				X
Mairie de Millonfosse	Michel LEFEBVRE	Maire de Millonfosse		X			X
Office de tourisme de la porte du Hainaut	Antoine POULLET	Capitaine du port de Saint-Amand-les-Eaux		X			X
	Raphael FRANCESCHINI	Responsable du Parc et des sports de nature		X			X
Office de tourisme de Saint-Amand-les-Eaux	Maryse VICTOR	Directrice		X			X
Office national de l'eau et des milieux aquatiques	Jean-Louis MAROUSE	Chef de Brigade				X	X
Parc naturel régional Scarpe-Escaut	Gerald DUHAYON	Responsable du pôle Ressources et milieux naturels	X				X
	Marianne DISPA	Circuits courts et tourisme durable		X			X
	Agnès LAVERGNE	Responsable du pôle mobilisation écocitoyenne - communication		X			X
	Aurore DIREZ	Chargée d'étude développement rural		X			X
	Christophe TESNIERES	Responsable du pôle Aménagement du territoire, paysage	X				X
	Tanguy LEFORT	Chargé de mission ressources en eau et trame écologique	X				X
Syndicat mixte pour l'aménagement hydraulique des vallées de la Scarpe et du Bas-	Monique HUON	Directrice			X		X
	Samad VALY	Technicien	X				X
UFC Que choisir	Alain SIX	Président UFC Que choisir Douai			X		X
Université de Lille 1	Magalie FRANCHOMME	Maitre de conférence, UF géographie et aménagement		X			X
	Lucie MOREIRE	Doctorante	X				X
			17	13	6	2	38

Annexe 4 : Liste des éléments pondérateurs

	Code	Éléments pondérateurs	Si EP43*	Origine des données
Éléments naturels	EP1	Mare(s)		Interprétation photographique avec ORTO_RVB_PPIGE_2012 et vérification lors du terrain
	EP2	Zone(s) de platière, végétation pionnière	X	
	EP3	Roselière, végétation de bord de berge	X	
	EP4	Forêt humide <2000m2		
	EP5	Boisement mono spécifique en zone humide <2000m2		
	EP6	Prairie humide <2000m2		
	EP7	Friche humide <2000m2		
	EP12	Culture en zone humide <2000m2		
Éléments ponctuels naturels	EP8	Arbre(s) remarquable (suivi, entretien, etc.)		Données "Arbres_remarquables_2013"
	EP9	Arbre(s) isolée	X	Interprétation photographique avec ORTO_RVB_PPIGE_2012 et vérification lors du terrain
	EP10	Arbre(s) en têtard	X	
	EP11	Belvédère(s), point(s) de vue (desservi)	X	
EP13	Fossé(s) intra parcellaire	X		
Éléments linéaires naturels	EP14	Alignement(s) d'arbres		Interprétation photographique avec ORTO_RVB_PPIGE_2012 et vérification lors du terrain
	EP15	Linéaire(s) d'arbustes	X	
	EP16	Linéaire(s) d'herbacées (dont bordure végétale de culture)	X	
Éléments surfaciques naturels	EP17	Zone(s) inondable		Données "alea_scarpe_L93" + "plaine_basse_SAGE_L93" + dire d'experts pour les zones hors bassin versant de la Scarpe
	EP18	Zone(s) "très humide"		Données "ZonesHygrophilesMAEC2015_L93" + dire d'experts pour les zones hors bassin versant de la Scarpe
	EP19	Forêt ou boisement avec + de 70% de résineux	X	Interprétation photographique avec ORTO_RVB_PPIGE_2012 et vérification lors du terrain
	EP20	Boisement mono spécifique avec une sous-strate arbustive	X	
	EP21	Boisement mono spécifique avec une sous-strate herbacée	X	
	EP22	Forêt "en eau"	X	
Éléments de paysage	EP23	Zone(s) en dehors d'une continuité écologique		Données établies par dire d'experts internes au Pnr Scarpe-Escout
Risques/pollution	EP24	Débris, dépôt(s) de sable de vidange	X	Interprétation photographique avec ORTO_RVB_PPIGE_2012 et vérification lors du terrain
	EP25	Dépôt(s) Organique (foin, broussailles)	X	
	EP27	Déchetterie(s) sauvage(s), dépôt(s) de déchets ménagers	X	
Éléments anthropiques	EP34	Zone(s) aménagées(s) en espace vert, lieu de repos (bancs de parc, coin barbecue ...)	X	Interprétation photographique avec ORTO_RVB_PPIGE_2012 et vérification lors du terrain
	EP35	Présence de parking à moins de 500m		
	EP36	Présence de route(s)		
	EP37	Présence de chemin(s)		
	EP38	Présence de sentier(s)		

	EP39	Structures pédagogiques : sentier d'interprétation	X		
	EP40	Présence de panneaux d'information	X		
	EP41	Zone inaccessible naturellement à cause d'un cours d'eau infranchissable par exemple			
	EP42	Zone inaccessible au public : zone privée avec panneau(s) informatif(s) ou barrière(s)			
	EP43	Zone privée fermée sans visibilité (Grillage couvert et/ou végétation dense)			
	EP44	Barrière(s) végétale(s) infranchissable(s) rendant la zone inaccessible			
	EP45	Zone(s) d'expansion des crues et bassin de rétention			Données "ouvrages hydrauliques" sans les données dont le champ "ETAT" a l'attribut "en projet" et le "bassin d'Erre"
	EP46	Présence d'habitation(s)	X		Interprétation photographique avec ORTO_RVB_PPIGE_2012 et vérification lors du terrain
	EP47	Présence de bâtiment(s) abandonné(s)	X		
	EP48	Présence de logement(s) mobile(s)	X		
EP49	Présence de hutte(s)	X			

*Si la parcelle est une "Zone privée fermée sans visibilité (Grillage couvert et/ou végétation dense)" EP43 alors on admet l'impossibilité de savoir la présence des EP signalés dans la colonne "si EP43"

Présence déterminée avec un fichier SIG du parc

Annexe 5 : Matrice des influences

Code	SR1	SR2	SR3	SR4	SR5	SR6	SR7	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5
EP1	-	-	-10%	10%	5%	10%	10%	-	-	-	-	10%	20%	20%	20%	10%	20%
EP2	-	10%	-	10%	10%	5%	5%	5%	-	-	-	10%	-	5%	20%	10%	5%
EP3	20%	10%	10%	20%	-	10%	5%	10%	-	5%	-	10%	20%	20%	20%	5%	10%
EP4	20%	5%	-5%	10%	10%	20%	10%	5%	-	5%	10%	5%	5%	10%	10%	5%	5%
EP5	20%	-5%	-5%	-5%	-	10%	5%	5%	5%	-10%	10%	-	5%	-	-5%	5%	-
EP6	-5%	5%	-	10%	5%	5%	5%	-	-	-	5%	5%	5%	10%	10%	-	-
EP7	5%	10%	-	10%	5%	10%	10%	5%	-	5%	-	5%	5%	-	10%	5%	-
EP12	-20%	-20%	-10%	-10%	-10%	-20%	-10%	-	-5%	-5%	5%	-	-10%	-	-10%	5%	-
EP8	5%	-	5%	10%	-	5%	-	-	-	-	-	5%	20%	20%	20%	-	10%
EP9	5%	-	5%	5%	-	5%	-	-	-	-	-	-	5%	-	10%	-	-
EP10	5%	-	5%	10%	-	5%	-	-	-	-	10%	5%	20%	20%	20%	-	10%
EP11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5%	5%	20%	10%	10%
EP13	5%	10%	-	10%	5%	5%	10%	-	-	10%	-	5%	10%	10%	10%	-	-
EP14	5%	5%	5%	10%	5%	10%	10%	-	-	-	10%	5%	5%	5%	10%	-	-
EP15	5%	-	5%	10%	5%	10%	10%	5%	-	-	5%	5%	-	-	5%	-	-
EP16	-	-	5%	10%	-	5%	-	-	-	-	-	-	-	5%	5%	-	-
EP17	-	5%	-	5%	5%	10%	20%	-	-	20%	-	5%	-	-	-	-	-
EP18	5%	10%	-	10%	-	10%	20%	-	-	20%	-	5%	20%	10%	10%	-	5%
EP19	5%	-	-	5%	5%	-	5%	5%	-	5%	5%	-5%	-5%	-5%	-	5%	-
EP20	5%	5%	-	5%	5%	5%	5%	10%	-	5%	5%	5%	-	-	5%	-	-
EP21	-	5%	-	10%	-	-	5%	-	-	-	5%	5%	-	-	5%	-	-
EP22	10%	5%	-	5%	5%	5%	10%	-	-	20%	5%	-	10%	20%	20%	5%	-
EP23	5%	-	-	-5%	-	-	5%	-	-	-	-	-5%	-	-	-	-	-
EP24	-	-10%	-	-	-	-	-	5%	-	-5%	-	-5%	-	-10%	-10%	-	5%
EP25	-	-5%	-	-	5%	-	-	-	-	-	-	-	-	-5%	-5%	-5%	5%
EP27	-	-10%	-	-	-	-	-	5%	5%	-5%	-	5%	-	-5%	-10%	-	5%
EP34	-	-	-	5%	-	-	-	5%	-	-	-	-10%	-5%	-	-	10%	10%
EP35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5%	10%	10%
EP36	-5%	5%	-	5%	-	5%	-	5%	-	-	-	-	-	-	-	5%	10%
EP37	-	-	-	-	-	-	-	5%	-	-	-	-	-	-	-	10%	10%
EP38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20%	10%
EP39	-	-	-	-	-	-	-	5%	-	-	-	-	5%	5%	-	10%	20%
EP40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5%	-	-5%	10%	20%
EP41	-	-	-	5%	-	-	-	-	-	-	-	5%	-	-	-	-	-5%
EP42	-	-	-	5%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-5%	-5%
EP43	-	-	-	5%	-	-	-	5%	-	-	-	-	-	-	5%	-5%	-5%
EP44	-	-	-	5%	-	-	-	5%	-	-	-	5%	-	-	-	-	-5%
EP45	-	5%	-	-	-	5%	20%	-	-	10%	-	-	-	5%	-	-	-
EP46	-	-5%	-	5%	-	-	-5%	5%	-	-	-	-5%	-	-	-	-	- 11
EP47	-	-	5%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5%	5%	5%	-
EP48	-	-5%	-	5%	-	-	-5%	5%	-	-	-	-5%	-5%	-	-	10%	-
EP49	-	-5%	5%	5%	-	-	-	10%	-	-	-	-5%	-	5%	-	10%	-

Annexe 7 : Matrice des variances des 30 valeurs de chaque notation de la matrice des capacités

Matrice des variances		Services écosystémiques																		
		SR1	SR2	SR3	SR4	SR5	SR6	SR7	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5		
Type de zones humides	T1	0,12	0,38	1,09	0,53	0,60	0,42	0,19	1,13	1,13	0,75	1,01	0,53	0,39	0,48	0,32	1,39	0,40	Moyennes des notations	0,64
	T2	1,43	1,39	0,90	1,37	0,67	1,18	0,99	1,86	1,08	1,36	0,19	1,24	1,45	1,25	1,48	1,33	1,83		1,24
	T3	0,63	0,76	1,06	0,81	0,96	1,83	0,94	1,07	1,75	0,81	1,77	0,75	0,77	0,67	0,67	0,92	0,75		1,00
	T4	1,36	0,79	0,81	0,70	1,25	1,17	1,03	0,65	1,48	1,02	0,85	0,51	0,65	0,76	0,69	0,46	0,40		0,86
	T5	1,57	0,79	0,79	1,14	1,27	1,24	1,07	1,29	1,20	1,14	0,84	0,94	0,31	0,53	0,69	0,38	0,63		0,93
	T6	0,56	0,25	1,82	0,16	0,59	1,32	0,88	1,18	1,17	0,22	1,50	0,22	0,44	0,34	0,52	1,01	0,06		0,72
	T7	0,75	1,09	0,74	0,82	0,96	0,74	1,01	1,53	0,59	0,57	1,29	0,72	0,94	1,57	0,79	1,24	1,55		0,99
	T8	0,79	0,82	1,68	0,97	0,93	0,67	1,52	1,48	0,69	0,46	1,84	0,96	0,97	1,29	1,28	0,88	1,82		1,12
	T9	1,22	1,21	1,82	0,87	0,85	1,09	1,27	0,71	0,65	1,00	1,53	1,14	0,94	1,82	1,25	1,66	1,83		1,23
		Moyennes des variances																		
		0,94	0,83	1,19	0,82	0,90	1,07	0,99	1,21	1,08	0,81	1,20	0,78	0,76	0,97	0,86	1,03	1,03		

Le code couleur de la matrice des variances est un gradient qui tend vers le bleu lorsque la variance est faible et en rouge lorsque la variance est forte.

Annexe 8 : Détails de l'Analyse en Composante Principale

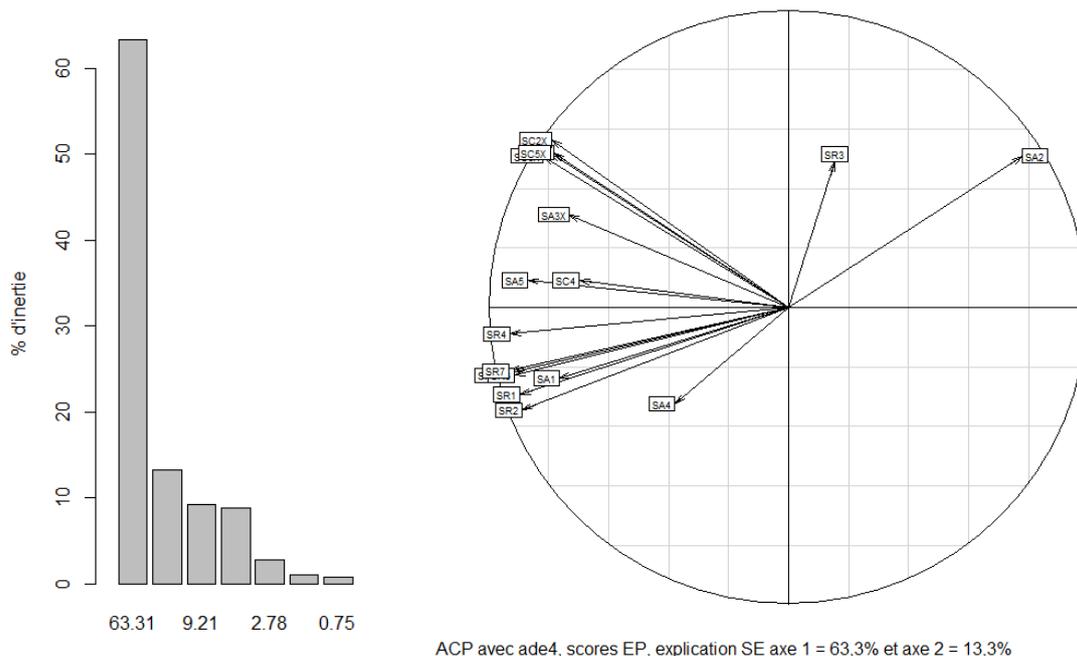
Le but de cette analyse est de mettre en avant si une ressemblance en termes de services rendus entre les SS est synonyme de proximité géographique. Alors une Analyse en Composantes principales (ACP) a été réalisée sur les scores des 40 SS afin de déterminer si un ou plusieurs SS se ressemblent quant aux services rendus et de déterminer quels SE discriminent le mieux les SS entre eux.

L'ACP permet la construction d'axes (appelées composantes principales) qui expliquent les services rendus. Dans les graphiques ci-dessous, la distribution des valeurs propres présente le pourcentage d'explication des axes créés par l'ACP. Ainsi nous pouvons voir que l'axe 1, créée par l'ACP, explique 63,3% des services et l'axe 2 en explique 13,3%. Ensuite le cercle de corrélation illustre l'explication des services pour l'axe 1 (en x) et l'axe 2 (en y). On remarque que beaucoup de services ont des flèches proches de l'axe 1 ce qui coïncide avec le fait que l'axe 1 explique 63,3% des services.

Certains SE sont moins représentés que les autres par les axes 1 et 2 tel que SA4 (graphiquement loin des axes et flèches courtes dans le graphique ci-dessous) et les services les plus représentés semblent être les services de régulations (SR1, SR5, SR4, SR5 et SR7 principalement) par l'axe 1 et SA2 et les services culturels par l'axe 2.

Maintenant que nous avons les 2 axes, la **Figure 15** illustre la proximité des sous-sites en fonction de leurs scores. Ainsi, la distance entre deux SS dans la **Figure 15** est une illustration de la différence entre leurs scores pour les services expliqués par les axes (soit les 63,3% et 13,3% des SE expliqués).

Graphiques des résultats de l'ACP des SS – Distribution des valeurs propres en % des composantes principales et cercle de corrélation des SE pour l'axe 1 en x et axe 2 en Y





Etude réalisée en 2015

Réalisation :

Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale

Maitrise d'ouvrage :

Parc naturel régional Scarpe-Escaut

Financeurs :

Agence de l'eau Artois-Picardie,
Communauté d'agglomération du Douaisis,
Communauté d'agglomération de la Porte du Hainaut,
Communauté de communes Cœur d'Ostrevent,
Communauté de communes Pévèle Carembault.

Recommandation de citation pour ce document : Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie marine et continentale (IMBE), Sylvie CAMPAGNE (2015) Evaluation des services écosystémiques potentiellement rendus par les zones humides des territoires du SAGE Scarpe aval et du Parc naturel régional Scarpe-Escaut. Rapport d'étude – Parc naturel régional Scarpe-Escaut, 62p.

