

Amélioration des connaissances sur les fonctions et usages des zones humides : évaluation économique sur des sites tests

Hélène Bouscasse, Pierre Defrance, Brice Amand, Benoît Grandmougin, Pierre Strosser (ACTeon)

Yann Beley (EcoVia)

Rapport principal¹

Mai 2011

¹ Pour plus de renseignements sur ce rapport, contacter : stephanie.blanquart@eau-loire-bretagne.fr ou h.bouscasse@acteon-environment.eu

SOMMAIRE

TABLE DES FIGURES.....	5
TABLE DES TABLEAUX.....	6
NOTE AU LECTEUR.....	7
GLOSSAIRE	9
INTRODUCTION.....	11
OBJECTIFS ET CONTEXTE DE L'ÉTUDE	11
RAPPEL DE LA METHODOLOGIE.....	12
PARTIE I - LES SERVICES ECOSYSTEMIQUES : VERS UNE APPROCHE SYSTEMIQUE	15
1. QUELLE CLASSIFICATION DES ZONES HUMIDES ?	16
2. DEFINITION ET STRUCTURATION DES SERVICES ECOSYSTEMIQUES	21
2.1 PRINCIPAUX ENJEUX LIES A LA DEFINITION ET A LA STRUCTURATION DES SERVICES	21
2.2 UNE STRUCTURATION NOVATRICE DES SERVICES ECOSYSTEMIQUES	24
3. DE L'IDENTIFICATION A LA QUANTIFICATION DES SERVICES : UNE APPROCHE QUI DOIT ETRE RIGOREUSE POUR UNE QUESTION EPINEUSE.....	31
3.1 LA VALEUR MONETAIRE COMME OUTIL COMPLEMENTAIRE A L'ANALYSE QUALITATIVE DES SERVICES ECOSYSTEMIQUES	31
3.2 METHODOLOGIE DE QUANTIFICATION DES SERVICES ECOSYSTEMIQUES.....	32
4. ZONES HUMIDES ET SERVICES ECOSYSTEMIQUES : DES NOTIONS CONNUES ET MAITRISEES PAR LE GRAND PUBLIC ?	35
4.1 ZONES HUMIDES : UNE NOTION ENCORE PEU FAMILIERE.....	35
4.2 UNE VISION HETEROGENE DES ZONES HUMIDES LIEE A LA DIVERSITE DE CONTEXTES ET AU POIDS DE L'HISTOIRE	36
4.3 UNE CONSCIENTISATION DES PRESSIONS AUXQUELLES SONT SOUMIS CES MILIEUX AQUATIQUES.....	37
4.4 ZONES HUMIDES ET HOMME : QUELLES RELATIONS ?	39
4.5 PISTES DE REFLEXION EN VUE D'UNE MEILLEURE INTEGRATION DES ZONES HUMIDES DANS LES DECISIONS INDIVIDUELLES.	39
PARTIE II - MONETARISATION DES SERVICES RENDUS PAR LES ZONES HUMIDES.....	41
1. VUE D'ENSEMBLE DES METHODES EXISTANTES.....	42
1.1 DIVERSITE DES VALEURS.....	42
1.2 DIVERSITE DES METHODES D'ÉVALUATION	43
1.3 APPROCHE DETAILLEE POUR LE SERVICE DE PURIFICATION DE L'EAU	44
2. EVALUATION ECONOMIQUE DE LA BIODIVERSITE	52
2.1 VERS UNE DEFINITION DE LA BIODIVERSITE.....	52
2.2 LIEN ENTRE BIODIVERSITE ET SERVICES	54
2.3 LES VALEURS DE LA BIODIVERSITE.....	55
3. FOCUS SUR L'ANALYSE CONJOINTE.....	58

3.1	PRINCIPE DE LA METHODE	58
3.2	APPLICATION DE LA METHODE A 3 ZONES HUMIDES DU BASSIN LOIRE-BRETAGNE	58
3.3	L'ANALYSE ECONOMETRIQUE DES RESULTATS	67
4.	CONCLUSIONS SOUS FORME DE MISE EN PERSPECTIVE DES RESULTATS	74
4.1	COMPARAISON DES RESULTATS DES SITES D'ETUDE.....	74
4.2	QUELLES VALEURS DES SERVICES RENDUS PAR LES ZONES HUMIDES PRIS SEPAREMENT?	78
4.3	QUELLES VALEURS DES ZONES HUMIDES DANS LEUR GLOBALITE?	81
4.4	UNE REPRESENTATION DES SYSTEMES "ZONES HUMIDES" FAVORISANT LE TRANSFERT DE VALEURS.....	85
	BIBLIOGRAPHIE	89

TABLE DES FIGURES

Figure 1. Critiques de la classification des services proposée par le MEA dans le cadre d'une évaluation économique.....	27
Figure 2. Structuration des services écosystémiques – exemple du Marais breton	28
Figure 3. Evaluation des services rendus par les écosystèmes	32
Figure 4. Avez-vous déjà entendu parler de "zones humides"	35
Figure 5. Vous arrive-t-il de vous promener aux abords de ces sites ?	37
Figure 6. Principaux problèmes de la région selon les personnes interrogées (PI).....	38
Figure 7. Principaux problèmes environnementaux de la région selon les PI	38
Figure 8. Décomposition théorique de la valeur économique totale d'un bien environnemental.....	42
Figure 9. Adéquation des méthodes économiques d'évaluation avec les valeurs d'usage et de non-usage.....	43
Figure 10. Comment approcher le service d'épuration dans le cadre d'une évaluation économique ?	46
Figure 11. Lien entre la définition de la biodiversité les services rendus par les zones humides et les types de valeur	57
Figure 12. Echantillonnage et critères pour les enquêtes (Cas du Cézallier).....	1
Figure 13. Répartition des enquêtes sur le Bassin Loire-Bretagne.....	60
Figure 14. Structuration générale des questionnaires d'enquête	1
Figure 15. La mise en situation des personnes interrogées (site des tourbières du Cézallier)	1
Figure 16. Un exemple de jeu (questionnaire des étangs de la Brenne) : la personne interrogée doit choisir une combinaison d'attributs (appelée scénario) parmi les trois proposées.....	67
Figure 17. Synthèse de la valeur économique des services rendus par les zones humides sur les sites d'étude (figures).....	76
Figure 18. Représentation graphique simplifiée des systèmes « zones humides » étudiés	87

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1. Comparaison des classifications de zones humides reconnues à l'échelle nationale et internationale	18
Tableau 2. Coûts marginaux de réduction de l'azote	49
Tableau 3. Coûts d'investissements (pour un volume de bassin de 100 m ³) par entreprise	50
Tableau 4. Liste des 26 indicateurs proposés dans le cadre du SEBI pour suivre les progrès réalisés en Europe et indicateurs retenus par la France	54
Tableau 5. Attributs choisis par site	64
Tableau 6. Niveau d'attribut pour chacune des 18 combinaisons.....	66
Tableau 7. Codage des attributs	68
Tableau 8. Résultats du modèle logit multinomial sur l'échantillon « Cézallier »	70
Tableau 9. Valeurs des attributs du Cézallier (en €/ménage/an)	70
Tableau 10. Valeurs des attributs du Marais breton (en €/ménage/an) – avec 4 attributs	71
Tableau 11. Combinaison des niveaux pour les activités récréatives	71
Tableau 12. Valeurs des attributs du Marais breton (en €/ménage/an) – avec 3 attributs	72
Tableau 13. Valeurs des attributs des étangs de la Grande Brenne (en €/ménage/an) – avec 4 attributs	73
Tableau 14. Synthèse de la valeur économique des services rendus par les zones humides sur les sites d'étude (tableaux)	75
Tableau 15. Comparaison de valeurs pour le service d'écrêtement des crues	79
Tableau 16. Comparaison de valeurs pour le service de purification de l'eau.....	79
Tableau 17. Comparaison de valeurs pour la biodiversité	81
Tableau 18. Récapitulatif des valeurs des services des zones humides du Bassin Artois-Picardie	82
Tableau 19. Usages, services rendus, usages de loisirs et valeurs non marchandes, par hectare de zone humide en euros par an, valeurs arrondies.	83
Tableau 20. Comparaison des résultats entre le Marais breton et le PNR des marais du Cotentin.....	85

NOTE AU LECTEUR

Ce rapport principal se veut transversal et complémentaire des fiches par site qui décrivent précisément le contexte des sites, caractérisent les services rendus par les zones humides et proposent une évaluation économique de ces dernières. Précisant la démarche et la méthodologie appliquées, il s'articule autour des deux dimensions de cette étude : l'approche « écologique » qui permet une compréhension précise du fonctionnement des zones humides et permet la caractérisation de leurs fonctions ainsi que des activités économiques, récréatives et culturelles qui en dépendent (partie I) et l'approche « économique » qui permet la valorisation de chacune des fonctions et des usages dépendants des zones humides (partie II). Une troisième partie permet, sous la forme d'une conclusion, une mise en perspective des résultats sur les sites d'étude.

La présente étude met l'accent sur l'« amélioration des connaissances sur les zones humides ». Dans cette optique, les raisonnements ont été menés à leur terme, y compris lorsque certaines données (écologiques ou économiques) apparaissaient incertaines. Les incertitudes et les hypothèses effectuées sont présentées dans chacune des fiches et nous invitons chacun à utiliser ces données avec précaution.

La caractérisation des milieux, des services rendus par les zones humides et des activités qui en dépendent est basée sur la connaissance actuelle disponible. Les auteurs se sont notamment appuyés sur des dires d'experts à partir d'entretiens individuels réalisés avec les acteurs et experts locaux (voir annexe 2), mais également à partir d'ateliers géographiques permettant un partage de l'information. Nous remercions ces personnes pour le temps qu'ils nous ont consacré. Les conclusions restent cependant de la seule responsabilité des auteurs de ce rapport.

L'approche proposée dans cette étude a bénéficié des développements réalisés dans le cadre de l'étude sur l'« évaluation économiques des zones humides sur trois sites tests du bassin Seine-Normandie » commanditée par le Commissariat Général au développement Durable (CGDD/MEDDTL) et réalisée par ACTeon et EcoVia avec l'appui du Cemagref (et vice versa).

Finalement, trois questionnaires ont été développés pour la mise en œuvre d'analyse conjointe sur les sites des « étangs de la Grande Brenne », du « Marais breton » et des « tourbières du Cézallier ». Ces documents sont disponibles sur demande.

Pour plus de renseignements sur ce rapport, contacter Hélène Bouscasse, ACTeon, h.bouscasse@acteon-environnement.eu

GLOSSAIRE

Analyse conjointe : La méthode de l'analyse conjointe, aussi appelée méthode des choix expérimentaux ou des choix contingents, sert à estimer la valeur d'un écosystème ou d'un service rendu par l'environnement à partir de choix faits entre des situations virtuelles. Les personnes interviewées établissent des priorités parmi différentes caractéristiques de l'écosystème ou des services qu'il produit. Le coût ou d'autres attributs monétaires/économiques étant une des composantes du choix, les réponses des personnes interviewées permettent de déduire la valeur de l'écosystème.

Bien (environnemental) : Bien disponible gratuitement et dont la production ne nécessite aucun travail humain. L'air que nous respirons, un paysage, la qualité d'une masse d'eau, la présence d'animaux dans un milieu, l'absence de pollution sonore ou visuelle, etc. peuvent être considérés comme des biens environnementaux. Les notions de « bien » et de « services » environnementaux sont souvent confondues : la notion de bien est plus restreinte et est incluse dans la notion de service. Les services fournis par les écosystèmes peuvent alors être divisés en bien et services selon qu'ils sont palpables, tangibles (production de fourrage) ou pas (valeur esthétique).

Bien-être : Terme désignant la satisfaction d'un individu ou d'une collectivité.

Bien marchand : Les biens marchands sont des produits matériels pouvant être vendus et achetés. Il n'existe pas de marchés où ces transactions puissent être effectuées.

Bien non-marchand : Les biens non-marchands ne peuvent être vendus ou achetés.

Carte de paiement : Sorte de tableau où sont disposés les montants monétaires proposés à une personne interviewée dans le cadre d'une évaluation contingente.

Consentement à payer : Montant maximal qu'une personne est prête à payer pour pouvoir bénéficier d'un bien.

Ecosystème : Un écosystème peut être défini comme une entité complexe et dynamique composée de communautés végétales et animales, de micro-organismes et de leur biotope (géologique, pédologique et atmosphérique), interagissant de manière fonctionnelle. A ce titre, les êtres humains font partie intégrante des écosystèmes (CE, 2008).

Évaluation contingente : Le nom d'évaluation « contingente » vient du fait que les personnes doivent révéler leur consentement à payer contingentement à un scénario, hypothétique par nature. L'évaluation contingente fait ainsi partie des méthodes à préférences déclarées dans la mesure où les personnes interviewées révèlent elles-mêmes leurs valeurs, au contraire des méthodes à préférences révélées où leur consentement à payer est déduit de leur comportement, des choix qu'ils font dans la vie de tous les jours.

Service (écosystémique) : Les services écosystémiques regroupent l'ensemble des aspects des écosystèmes dont l'Homme bénéficie directement ou indirectement. Plusieurs définitions existent pour cette notion (voir Partie I – 2 « Définition et structuration des services écosystémiques »).

Utilité : L'utilité d'un bien quelconque mesure la satisfaction globale que l'individu retire de ce bien. Le niveau d'utilité totale dépend de la quantité du bien. L'utilité marginale d'un bien imparfaitement divisible est la variation de l'utilité totale induite par une unité supplémentaire de ce bien. L'utilité marginale d'un bien parfaitement divisible est la variation de l'utilité totale pour une variation infinitésimale de la quantité consommée².

Valeur économique totale (VET) : La notion de valeur économique totale fournit une mesure globale de la valeur économique de tout bien ou service environnemental. Elle se décompose en valeur d'usage et de non usage, elles mêmes décomposables en sous-catégories.

Valeur d'usage : Valeur relative à la satisfaction d'utiliser ou de pouvoir utiliser un bien environnemental dans le futur.

Valeur de non-usage : Valeur relative à la satisfaction de savoir qu'un actif ou un état de fait désirable existe. Ces valeurs sont souvent liées aux notions, de justice ou de respect de la Nature et permettent de justifier la protection d'espèces ou de sites naturels connus.

Valeur patrimoniale (ou valeur d'existence) : Valeur de non-usage simplement liée au fait qu'un patrimoine existe.

Valeur d'option : Valeur d'usage accordée à la conservation d'un actif en vue d'un usage futur (par exemple, la préservation d'une plante connue pour son intérêt médical).

Zones humides : Les zones humides sont des zones de transition entre le milieu terrestre et le milieu aquatique. Elles se caractérisent par la présence d'eau douce, salée ou saumâtre, en surface ou à très faible profondeur dans le sol. Cette position d'interface explique que les zones humides figurent parmi les milieux naturels les plus riches au plan écologique. Elles accueillent une grande variété d'espèces végétales et animales spécifiques. Des définitions similaires sont proposées par la convention RAMSAR, la loi sur l'Eau de 1992 et, plus récemment, l'arrêté du 24 juin 2008 (article 1)

² Définition de la documentation française

INTRODUCTION

Objectifs et contexte de l'étude

L'étude lancée par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne sur l'« Amélioration des connaissances sur les fonctions et usages des zones humides : évaluation économique des zones humides sur des sites tests » fait écho à une prise de conscience collective quant à la nécessité de préserver les zones humides (RAMSAR, plan d'action en faveur des zones humides, Grenelle de l'environnement). En effet l'Homme retire des bénéfices importants (directs ou indirects) des services rendus par les zones humides, et pourtant, ce sont les pressions anthropiques qui menacent ces mêmes zones humides.

Ce constat s'est traduit par l'émergence d'une volonté nationale et internationale d'améliorer les connaissances sur les zones humides et sur les bénéfices qu'elles procurent.

A l'échelle locale, cette connaissance devrait permettre de résoudre les enjeux opérationnels émergents du fait notamment des diverses initiatives de préservation lancées : la valeur économique des services rendus par les zones humides permet-elle de définir des priorités dans le cadre de l'acquisition de zones humides prônée par le Grenelle de l'environnement (2600 ha d'acquisitions sont proposées pour le territoire Loire-Bretagne) ? Quels enseignements cette valorisation monétaire des services des zones humides apporte-t-elle à la réflexion sur les notions de fonctionnalités et de biodiversité équivalente (réflexion menée par la DREAL de bassin et les Agences de l'Eau relative à l'application de la disposition 8B2) ?

L'étude a donc pour objectif de :

- **Comprendre et déterminer la valeur économique des services de sept zones humides sélectionnées** sur le Bassin Loire-Bretagne ;
- **Analyser les usages** (activités économiques et de loisir) dépendant de ces services et comprendre quelles sont les **pressions ayant agit** (et qui agissent encore aujourd'hui) sur ces zones humides (industrie, agriculture, urbanisation) mais aussi, quels sont **les moteurs** qui ont permis leur **préservation** ou pourront permettre une amélioration dans le futur ;
- **Poser les bases d'une méthodologie robuste** permettant de limiter les problèmes de double-comptes et d'agrégation inhérents aux méthodes d'évaluation économique de l'environnement et à leur application pour l'obtention d'une valeur la plus proche possible de la notion de valeur économique totale définie par les économistes, et qui puisse être, à terme, utilisable en pratique (hiérarchisation de l'acquisition de zone humides, compensation, etc.).

Rappel de la méthodologie

Une méthodologie en 4 phases a été appliquée pour répondre aux objectifs.

Basées sur la **littérature existante** et sur des **entretiens avec les acteurs** associés à chacun des sites (gestionnaire de la zone humide, Agence de l'Eau, association de protection de la nature, fédération de pêche, etc.), les **phases 1 & 2** permettent de :

- **Définir les limites exactes des sites** étudiés à partir de trois critères : (1) la cohérence écologique du milieu et des services associés, (2) la cohérence entre échelle choisie pour l'analyse d'une part et les questions politiques d'autre part (3) des considérations pratiques (à quelle échelle l'information est-elle disponible ?) ;
- **Identifier, hiérarchiser et caractériser les services** fournis par les zones humides (épuration de l'eau, écrêtage des crues, réservoir de biodiversité, etc.) ;
- **Développer et appliquer une méthodologie permettant de quantifier chacun des services** des zones humides en fonction des données disponibles sur site ;
- **Identifier et comprendre les pressions** agissant sur les zones humides ainsi que les **moteurs de préservation** de ces dernières ;
- **Caractériser des usages** associés aux zones humides et comprendre leur relation avec celles-ci (l'usage est permis par la zone humide et participe à sa préservation ou au contraire, l'usage est permis par la zones humide et contribue à sa dégradation) ;
- **Définir des scénarios d'évolution** pour les zones humides de chacun des 7 sites étudiés grâce à la mobilisation des connaissances des acteurs de terrain (ateliers de concertation) ;

Lors de la première phase, une **revue de littérature concernant les études d'évaluation économique des zones humides en France et en Europe** doit également permettre de préparer l'évaluation économique des services des zones humides des sites du bassin Loire-Bretagne : quelles méthodes sont les plus utilisées ? Quels types de zones humides ou de services sont les plus analysés ? Quelles sont les lacunes en termes d'analyses ? Les méthodes sont-elles fiables et quels types de résultat fournissent-elles ?

La phase 3 constitue l'analyse économique à proprement parler.

- Une fois les sites délimités et les services identifiés, il s'agit d'**identifier les méthodes économiques** adaptées pour estimer la valeur d'un ou plusieurs services des zones humides ;
- Pour les services retenus comme étant les plus importants sur chaque site, la **mise en œuvre d'une ou plusieurs méthodes d'évaluation économique** permet d'approcher la valeur d'usage associée à la zone humide ;

- Pour la biodiversité, l'étude s'appuie sur la mise en œuvre de la méthode **d'analyse conjointe** (sur trois des sept sites étudiés), qui permet d'appréhender la valeur de non-usage caractéristique de ce service ;
- Enfin, les valeurs obtenues sont **extrapolées et agrégées afin d'obtenir une valeur proche de la valeur économique totale** des zones humides du site dans leur état actuelle ou associée à un scénario d'évolution (que « gagne-t-on » à préserver/restaurer une zone humide ?)

Finalement, la quatrième phase est une phase de mise en perspective des résultats. Elle est constituée des activités suivantes :

- Analyse de la cohérence des résultats (valeur économique des services et des zones humides) :
 - au sein de chaque zone humide, au regard des résultats des phases 1 et 2 ;
 - en regard aux résultats d'études de référence identifiées dans le cadre de la revue de littérature.
- A partir de **questions politiques clés concernant la gestion des zones humides** identifiées : deux synthèses sont proposées sur (1) la perception des zones humides par les citoyens (partie I.4) et (2) le service de purification de l'eau et les méthodes d'évaluation économiques associés (partie II.5.3).

PARTIE I - LES SERVICES ECOSYSTEMIQUES : VERS UNE APPROCHE SYSTEMIQUE

L'évaluation économique des services rendus par les zones humides nécessite en premier lieu une bonne compréhension des systèmes étudiés. Ces systèmes, complexes, sont constitués de trois dimensions fondamentales et indissociables : (1) les zones humides et leur fonctionnement physico-chimique, (2) les activités économiques, récréatives et culturelles qui bénéficient des zones humides et interagissent, et (3) la population, regroupant elle-même des usagers (directs ou indirects) des zones humides et des non-usagers.

L'analyse et la compréhension de ces systèmes s'est faite de manière homogène sur les sites d'étude, selon une approche dont les principales composantes sont présentées dans cette partie, à savoir :

- La **classification des zones humides** choisie dans le cadre de cette étude et permettant d'harmoniser la terminologie au sein des sites étudiés (I.1) ;
- La **définition et la structuration des services écosystémiques** : comment structurer les services écosystémiques définis par le *Millennium Ecosystem Assessment* afin d'éviter les doubles compte et de faciliter le transfert de valeur ? (I.2)
- La **démarche globale adoptée pour préparer l'évaluation économique des zones humides**, et notamment la méthodologie de quantification des services écosystémiques ; (I.3)
- La **méthodologie et les résultats des enquêtes de perception** : quelle perception et niveau de connaissance les citoyens ont-ils des zones humides et des services qu'elles rendent ? (I.4)

Les fiches par site font également le point sur les pressions et moteurs de préservation des zones humides et essayent d'en tirer des conclusions sur l'évolution probable des zones humides étudiés dans le futur. Des représentations graphiques synthétiques proposées dans la partie II.8.4 permettent d'avoir une vue d'ensemble des pressions et moteurs de préservation les plus pertinents sur les 7 sites étudiés.

1. QUELLE CLASSIFICATION DES ZONES HUMIDES ?

L'analyse des services rendus par les zones humides des trois sites d'étude nécessite une certaine homogénéité concernant la terminologie utilisée, notamment en ce qui concerne les types de zones humides. Une brève analyse de la littérature permet cependant de constater l'hétérogénéité existante au sein des communautés technique et scientifique quant aux classifications de ces milieux particuliers. Cette diversité s'explique notamment par les avancées scientifiques et l'attention croissante portée à ces milieux depuis plusieurs décennies d'une part, et par l'hétérogénéité des besoins d'autre part.

Le choix d'une classification - et donc d'une terminologie – particulière, ainsi que sa confrontation à d'autres classifications se justifient dans cette étude par (1) un besoin de cohérence évident entre les 7 cas d'étude, mais également par (2) la facilitation de l'analyse préliminaire des services écosystémiques préférentiellement exprimés par tel ou tel type de zones humides. En effet, si les baies et estuaires sont réputés pour leur rôle de réservoir de biodiversité, ou si les tourbières ont a priori un rôle dans la régulation du climat, il est moins fréquent de considérer les marais aménagés dans un but agricole comme support privilégié d'activités récréatives. L'identification d'une diversité de zones humides au sein d'un site permet alors, au regard de la littérature, d'orienter l'analyse des services écosystémiques ; cette orientation théorique étant évidemment confrontée à la réalité de chaque site par l'intermédiaire d'entretiens avec des acteurs et experts locaux. Enfin, la confrontation des différentes classifications de zones humides permet *in fine* de (3) faciliter le transfert de données (techniques et économiques) de sources extérieures vers les 7 cas d'étude du Loire-Bretagne en premier lieu, puis de ces 7 cas d'étude vers d'autres territoires.

Chaque classification ayant ses atouts et ses contraintes, le choix de l'une d'entre elle pour cette étude a été guidé par trois critères :

- L'adéquation entre la typologie et la diversité de zones humides rencontrées sur le terrain sur chacun des 7 sites d'étude ;
- L'arbitrage entre précision et complexité de l'arborescence de la classification au regard des objectifs de l'étude et de l'échelle d'analyse. Il s'agit alors de trouver le juste milieu entre une approche trop générale ne considérant que deux types (zones humides littorale et terrestre par exemple) et une approche très précise définissant 128 types de zones humides qui s'avère utile en écologie. L'un des objectifs de l'étude est de garder une cohérence vis-à-vis d'études existantes permettant le transfert de données à une échelle nationale ;
- La reconnaissance au niveau national de la classification choisie. Cette reconnaissance peut être mesurée par le nombre de structures utilisant la classification en question (l'analyse ayant été principalement réalisée au niveau des documents références des Agences de l'eau).

C'est finalement la classification utilisée au niveau national pour l'évaluation des SDAGE qui a été retenue. Cette classification a pour avantage (1) d'être reconnue sur le territoire français, (2) de présenter une sous-classification détaillée, en plus des 13 catégories principales, permettant ainsi une analyse plus fine en fonction des attentes et des sites et (3) d'être représentative de la diversité des zones humides identifiées sur les sites d'étude.

Cette classification est comparée, dans le Tableau 1, à d'autres classifications (liste non exhaustive) reconnues au niveau national (SDAGE, MNHN, guide inter-agence, etc.) ou internationale (RAMSAR).

Nous citerons également pour mémoire d'autres classifications qui n'ont pas été envisagées mais juste analysées :

- La classification Corine Biotope de 1995. Néanmoins, nous ne la présenteront pas car son exhaustivité rend difficile son application à notre étude. Elle présente 46 catégories basées sur des notions d'habitats et reprenant des classifications territoriales comme les prairies méditerranéennes. Ces deux critères ne nous semblent pas pertinents pour l'étude en cours. De plus cette classification n'est pas spécifique aux zones humides ;
- La classification des zones humides selon la méthode *ModWet* issue de la méthode de Cowardin et al. (1979) (in BARNAUD G., 1998). Cette classification se base sur des notions de systèmes, de sous-systèmes et de classe. Elle se conclue par 57 classes qui se répètent plus ou moins en fonction du sous-système. Cette classification a sûrement un avantage lié à son exhaustivité, mais sa complexité ne peut nous satisfaire dans le contexte de l'étude.

Tableau 1. Comparaison des classifications de zones humides reconnues à l'échelle nationale et internationale

SDAGE Agence de l'eau	MNHN	Guide technique inter-agence	Classification des zones humides et habitats en eaux profondes, USA	Classification des zones humides espagnole	Classification des zones humides à la conférence RAMSAR
1. Grands estuaires	1. Grands estuaires		<i>Marine subtidal</i> (milieu subtidal Marin)		Marin (LITTORAL ET MARIN)
2. Baies et estuaires moyens plats	2. Baies et estuaires moyens plats		<i>Estuarine subtidal</i> (milieu subtidal Estuarien)	Deltas (LITTORAL)	Milieu estuarien (LITTORAL ET MARIN)
3. Marais et lagunes côtiers	3. Marais et lagunes côtiers	1. Vasières et prés salés, vases salées végétalisées 2. Lagunes et marais saumâtres	<i>Marine intertidal</i> (milieu intertidal marin) <i>Estuarine intertidal</i> (milieu intertidal Estuarien)	Lagunes littorales (LITTORAL)	Milieus lacustre et palustre (LITTORAL ET MARIN)
4. Marais saumâtres aménagés	4. Marais saumâtres aménagés	2. Lagunes et marais saumâtres		Etendues salées (BASSIN INTERIEUR)	
5. Bordures de cours d'eau	5. Bordures de cours d'eau	4. Forêts alluviales et ripisylves 3. Lits mineurs	<i>Riverine lower perennial</i> (berges à pente douce et débit lent)	Rivières et cours d'eau en région désertique (BASSIN INTERIEUR)	Milieu fluvial (BASSIN INTERIEUR)
6. Plaines alluviales	6. Plaines alluviales	5. Marais fluviaux et prairies humides 6. Annexes fluviales	<i>Riverine tidal</i> (zone de plus hautes eaux) <i>Riverine intermittent</i> (milieu de rivière temporaire)	Lit majeur des rivières (BASSIN INTERIEUR)	
7. Zones humides de bas-fonds en tête de bassin		7. Zones humides d'altitude : lacs, marais, tourbières	<i>Riverine upper perennial</i> (berges à pente forte et débit élevé)	Sources et karst (BASSIN INTERIEUR) Marécages, marais humides (LITTORAL)	
8. Régions d'étangs	8. Régions d'étangs	9. Etangs, mares, bordures de lacs		Complexes endoréique (BASSIN INTERIEUR)	
9. Bordures de plans d'eau (lacs, étangs)	9. Bordures de plans d'eau (lacs, étangs)	9. Etangs, mares, bordures de lacs	<i>Lacustrine limnetic</i> (milieu Lacustre limnétique) <i>Lacustrine littoral</i> (milieu Lacustre des berges)	Tourbières (BASSIN INTERIEUR) Lacs (BASSIN INTERIEUR)	Milieu lacustre (BASSIN INTERIEUR)

SDAGE Agence de l'eau	MNHN	Guide technique inter-agence	Classification des zones humides et habitats en eaux profondes, USA	Classification des zones humides espagnole	Classification des zones humides à la conférence RAMSAR
10. Marais et landes humides de plaine	10. Marais et landes humides de plaine 7. Zones humides de bas-fonds en tête de bassin	8. Zones humides de plaine : marais déconnectés, Tourbières et landes humides	<i>Palustrine</i> (milieu Palustre)		Milieu palustre (BASSIN INTERIEUR)
11. Zones humides ponctuelles	11. Zones humides ponctuelles	8. Zones humides de plaine : marais déconnectés, Tourbières et landes humides			
12. Marais aménagés dans un but agricole	12. Marais aménagés dans un but agricole			Rizières (ARTIFICIELLES)	Agriculture (ZH ARTIFICIELLES)
13. Zones humides artificielles	13. Zones humides artificielles	10. Plans d'eaux artificiels		Aquaculture (ARTIFICIELLES)	Aquaculture (ZH ARTIFICIELLES)
				Mine de gravier (ARTIFICIELLES)	Urbain et industriel (ZH ARTIFICIELLES)
				Techniques de restauration (ARTIFICIELLES)	
				Marais salants (ARTIFICIELLES)	Marais salant (ZH ARTIFICIELLES)
					Zones humides géothermiques (BASSIN INTERIEUR)

Cette comparaison permet de faire ressortir les similitudes et divergences des différentes classifications³ :

- La typologie RAMSAR a pour avantage de couvrir l'ensemble des zones humides connues. Néanmoins, elle se cantonne - du fait de sa vocation fédératrice au niveau mondiale - à des catégories trop générales et difficilement applicables à nos sites d'études. Par ailleurs, elle met l'accent sur la diversité de zones humides artificielles plutôt que sur les zones humides « naturelles » ;
- Les typologies espagnole et américaine sont citées à titre d'exemple. En effet, les études sur la classification des zones humides en France sont nombreuses et plus adaptées aux besoins de l'étude. La classification américaine fait notamment l'impasse sur les zones humides artificielles et la classification espagnole distingue des catégories non pertinentes en France (territoires désertiques) ;
- La classification proposée par le guide inter-agence, bien que pertinente, ne présente pas les notions d'« estuaires » et de « delta » qu'il semble utile de distinguer dans le cadre de l'analyse des services rendus. Elle ne distingue pas non plus de zones humides « à vocation agricole » ;
- Enfin, la classification proposée par MNHN⁴ est très similaire à la classification SDAGE. La seule différence réside au niveau du regroupement de deux types : « Marais et landes humides de plaine » et « zones humides de bas-fonds en tête de bassin ». Or, il est pertinent de distinguer ces deux types dans la mesure où ils sont localisés dans des systèmes totalement différents.

L'annexe 1 présente, sous forme de tableau, la répartition théorique des services rendus par les zones humides en fonction des types de zone humide définis dans cette classification.

³ Les classifications développées dans le cadre du Corine Biotope de 1995 et selon la méthode ModWet issue de la méthode de Cowardin et al. (1979) (in Barnaud G., 1998) ont également été analysées. La première n'a cependant pas été retenue du fait de son niveau de précision trop élevé (46 catégories basées sur la notion d'habitat et reprenant des classifications territoriales) et de sa non spécificité aux zones humides. La seconde a également été écartée du fait de sa complexité (basée sur des notions de systèmes, de sous-systèmes et de classes avec 57 classes qui se répètent plus ou moins en fonction du sous-système). Le niveau de détail de ces classifications n'était pas adapté aux objectifs et à l'échelle de cette étude.

⁴ Muséum National d'Histoire Naturelle

2. DEFINITION ET STRUCTURATION DES SERVICES ECOSYSTEMIQUES

La notion de « services écosystémiques » est relativement récente et semble n'être pas aboutie lorsqu'elle est observée sous l'angle de l'évaluation économique. Anne Teyssède (2010) nous rappelle dans son article⁵ que cette notion est née dans les années 1970 sous l'impulsion d'« écologues soucieux du futur de la biosphère qui ont tenté de répertorier les grandes fonctions limitantes des écosystèmes nécessaires ou utiles aux humains » tels que la formation des sols, la purification de l'eau ou la régulation du climat. La liste des services écosystémiques physiques rendus aux sociétés a été complétée plus tard par les bénéfices culturels, spirituels et éducatifs liés à l'immersion dans la nature et à l'étude de la biodiversité⁶.

Les définitions et les approches sont actuellement nombreuses et propres à chaque auteur, bien qu'une convergence apparaisse récemment chez ceux qui tentent d'avancer sur la compréhension et la résolution des enjeux de doubles comptes et d'agrégation pour l'évaluation économique.

Une synthèse des enjeux, des approches les plus récentes et une proposition de structuration sont donc présentées dans cette partie dans le but de concrétiser un cadre théorique homogène et opérationnel, permettant de faciliter l'élimination des doubles comptes, et permettant ainsi d'appréhender de manière plus fiable la valeur économique totale de ces écosystèmes.

2.1 Principaux enjeux liés à la définition et à la structuration des services

Les tentatives d'appréhender la valeur économique totale d'un écosystème particulier en considérant l'éventail de services qu'il rend sont relativement rares. De ce fait, la réflexion sur la manière de combiner les valeurs de chaque service évalué séparément est peu avancée et la définition même de ces services écosystémiques s'avère parfois problématique de ce point de vue.

2.1.1 Services écosystémiques : des définitions divergentes

Si les définitions concernant la notion d'écosystème ou celle de zones humides sont relativement homogènes d'une source à l'autre, les définitions de la notion de « service écosystémique » sont sensiblement divergentes. Les termes sont utilisés par différentes personnes dans différents contextes et font référence à différents domaines d'expérience (écologie, économie, etc.).

⁵ <http://www.sfecologie.org/2010/regards-4-teyssedre/>

⁶ Daily G. C. (1997). *Introduction: what are ecosystem services?* In: Daily, G.C. (Ed.), *Nature's Services*. Island Press, Washington DC, pp. 1–10

Les cinq définitions citées par *Fisher et al.*, (2009)⁷ illustrent la complexité de cette notion. Ces définitions sont conservées en anglais afin d'éviter des biais de traduction. Les services écosystémiques sont ...:

- « *the conditions and processes through which natural ecosystems, and the species that make them up, sustain and fulfill human life*⁷ » ;
- « *the benefits human populations derive, directly or indirectly, from ecosystem functions*⁸ » ;
- « *the benefits people obtain from ecosystems*⁹ » ;
- « *ecosystem services are not the benefits humans obtain from ecosystems, but rather, the ecological components directly consumed or enjoyed to produce human well-being*¹⁰ » ;
- « *ecosystem services are the aspects of ecosystems utilized (actively or passively) to produce human well-being*⁸ » ;

La notion de service écosystémique, qui constitue la synthèse des approches écologique et économique, est caractérisée par deux pôles : le fonctionnement de l'écosystème qui peut être considéré comme la base du service, et les bénéfices que l'Homme en retire, qui peuvent être considérés comme l'aboutissement du service. Les définitions diffèrent principalement sur le positionnement du curseur entre ces deux pôles. De ce fait, les notions satellites (i.e. « fonctions », « biens », « avantages », « bénéfices ») s'avèrent également mouvantes, parfois incluses, parfois exclues dans la notion de service.

Plus récemment, l'étude exploratoire sur l'application du *Millennium Ecosystem Assessment* à la France¹¹ définissait les services rendus par les écosystèmes comme : « l'utilisation humaine des processus naturels à travers l'exploitation de biens matériels, la valorisation de modes de régulation écologique, l'utilisation des écosystèmes de support à des activités non productrices de biens matériels (activité artistique, éducation...). Les services se rapportent donc uniquement à des impacts positifs¹² des écosystèmes sur le bien-être humain à travers la fourniture de biens et services ». Cette définition, cohérente avec celle de *Fisher et al.* (2009) sera retenue dans cette étude.

⁷ Fisher B., Turner R. K., Morling P. (2009). *Defining and classifying ecosystem services*. Biological Conservation, vol. 141, pp. 643 – 653

⁸ Costanza R., d'Arge R., et al. (1997). *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. Nature, vol. 387 (6630), pp. 253–260.

⁹ Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Wetlands and Water – Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.

¹⁰ Boyd J. et Banzhaf S. (2007). *What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units*. Ecological Economics, vol. 63 (2–3), pp. 616 – 626.

¹¹ *Asconit, Pareto, Biotope, Credoc*, 2009. Evaluation des services rendus par les écosystèmes en France – Application du *Millennium Ecosystem Assessment* à la France. Etude exploratoire pour le MEEDDM, synthèse.

¹² Les discussions récentes tendent à intégrer également les impacts négatifs que peuvent avoir les écosystèmes, par exemple dans le cas des zones humides, la prolifération de vecteurs de maladies dangereuses pour l'homme. L'analyse économique complète intègre à la fois les impacts positifs et négatifs (ou « *disservices* »)

Cette définition amène à définir un certain nombre de services, dont la liste complète est inspirée du *Millennium Ecosystem Assessment* mais sera appelée à évoluer dans le temps dans la mesure où elle est définie par rapport aux besoins de l'Homme, qui sont eux même mouvants.

2.1.2 Le problème des doubles comptes

En regardant de plus près les services écosystémiques, il est possible d'appréhender un certain nombre de leurs caractéristiques qui peuvent être à l'origine de doubles comptes lorsque l'on met en œuvre une évaluation économique complète. Ce problème de double compte est détaillé par *Fisher (2009)* et *Morse-Jones et al. (2010)*¹³ par exemple, et souligne le fait que la complexité des systèmes observés et de leur fonctionnement, couplé à l'imprécision de la quantification des phénomènes et de certaines méthodes économiques peut amener les évaluateurs à compter plusieurs fois une même valeur. Lorsque le système est étudié partiellement (un service seulement), la question ne se pose pas. En revanche, les doubles comptes deviennent problématiques lorsque l'ensemble des services sont considérés et évalués par des méthodes distinctes.

Les caractéristiques des services écosystémiques en question sont les suivantes :

- Un service peut procurer des bénéfices différents à des sous-populations distinctes et plusieurs services sont parfois nécessaires pour l'expression d'un type de bénéfice (« *joint production* ») ;
- Les écosystèmes sont des systèmes complexes et interconnectés. Certains services sont utiles directement à l'Homme (services finaux) mais peuvent également être mobilisés dans des processus engendrant d'autres services : ils seront alors considérés comme des services intermédiaires ;
- Les écosystèmes et les services qu'ils fournissent ne sont pas homogènes dans le temps et dans l'espace : ils peuvent évoluer. Ils peuvent être produits à un endroit et bénéficier à une population au même endroit, ou au contraire nuire à une population proche et bénéficier à une population plus éloignée ;
- La définition même du service dépend du bénéfice que l'on considère. Dans la mesure où différentes populations considèrent différents bénéfices (ou services) d'un même écosystème, les bénéfices peuvent provenir de services concurrents et donc ne pas être compatibles ;

Il convient par conséquent de dresser un tableau des concurrences et synergies existants entre services en considérant le fonctionnement de l'écosystème et les utilisations qui en sont faites par l'Homme, ce qui n'est pas fait en pratique dans le cadre du *MEA*.

¹³ Morse-Jones, Turner K. R., Fisher B., Luisetti T. (2010). *Ecosystem valuation: Some principles and a partial application*, CSERGE working paper.

2.1.3 La notion de rivalité dans les services écosystémiques

La rivalité ou la concurrence entre services écosystémiques provient du fait qu'ils sont définis au regard de besoins ou d'utilisation de l'Homme, population caractérisée par une grande hétérogénéité. Les chasseurs, les pêcheurs, les promeneurs, les scientifiques, les riverains, les agriculteurs, etc. ont tous des attentes différentes et parfois contradictoires vis-à-vis des écosystèmes et, en ce qui nous concerne, des zones humides. De fait cette rivalité peut s'exprimer selon deux dimensions :

- La dimension quantitative : par exemple, la capacité des zones humides à stocker (et redistribuer) une eau de bonne qualité bénéficie à l'usage d'Alimentation en Eau Potable (AEP), mais également à la pêche (via le soutien d'étiage). En cas de prélèvements trop importants dans le cadre de l'activité d'AEP, les quantités d'eau disponibles pourraient être insuffisantes pour que l'usage pêche puisse s'effectuer dans de bonnes conditions ;
- La dimension qualitative : par exemple, la capacité d'épuration des zones humides pourrait être poussée à l'extrême (les zones humides seraient alors considérées comme des zones de stockage de polluant), nuisant potentiellement à la qualité de l'eau de nappe et indirectement aux prélèvements pour l'eau potable (usage AEP) ;

2.2 Une structuration novatrice des services écosystémiques

La proposition de structuration développée dans le cadre de cette étude s'inspire conjointement (1) des avancées du *Millennium Ecosystem Assessment* pour la vision exhaustive des services fournis et (2) des diverses approches proposées pour faciliter l'évaluation économique (*Turner et al., 2000 ; De Groot et al., 2002 ; Fisher, 2009*)¹⁴. L'objectif de cette structuration est de fournir un cadre conceptuel opérationnel permettant de prévenir autant que possible les risques de doubles comptes. Elle a été testée et validée sur les trois cas d'étude.

2.2.1 L'approche fonctionnelle, rendue populaire par le MEA

Il existe plusieurs approches pour définir et regrouper les services. Le *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA, 2003)¹⁵ recense trois approches différentes, auxquelles s'ajoute une quatrième, complémentaire, décrite par *Fisher et al. (2009)* :

- Une **approche fonctionnelle** : les services sont regroupés selon la fonction à laquelle ils répondent : fonction de production, fonction de soutien ou d'habitat, fonction culturelle ou d'information et fonction de régulation. C'est l'approche la plus couramment utilisée et celle retenue et promue par le MEA ;

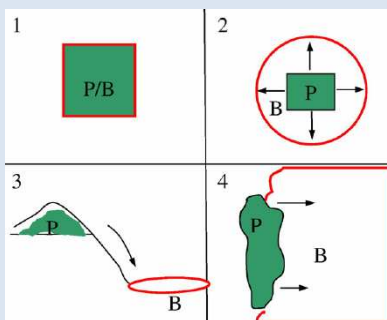
¹⁴ De Groot R. S., Wilson M. A., Boumans R. M. J. (2002). *Typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services*. Ecological Economics, vol. 41, pp. 393–408

Turner R. K., Brower R., Georgiou S., Bateman I. J. (2000). Ecosystem functions and services: an integrated framework and case study for environmental evaluation. CSERGE Working Paper GEC 2000-21

¹⁵ Millennium Ecosystem Assessment, (2003). *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment. Part 2: Ecosystems and their services*. World Resources Institute, Washington, DC.

- Une **approche organisationnelle** distinguant les services associés à certaines espèces, les services régulant des inputs exogènes au système ou encore des services liés à l'organisation d'entités biotiques.
- Une **approche descriptive** distinguant les biens renouvelables, les biens non-renouvelables, les services biotiques, les services biogéochimiques, les services d'information.
- Une **approche spatiale** : cette approche tente de faire ressortir les relations qui existent entre la zone où sont produits les services et la zone où l'Homme en bénéficie. Les 4 catégories retenues sont : in situ, unidirectionnelle, multidirectionnelle ou omnidirectionnelle.

Encadré 1. Explication de l'approche spatiale



Source : Fisher et al., 2009

L'approche spatiale des services est très intéressante selon Fisher *et al.* (2009) lorsque le contexte d'étude concerne l'aménagement du territoire. Elle permet par ailleurs d'identifier et de localiser les bénéficiaires du service et potentiellement les personnes subissant des nuisances. Si l'on considère l'écrêtage des crues (cas de figure n° 3), les personnes en aval de la zone humide bénéficient d'une diminution des risques d'inondation alors que les personnes à proximité de la zone humides peuvent pâtir de la présence de moustique¹⁶.

1. *In situ* : la zone de production du service et la zone où les bénéfices s'expriment sont identiques (production fourragère)
2. *Omnidirectionnelle* : Les services sont produits à un endroit mais les bénéfices s'expriment dans d'autres zones sans direction particulière par rapport au lieu de production du service (pollinisation, piégeage de carbone)
3. *Unidirectionnelle* : Les services s'expriment dans une zone bien définie et distincte de la zone de production du service (écrêtage des crues)
4. *Régional* : même principe que précédemment mais sur une zone adjacente à la zone humide (épuration de l'eau et conchyliculture)

Cette approche ne sera pas utilisée directement pour la classification des services dans le cadre de notre étude, mais les principes sous-jacents sont réutilisés afin d'identifier clairement les bénéficiaires et leur localisation dans l'agrégation des valeurs.

¹⁶ Voir Costanza (2008) pour une liste de services classés selon cette approche (reprend les services du MEA mais les classe autrement).

Costanza R. (2008). Ecosystem services: multiple classification systems are needed. *Biological Conservation*, vol. 141 (2), pp. 350–352.

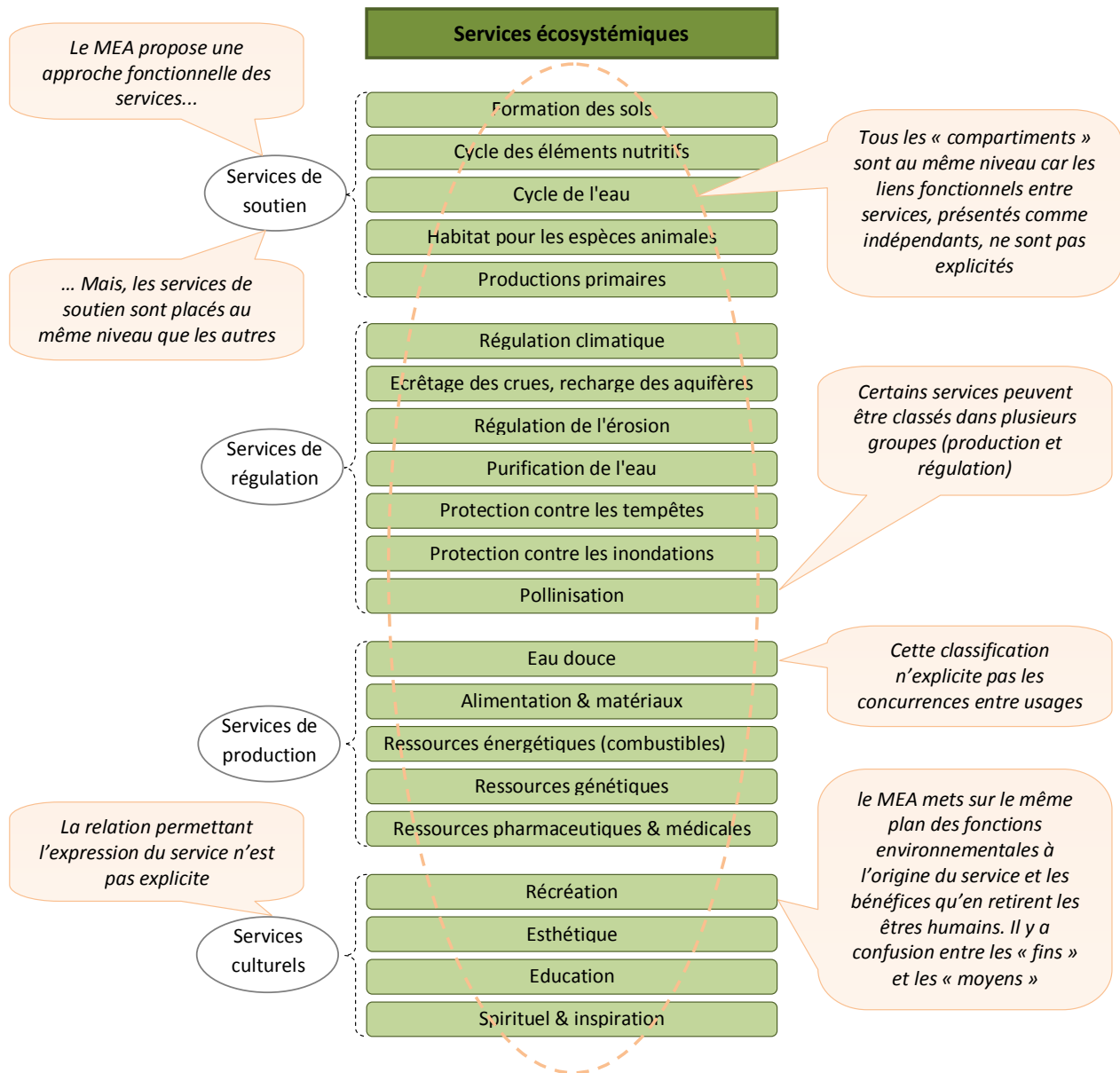
La classification des services proposée par le *MEA* est l'exemple le plus probant de l'approche fonctionnelle des services écosystémiques, approche la plus couramment utilisée. Elle repose sur les 4 grandes catégories décrites ci-dessous :

- Les **services de production** correspondent aux produits obtenus directement de l'écosystème tels que la nourriture, le bois, les énergies, les ressources génétiques, biochimiques, médicinales, ornementales et l'eau douce. Cette dernière est un exemple du chevauchement entre les différentes fonctions (production et régulation dans ce cas) ;
- Les **services de régulation** sont les services obtenus à partir des processus de régulation des écosystèmes tels que le maintien de la qualité de l'air, la régulation climatique, les processus de régulation de l'eau (recharge des aquifères, écrêtage des crues, etc.), la purification de l'eau et le traitement des déchets, le contrôle de l'érosion, la régulation des maladies, les régulations biologiques (maladies des plantes), la pollinisation, la régulation contre les tempêtes ;
- Les **services culturels** sont les bénéfiques non matériels dont l'Homme jouit grâce aux écosystèmes via la réflexion, la récréation l'esthétisme ou l'enrichissement culturel. Par exemple, la diversité culturelle, les valeurs religieuse et culturelle, l'intérêt scientifique, la valeur éducative, l'inspiration pour l'art et l'architecture, la beauté des paysages, les relations sociales ou encore l'usage récréatif peuvent être des services culturels ;
- Les **services de soutien**¹⁷ sont les services nécessaires à la production de tous les autres. Ils se différencient des autres dans la mesure où leur perturbation n'impacte l'Homme qu'indirectement ou sur le long terme.

2.2.2 Vers une classification des services pertinente du point de vue de l'évaluation économique

La classification des services proposée par le *Millennium Ecosystem Assessment* présente un certain nombre de limites (voir Figure 1).

¹⁷ Les économistes recommandent en général de ne pas les inclure dans l'évaluation économique



Source : ACTeon

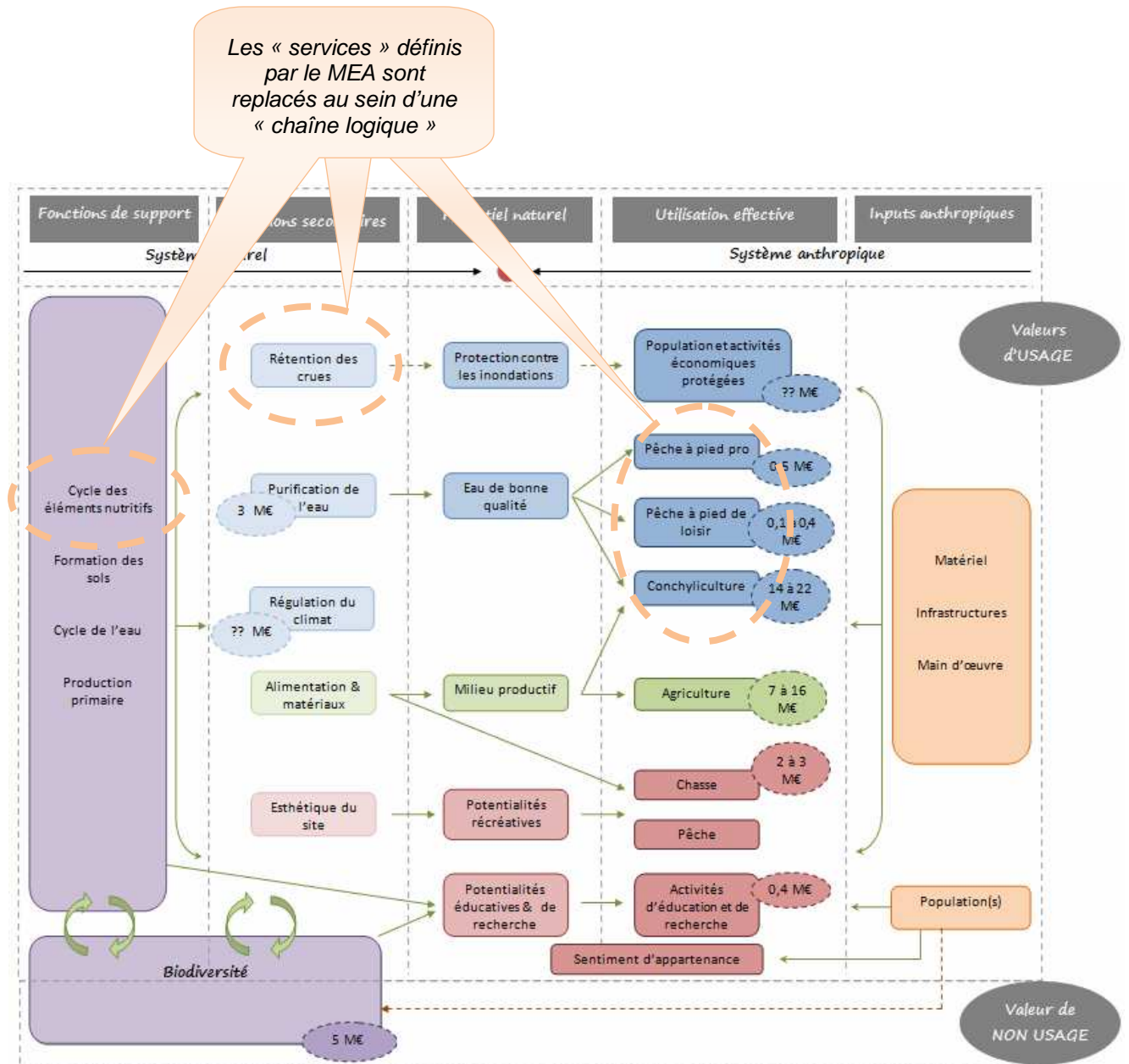
Figure 1. Critiques de la classification des services proposée par le MEA dans le cadre d'une évaluation économique

La liste de services qu'elle propose offre une **vision claire et exhaustive des avantages ou bénéfiques** que l'Homme retire des zones humides. Elle a donc un **rôle pédagogique** évident. Néanmoins, l'évaluation ne saurait se faire sur cette base sans prendre de précaution : par exemple, les compartiments « purification de l'eau », « recharge des aquifères » et « eau douce » se recoupent (les deux premiers permettant l'expression du dernier) : leur évaluation sans précaution générerait des doubles comptes.

Cette classification doit donc servir de base, mais elle doit être adaptée pour obtenir une classification plus efficace du point de vue de l'évaluation économique. Il s'agit alors de trouver une représentation des services qui soit exhaustive, évite les double-comptes et facilite l'agrégation des valeurs par services pour obtenir la valeur économique totale des zones humides (ou d'un autre écosystème). Plusieurs propositions ont été faites par *de Groot (2002)*, *Turner et al. (2000)*, *Fisher et al. (2009)* ou

le *Credoc* (2009)¹⁸ par exemple, sans toutefois – à notre connaissance - détailler la logique pour l'ensemble des services.

S'inspirant de ces travaux, une structuration des services écosystémiques a été développée dans le cadre de cette étude (voir Figure 2). Les services écosystémiques sont organisés selon une « chaîne logique » qui traduit le passage de la fonctionnalité de l'écosystème à son utilisation par l'Homme (et donc le bénéfice). Cette structuration introduit par ailleurs la notion de « potentiel naturel ».



Source : ACTeon

Figure 2. Structuration des services écosystémiques – exemple du Marais breton

¹⁸ Asconit, Pareto, Biotope, Credoc, 2009. Evaluation des services rendus par les écosystèmes en France – Application du Millennium Ecosystem Assessment à la France. Etude exploratoire pour le MEEDDM, synthèse.

Cette nouvelle structuration est (1) cohérente avec les recommandations du rapport du Centre d'Analyse Stratégique sur l'approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes¹⁹ et (2) est applicable concrètement sur les sites-tests.

Elle a l'avantage de conserver la terminologie et l'exhaustivité de la classification du *MEA*, ce qui permet d'assurer la comparaison avec d'autres études. L'organisation autour d'une chaîne logique permet de distinguer clairement ce qui est du ressort du fonctionnement de l'écosystème et ce qui concerne l'utilisation par l'Homme, i.e. de confronter l'offre et la demande.

Mais l'avantage principal de cette structuration est la mise en exergue de la **notion de « potentiel naturel »**. Cette notion, qui se trouve à la frontière entre offre et demande, est intéressante à plusieurs égards :

- Elle permet d'explicitier des éléments qui ne sont généralement pas pris en compte dans l'analyse économique, à savoir les valeurs d'option. En effet, si une zone humide présente un potentiel naturel (disponibilité en eau douce), mais qu'il n'y a pas d'utilisation de ce potentiel par l'Homme actuellement, il sera alors possible d'évaluer économiquement ce potentiel (valeur d'option). Ainsi, il serait possible de mieux prendre en compte la « valeur » des zones humides isolées, que l'Homme n'utilise d'aucune manière, mais qu'il est important de préserver pour le futur ;
- Elle permet de distinguer, pour un même usage (par exemple l'alimentation en eau potable), ce qui provient de la nature (potentiel naturel tel que l'existence d'eau potable) et ce qui provient de l'Homme (inputs anthropiques tels que l'installation de pompes et d'un réseau de tuyau permettant l'accès et la distribution d'eau potable).

La mise en application sur site de cette structuration et l'analyse au cas par cas qui en découle permet de compléter l'analyse selon quatre dimensions :

- La définition du « potentiel naturel durable », c'est-à-dire l'expression pour chaque service du potentiel maximum qui puisse être exploité par l'Homme sans nuire à l'expression des autres potentiels. En pratique, cela revient à considérer, par exemple, la quantité d'eau douce maximale utilisable pour l'alimentation en eau potable qui n'affecte pas l'expression des usages récréatifs tels que la pêche ou le kayak ;
- La prise en compte des nuisances (ou *disservices*), traduites en termes de coûts (ou *disbenefits*) : moustiques, aspects esthétiques non appréciés, production de gaz à effet de serre, etc.
- La dimension spatiale : pour chaque service, quelle zone et quelle population sont concernées par les bénéfices et les nuisances ? Par exemple, l'écrêtage des crues permet certes une diminution du risque d'inondation en aval de la zone humide, mais accroît les nuisances sur la zone de rétention des crues ;

¹⁹ Chevassus-au-Louis et al., (2009). *Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes - Contribution à la décision publique. Centre d'Analyse Stratégique, rapport du groupe de travail.*

- La réflexion autour des effets de seuils : le service de purification de l'eau n'est « utile » à l'Homme que s'il permet de passer en dessous des seuils réglementaires de concentration en nitrate par exemple. Cependant, même au dessus des seuils, ce service demeure utile car il permet de réduire les efforts de dépollution nécessaire pour atteindre les normes de potabilité dans le cas où cette source serait la seule disponible : le passage de 70 mg de nitrate par litre à 55 mg de nitrate par litre peut s'avérer utile si l'on considère l'ensemble du cours d'eau, des sources de pollutions (actuelles et potentielles) et des points de prélèvement.

3. DE L'IDENTIFICATION A LA QUANTIFICATION DES SERVICES : UNE APPROCHE QUI DOIT ETRE RIGOREUSE POUR UNE QUESTION EPINEUSE

Le cadre conceptuel permettant la classification des zones humides ainsi que la définition et la structuration des services qu'elles rendent étant posé, cette partie vise à préciser la démarche adoptée dans le cadre de cette étude pour appréhender la valeur économique des zones humides, et notamment la quantification des services écosystémiques.

3.1 La valeur monétaire comme outil complémentaire à l'analyse qualitative des services écosystémiques

Déterminer la valeur économique totale d'un écosystème donné, et dans ce cas de zones humides, nécessite de comprendre précisément le système étudié, son fonctionnement, ses interactions avec les milieux connexes ainsi que son rôle sur les activités économiques, récréatives et culturelles qui s'exercent sur le territoire.

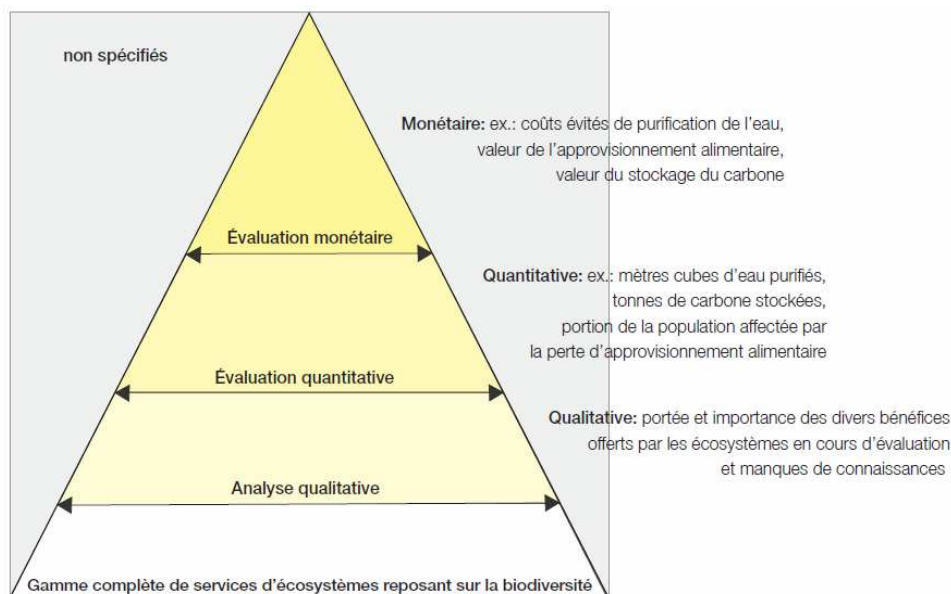
Cette compréhension s'est faite selon une démarche identique pour les 7 sites d'étude :

- **Identification des types de zones humides**, leur superficie et état de préservation. Cette étape est généralement bien documentée ;
- **Identification de la liste complète des services rendus par ces écosystèmes** au regard des types de zones humides présents et complétée par les dires d'experts locaux.
- **Caractérisation de chacun des services** Cette étape intègre inévitablement trois analyses complémentaires : (1) comprendre le fonctionnement des zones humides et leurs interactions avec les milieux connexes, (2) analyser les activités économiques, récréatives et culturelles et (3) comprendre leurs liens avec les zones humides. **Cette approche qualitative est limitée par l'état de la connaissance scientifique.** Si, en théorie et de manière globale, il est possible d'attribuer un ensemble de services aux zones humides, en pratique, la connaissance du fonctionnement des milieux est limitée et nécessite un travail d'investigation important (ces lacunes sont précisées au cas par cas dans les fiches par site). La capacité à isoler le rôle des zones humides par rapport à d'autres écosystèmes ou à un équilibre naturel global est d'autant plus compliquée pour les services culturels tels que les activités récréatives (promenade) ou la valeur esthétique ;
- **Quantification des services rendus par les zones humides.** Cette quantification, pour servir l'évaluation économique, est orientée par deux contraintes : les indicateurs choisis doivent (1) renseigner au mieux le rôle des zones humides et leur importance relative (i.e. ils doivent permettre une comparaison avec d'autres milieux) et (2) être cohérentes avec l'information nécessaire à la mise en œuvre des méthodes économiques. Deux types d'indicateurs sont parfois nécessaires pour répondre à ces deux objectifs. Par ailleurs, l'état actuel de la connaissance ne permet pas toujours de quantifier localement les services, y

compris ceux qui sont communément associés aux zones humides (purification de l'eau par exemple) ;

- **Monétarisation de chacun des services** à partir des indicateurs préalablement définis et selon les méthodes économiques disponibles. Cela permet en théorie de mesurer sur un référentiel commun l'importance des services rendus par ces milieux particuliers. La valeur de chaque service peut être appréhendée par différentes méthodes. Outre les imprécisions de certaines méthodes économiques, cette étape souffre inévitablement des informations manquantes ou incomplètes issues des étapes précédentes. Cette étape est décrite plus précisément dans la partie II.1 de ce rapport ;
- **Agrégation de valeurs obtenues pour chaque service.** Cette étape s'appuie largement sur la structuration des services écosystémiques (partie I.2) pour éviter les doubles comptes.

La Figure 3 représente la perte d'information associée à chacune de ces étapes.



Source: P. ten Brink, séminaire «Economics of the Global Loss of Biological Diversity», 5-6 mars 2008, Bruxelles

Figure 3. Evaluation des services rendus par les écosystèmes

La valeur économique finale doit alors être considérée comme un outil complémentaire, au service de l'analyse qualitative et quantitative. Les fiches par site (associées à ce rapport) soulignent les incertitudes inhérentes à chacune de ces étapes, permettant ainsi de (1) faire une analyse critique de ces valeurs et (2) de cibler des lacunes de connaissances sur lesquelles faire porter les efforts d'études et de recherche.

3.2 Méthodologie de quantification des services écosystémiques

La quantification des services écosystémiques est une étape sensible à plusieurs titres. En effet, l'évaluation monétaire s'appuie le plus souvent sur les résultats de cette dernière et la qualité (fiabilité, précision) des valeurs obtenues *in fine* en dépend donc largement. Or, les sources d'incertitude peuvent être nombreuses lors de cette étape : (1) selon le service considéré, la définition d'un

indicateur mesurable fiable et donc sa quantification, est plus ou moins aisée (par exemple, quel indicateur choisir pour appréhender la valeur d'inspiration des zones humides ?) ; (2) même pour les services les plus étudiés pour lesquels les phénomènes sous-jacents sont connus et des indicateurs mesurables existent (purification de l'eau, l'écrêtement des crues, etc.), les données locales ne sont pas toujours disponibles.

Plusieurs approches ont ainsi été utilisées en fonction des données disponibles pour permettre la quantification des services écosystémiques (au sens large). Une première distinction a été faite entre les fonctions écologiques d'une part, c'est-à-dire le fonctionnement naturel des zones humides et sa quantification, et les utilisations de ces dernières d'autre part, c'est-à-dire les activités économiques, récréatives et culturelles dépendant des zones humides²⁰.

3.2.1 Quantification des fonctions écologiques

Pour la quantification des fonctions écologiques, et donc des phénomènes sous-jacents, la problématique principale est l'hétérogénéité des données disponibles. En effet, malgré le nombre d'études réalisées, il n'existe pas toujours de données précises pour l'ensemble des services identifiés sur les trois sites d'étude : les entretiens avec les acteurs et experts locaux ont été extrêmement précieux pour la compréhension globale des sites, mais ont également mis en relief les lacunes actuelles en termes de quantification. En fonction des données disponibles, plusieurs niveaux d'analyse sont définis :

- S'il existe des données sur le site étudié :
 - **Si les données concernent l'ensemble du territoire étudié, ces dernières peuvent être utilisées directement.** La fiabilité des résultats est discutée au regard de la méthode utilisée et la source est précisée ;
 - **Si les données concernent un secteur particulier du territoire étudié** et ne permettent donc pas d'en couvrir l'intégralité, une **extrapolation raisonnée à l'ensemble du territoire** est proposée en tenant compte, si possible, des caractéristiques de chaque secteur. De même que dans le cas précédent, l'incertitude est explicitée.
- S'il n'existe pas de données sur le site étudié, trois approches ont été utilisées :
 - Une **quantification simplifiée sur site** : cette méthode vise à quantifier le service considéré à partir de calculs réalisés sur le système simplifié²¹. Pour la purification de l'eau, il s'agit par exemple de déterminer la quantité de nitrate abattue en analysant les concentrations en entrée et en sortie du système. Si cette méthode fournit de données intéressantes, une modélisation intégrant la complexité du système serait nécessaire pour valider ou affiner les résultats ainsi obtenus ;

²⁰ Cette distinction est cohérente avec l'approche des chaînes logiques, développées dans la partie I.2.

²¹ L'annexe 2 explicite cette approche sur l'exemple de la rétention des crues.

- Un **transfert de données simple** : en pratique, il s'agit de prendre les données moyennes issues de la littérature. Cette méthode génère par définition une grande incertitude en érodant les spécificités du site. Elle permet cependant d'avoir une première estimation, toujours plus pertinente que l'absence de valeur.

En pratique, aucune source d'information n'étant parfaite, les différentes sources de données disponibles ou calculées sont confrontées entre elles et le résultat est validé par les acteurs et experts locaux afin d'aboutir à une fourchette de valeur pertinente. Les incertitudes ou les imprécisions sont systématiquement précisées et discutées dans les fiches par site.

3.2.2 Quantification des activités (économiques, récréatives et culturelles)

La quantification des activités économiques, récréatives et culturelles est à traiter au cas par cas. L'objectif est double : cette quantification doit permettre (1) de donner une idée de l'importance de l'activité sur le territoire (quantité de poisson pêché, chiffre d'affaire, nombre de randonneurs, etc.) et (2) de refléter le rôle des zones humides ; (3) d'analyser dans quelle mesure ces activités ont une influence (positive ou négative) sur l'évolution future du site. .

Les indicateurs retenus pour chaque activité sont listés dans les fiches consacrées à chaque site et synthétisés dans les tableaux récapitulatifs de ces dernières. Des indicateurs différents peuvent avoir été retenus pour une même activité sur deux sites différents en fonction des données disponibles.

4. ZONES HUMIDES ET SERVICES ECOSYSTEMIQUES : DES NOTIONS CONNUES ET MAITRISEES PAR LE GRAND PUBLIC ?

Les éléments présentés dans cette partie sont tirés en partie des analyses des trois questionnaires réalisés chacun auprès de 300 personnes autour du Marais breton, des tourbières du Cézallier et des étangs de la grande Brenne, mais aussi des tests de perceptions effectués préalablement à la réalisation de ces enquêtes et de focus groups réalisés sur les zones humides dans le cadre du projet d' « évaluation économique des zones humides sur trois sites tests du bassin Seine-Normandie » (réalisé par ACTeon et EcoVia avec l'appui du Cemagref pour le compte du CGDD/MEDDTL).

4.1 Zones humides : une notion encore peu familière

Si **les zones humides sont au centre des discussions scientifiques** depuis de nombreuses années comme en témoignent (1) la convention de Ramsar sur les zones humides (Iran, 1971), (2) la journée mondiale des zones humides célébrée chaque année depuis 1997 en commémoration de la signature de la convention de Ramsar, ou plus récemment (3) l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire (*Millennium Ecosystem Assessment – MEA*) en tant qu'étude d'ampleur mondiale conduite entre 2001 et 2004, le terme même de « zone humide » **reste assez méconnu du grand public**.

Ainsi, sur les trois zones enquêtées (Brenne, Cézallier et Marais breton), 33 %, 56% et 40 % respectivement des personnes interrogées déclarent n'avoir jamais entendu parler de « zones humides ». Ces milieux particuliers ne semblent donc pas être omniprésents dans la tête des répondants en dépit de la communication positive qui se fait de plus en plus importante.

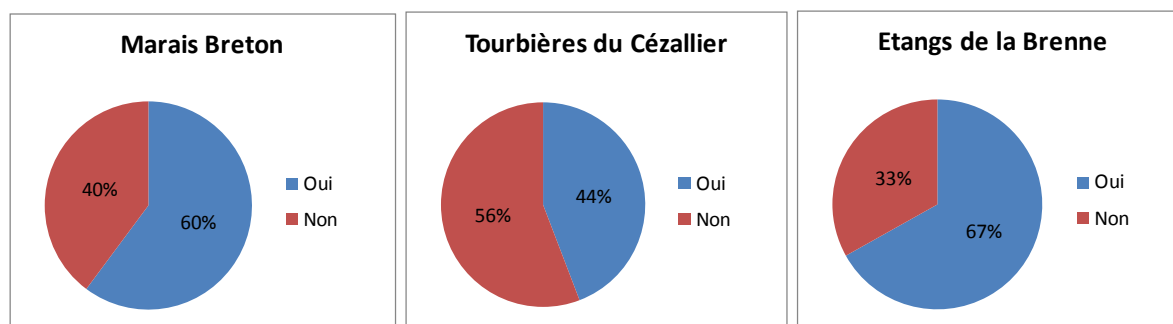


Figure 4. Avez-vous déjà entendu parler de "zones humides"

Ces chiffres peuvent même être revus à la baisse dans la mesure où le terme de zones humides est parfois connu, sans toutefois qu'il ne fasse référence aux milieux aquatiques qui nous intéressent en France : soit le terme est connu mais peut faire référence à tout autre chose que les milieux aquatiques (maison mal isolée, moisissure, etc.), ce qui reste cependant marginal dans les réponses ; soit les zones humides qui sont visualisées sont celles des pays tropicaux, sous-entendu que la France n'est pas concernée par les « zones humides », ce qui est plus courant dans les réponses.

Si la connaissance du terme générique est relative, les personnes interrogées appréhendent mieux ce que sont des marais, des tourbières, des bordures d'étangs, des baies, etc., notamment parce que ces termes sont utilisés de manière plus courante, mais aussi parce que les

zones sur lesquelles les enquêtes ont été faites gravitent autour de ces milieux, soit parce qu'un parc naturel régional les portent à l'échelle nationale, soit parce qu'elles conditionnent la vie au quotidien, soit parce qu'elle constituent un pôle d'attractivité pour des activités récréatives ou des activités économiques ... Les tourbières du Cézallier se démarquent un peu sur ce dernier point puisque 34 % des personnes interrogées seulement déclarent s'y être rendu contre 70 % et 71 % respectivement pour le Marais breton et les étangs de la Brenne. Cela s'explique par la taille du site d'une part et sa localisation d'autre part : les tourbières constituent un milieu naturel particulier au sein du massif central, relativement isolé et peu fréquenté (par rapport aux étangs de la Brenne par exemple).

4.2 Une vision hétérogène des zones humides liée à la diversité de contextes et au poids de l'histoire

Les zones humides **étaient généralement vues comme des milieux hostiles et contraignants** du fait des moustiques, des inondations, de l'insalubrité, etc. Ce n'est que **récemment que leur intérêt pour la société a été mis en avant** et qu'une vision positive de ces milieux tente d'être diffusée. L'exemple de la lagune de la belle Henriette est parlant et loin d'être isolé : avant d'avoir ce charmant nom, la lagune était couramment appelée le « trou puant »... Ces deux visions des zones humides persistent dans l'opinion publique.

D'un côté, les zones humides restent considérés comme des espaces peu attractifs, voir dangereux, et ce pour trois raisons principalement :

- L'aspect « stagnant », « malsain » de zones humides associées aux moustiques et aux maladies. La prolifération de moustiques est ainsi citée par 60 à 80 % des personnes interrogées sur les trois sites du bassin Loire-Bretagne comme étant une des composantes liées à ces écosystèmes (80 % pour le Marais breton) ;
- Les risques d'inondation représentent également un danger pour les populations plusieurs fois cités au cours des diverses approches des citoyens (focus groups notamment). Si ce risque est supposé « assumé » par certaines personnes, sa diminution demeure une priorité et le rôle des zones humides dans la réduction du risque (écrêtement des crues du fait de zones de rétention) paraît moins évident (et moins visible) que ne le sont les moyens de protection conventionnels (barrages, digues, etc.) ;
- Les zones humides sont encore vues comme des milieux contraignants d'un point de vue de l'aménagement du territoire (agriculture et voie de communication) et peuvent être considérées comme un frein au développement économique.

D'un autre côté, trois dimensions rendent ces milieux plus attractifs aux yeux des répondants :

- Leur rôle en termes de support à la biodiversité est l'aspect positif qui ressort le plus : cette notion, pas toujours citée en tant que tel (référence à la faune, à la flore, à la vie en général), est clairement associée aux zones humides : ces dernières sont des réservoirs de biodiversité contribuant ainsi à la richesse nationale ou mondiale ;

- En second lieu, les zones humides sont associées aux espaces sauvages, à la beauté du paysage et au bien être (« grandeur », « respirant », « air pur », « calme », « tranquillité »). On retrouve cette composante dans le lien qu'entretiennent les personnes interrogées avec les zones humides particulières (Marais breton, tourbières du Cézallier et étangs de la Brenne) où la promenade ressort de manière prépondérante ;

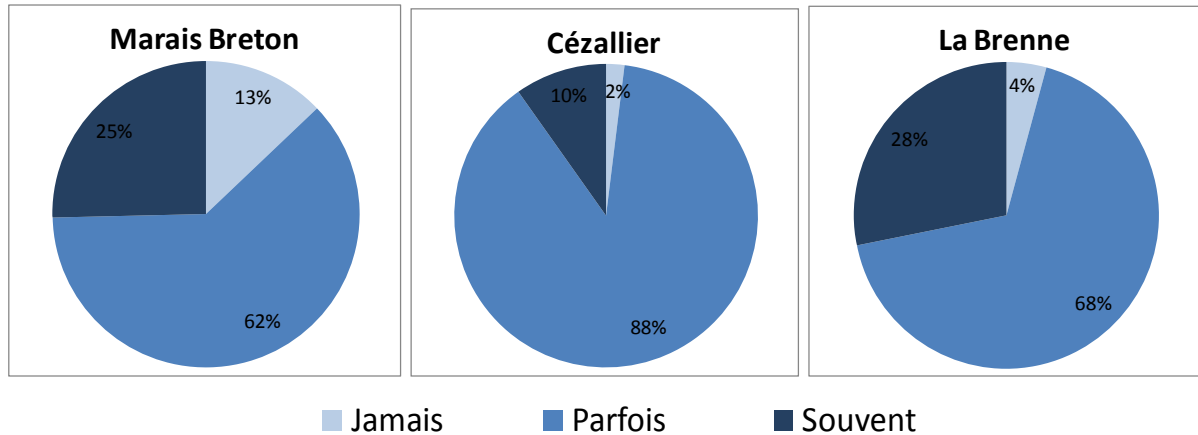


Figure 5. Vous arrive-t-il de vous promener aux abords de ces sites ?

- Enfin, la notion de « services » associée aux zones humides n'est pas citée directement, mais les participants identifient clairement comme positifs certains services : la rétention d'eau (« stockage »), le soutien d'étiage (« pas de sécheresse »), le potentiel récréatif cité plus explicitement que par la simple dimension esthétique et paysagère précédemment mentionnée, etc.

Ces visions dépendent évidemment des contextes, des types de zones humides considérés, des affinités des personnes interrogées, du niveau de connaissance de chacun, ... mais elles demeurent toutes deux très prégnantes dans le climat local et les réponses des personnes interrogées.

4.3 Une conscientisation des pressions auxquelles sont soumis ces milieux aquatiques

La connaissance des pressions que subissent ces milieux, de leur dégradation et la conscientisation d'un besoin de protection et de préservation ressortent de manière systématique lorsqu'il est question d'espaces naturels, de milieux aquatiques et de zones humides - avec cependant une intensité moins forte pour ces dernières du fait des éléments cités ci-dessus. Les citoyens semblent donc particulièrement sensibles à l'impact négatif de l'Homme sur son environnement et à ses devoirs vis-à-vis de sa protection, sensibilité accrue au cours des dernières décennies.

Toutefois la qualité de l'environnement passe au second plan face à des problèmes sociétaux plus préhensibles tels que chômage, le pouvoir d'achat et le niveau de vie, le vieillissement de la population ou encore les transports.

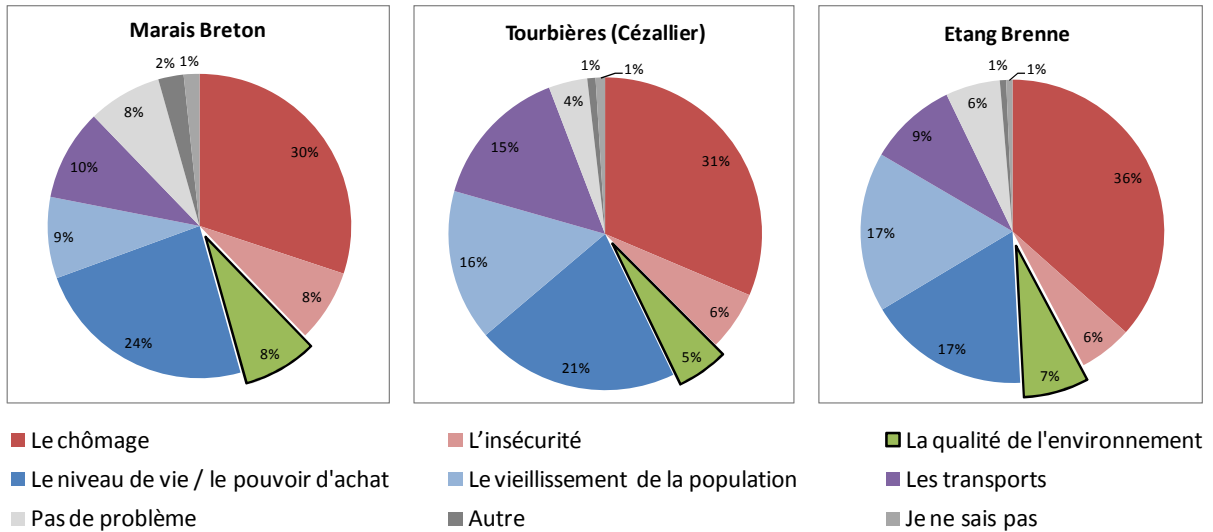
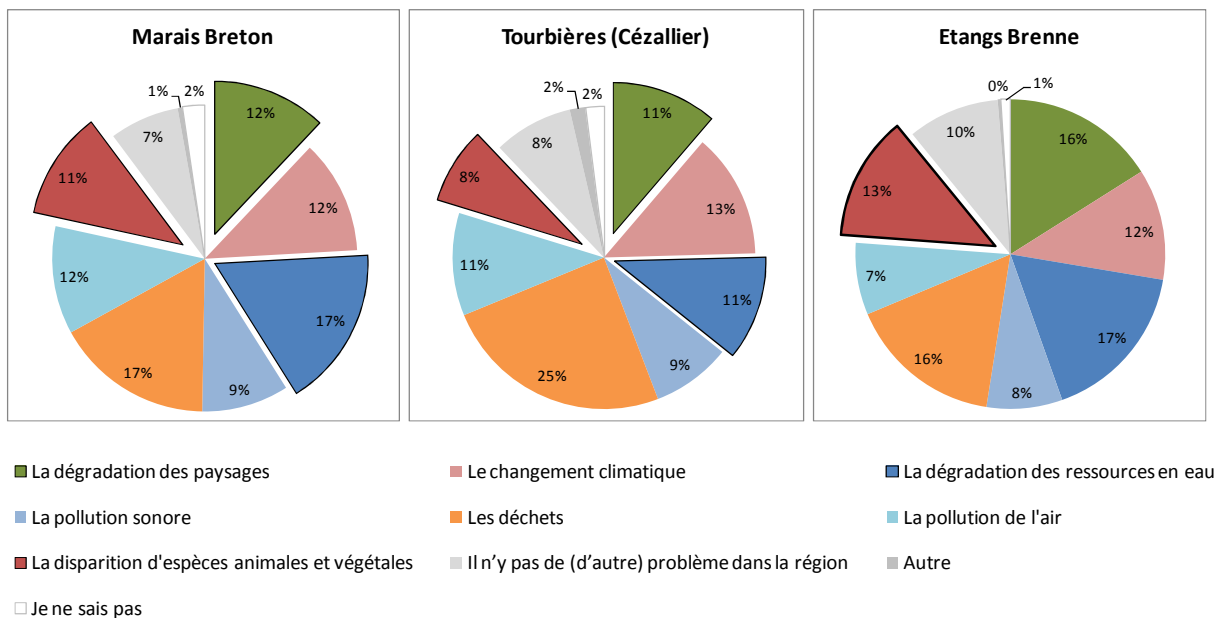


Figure 6. Principaux problèmes de la région selon les personnes interrogées (PI)

Au sein des problématiques environnementales, ce sont les déchets et la dégradation des ressources en eau qui retiennent le plus l'attention des personnes interrogées, suivies de la dégradation des paysages, du changement climatique et de la disparition d'espèces animales et végétales. Mais plus globalement, deux messages ressortent de ces graphiques : d'une part, la vision des personnes interrogées est assez homogène d'un site à l'autre ; d'autre part, aucune problématique ne ressort significativement du lot (à l'exception des déchets peut être), toute étant jugées à peu près également importantes sur un échantillon de 900 personnes au total.



Légende : Les portions mises en relief sur les graphiques correspondent aux attributs évalués dans le cadre des enquêtes d'analyse conjointe sur chacun des trois sites.

Figure 7. Principaux problèmes environnementaux de la région selon les PI

4.4 Zones humides et Homme : quelles relations ?

Les citoyens appréhendent généralement assez bien les impacts de l'Homme sur les zones humides (pressions) ainsi que les contraintes que représentent les zones humides pour l'Homme (en termes d'aménagement du territoire par exemple). Certes, ces interactions ne sont pas forcément connues dans leur détail, mais l'existence de ces liens est relativement bien connue.

Les liens positifs sont un peu moins bien connus, ou viennent à l'esprit plus tard seulement. Ainsi, le rôle que joue l'Homme pour la préservation de ces écosystèmes particuliers (Ramsar, recommandations du *MEA*, réserves naturelles, Natura 2000, zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique, etc.) ne transparait pas dans les discussions ou les réponses des questionnaires. De même, la complexité des services que rendent les zones humides à l'Homme ne viennent pas directement dans les discussions, même s'il est fait référence à leur rôle dans l'équilibre général, leur intérêt pour la vie, l'effet filtration ou l'effet tampon. Ces deux relations positives gagneraient à être mieux connues, notamment pour contre balancer les relations négatives précédentes. L'utilisation par l'Homme des zones humides des trois sites (étangs de la Brenne, marais breton et tourbières du Cézallier) est présentées dans les annexes 8 à 10 sur les graphiques de « caractérisation du degré de proximité entre répondants et zones humides ».

Enfin, une des dimensions de la relation entre l'Homme et les zones humides est très mal connue : il s'agit de l'artificialisation des milieux naturels et des zones humides par l'Homme. En effet, les zones humides sont vues comme des milieux « sauvages » et préservés ou, à l'opposé, dégradés. Or, entre les deux, les zones humides peuvent être en bon état relatif, être vue comme naturelles, mais être en grande partie artificialisées : c'est le cas de certains marais (Marais breton sur le bassin Loire-Bretagne et marais du Cotentin sur le bassin Seine-Normandie) dont le fonctionnement est artificialisé grâce à des systèmes de canaux et vannage ; c'est le cas dans un registre différent des étangs de la grande Brenne dont l'existence même est anthropique ; et c'est le cas d'un grand nombre de zones humides.

4.5 Pistes de réflexion en vue d'une meilleure intégration des zones humides dans les décisions individuelles

En résumé, la communication autour des zones humides pourrait progresser sur les axes suivants :

- Reconnecter le terme de « zone humide » à la diversité de milieux qu'il regroupe et à la réalité de terrain par des références aux milieux les plus emblématiques présents sur un territoire ;
- Communiquer plus globalement sur la diversité de service que certains de ces milieux offrent à l'Homme et rappeler l'intérêt des zones humides les plus ordinaires ;
- Faire le lien entre cette richesse théorique acceptée par la plupart des citoyens et la réalité de terrain où cette richesse est souvent invisible : il ne s'agit pas de milieux luxuriants et certaines zones humides ne sont pas esthétiques, mais il n'en demeure pas moins que leur fonctionnement contribue à l'équilibre général.

PARTIE II - MONÉTARISATION DES SERVICES

RENDUS PAR LES ZONES HUMIDES

Dans cette deuxième partie, les étapes méthodologiques conduisant à la monétarisation des services et au calcul de la valeur économique des zones humides étudiées sont détaillées.

Les zones humides, comme tout écosystème, génèrent différents types d'avantage pour l'Homme. Ces derniers font référence à des valeurs de nature diverse, pouvant être appréhendées par une grande variété de méthodes (voir II.1 Vue d'ensemble des méthodes existantes).

La biodiversité est une notion intrinsèquement liée à celle d'écosystème, c'est pourquoi sa valorisation est importante mais néanmoins délicate. La définition de la notion de biodiversité et la compréhension des liens entre biodiversité et services écosystémiques est donc nécessaire avant d'envisager d'y apposer une valeur monétaire (voir 1.3.2).

Nous verrons que, puisque la valeur d'usage de la biodiversité est d'ores et déjà prise en compte au travers de la valeur d'usage des services écosystémiques, l'accent doit être mis sur l'évaluation de la valeur de non-usage. Trois analyses conjointes ont permis d'interroger 900 personnes dans cet objectif (voir II.3)

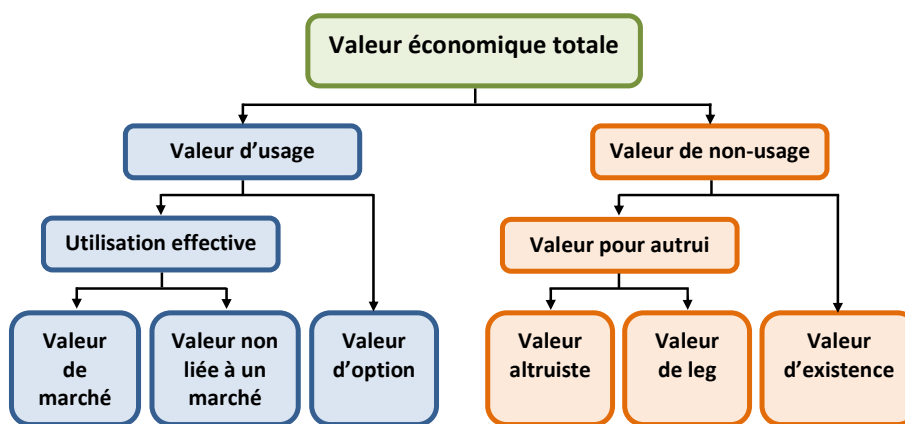
1. VUE D'ENSEMBLE DES METHODES EXISTANTES

Cette section propose un aperçu des méthodes d'évaluation économique disponibles pour l'analyse (voir 1.2). Les annexes qui accompagnent ce rapport proposent des exemples explicatifs, les avantages et inconvénients de chacune des méthodes. Elles s'inspirent d'une revue de littérature sur les études françaises et européennes concernant les zones humides dans leur globalité ou un service en particulier.

Pour comprendre la spécificité de chacune des méthodes, il est important de comprendre auparavant quels sont les différents types de valeurs qui composent la valeur économique totale (VET) d'une zone humide ou d'un des services qu'elle rend à la société (voir 1.1).

1.1 Diversité des valeurs

La valeur économique totale (VET) distingue tout d'abord valeur d'usage et valeur de non-usage (Figure 8).



Source : ACTeon, selon Pearce et al. (2006)²²

Figure 8. Décomposition théorique de la valeur économique totale d'un bien environnemental

Les valeurs d'usage correspondent à l'utilisation effective (par exemple, visite d'un parc national), envisagée (visite prévue à l'avenir) ou possible des zones humides. Ces valeurs peuvent alors être liées à un marché existant ou non. Par exemple, la purification de l'eau pourra être facturée aux contribuables de la même manière que l'est l'assainissement de l'eau par des moyens artificiels (valeur liée à un marché). Au contraire, le fait de se promener et d'observer la faune et la flore d'une zone humide constitue un usage de celle-ci pour lequel la personne n'aura pas à payer (valeur non liée à un marché). Dans le cas d'une utilisation possible, on considère que les individus peuvent être disposés à payer pour sauvegarder un bien afin de conserver la possibilité de l'utiliser à l'avenir. Cette valeur d'option est donc également une forme de valeur d'usage, différée dans le temps.

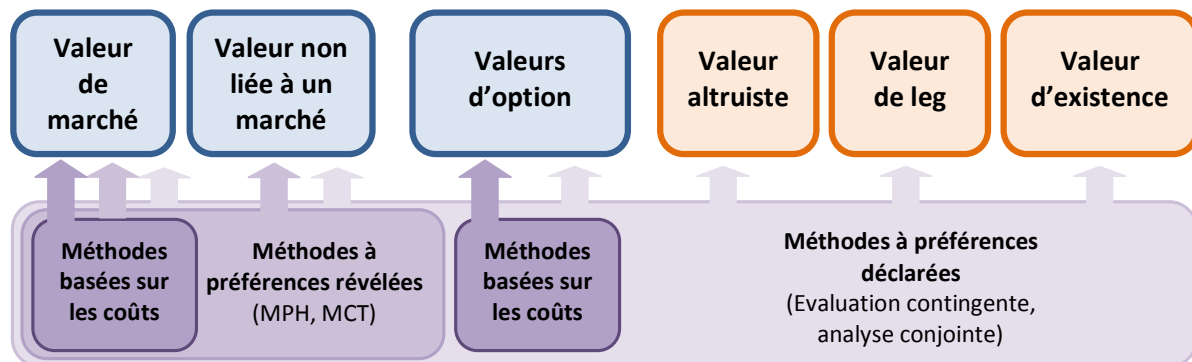
²² Pearce D., Atkinson G., Mourato S. (2006). Analyse coûts-bénéfices et environnement - développement récents. OCDE

La valeur de non-usage correspond selon Pearce *et al.* (2006) au consentement à payer par des individus pour préserver un bien qu'ils n'utilisent pas effectivement, qu'ils ne peuvent envisager d'utiliser ou qui leur est impossible d'utiliser. Il est commode de les répartir en trois catégories : les valeurs d'existence, les valeurs altruistes et les valeurs de legs. Les premières correspondent à la valeur qu'une personne attribue à la sauvegarde d'une zone humide qu'elle n'utilise pas et qu'elle ne destine à aucune utilisation pour elle-même ou pour autrui. Les valeurs altruistes correspondent à la volonté de préserver le bien pour que des personnes de la génération présente puissent en jouir, alors que les valeurs de legs sont associées à la volonté de préservation pour les générations futures.

Malgré tout, cette distinction reste relativement théorique. Dans la pratique il est difficile de distinguer les différents types de valeurs, d'autant plus qu'une même personne peut avoir plusieurs raisons d'accorder de la valeur à un bien environnemental.

1.2 Diversité des méthodes d'évaluation

Les méthodes économiques disponibles permettent d'approcher une ou plusieurs de ces valeurs à la fois et seules les méthodes à préférences déclarées - que sont l'évaluation contingente et l'analyse conjointe - permettent d'appréhender les valeurs de non usage et ainsi d'avoir une idée de la valeur économique totale d'un bien environnemental.



Source : ACTeon

Figure 9. Adéquation des méthodes économiques d'évaluation avec les valeurs d'usage et de non-usage

En général, on distingue ainsi **quatre types de méthodes** au sein desquelles plusieurs méthodes peuvent être regroupées²³ :

- Les méthodes qui déduisent la valeur d'une zone humide (ou de l'une de ses fonctions) à partir des coûts qui seraient engagés si celle-ci venait à disparaître ou à être altérée. On retrouve dans cette catégorie la **méthode des coûts évités**, la **méthode des coûts substitués** et la **méthode des coûts de remplacement** ;

²³ Des éléments complémentaires peuvent par ailleurs être trouvés sur le portail de l'évaluation économique des biens environnementaux de la DIREN Alsace réalisé par ACTeon et duquel cette présentation est inspirée. <http://economie-environnement-alsace.ecologie.gouv.fr/>

Ces méthodes s'intéressent souvent à une seule fonction des zones humides et ne permettent pas de capter la valeur économique totale des services fournis par ces dernières. Notamment, elles ne permettent pas de capter la valeur de non-usage qui correspond entre autres au fait que les citoyens accordent une valeur au simple fait de savoir que le milieu naturel (et donc les zones humides) est préservé et en bon état et pourra donc être légué aux générations futures.

- Les méthodes économiques qui révèlent la valeur d'une zone humide (ou de l'une de ses fonctions) en utilisant un **marché substitut existant** permettant de pallier l'absence d'un marché réel sur lequel serait fixé le prix de la zone humide. On retrouve dans cette catégorie la **méthode des coûts de transport** et la **méthode des prix hédoniques** ;
- Les méthodes économiques qui révèlent la valeur d'une zone humide (ou de l'une de ses fonctions) en utilisant un **marché substitut fictif**, qui permet de pallier l'absence d'un marché réel sur lequel serait fixé le prix de la zone humide. On retrouve dans cette catégorie la **méthode d'évaluation contingente** et la **méthode d'analyse conjointe**, seules méthodes permettant d'appréhender la plus grande diversité de valeurs (usage et non-usage) et *in fine* la valeur économique totale d'une zone humide ;
- La **méthode du transfert de bénéfices** qui utilise les résultats d'études similaires existantes pour estimer la valeur de la zone humide qui nous intéresse. Cette méthode permet en général d'obtenir une première approximation de la valeur d'un bien ou d'un service environnemental. Cette dernière peut être complétée en fonction des besoins (utilisation politique, etc.) par une étude primaire du type évaluation contingente ou coûts de transport.

Si en 2000, lors du Programme National de Recherche sur les Zones Humides (PNRZH), il n'était pas jugé utile (ou faisable) de « tenter une évaluation économique des [aspects non marchands tels que la préservation de la biodiversité] dans des termes comparables à ce qui était fait pour les aspects fonctionnels ou utilitaires » tels que l'extraction de gravier ou l'agriculture, l'intérêt pour des évaluations de la VET a fortement augmenté dix ans plus tard, et l'idée d'appréhender au mieux la valeur sociale des zones humides fait rêver les décideurs politiques ayant en charge la gestion des biens environnementaux. En parallèle, l'utilisation de méthodes telles que la méthode d'évaluation contingente et/ou la méthode de l'analyse conjointe s'avère mieux maîtrisée et suscite l'intérêt d'un grand nombre de personnes en dehors des centres de recherches – parfois plus pour l'intérêt d'une telle approche (trouver un moyen de refléter la valeur de ces milieux dans son intégralité, y compris la valeur patrimoniale) que pour les résultats mêmes, qui demeurent encore aujourd'hui critiqués et critiquables.

Ces méthodes sont détaillées dans les annexes 4 à 6.

1.3 Approche détaillée pour le service de purification de l'eau

Le service de purification de l'eau basé sur le pouvoir épurateur des zones humides est l'un des services rendus par les zones humides les plus emblématiques. Ce service, classé parmi les services de régulation, tient au fait que les zones humides purifient l'eau en piégeant ou transformant les éléments nutritifs en excès, les particules fines ainsi que certains polluants, grâce à des processus

physiques, géochimique et biologiques. Ainsi, le site EauFrance²⁴ nous dit que : « les milieux humides contribuent à réguler l'azote en général et les nitrates en particulier. Dans les sols gorgés d'eau, des bactéries décomposent les nitrates pour en prélever l'oxygène pour leur respiration, libérant l'azote sous forme atmosphérique. Ce phénomène peut avoir un impact considérable, en éliminant jusqu'à 400 kilos d'azote par hectare et par an ».

Cette capacité épuratoire dépend cependant des conditions et notamment du type de zone humide considéré (tourbière, marais, lagune, plaine alluviale, etc.) ou de leur état (plus ou moins naturel, plus ou moins dégradé), mais aussi de nombreux paramètres, dont :

- Les caractéristiques physico-chimiques (conditions anaérobies, taux d'oxygène dissous, PH, température,...) ;
- Le type de végétation présente, et leur stade d'évolution ;
- Les apports extérieurs (type d'apports, quantité, régularité,...) ;
- La topographie du site qui influence grandement la circulation des eaux ;
- La courantologie, etc.

Si en théorie, il est donc relativement aisé d'analyser la capacité épuratoire d'un milieu humide et d'exprimer sa valeur en termes monétaires en considérant les coûts et dommages évités du fait de la présence et du fonctionnement de ce milieu, l'application pratique est plus complexe.<http://www.zones-humides.eaufrance.fr/?q=node/15>

1.3.1 Approche générale et théorique

L'évaluation économique du service de purification de l'eau peut être effectuée par différentes approches (dont une partie permet d'appréhender la valeur des services de recharge des nappes et de soutien d'étiage associées – voir figure ci-dessous).

²⁴ <http://www.zones-humides.eaufrance.fr/?q=node/67>

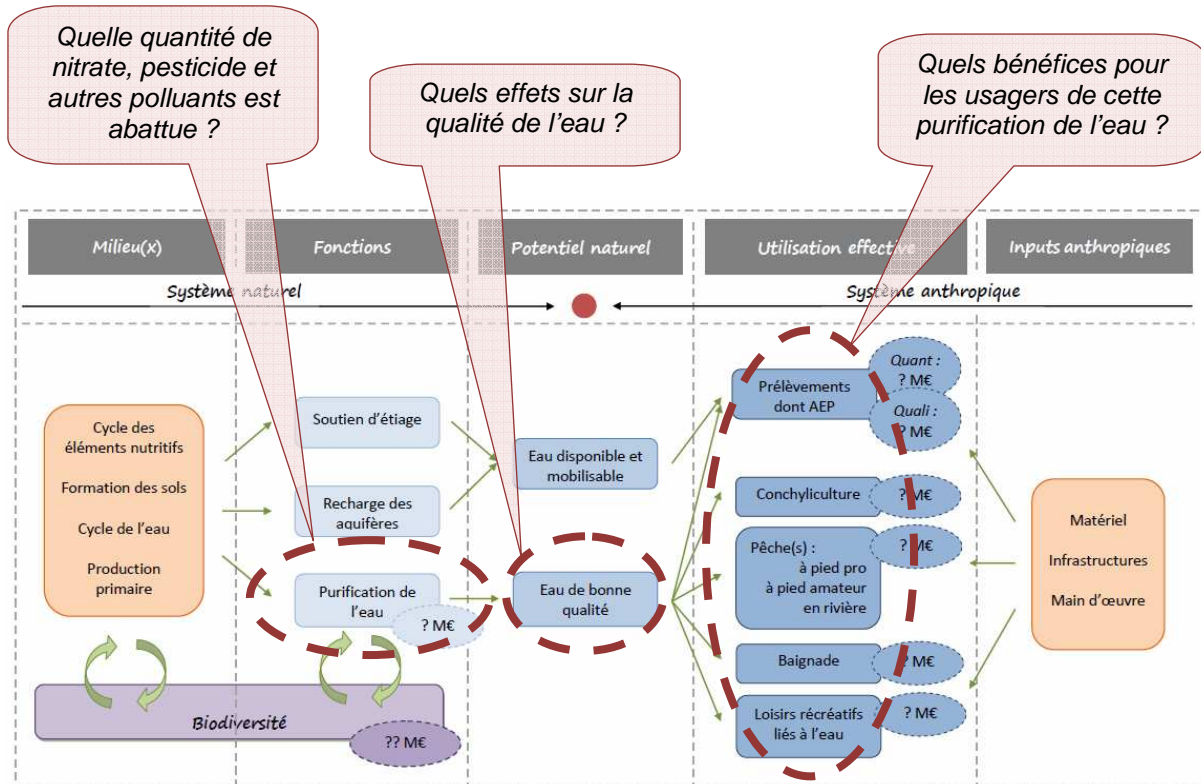


Figure 10. Comment approcher le service d'épuration dans le cadre d'une évaluation économique ?

Le fonctionnement des zones humides permet en effet de réduire la quantité de nitrate, du phosphate, de pesticide (et d'autres polluants) dans les rivières (système aquatique intérieur) et la mer (système littoral) et il est possible d'appréhender l'intérêt de ce fonctionnement naturel des milieux humides en se posant les questions suivantes :

- Quel serait le coût d'une réduction équivalente des excès de nitrate, phosphate, pesticides (et autres polluants) par d'autres moyens (coûts substitués) ? Cela revient à considérer par exemple le coût de mesures de réduction des émissions d'azote d'origine agricole et/ou le coût de traitements tertiaires en station d'épuration permettant de réduire les rejets azotés ;
- En l'absence des zones humides, quel serait le coût marginal de la pollution sur les usages de l'eau (coûts indirects évités) ? Coût du stockage et de la décontamination des coquillages pour la conchyliculture ; coût des traitements complémentaires (nitrates, pesticides, etc.) pour l'alimentation en eau potable ; pertes économiques de l'activité de pêche à pied professionnelle ; perte de bien-être des pêcheurs à pied amateur, des pêcheurs en rivières, des baigneurs, etc. ; perte économiques liées au tourisme (restauration, hébergements)...
- Quel serait le coût complémentaire de ramassage des algues (coûts évités) ? Cette question ne concerne évidemment que les systèmes littoraux et principalement la question des nitrates, mais elle permet d'appréhender simplement une partie des coûts qui pourraient être évités par le rôle épuratoire des milieux humides.

1.3.2 En pratique : un manque de connaissance et de données

En pratique, la traduction concrète et locale de ce rôle épuratoire est complexe et parfois frustrante dans la mesure où elle nécessite une excellente connaissance des systèmes particuliers. Or, le rôle épuratoire des milieux humides n'est connu que de manière générique et à partir de grands exemples comme celui de la ville de New-York qui a l'avantage de traduire en termes monétaire l'intérêt d'un système épuratoire naturel (milieux humides) par rapport à traitement artificiel de la qualité de l'eau.

Encadré 2. Appréhender la valeur du service de purification de l'eau à New York

L'eau distribuée aux 9 millions de new-yorkais provient d'un bassin d'alimentation de 5 000 km², représentant un volume réservoir de 22 milliards de m³. Au fil des ans, l'urbanisation et l'intensification de l'exploitation agricole ont mis en danger ce bassin, menaçant la qualité de l'eau potable de la ville.

En 1996, il a fallu faire un choix : soit investir dans un programme de traitement de l'eau très ambitieux, soit mettre en place un programme de protection de la qualité de l'eau sur le bassin versant. Les deux scénarii ont été chiffrés et comparés :

- Le coût du dispositif de traitement représentait, investissement et fonctionnement cumulés et actualisés, un total de 6 à 8 milliards de dollars, c'est à dire de 4,6 à 6 milliards d'euros.
- Le coût du programme de restauration écologique et de maintien des activités compatibles avec la qualité de l'eau a été, lui, estimé à 1 à 1,5 milliards de dollars, soit 0,760 à 1,150 milliards d'euros (Chichilnisky & Heal, 1998).

La ville de New-York n'a pas beaucoup hésité... Les autorités de la grande cité américaine ont choisi de lancer un plan de conservation du bassin versant, économisant ainsi 6 milliards de dollars pour assurer la qualité de son approvisionnement en eau potable.

Ces 6 milliards de dollars économisés représentent également le montant du bénéfice offert par ce milieu humide pour l'alimentation en eau. Le cas de New-York a rendu célèbre cette approche par l'évaluation économique des écosystèmes et des zones humides, une démarche délicate mais efficace pour démontrer l'intérêt de les préserver.

Source : <http://www.zones-humides.eaufrance.fr/?q=node/537>

Trois problèmes se posent à l'évaluateur dans le cas du service de purification de l'eau rendu par les zones humides. Pour mon système particulier :

- **Quel est la capacité épuratoire moyenne de la zone humide ?** Cette capacité peut s'exprimer de manière globale ou par unité surfacique (kg d'azote abattu par hectare par exemple). Des données basiques, moyennes sont disponibles pour les nitrates (polluant le plus étudié) pour certains types de zones humides (plaine alluviale, marais), mais (1) peu de données sont disponibles sur les autres polluants (pesticides, métaux lourds, etc.) et (2) l'utilisation de moyennes par type de milieu n'a que peu de sens lorsque l'on travaille sur un système particulier ;
- **Quels seraient les effets de la pollution** (excès de nitrates, présence de métaux lourds, etc.) **sur les écosystèmes et l'Homme en l'absence de zones humides ?** Autrement dit, dans quelle mesure les activités de l'Homme sont-elles directement impactées, les services

rendus par les milieux sont-ils dégradés et l'état même des milieux est-il atteint ? Il s'agit de comprendre par exemple qu'une réduction de X kg de nitrate permet une réduction de Y de la biomasse algale (marée verte) ou

- **Quels bénéfices** (valeurs d'usage et de non-usage) **l'Homme retire-t-il de la préservation de ces milieux** ? Quel est le montant des mesures préventives substitués que cela lui évite ? Quels coûts de traitement de l'eau potable ou de ramassage des algues cela lui évite-t-il ? Enfin quelles pertes cela lui permet-t-il d'éviter en terme de tourisme par exemple (nuits d'hôtels, restauration, etc.) ?

Les deux premières questions sont vitales pour l'évaluation économique du service de purification de l'eau, mais ne sont pas du ressort de l'économiste. Elles sont par ailleurs vitales pour une compréhension qualitative et quantitative du fonctionnement des systèmes étudiés, ce qui s'avère plus bien plus important encore que leur traduction en termes monétaires.

1.3.3 Les méthodes d'évaluation économique

a) Evaluation par le service (coût substitués)

L'idée de la monétarisation par cette approche est d'estimer le coût de la mise en œuvre d'un système artificiel d'efficacité équivalente, i.e. permettant de réduire la même quantité de nitrate que les zones humides.

Une fois la quantité totale de nitrate réduite par les zones humides déterminée, il convient de calculer le coût marginal de réduction des nitrates :

- Soit en considérant l'azote d'origine agricole, auquel cas il faut (1) considérer un set de mesures préventives permettant de réduire les excès de matières azotées (par exemple, mesures agro-environnementales ciblées ou conversion à l'agriculture biologique), (2) déterminer leur coût optimal à l'hectare, (3) mesurer leur efficacité cumulée en termes de tonnes de nitrate évités et enfin (4) calculer le coût de réduction marginal de l'azote ;
- Soit en considérant l'azote provenant des eaux usées et stations d'épuration, auquel cas il convient de considérer les coûts d'investissement et d'entretien des différents traitements tertiaires mis en place dans les STEP et permettant l'élimination d'une certaine quantité d'azote, (2) déterminer leur efficacité réelle en tenant compte des différentes formes azotées rencontrées et (3) calculer le coût de réduction marginal de l'azote ;

Ces données n'existent pas en l'état en France. Pour information, des données allemandes (Meyerhoff et Dehnhardt²⁵) utilisées dans le cas de l'Elbe sont présentées dans le tableau suivant.

²⁵ Meyerhoff J. et Dehnhardt A. (2004). The European Water Framework Directive and Economic Valuation of Wetlands: The restoration of floodplains along the River Elbe. Working paper on management in environmental planning.

Tableau 2. Coûts marginaux de réduction de l'azote

Source : Meyerhoff J. & Dehnhardt A., 2004, Elbe	
Moyens de diminution de l'azote dans le milieu	Coût marginal (en €/kg N/an)
Traitement des eaux usées en station d'épuration	8,3
Mesure de réduction des émissions agricole d'N	2,7

D'autres sources de données complémentaires peuvent être citées sur les coûts marginaux de réduction de nitrates :

- Bräuer I., (2005). *Valuation of ecosystem services provided by biodiversity conservation: an integrated hydrological and economic model to value the enhanced nitrogen retention in renaturated streams*. Paper provided by Fondazione Eni Enrico Mattei in its series Working Papers with number 2004.54
- Gren I., Jonzon Y., Lindqvist M., (2008). *Cost of nutrient reductions to the Baltic Sea - technical report*. Working Paper Series 2008:1- Swedish University of Agricultural Sciences (SLU), Department of Economics
- Gren I., Elofsson K., Jannke P. (1995). *Costs of nutrient reductions to the baltic sea. Ecology, costs and benefits*. journal of Environment Management 51, 123 -143
- Helin J., Laukkanen M., Koikkalainen K. (2006). *Abatement costs for agricultural nitrogen and phosphorus loads: a case study of South Western Finland*. MTT Discussion Papers 8

Les travaux de Gren et al (2008) constituent une approche intéressante dont la méthode pourrait être transcrite en France afin de fournir des valeurs de référence sur la capacité épuratoire et les coûts de réduction marginaux.

b) Evaluation par les usages (coûts indirects évités)

La liste des usages associés à l'eau ci-dessous n'est pas exhaustive. Il en est de même pour les données unitaires présentées pour chaque usage/activité ; ces dernières n'étant donné qu'à titre indicatif.

➤ **Prélèvements en eau**

Les prélèvements en eau dont ceux pour l'alimentation en eau potable (AEP) bénéficie potentiellement du rôle épurateur des zones humides d'un point de vue qualitatif. A partir du moment où il est démontré que les zones humides ont un impact positif sur la diminution des concentrations en nitrate, il est possible de considérer valeur de remplacement, c'est-à-dire le coût de la mise en place d'un système artificiel d'efficacité équivalente en cas de disparition ou dégradation fonctionnelle des zones humides. Les Agence de l'Eau dispose de bases de données intégrant les coûts unitaires de traitement des nitrates et des pesticides entre autre.

➤ **Conchyliculture**

La prise en compte de la conchyliculture suppose que le rôle épuratoire des zones humides peut bénéficier à l'activité en améliorant la qualité microbiologique de l'eau (effet filtration), permettant de remonter le classement sanitaire des eaux conchylicoles (classe C->B ou B->A). Ce service naturel permet, selon son ampleur, d'autoriser l'activité (en classe C, l'activité s'avère peu rentable et elle susceptible de ne pas s'implanter) ou d'éviter un investissement pour des bassins et systèmes de purification. Les coûts indicatifs de cette dernière option sont présentés ci-dessous.

Tableau 3. Coûts d'investissements²⁶ (pour un volume de bassin de 100 m³) par entreprise

Type d'installation	Coûts HT
Pompage en mer et rejet des eaux	48 000
Bassins	26 000
Système de purification	10 500 à 45 000
TOTAL par entreprise	84 500 à 119 000

➤ **Pêche à pied Pro**

Le lien entre zones humide et pêche à pied professionnelle est du même type que celui entre zones humides et conchyliculture : modification de la qualité bactériologique de l'eau et donc du classement. Les bénéfices d'une bonne qualité de l'eau peuvent être appréhendés directement par l'estimation du poids économique de l'activité (chiffre d'affaire, bénéfice net).

➤ **Pêche à pied amateur**

De même que pour la pêche à pied professionnelle, la présence de zones humides sur le bassin, et leur rôle épurateur, peut permettre d'améliorer la qualité bactériologique de l'eau et ainsi générer un bénéfice pour l'activité. Les dépenses liées à la pratique de cette activité étant très négligeables, deux solutions sont envisageables pour appréhender les bénéfices associés au rôle épurateur de zones humides pour cette pratique :

- Considérer une estimation de la valeur marchande d'une pêche, c'est-à-dire la quantité de coquillage ramassé multiplié par le prix moyen au kilo. Bien que le fruit d'une pêche ne puisse être vendu pour un pêcheur à pied amateur, le gain individuel correspond à la dépense évitée pour acheter une quantité équivalente. Le prix moyen d'un kilo de coquillage peut être estimé à 2,4 euros²⁷ (un prix par type de coquillage peut être considéré si besoin est) ;
- Utiliser le transfert de valeurs pour des études qui ont étudiées par la méthode des coûts de transport le surplus d'une visite de pêche. Bonnioux et Appéré (2003) ont déterminé que le surplus d'une visite pour la pêche à pied était compris entre 12,7 et 16,2 €₂₀₁₀. Ces valeurs correspondent à la distance que les pêcheurs seraient prêts à parcourir en plus en cas de

²⁶ Le volume minimum de bassin par entreprise est de l'ordre de 100 m³ en Normandie (source : SRC).

²⁷ Prix déterminé à partir des données sur la pêche à pied professionnel (ratio entre le chiffre d'affaire et le tonnage ramassé, tous coquillages confondus).

changement de classe (de B à A ou de C à A) pour pratiquer leur activité, et donc indirectement à leurs dépenses consenties.

Les deux approches s'intéressent à des dimensions de la valeur différentes : la première fournit une valeur qui s'approche d'un bénéfice marchand alors que la seconde nous renseigne sur la valeur non-marchande.

➤ **Coût du ramassage des algues (coût évité)**

L'analyse du coût de ramassage des algues évité du fait de la présence de milieux humides au rôle épurateur constitue un moyen évident d'appréhender les bénéfices associés à la présence de zones humides. Leur présence permet de diminuer de X mg/l la concentration en nitrate (facteur souvent limitant pour la croissance des ulves) et ainsi de Y tonne/an la quantité d'algue se développant et échouant sur les plages. En considérant un coût de ramassage moyen de 10 € par m³ d'algues, il est possible d'estimer le gain d'une réduction de la biomasse d'ulves.

2. ÉVALUATION ECONOMIQUE DE LA BIODIVERSITE

La biodiversité est l'une des composantes essentielles des zones humides. Dans les évaluations économiques, la notion de biodiversité est souvent confondue avec celle d'écosystème²⁸. La biodiversité n'est pas un service tel qu'ils sont définis dans la typologie proposée par le *Millennium Ecosystem Assessment*.

Cette section replace donc la notion de biodiversité dans son contexte et propose des liens entre biodiversité et services écosystémiques, avant d'envisager les différents types de valeurs qui peuvent en découler.

2.1 Vers une définition de la biodiversité

Le concept de biodiversité mérite donc d'être défini aussi clairement que possible avant de faire le lien avec les fonctionnalités et les services produits par les écosystèmes et les valeurs générées par la biodiversité.

Le concept de biodiversité a été popularisé lors du sommet de la Terre de Rio de Janeiro où, pour la première fois, on a pris conscience, à une échelle planétaire, de la dégradation de la nature. L'article 2 de la convention sur la diversité biologique définit la biodiversité comme : « la variabilité des êtres vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie : cela comprend la diversité au sein des espèces, ainsi que celle des écosystèmes ».

La fonction de réservoir de diversité biologique est définie par RAMSAR dans ses fiches sur les « valeurs et fonctions des zones humides ». Cette fonction n'est pas clairement définie. On retiendra cependant que les expressions suivantes sont utilisées pour parler de réservoir de diversité biologique :

- Une diversité d'espèces, mesurée par le pourcentage d'espèces de la planète hébergé par une zone humide précise ou par le nombre d'espèces présentes sur cette zone humide ;
- La notion de réservoir génétique.

Dans d'autres nomenclatures, cette fonction correspond au service « Biodiversité et zone de nourrissage, reproduction et repos²⁹ » qui fait partie des services de soutien.

Mais pour appréhender au mieux la biodiversité, il est nécessaire de revenir sur trois points qui font la spécificité de cette notion : sa déclinaison en quatre niveaux d'organisation, l'importance de l'échelle géographique et la difficulté à la mesurer.

²⁸ Voir par exemple, Chevassus-au-Louis *et al.*, 2009

²⁹ *Millennium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystems and Human Well-being: Wetlands and Water – Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.

2.1.1 La biodiversité : quatre niveaux ...

Comme le souligne le Muséum National d'Histoire Naturelle³⁰, le concept de la biodiversité fait référence à l'ensemble des composantes et des variations du monde vivant et les scientifiques y distinguent trois niveaux d'organisation :

- La diversité écologique (les écosystèmes) ;
- La diversité spécifique (les espèces) ;
- La diversité génétique (les gènes).

Turner et al. (1999)³¹ y ajoutent :

- La diversité fonctionnelle (fonctions clefs assurées par un groupe d'espèces).

2.1.2 Une notion difficile à évaluer au niveau local

La perte de biodiversité est souvent mentionnée à une large échelle, voire une échelle mondiale. Et le travail le plus remarquable sur cette thématique cherche à valoriser le capital naturel et les services écosystémiques générés par l'ensemble de la biosphère (Costanza *et al.*, 1998³²).

La biodiversité et la perte de biodiversité restent toutefois des notions pertinentes à l'échelle locale (Hammond *et al.* 1995³³). C'est donc à cet exercice que se prêtent les fiches sur les étangs de la grande Brenne, les tourbières du Cézallier, le Marais breton, la Loire Bourguignonne et la lagune de la Belle Henriette.

2.1.3 Comment mesurer la diversité ?

Remarquons d'emblée que le terme de « diversité » n'a pas de sens précis dans le vocabulaire mathématique ou statistique, d'où des possibilités variées de traduction en termes d'indicateurs.

Par ailleurs, la biodiversité est un « objet multidimensionnel », et ses différentes dimensions n'obéissent pas à des métriques communes. Quelques exemples d'indicateurs sont proposés dans le tableau ci-dessous.

³⁰ <http://biodiv.mnhn.fr/convention/F1125911898/>

³¹ Turner, R.K., 1999. Markets and environmental quality. In: Clark, G.L., Feldman, M.P., Gertler, M.S. (Eds.), *The Oxford Handbook of Economic Geography*, pp. 585–606.

³² Costanza R., d'Arge R., et al. (1997). *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. *Nature*, vol. 387 (6630), pp. 253–260.

³³ Hammond, P. (1995). The current magnitude of biodiversity. In V.H. Heywood and R.T. Watson (Eds.), *Global Biodiversity Assessment*. (pp. 113-138). Cambridge, U.K: Cambridge University Press.

Tableau 4. Liste des 26 indicateurs proposés dans le cadre du SEBI pour suivre les progrès réalisés en Europe et indicateurs retenus par la France

Thèmes	Indicateurs génériques	26 indicateurs proposés par l'EEA	Indicateurs retenus par la France
État et évolution des composantes de la biodiversité	Abondance et distribution d'espèces	1. Évolution de l'abondance d'espèces	Évolution de l'abondance des oiseaux communs, des papillons, des poissons d'eau douce, des poissons marins pêchés
	Statut d'espèces menacées et/ou protégées	2. Nombre d'espèces dans les listes rouges de l'UICN 3. État de conservation des espèces concernées par Natura 2000, directive Habitats	Nombre d'espèces dans les listes rouges de l'UICN État de conservation des espèces concernées par Natura 2000, directive Habitats
	Surface de biomes, écosystèmes et habitats sélectionnés	4. Évolution de l'aire occupée par les principaux types d'occupation du sol 5. État de conservation des habitats d'intérêt communautaire	Évolution de l'aire occupée par les principaux types d'occupation du sol État de conservation des habitats d'intérêt communautaire Dominance, dans le paysage, des milieux peu artificialisés
	Diversité génétique	6. Nombre de races animales et de variétés végétales	Nombre de races animales et de variétés végétales
	Aires protégées	7. Surface en aires protégées : globale et par type d'aires protégées 8. Surface des sites Natura 2000 (directive Oiseaux et directive Habitats)	Surface en aires protégées : globale et par type d'aires protégées Surface des sites Natura 2000 (directive Oiseaux et directive Habitats), suffisance de ces propositions

Source : Chevassus-au-Louis *et al.*, (2009). *Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes - Contribution à la décision publique. Centre d'Analyse Stratégique, rapport du groupe de travail.*

2.2 Lien entre biodiversité et services

Le lien entre biodiversité et services écosystémiques est polymorphe. Ainsi, la biodiversité³⁴ :

- Joue un rôle direct en permettant la production d'alimentation et de matériaux ;
- Joue un rôle indirect en favorisant le fonctionnement d'autres services d'approvisionnement, culturels, de régulation ou même de support. Par exemple, la couverture végétale protège le sol de l'érosion en renforçant sa cohésion et en limitant les effets du ruissellement. De la même façon, l'agriculture est largement dépendante de la présence d'insectes pollinisateurs ;
- Profite également de certains services. Ainsi, le service d'écrêtement des crues favorise la présence de zones humides si favorables à la biodiversité.

Selon Loreau *et al.* (2001 ; 2002) ou Tilman *et al.* (2005)³⁵, deux principales relations décrivent la connexion entre la biodiversité et les services écosystémiques :

- Une corrélation positive entre la biodiversité et le niveau moyen de services écosystémiques ;
- Une corrélation positive entre la biodiversité et la stabilité de ces services.

³⁴ Kettunen, M. & ten Brink, P. 2006. Values of biodiversity – Documenting EU examples where biodiversity loss has led to the loss of ecosystem services. Final report for the European Commission. Institute for European Environmental Policy (IEEP), Brussels, Belgium, 131 pp.

³⁵ Repris dans Chevassus-au-Louis B. *et al.*, 2009. *Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes - Contribution à la décision publique Rapport CAS*

Faire le lien entre biodiversité et services écosystémiques revient à s'intéresser à la **diversité fonctionnelle** et aux relations entre la résilience des écosystèmes et leur capacité à fournir des services. Cette diversité fonctionnelle peut se définir comme la diversité des fonctions remplies par un écosystème divers, dont une partie serait la capacité individuelle des espèces à contribuer au bon fonctionnement de l'écosystème, par exemple en réduisant l'érosion ou en améliorant la fertilité du sol en fixant l'azote.

La composition et les caractéristiques d'espèces, y compris la présence d'espèces dominantes et d'espèces pivots (ou clés), ainsi que les interactions entre espèces (par exemple, compétition, mutualisation, maladies, prédation) jouent souvent un rôle plus important que la richesse spécifique dans le maintien des fonctions écologiques et des services associés. L'extinction locale et l'extinction fonctionnelle (ou, pour des espèces pivots, une baisse de population telle que l'espèce ne contribue plus aux fonctionnalités de l'écosystème), peut avoir des impacts dramatiques sur les services écosystémiques.

Cependant, le maintien des fonctionnalités écologiques et des services reliés peut aussi dépendre du **nombre d'espèces présentes dans l'écosystème**. Par exemple, la présence d'espèces réagissant différemment les unes des autres à des perturbations de l'écosystème peut limiter les effets des perturbations et du stress abiotique³⁶ sur les fonctionnalités écologiques. Ainsi, la richesse spécifique est reconnue comme étant un moyen de limiter la vulnérabilité d'un écosystème à l'invasion d'espèces exotiques³⁷.

2.3 Les valeurs de la biodiversité

La valorisation économique de l'environnement est une source intarissable de débats, et la valorisation de la biodiversité ne fait pas exception. La question est d'autant plus importante que cette notion est abstraite et difficile à définir. Sans rentrer dans les détails de ce débat, il est important de retenir qu'évaluer un bien environnemental ne revient pas à lui donner un prix qui pourrait être négocié sur un marché mais à montrer qu'il a une valeur et qu'elle n'est pas nulle, aidant ainsi à intégrer cette notion difficile à appréhender dans les débats publics.

Pourtant, cette notion de valeur est elle-même complexe. Et tout comme il y a « des biodiversités », il y a « des valeurs » de la biodiversité.

2.3.1 Valeurs d'usage de la biodiversité

Les valeurs d'usage de la biodiversité peuvent être

- **Directes**, les comportements sont observables et les services parfois marchands. Ces valeurs peuvent découler d'une consommation directe (alimentation), d'un usage productif

³⁶ Aussi qualifié de stress environnemental, il fait par exemple référence à la sécheresse, la salinité ou les basses températures.

³⁷ Il faut cependant nuancer ce propos puisque cela dépend aussi du niveau dans la chaîne trophique de l'espèce invasive.

(pharmaceutique par exemple, voir encadré) ou de l'utilisation non exclusive du bien (usages récréatifs, éducation par exemple) ;

- Ou **indirectes** car la biodiversité s'exprime aussi par l'intermédiaire d'autres services. Les valeurs d'usage indirect correspondant aux avantages que des personnes retirent des services de régulation et de support, services réalisés par des écosystèmes abritant plus ou moins de biodiversité. Les personnes en bénéficient sans être en interaction avec ces services et, souvent, sans en avoir une conscience claire... tant que ces services ne sont pas menacés ou détruits³⁸.

Dès lors, il apparaît clairement que la **notion de valeur d'usage est directement reliée à celle de service**. Evaluer la valeur d'usage de la biodiversité pose donc la question du double-compte : la valeur d'usage totale de la biodiversité est entièrement comprise dans la valeur d'usage des services écosystémiques auxquels elle contribue. Par exemple, si l'on évalue le service d'approvisionnement « alimentation et matériaux », alors une partie de la valeur de la biodiversité sera comprise dedans.

2.3.2 Valeurs de non-usage de la biodiversité

La valeur de non-usage regroupe la valeur d'existence (valeur patrimoniale) et la valeur de legs aux générations futures. Certains y intègrent également une dimension altruiste qui consiste à avoir une utilité plus grande pour un bien environnemental qui serait utilisé par d'autres personnes.

Les valeurs de non-usage, qui sont couramment appréhendées par les méthodes dite des préférences déclarées, peuvent avoir une importance prépondérante dans les Consentements à Payer (CAP) recueillis. Même s'il est difficile et critiquable de vouloir isoler une telle valeur, quelques études ont essayé d'aborder la question. Ainsi Chevassus-au-Louis *et al.* (2009), rapportent que Stevens *et al.* (1991)³⁹ ont demandé aux personnes questionnées de répartir leur Consentements à Payer entre les différents types de valeurs. Ils ont obtenu comme réponse : 7 % pour les valeurs d'usage et d'option, 44 % en valeur de legs et 48 % en valeur d'existence. McConnell (1997) reprend les résultats d'une étude d'évaluation contingente réalisée en 1993 sur le marsouin, qui met en évidence qu'une part significative des individus est altruiste : leur consentement à payer est plus élevé s'ils savent que d'autres personnes pourront bénéficier d'une observation des marsouins.

2.3.3 Valeur instrumentale ou valeur intrinsèque

L'économie de l'environnement considère que les préférences individuelles constituent un indicateur pertinent pour mesurer la valeur d'un bien environnemental. Cette approche instrumentale s'oppose à la notion de « valeur intrinsèque » qui ne se réfère pas à l'utilité.

³⁸ Chevassus-au-Louis *et al.*, (2009). *Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes - Contribution à la décision publique. Centre d'Analyse Stratégique, rapport du groupe de travail.*

³⁹ Stevens T. H., Etchevarria J., Glass R.J., Hager T. et More T. A. (1991), « Measuring the existence value of wildlife: what do CVM estimates really show? », *Land Economics* 67, 390-400.

La valeur instrumentale est estimée à partir de référentiels anthropocentriques. Mais ce n'est pas pour autant qu'elle ne contient pas une valeur patrimoniale qui reconnaît l'importance de l'existence d'un bien environnemental pour ce qu'il est.

2.3.4 Appréhender l'usage et le non-usage dans la notion de biodiversité

La biodiversité se définit à quatre niveaux : les gènes, les espèces, les écosystèmes et les fonctionnalités de ces écosystèmes. Chacun de ces niveaux est relié aux autres. *In fine*, c'est bien l'ensemble des niveaux qui permet le fonctionnement de l'écosystème et donc la réalisation des services par les zones humides et profitant à l'homme (aujourd'hui ou dans le futur). La valeur d'usage peut être donc être valorisée par l'intermédiaire de ces services (voir Figure 11).

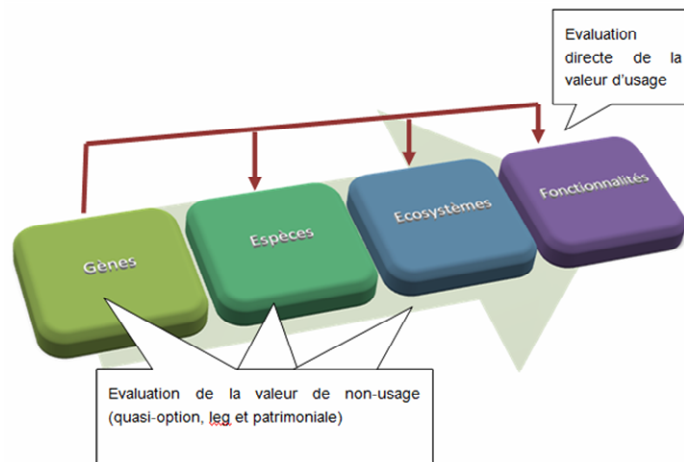


Figure 11. Lien entre la définition de la biodiversité les services rendus par les zones humides et les types de valeur

Reste donc la valeur de non-usage, qui ne peut-être, par définition, valorisée que par l'intermédiaire d'enquêtes (évaluation contingente ou analyse conjointe). C'est l'objet de la partie suivante.

3. FOCUS SUR L'ANALYSE CONJOINTE

Le principe de la méthode, brièvement rappelé en II.3.1⁴⁰ est similaire à celui de l'évaluation contingente. Son application au Marais breton, tourbières du Cézallier et étangs de la Brenne (II.3.2) permet d'approcher la valeur de non-usage de la biodiversité sur ces trois sites (II.3.3).

3.1 Principe de la méthode

Comme l'évaluation contingente, l'analyse conjointe est une méthode à préférence déclarée qui permet d'estimer à la fois les valeurs d'usage et de non-usage accordées à un bien environnementales.

Chaque personne est soumise à une série de choix, chaque choix ayant un coût associé et c'est le choix que fait la personne qui permet de déduire cette valeur.

3.2 Application de la méthode à 3 zones humides du Bassin Loire-Bretagne

La méthode de l'analyse conjointe a été appliquée à trois zones humides du bassin Loire-Bretagne : le Marais breton, les étangs de la Brenne et les tourbières du Cézallier. Chaque analyse conjointe a été adaptée au cas d'étude et aux besoins en termes d'évaluation. Mais la méthodologie générale (échantillonnage, développement des questionnaires, travail sur les scénarios et attributs) est la même.

3.2.1 L'échantillonnage

300 personnes ont été interrogées sur chacun des sites. L'échantillonnage a été établi selon deux critères : les quotas croisés (âge, sexe et activité) et le lieu d'habitation (habiter dans l'un des départements limitrophes (rayon de 30 km) du site d'étude).

Par ailleurs, chaque questionnaire était divisé en trois cas (voir II. 3.2.4), si bien que les quotas devaient être respectés pour chacun des cas (avec 100 personnes interrogées à chaque fois).

Et enfin, les communes d'enquêtes ont été déterminées (sur ou à proximité du secteur d'étude), avec un nombre précis de personnes à enquêter dans chaque commune (ou dans un groupe de communes lorsque le nombre d'habitants est trop faible).

⁴⁰ Le site internet <http://www.economie-environnement.alsace.developpement-durable.gouv.fr/article25.html> propose également une description de cette méthode. L'Annexe 3 propose quelques applications pratiques.

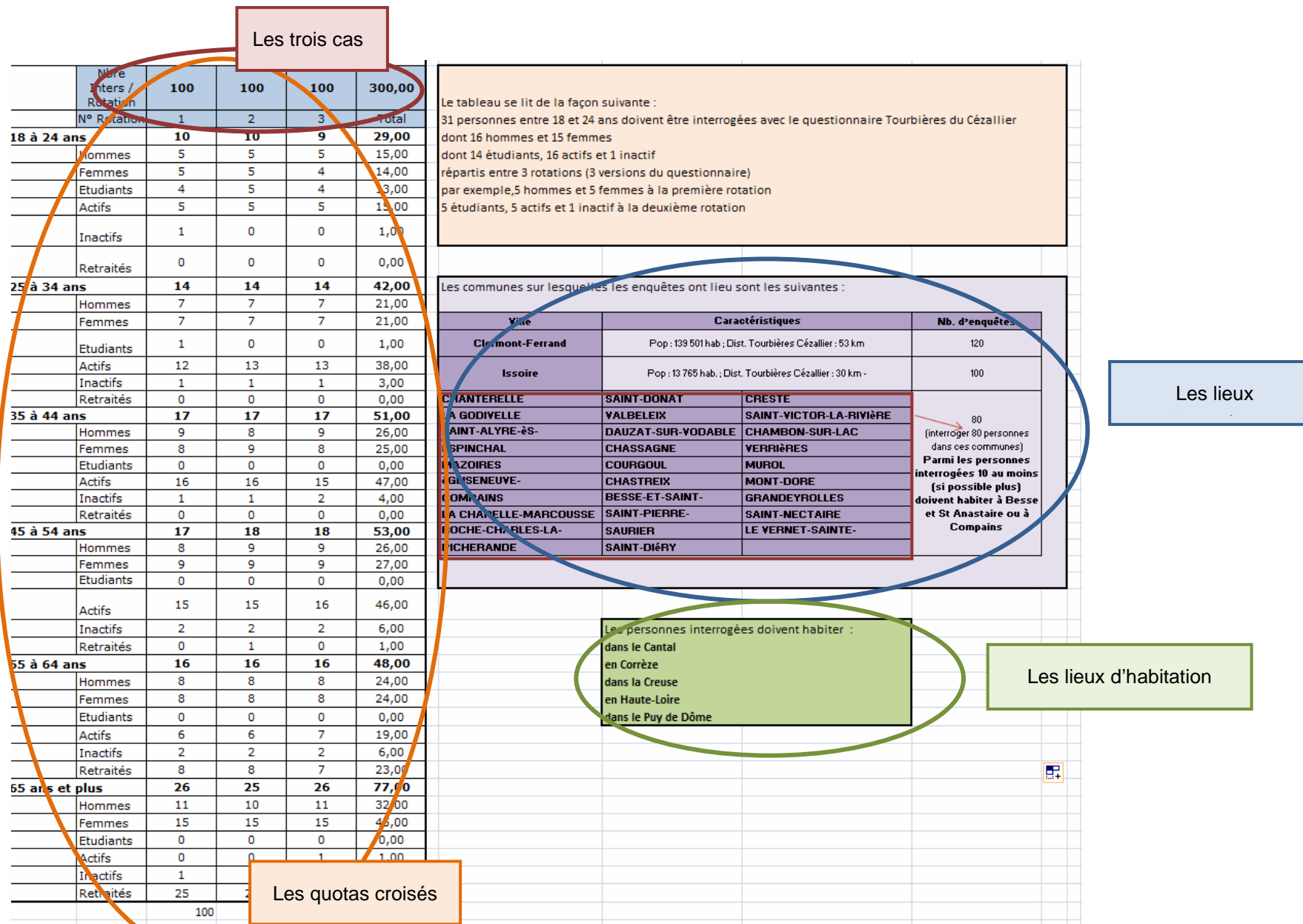


Figure 12. Echantillonnage et critères pour les enquêtes (Cas du Cézallier)

Le tableau et la figure suivante montrent les lieux d’habitation des personnes enquêtées, relativement bien réparties autour des sites d’étude.

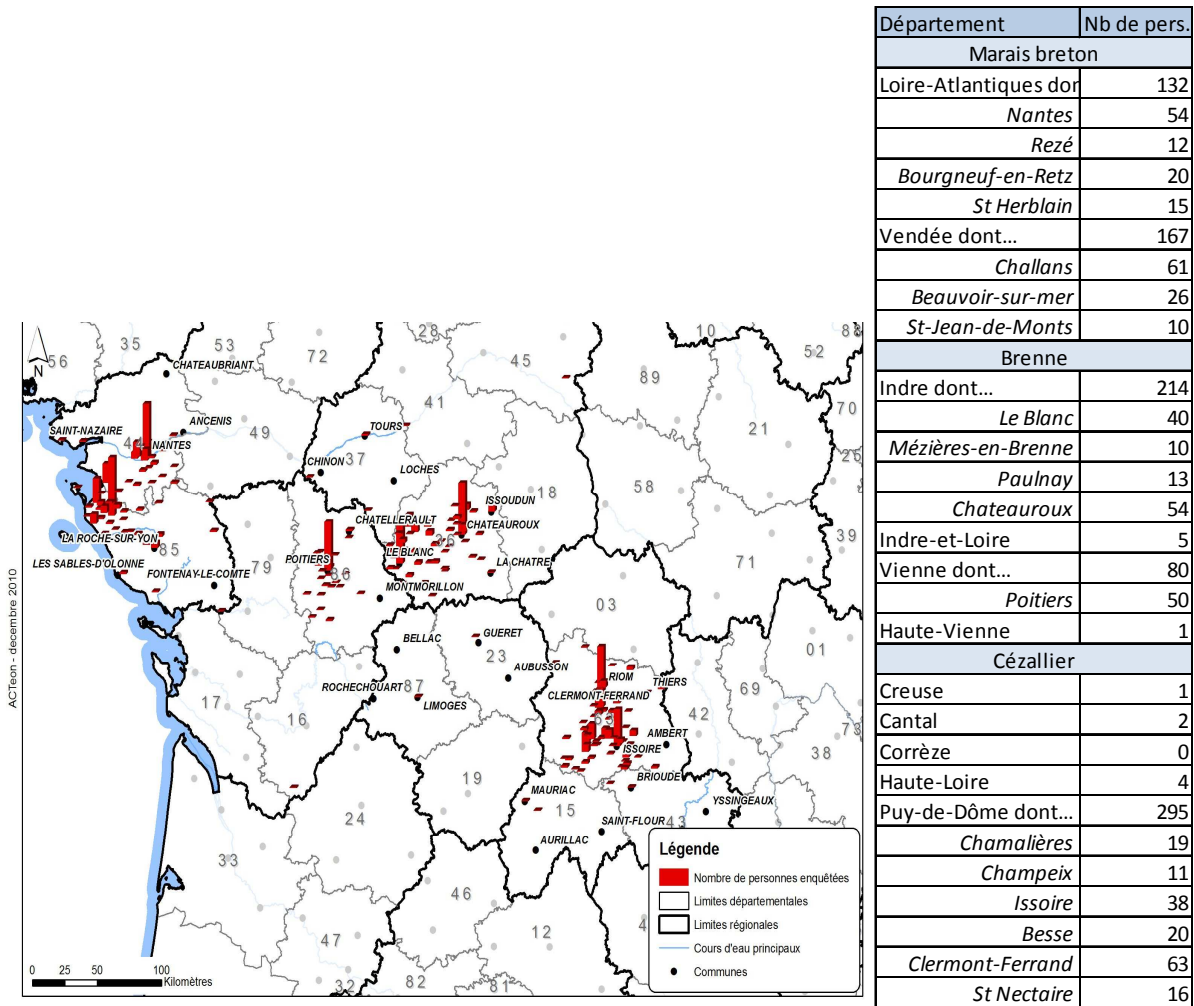


Figure 13. Répartition des enquêtes sur le Bassin Loire-Bretagne

3.2.2 Les questionnaires

Les questionnaires ont tous été bâtis sur le même principe (voir figure suivante) : avant de poser les questions propres à l’analyse conjointe, des questions introductives et de perception sont posées aux personnes interrogées. En dernier lieu, des questions permettant de comprendre les choix des personnes interrogées (attribut privilégié par exemple) et des questions socio-économiques sont posées.

Bonjour Madame / Monsieur,

Je mène une enquête pour l'Agence de l'eau Loire-Aval et les habitants de la région avec l'environnement. L'entretien prendra une quinzaine de minutes et sera à notre enquête ?

Si la personne exprime une certaine hésitation, préciser que ce n'est en aucun cas un test de connaissance mais bien une enquête pour mieux comprendre l'avis des habitants de cette région.

Q2 - Dans quel département habitez-vous ?

Puy de Dôme	Cantal	Haute-Loire	Creuse	Corrèze
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Si aucun de ces départements : STOP INTER

ATTENTION : QUOTAS

Q3 - Quel est votre âge ? Noter en clair / / et recoder

- 19 - 24 ans	1	- 45 - 54 ans	4
- 25 - 34 ans	2	- 55 - 64 ans	5
- 35 - 44 ans	3	- 65 ans ou plus	6

1 - Echantillonnage : questions pour déterminer si la personne entre dans les quotas et peut être interrogée.

2 - Connaissance et perception : quelle place occupe l'environnement et les questions liées à l'eau dans les sujets de préoccupations des personnes interrogées ? Connaissent-elles le mot « zones humides » ? et le site étudié ? ...

Partie B - Questions d'ordre général

B1 - Parmi les éléments listés dans ce tableau, quels sont d'après vous les deux principaux problèmes de votre r...

Partie C - Connaissances des zones humides

C1 - Avez-vous déjà entendu parler de « zone humide » ? Cocher

1 Oui → Aller en C2

2 Non → Passer la question C2

C2 - Uniquement si réponse « oui » à la question C1

Pouvez-vous citer un exemple de « zone humide »

Remplir

A TOUS

B2 - F...
import...
n'import...

3 - Présentation de la situation actuelle et future (hypothétique - voir II.3.2.3) Choix entre les combinaisons d'attributs (voir II.3.2.4) et questions sur les raisons de ces choix

Partie D - Dégradation et niveaux de restauration envisagés

Je vais maintenant vous présenter plus précisément les tourbières du Cézallier et leur intérêt pour l'Homme et pour la Nature.

Montrer le n°1 sur le schéma

Ces tourbières abritent et permettent de nourrir de nombreuses espèces d'animaux et de végétaux. Parmi les animaux, on compte par exemple la tourterze européenne ou le hibou grand-duc. Sur le site, on trouve aussi de nombreuses...

Montrer...

Comme o...
l'eau en...
alentours.

Montrer...

Ces tourb...
Il est donc...

Montrer...

Des pann...
scientifiq...

Descripti...
Je vais m...
Imaginons...
dégradé, l'éducation...

4 - Caractéristiques socio-économiques de la personne interrogée (âge, sexe, revenu, etc.)

Partie E - Explication des choix du répondant

E1 - Si le répondant a choisi a...
le vais vous lister une série...

Expliquer les scénarios à l'aide du texte ci-dessus, en les montrant à la personne interrogée. Cocher le choix effectué par le répondant.

	Sans restauration	Scénario A	Scénario B
Diversité des animaux et végétaux	0 %	Moyenne	Moyenne
Réservoir d'eau			
Paysage			
Education et recherche	Sans éducation et recherche	Sans éducation et recherche	Sans éducation et recherche
Contribution financière	0 € / personne / an	45 € / personne / an	45 € / personne / an
Choix	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Partie F - Caractéristiques du répondant

Je vais maintenant vous poser quelques questions générales vous concernant. Ces questions sont nécessaires afin de pouvoir analyser mes résultats. Vos réponses sont bien sûr ANONYMES et resteront CONFIDENTIELLES.

F1 - Cocher le sexe de la personne interviewée

1 Homme

2 Femme

F2 - Quelle est votre année de naissance s'il vous plaît ? Remplir Année : / / / / /

F3 - Pouvez-vous me préciser le nom précis de la commune de votre résidence principale ? Remplir

F4 - Pouvez-vous préciser le code postal de la commune de votre résidence principale ? Remplir le code postal Code postal : / / / / /

F5 - Quel est le nombre d'adultes (plus de 18 ans) et d'enfants de moins de 18 ans VIVANT DANS VOTRE MENAGE, y compris vous-même ? Remplir 1 / / / / / adultes (plus de 18 ans) vivant dans votre ménage

Je déclare que l'entretien a été mené en conformité avec le code de conduite ESOMAR et avec les instructions du briefing et en particulier la présentation au mot à mot du questionnaire.

SIGNATURE ENQUETEUR : CONTROLE CHEF D'EQUIPE :

SIGNATURE INTERVIEWE(E) : (Obligatoire pour valider l'interview)

Et quelques éléments pour préparer le **contrôle qualité** (rappeler une partie de l'échantillon)

Figure 14. Structuration générale des questionnaires d'enquête

3.2.3 Présentation de la situation actuelle et future (hypothétique) : une mise en situation

Afin d'amener les personnes interrogées à faire des choix entre les différents scénarios qui leur étaient proposés, le site est géographique localisé, la présentation du site (actuellement) et la présentation d'une situation future (hypothétique) leur est faite (voir figure suivante), et des possibilités de restauration (suite à la dégradation hypothétique) sont proposées.

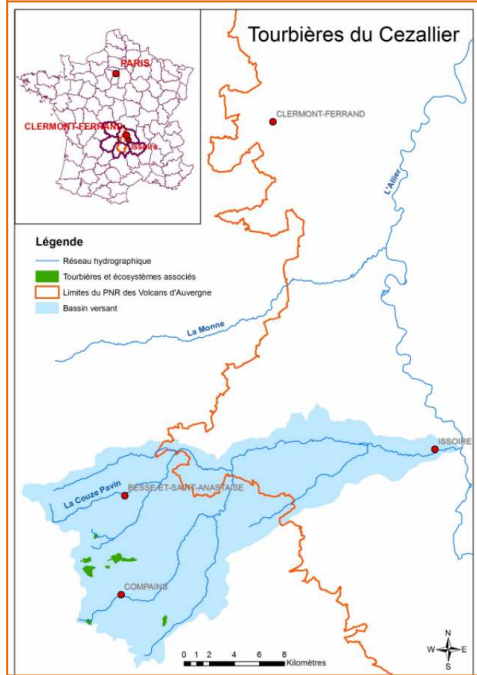
Pourquoi inventer une dégradation future hypothétique ? L'objectif de l'analyse conjointe est que les personnes interrogées expriment la valeur qu'elles accordent aux différents attributs choisis. C'est la valeur actuelle de ces attributs que l'on cherche à évaluer. Nous plaçons donc les personnes interrogées dans une situation de dégradation, afin qu'elles expriment combien elles seraient prêtes à payer pour revenir à tel ou tel niveau de service.

Montrer la carte de localisation des tourbières du Cézallier

On s'intéresse maintenant aux tourbières du Cézallier. Elles se situent dans les limites du Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne (*montrer la limite orange sur la carte de France puis sur la grande carte*). On voit aussi certaines communes comme Compains, Besse-et-St-Anastaise, ou plus loin, Issoire et Clermont Ferrand (*montrer sur la carte*).

Les tourbières du Cézallier sont représentées en vert sur la carte. Il existe d'autres tourbières dans le Parc mais on s'intéresse uniquement à celles représentées sur la carte. Du nord au sud, on voit la tourbière de l'Estivadoux, Montcineyre plaine, le lac-tourbière de Bourdouze, la tourbière d'Escoufort-bas, le lac de Montcineyre, la tourbière du col de la Chaumoune et le lac de Bordes (*montrer du doigt les tourbières*).

La zone en bleu correspond à un bassin versant, c'est-à-dire que toute goutte de pluie qui tombe sur cette zone (*montrer les tourbières*) s'écoule jusqu'à Issoire (*montrer sur la carte*) et se déverse dans l'Allier.



1- Localiser le site

3 - Situation hypothétique future

Description de la dégradation

Je vais maintenant vous présenter une situation fictive.

Imaginons qu'un incendie détruit l'ensemble des tourbières du Cézallier. Le paysage est alors complètement dégradé, il n'y plus d'animaux ni de végétaux, les tourbières ne stockent plus d'eau. Les activités en lien avec l'éducation à l'environnement et les recherches scientifiques n'ont plus de sens.

Présentation des restaurations envisageables :

Montrer les fiches descriptives

Concernant la diversité des animaux et des végétaux :

Elle peut être faible, moyenne ou forte selon le type de restauration envisagé.

- Dans le premier cas, on ne trouve plus aucune espèce animale et végétale sur les tourbières du Cézallier.
- Dans le second cas, les animaux et végétaux réapparaissent mais en faible nombre.
- Dans le dernier cas, on retrouve la diversité actuelle

Concernant le rôle de réservoir d'eau :

Selon le type de restauration envisagé,

- les tourbières ne jouent plus du tout leur rôle de réservoir ; (*montrer la vignette du haut*)
- jouent leur rôle, mais réduit à 50 % de leur potentiel ; (*montrer la vignette du milieu*)
- ou alors, elles stockent à nouveau de l'eau, comme aujourd'hui. (*montrer la vignette du bas*)

Concernant le paysage :

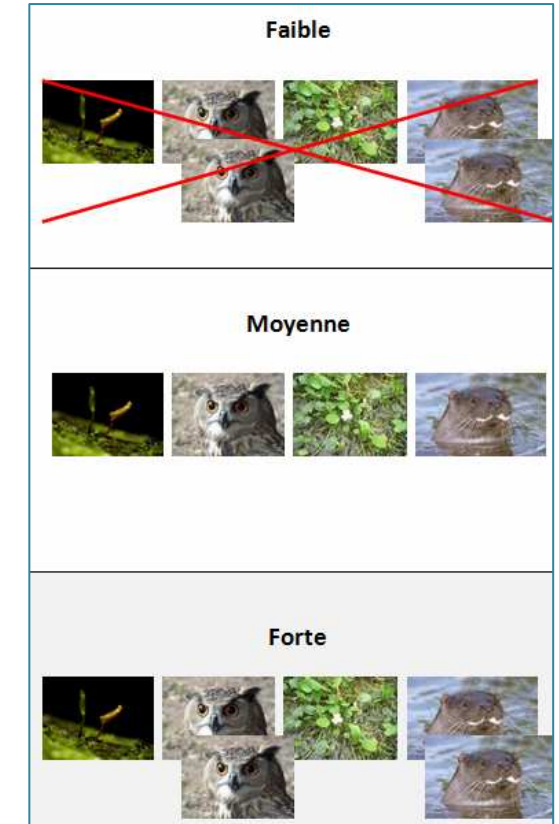
Selon le type de restauration envisagé,

- le paysage est visuellement dégradé (*montrer la vignette du haut*).
- Ou alors, on retrouve un paysage naturel comme aujourd'hui, où il est agréable de se promener (*montrer la vignette du bas*).

Concernant les activités d'éducation et de recherche :

Selon le type de restauration envisagé,

- Les activités éducatives ou scientifiques sont impossibles (*montrer la vignette du haut*)
- ou des parcours éducatifs sont construits, permettant aux visiteurs de découvrir les tourbières du Cézallier. Ces tourbières retrouvent aussi leur intérêt scientifique (*montrer la vignette du bas*)



4- Les différents niveaux de restauration par attribut

2- Quel intérêt du site aujourd'hui ?

Je vais maintenant vous présenter plus précisément les tourbières du Cézallier et leur intérêt pour l'Homme et pour la Nature.

Montrer le n°1 sur le schéma

Ces tourbières abritent et permettent de nourrir de nombreuses espèces d'animaux et de végétaux. Parmi les animaux, on compte par exemple la loutre européenne ou le hibou grand duc. Sur le site, on trouve aussi de nombreuses espèces de plantes, dont des mousses et fougères qui ne se développent que dans ce type de milieu.

Montrer le n°2 sur le schéma

Comme on le voit, les tourbières du Cézallier constituent un atout précieux en cas de sécheresse puisqu'elles gardent l'eau en réserve, comme dans une grosse éponge. C'est notamment bénéfique aux vaches qui pâturent aux alentours. Les tourbières peuvent aussi alimenter les rivières en aval.

Montrer le n°3 sur le schéma

Ces tourbières sont accompagnées de lacs, de prairies, de bois marécageux, qui participent à la beauté du paysage. Il est donc agréable de s'y promener.

Montrer le n°4 sur le schéma

Des panneaux pédagogiques permettent aux visiteurs de découvrir ce milieu. Les tourbières ont également un intérêt scientifique, notamment pour comprendre et étudier le climat.

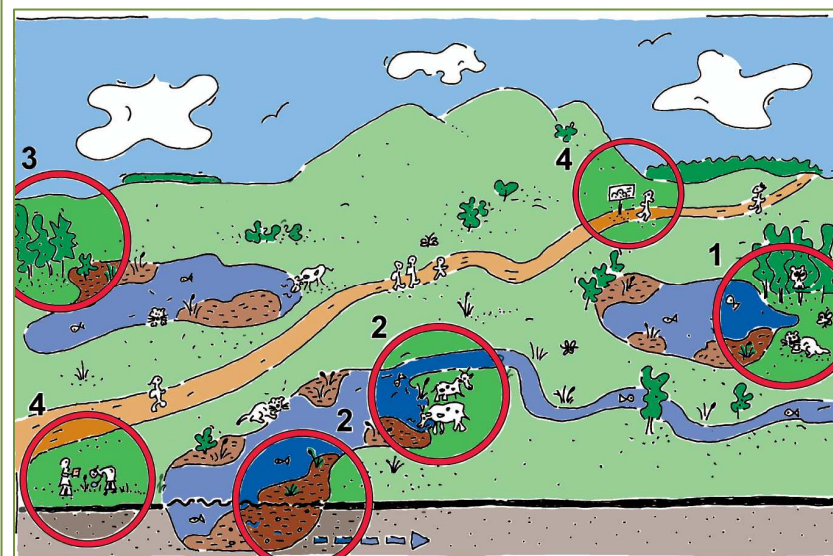


Figure 15. La mise en situation des personnes interrogées (site des tourbières du Cézallier)

3.2.4 Les attributs et leurs combinaisons

Comme cela a déjà été évoqué, pour chaque site, quatre attributs, reflétant au mieux la diversité et l'intérêt du site, ont été choisis⁴¹. Comme dans l'exemple ci-dessus appliqué aux tourbières du Cézallier, chacun des attributs est décomposé en deux ou trois niveaux, clairement expliqué aux personnes interrogées. Des mots simples sont employés.

Ainsi, les enquêtes préalables de perception ont montré que le concept de « biodiversité » n'est pas toujours maîtrisé, son expression a donc été substituée par les termes « Diversité des animaux et des végétaux ». Par ailleurs, des supports visuels permettent aux personnes interrogées de bien comprendre de quoi nous parlons. La compréhension de l'ensemble de ces supports a été testée.

Tableau 5. Attributs choisis par site

Niveau	Attribut	Marais breton	Tourbières du Cézallier	Etangs de la Brenne
Attributs à Trois niveaux (faible, moyen, fort)	Attribut 1	Biodiversité	Biodiversité	Espèces connues
	Attribut 2	Epuration de l'eau	Rôle de réservoir d'eau	Espèces mal connues
Attributs à deux niveaux (faible, fort)	Attribut 3	Paysage	Paysage	Habitats
	Attribut 4	Accessibilité	Éducation et recherche	Services écosystémiques

En plus de ces quatre attributs, il faut ajouter un attribut monétaire qui reflète le prix des différentes combinaisons d'attributs/niveaux d'attribut. L'ensemble des combinaisons possibles est appelé (plan factoriel complet).

Cependant, ce plan complet représente souvent plusieurs centaines ou milliers d'options⁴² et il n'est pas envisageable de tous les présenter aux personnes interrogées. **Il est donc nécessaire de concevoir un plan factoriel partiel, qui constituera alors la base de ce qui sera présenté aux personnes interrogées.** L'utilisation d'un plan factoriel partiel implique nécessairement une perte d'information statistique, notamment sur les interactions entre attributs, dont les effets peuvent être confondus (non distinguables). La construction du plan factoriel doit être faite de manière à ce que les effets de premier ordre et certains effets d'ordre supérieur ayant un intérêt majeur puissent être estimés, en faisant l'hypothèse que les autres effets ne sont pas significatifs. En effet, les effets de premier ordre expliquent en général 70 à 90 pourcent de la variance et ceux de second ordre en expliquent 5 à 15 % (Cemagref, 2009, d'après Louvière et al. 2000).

⁴¹ Le choix de ces attributs a été explicité dans une note sur la construction des questionnaires remise à l'Agence de l'eau Loire-Bretagne.

⁴² Pour 4 attributs avec chacun 3 niveau et 1 attribut (monétaire) de 6 niveaux, on obtient $4^3 * 6^1 = 384$ alternatives...

Certains principes permettent de limiter cette perte d'information. Selon Zwerina *et al.* (1996), la sélection des cartes de choix⁴³ pour la mise en place d'un plan factoriel partiel efficient doit suivre les 4 principes suivants :

- **L'orthogonalité** : le niveau d'un attribut varie indépendamment du niveau des autres ;
- **L'équilibre des niveaux** : les niveaux d'un attribut ont la même fréquence d'occurrence (donc s'il y a trois choix, il faudra que l'augmentation du stock de poissons soit successivement faible, moyen ou fort – on ne pourra pas avoir 5 choix avec 3 attributs – mais avec 6 choix, on aura deux choix avec faible, deux choix avec moyen et deux choix avec fort ?) ;
- Le « **Minimal Overlap** » : la probabilité que le niveau d'un attribut se répète dans une autre carte de choix sélectionnée doit être minimale (donc trois attributs = trois choix, et donc il faut essayer de faire en sorte que les différents attributs aient le même nombre de niveaux ?);
- **L'équilibre de l'utilité** : lors d'un choix, les utilités correspondant aux différentes options» doivent être les mêmes, c'est-à-dire qu'il ne doit pas y avoir de choix dominant parmi les options proposées.

L'application de ces 4 principes étant quasiment impossible, l'objectif est de tendre au maximum vers leur vérification et donc vers l'effcience du plan d'expérience choisi. Il existe un algorithme pour cela. Pour plus d'information, voir *Louvière et al, 2000*⁴⁴.

Nous choisissons donc au final d'utiliser 18 combinaisons d'attributs, présentés dans le tableau suivant.

⁴³ Carte de choix : ensemble d'option présenté à chaque fois qu'une personne fait un choix entre plusieurs options)

⁴⁴ Louvière. J., D. Hensher, J. Swait and W Adamowicz (2000). *Stated Choice Methods : Analysis and Applications*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, U. K.

Tableau 6. Niveau d'attribut pour chacune des 18 combinaisons

Num_combinaisons	Attribut 1	Attribut 2	Attribut 3	Attribut 4	Prix (€/ménage/an)
0	niveau faible	niveau faible	niveau faible	niveau faible	0
1	niveau fort	niveau moyen	niveau faible	niveau faible	15
2	niveau fort	niveau moyen	niveau moyen	niveau faible	30
3	niveau faible	niveau moyen	niveau faible	niveau faible	45
4	niveau faible	niveau moyen	niveau moyen	niveau moyen	60
5	niveau moyen	niveau moyen	niveau moyen	niveau faible	75
6	niveau moyen	niveau moyen	niveau moyen	niveau moyen	90
7	niveau fort	niveau faible	niveau faible	niveau faible	90
8	niveau fort	niveau faible	niveau moyen	niveau moyen	75
9	niveau faible	niveau faible	niveau moyen	niveau faible	15
10	niveau faible	niveau faible	niveau moyen	niveau moyen	30
11	niveau moyen	niveau faible	niveau faible	niveau faible	60
12	niveau moyen	niveau faible	niveau moyen	niveau faible	45
13	niveau fort	niveau fort	niveau moyen	niveau faible	60
14	niveau fort	niveau fort	niveau moyen	niveau moyen	45
15	niveau faible	niveau fort	niveau faible	niveau faible	75
16	niveau faible	niveau fort	niveau moyen	niveau faible	90
17	niveau moyen	niveau fort	niveau faible	niveau faible	30
18	niveau moyen	niveau fort	niveau moyen	niveau moyen	15

Une personne ne pouvant pas assimiler l'information contenue dans 18 combinaisons, 3 versions de questionnaire sont construites et chaque personne fait trois séries de choix. Un jeu de trois scénarios (combinaisons d'attributs) lui est proposé : le statu quo (numéro 0) et deux autres choix (voir figure suivante), et elle doit en choisir un seul. Cet exercice se répète trois fois.

D1 – Quel scénario aurait votre préférence en tenant compte de la contribution financière à payer tous les ans (Jeux 1) ?

Expliquer les scénarios à l'aide du texte ci-dessus, en les montrant à la personne interrogée. Cocher le choix effectué par le répondant.







	Scénario de base	Scénario A	Scénario B
Espèces connues	Faible 	Moyen 	Moyen 
Espèces mal connues	Faible 	Faible 	Fort 
Habitats naturels	Habitats Dégradés → Reproduction → Repos → Nourrissage	Habitats de qualité → Reproduction → Repos → Nourrissage	Habitats Dégradés → Reproduction → Repos → Nourrissage
Services rendus par les étangs	Fonctionnement des étangs perturbé → Services naturels	Fonctionnement des étangs perturbé → Services naturels	Fonctionnement des étangs perturbé → Services naturels
Contribution financière	0 € / personne / an	45 € / personne / an	30 € / personne / an
Choix	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figure 16. Un exemple de jeu (questionnaire des étangs de la Brenne) : la personne interrogée doit choisir une combinaison d’attributs (appelée scénario) parmi les trois proposées

3.3 L’analyse économétrique des résultats

3.3.1 Quelques éléments théoriques

La théorie économique et économétrique de l’analyse conjointe est largement détaillée en Annexe 7.

Nous retiendrons que si un individu *i* a le choix entre trois combinaisons (0, 1 2) et qu’il choisit la combinaison 1, c’est que c’est celle qui lui procure la plus grande utilité (bien-être en termes économiques).

Par exemple, pour le Marais breton, la fonction d’utilité de la personne *i* qui choisit la combinaison *j* s’écrit :

Équation 1

$$\begin{aligned}
 U_{ij} = & a_1 \cdot Bio_{1j} + a_2 \cdot Bio_{2j} + b_1 \cdot Epu_{1j} + b_2 \cdot Epu_{2j} + c_1 \cdot Pay_j + d_1 \cdot Acc_j + \\
 & + \lambda \cdot prix_j \\
 & + ASC_1 + ASC_2 + ASC_1 \cdot Nbp + ASC_2 \cdot Nbp + ASC_1 \cdot Csite + ASC_2 \cdot Csite \\
 & + \varepsilon_i
 \end{aligned}$$

- **Bio, Epu, Pay et Acc** sont les quatre attributs choisis : la biodiversité, la fonction d'épuration, le paysage et l'accessibilité au site. Pour ces variables, nous utilisons un « *coding effect* »⁴⁵ : les variables indicées 1 : Bio_{1j}, Epu_{1j} valent 1 si dans la combinaison j, l'attribut correspondant (Biodiversité ou Epuration) est à niveau moyen, 0 s'il est à niveau fort, et -1 sinon. Les variables indicées 2 : Bio_{2j}, Epu_{2j} valent 1 si dans la combinaison j, l'attribut correspondant (Biodiversité ou Epuration) est à niveau fort, 0 s'il est à niveau moyen, et -1 sinon. Le tableau suivant illustre ces propos.

Tableau 7. Codage des attributs

Num_scenario	Bio1	Bio2	Epu1	Epu2	Paysage	Accessibilité	prix
0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0
1	0	1	1	0	-1	-1	15
2	0	1	1	0	1	-1	30
3	-1	-1	1	0	-1	-1	45
4	-1	-1	1	0	1	1	60
5	1	0	1	0	1	-1	75
6	1	0	1	0	1	1	90
7	0	1	-1	-1	-1	-1	90
8	0	1	-1	-1	1	1	75
9	-1	-1	-1	-1	1	-1	15
10	-1	-1	-1	-1	1	1	30
11	1	0	-1	-1	-1	-1	60
12	1	0	-1	-1	1	-1	45
13	0	1	0	1	1	-1	60
14	0	1	0	1	1	1	45
15	-1	-1	0	1	-1	-1	75
16	-1	-1	0	1	1	-1	90
17	1	0	0	1	-1	-1	30
18	1	0	0	1	1	1	15

L'intérêt d'un tel codage est de pouvoir calculer les valeurs de chacun des niveaux dans l'absolu et non l'un par rapport à l'autre. En effet, l'autre codage usuel des variables qualitatives est la construction de variables indicatrices (*dummy coding*). Si on a deux niveaux (faible et fort), un des deux niveaux est supprimé de l'équation (niveau faible par exemple) et l'autre niveau s'interprète en comparaison : le coefficient reflète la valeur du passage du niveau faible au niveau fort. Avec l'*effect coding*, il est possible également d'estimer la valeur du niveau faible dans l'absolu.

- **Prix** correspond à l'attribut monétaire, le prix proposé pour la combinaison j.

⁴⁵ Voir en particulier Dachary J. (2004) « Une évaluation économique du paysage – une application de la méthode des choix multi-attributs aux Monts d'Arrée » Economie et Statistiques 373

- Les variables **ASC₁** et **ASC₂** sont deux variables indicatrices : ASC₁ prend la valeur 0 pour la combinaison 0 (le site reste très endommagé et le coût est nul), 1 pour la première combinaison proposée et 0 pour la deuxième. ASC₂ prend également la valeur 0 pour le statu quo, et la première combinaison de réhabilitation proposée et 1 pour la deuxième. Ces deux variables captent le fait que les ménages pourraient privilégier une combinaison ou une autre simplement pour une question d'ordre de présentation.
- Les variables ASC permettent par ailleurs d'introduire des variables individuelles (il s'agit alors d'un modèle logit multinomial). Les variables ASC ont donc été croisées avec le nombre de personnes du ménage (**Nbp**) et le fait que la personne interrogée connaisse le site et s'y soit rendu (**Csite**).
- Le terme ϵ_i représente les goûts propres à l'individu *i*. Nous supposons ici qu'ils sont indépendant de *j* et également que les coefficients des autres variables ne dépendent pas des caractéristiques de l'individu.

Le calcul de la valeur de chacun des attributs est alors assez aisé, par exemple pour la biodiversité :

- Valeur niveau faible = $-(a_1 + a_2)$
- Valeur niveau moyen = $-a_1/\lambda$
- Valeur niveau fort = $-a_2/\lambda$

L'utilité indirecte d'une catégorie d'individu pour un scénario *j* (U_j) peut être calculée en reprenant l'équation 1 et en remplaçant les variables par leur valeur.

La différence d'utilité entre deux combinaisons d'attributs (par exemple combinaison avec amélioration par rapport au statu quo) peut être calculée à l'aide de la formule suivante :

Équation 2

$$\Delta_{j0} = \frac{-1}{\lambda * (U_1 - U_0)}$$

3.3.2 Les résultats sur les trois sites d'étude

a) Le Cézallier

Les résultats obtenus par le modèle du logit multinomial sont les suivants :

Tableau 8. Résultats du modèle logit multinomial sur l'échantillon « Cézallier »

Variable	Coefficient	Std Error	Intervalle de confiance (98%)	
Bio1	0,35	0,10	0,16	0,54
Bio2	-0,70	0,12	-0,94	-0,46
Reservoir1	0,71	0,11	0,50	0,92
Reservoir2	0,08	0,09	-0,10	0,26
Paysage	-0,14	0,09	-0,32	0,04
Educ_recherche	0,74	0,07	0,60	0,88
prix	-0,01	0,00	-0,01	0,00
ASC1	0,05	0,35	-0,63	0,74
ASC2	0,57	0,33	-0,07	1,21
Nbp_ASC1	-0,06	0,08	-0,23	0,10
Nbp_ASC2	-0,04	0,08	-0,20	0,12
Csite_ASC1	0,38	0,27	-0,15	0,92
Csite_ASC2	0,05	0,26	-0,46	0,56

Ils montrent notamment que plus le nombre de personnes dans le ménage est important, plus les personnes interrogées vont avoir tendance à choisir le statu quo (pas d'amélioration), certainement pour des questions de revenus. En revanche, les personnes connaissant le site vont d'avantage choisir un scénario d'amélioration que celles qui ne le connaissent pas.

Pour les zones humides du Cézallier, trois attributs ont une valeur significativement positive (voir tableau suivant) : la biodiversité, le rôle de réservoir d'eau et les potentialités éducatives et de recherche du site sont évalués positivement par les personnes interrogées. En revanche, il ne semble pas que les personnes interrogées accordent de véritable valeur au paysage, peut-être considèrent-elles que la biodiversité et le stockage d'eau sont des éléments constitutifs du paysage.

Tableau 9. Valeurs des attributs du Cézallier (en €/ménage/an)

	Niveau faible au niveau moyen	Niveau faible au niveau fort
Biodiversité	38	-77
Réservoir d'eau	79	0 (Non sign.)
Paysage	0 (Non sign.)	
Education et recherche	82	

Note : (non sign.) signifie que la valeur n'est pas significativement différente de zéro, une valeur nulle est donc attribuée

Pour le passage du niveau faible au niveau fort, la biodiversité et le rôle de réservoir d'eau des tourbières ont cependant, soit une valeur négative, soit une valeur non significative. Cela peut signifier que les personnes interrogées accordent une véritable valeur à l'environnement mais se satisfont d'une restauration partielle du milieu, surtout si cela a un coût. Une autre façon de le formuler est de considérer que les personnes interrogées ne voient pas réellement de différence entre le niveau intermédiaire et le niveau fort (ils s'arrêtent sur le principe d'une amélioration). Ce type de valeurs (valeurs négatives, non significatives) se rencontre relativement fréquemment dans le cadre d'analyses conjointes.

Pour l'évaluation de la valeur économique totale des tourbières du Cézallier, la valeur de la biodiversité a été fixée à 38 €/ménage/an.

b) Le Marais breton

Pour le Marais breton, les résultats de l'analyse conjointe montrent que l'épuration de l'eau (passage du niveau faible au niveau moyen) et l'accessibilité au site sont positivement valorisés par les personnes interrogées. Comme pour le Cézallier, le paysage a une valeur non significativement différente de zéro, tout comme la biodiversité (voir tableau suivant).

Tableau 10. Valeurs des attributs du Marais breton (en €/ménage/an) – avec 4 attributs

	Niveau faible au niveau moyen	Niveau faible au niveau fort
Biodiversité	0 (Non sign.)	0 (Non sign.)
Epuration de l'eau	25	0 (Non sign.)
Paysage	0 (Non sign.)	
Accessibilité	24	

Note : (non sign.) signifie que la valeur n'est pas significativement différente de zéro, une valeur nulle est donc attribuée

Les attributs paysage et accessibilité peuvent être combinés pour traduire la valeur des activités récréatives⁴⁶ (voir tableau suivant).

Tableau 11. Combinaison des niveaux pour les activités récréatives

Paysage		Accessibilité		Activités récréatives
Faible	+	Faible	=	Moyen
Faible	+	Fort	=	Moyen
Fort	+	Faible	=	Moyen
Fort	+	Fort	=	Fort

⁴⁶ Si le paysage et l'accessibilité sont à un niveau faible alors les activités ré

Pour les attributs biodiversité et épuration de l'eau, cette combinaison d'attributs ne change pas les résultats. En revanche, les activités récréatives captent la valeur de l'accessibilité, les personnes interrogées accordent une valeur de 19 €/ménage/an pour le passage d'un niveau faible à un niveau moyen et 12 euros de plus pour le passage d'un niveau moyen à un niveau fort.

Cette combinaison a notamment utile pour comparer les résultats avec ceux obtenus sur le PNR des marais du Cotentin et du Bessin dans le cadre d'une étude menée par ACTeon pour le CGDD. En particulier, la biodiversité y a une valeur positive (mais uniquement pour le passage d'un niveau faible à un niveau fort) égale à 9 €/ménage/an.

Pour le Marais breton, en accord avec la théorie économique, le regroupement d'attributs ne modifie par la valeur de la biodiversité, qui reste à une valeur non significative (voir tableau suivant).

Tableau 12. Valeurs des attributs du Marais breton (en €/ménage/an) – avec 3 attributs

	Niveau faible au niveau moyen	Niveau faible au niveau fort
Biodiversité	0 (Non sign.)	0 (Non sign.)
Epuration de l'eau	22	0 (Non sign.)
Activités récréatives	19	31

Note : (non sign.) signifie que la valeur n'est pas significativement différente de zéro, une valeur nulle est donc attribuée

Le pseudo-R2, indicateur de la capacité explicative du modèle, est de 0.7, donc relativement faible. Une solution alternative est donc de ne pas passer par l'analyse économétrique, mais de considérer directement les valeurs des scénarios. Pour chacun des 3 séries de choix auxquelles elles sont confrontées, les personnes interrogées choisissent entre trois scénarios. Pour chacun d'entre eux, un montant à payer est indiqué.

Si une personne choisit un scénario, alors elle est prête à payer ce montant pour les améliorations décrites dans le scénario se réaliser : par exemple, pour le scénario 1, 15 euros correspondent au passage de la biodiversité d'un niveau faible à un niveau fort, pour la capacité épuratoire du marais, le passage d'un niveau faible à un niveau moyen et pas de changement pour l'accessibilité au site et les paysages. Partant de ce constat, nous essayons de partager les 15 euros entre les deux attributs biodiversité et épuration, en attribuant des poids à chacun d'entre eux. Deux critères sont choisis pour déterminer ces poids :

- Le pourcentage de personnes qui déclarent choisir l'attribut comme le plus important : par exemple 42% pour la biodiversité.
- Le niveau d'amélioration (passage du niveau faible au niveau moyen = 1 ; passage du niveau moyen au niveau fort = 2) ;

Pour chaque individu de l'échantillon et chaque choix effectué, une valeur par attribut est calculée. La valeur obtenue pour la biodiversité est de 8,5 €/ménage/an, soit une valeur relativement proche de celle obtenue sur le PNR des marais du Cotentin et du Bessin.

c) Etangs de la Grande Brenne

Sur les étangs de la Grande Brenne, les attributs choisis sont tous orientés vers la notion de biodiversité, à la fois sur les espèces, en séparant celles qui sont « connues », de celles qui sont « mal connues », le milieu (les habitats) et le bon fonctionnement de l'écosystème (services écosystémiques).

Les espèces connues (les noms de loutre, héron, tortue sont évoqués dans le questionnaire) sont estimées avoir une valeur de 48 €/ménage/an pour le passage du niveau faible au niveau moyen, et une faible de 30 € pour un passage vers le niveau fort.

Les espèces mal connues ne sont elles pas valorisées par les personnes interrogées. Les habitats et le milieu en tant que tel auraient une valeur négative, ce concept étant certainement trop abstrait pour les personnes interrogées. En revanche, le fonctionnement écosystémique a une valeur positive significative de 35 €/ménage/an.

Sur ce modèle, le pseudo-R2 est estimé à 0.17 ce qui montre une bonne, voire une très bonne spécification du modèle.

Tableau 13. Valeurs des attributs des étangs de la Grande Brenne (en €/ménage/an) – avec 4 attributs

	Niveau faible au niveau moyen	Niveau faible au niveau fort
Espèces connues	48	30
Espèces mal connues	0 (Non sign.)	0 (Non sign.)
Habitats	-16	
Services écosystémiques	35	

Note : (non sign.) signifie que la valeur n'est pas significativement différente de zéro, une valeur nulle est donc attribuée

4. CONCLUSIONS SOUS FORME DE MISE EN PERSPECTIVE DES RESULTATS

Les évaluations effectuées sur les cinq des sept sites d'étude ont été réalisées avec la même méthodologie et à partir d'hypothèses cohérentes. En dépit des différences inhérentes à la nature des sites (plaine alluviale, marais, étangs, tourbières, lagunes), il est donc possible de mettre en parallèle les résultats obtenus sur chacun d'entre eux (II.4.1). Ces résultats sont par ailleurs comparés à quelques sources d'information extérieures afin d'en vérifier la pertinence générale (II.4.2).

Sur deux sites (Lagune de la Belle Henriette et Baie de St Brieuc), l'évaluation économique n'a pas été menée à son terme.

Pour la lagune de la Belle Henriette, la petite taille du site et la nature des services rendus (biodiversité principalement) rend difficile le choix d'une assiette d'extrapolation pertinente. Seules des valeurs unitaires sont donc proposées (se référer à la fiche).

Pour la Baie de St Brieuc, les zones humides sont de petites tailles et très dispersées sur le bassin versant. Par ailleurs, en l'état actuel, leur capacité à rendre des services écosystémiques est réduite. Il a donc été jugé préférable de ne pas faire d'évaluation économique sur ce site, mais de proposer des pistes de réflexion sur les marées vertes, par une synthèse de littérature.

4.1 Comparaison des résultats des sites d'étude

La mise en perspective des valeurs des services rendus par les zones humides doit être lue au regard (1) du contexte de chaque site, (2) de la superficie de zones humides concernée, et (3) de la qualité de l'information qualitative et quantitative disponible. Le tableau suivant résume ces deux dernières informations⁴⁷.

⁴⁷ Pour le contexte spécifique à chaque site, voir les fiches par site.

Tableau 14. Synthèse de la valeur économique des services rendus par les zones humides sur les sites d'étude (tableaux)

Services (fonction et usage)	Tourbières du Cézallier			Etangs de la Grande Brenne			Marais breton		
	Min.	Max.	Inc.	Min.	Max.	Inc.	Min.	Max.	Inc.
Superficie des zones humides (ha)	222			7 000			35 000		
Ecrêtement des crues	∅	∅		∅	∅		?	?	
Recharge des aquifères (et soutien d'étiage)	0,4	0,7	*	∅	∅		∅	∅	
Purification de l'eau	∅	∅		∅	∅		2,7	3,3	**
Alimentation en eau potable	Voir soutien d'étiage			∅	∅		∅	∅	
Conchyliculture	∅	∅		∅	∅		14,0	22,0	**
Pêche à pied professionnelle	∅	∅		∅	∅		0,4	0,5	**
Pêche à pied de loisir	∅	∅		∅	∅		0,1	0,4	**
Régulation du climat	0,1	0,1	**	∅	∅		∅	∅	
Pisciculture	∅	∅		1,4	1,4	**	?	?	
Agriculture (prairies humides)	0,9	1,8	*	∅	∅		7,5	16,3	**
Abreuvement des animaux	∅	∅		0	1,7	**	∅	∅	
Chasse	∅	∅		4,4	16,5	**	1,9	3,1	*
Pêche amateur	0,03	0,04	**	0,6	0,8	**	∅	∅	
Valeur éducative & scientifique	0,01	0,01	*	0,3	0,5	*	0,4	0,4	*
Promenade & observation de la nature	0,04	0,6	*	4,6	13,9	**	∅	∅	
Appartenance au site	∅	∅		?	?		?	?	
Biodiversité (non-usage)	0,1	1,8	*	13,1	27,5	**	?	5,3	*
TOTAL (M€/an)	1,5	5,1		24,4	62,3		27,0	51,3	
TOTAL (€/ha)	6 600	22 800		3 500	8 900		800	1 500	

Services (fonction et usage)	Loire bourguignonne			Marais de Kervigen			Lagune de la belle Henriette			Baie de St Brieuc		
	Min.	Max.	Inc.	Min.	Max.	Inc.	Min.	Max.	Inc.	Min.	Max.	Inc.
Superficie des zones humides (ha)	33 000			22			168					
Ecrêtement des crues	2,0	10,1	**	∅	∅		Calcul de valeurs unitaires			l'évaluation économi		
Recharge des aquifères (et soutien d'étiage)	∅	∅		∅	∅							
Purification de l'eau	1,2	3,3	*	0,01	0,02							
Alimentation en eau potable	1,0	3,0	**	∅	∅							
Conchyliculture	∅	∅		∅	∅							
Pêche à pied professionnelle	∅	∅		∅	∅							
Pêche à pied de loisir	∅	∅		∅	∅							
Régulation du climat	∅	∅		∅	∅							
Pisciculture	∅	∅		∅	∅							
Agriculture (prairies humides)	0,0	5,0	*	∅	∅							
Abreuvement des animaux	0,0	3,2	*	∅	∅							
Chasse	3,1	5,0	*	∅	∅							
Pêche amateur	2,5	3,0	**	∅	∅							
Valeur éducative & scientifique	∅	∅		∅	∅							
Promenade & observation de la nature	∅	∅		∅	∅							
Appartenance au site	?	?		∅	∅							
Biodiversité (non-usage)	1,4	3,8	*	∅	∅							
TOTAL (M€/an)	10,0	33,4		0,01	0,02							
TOTAL (€/ha)	300	1 000		500	1 100							

Légende : « ∅ » = fonction ou usage non pertinent sur le site ; « 1,2 » = valeur non retenue pour l'agrégation ; « ? » = fonction ou usage non évalué ; le nombre d'étoiles indique le degré d'incertitude de la quantification : (***) pas d'incertitude, (**) incertitude moyenne, (*) forte incertitude

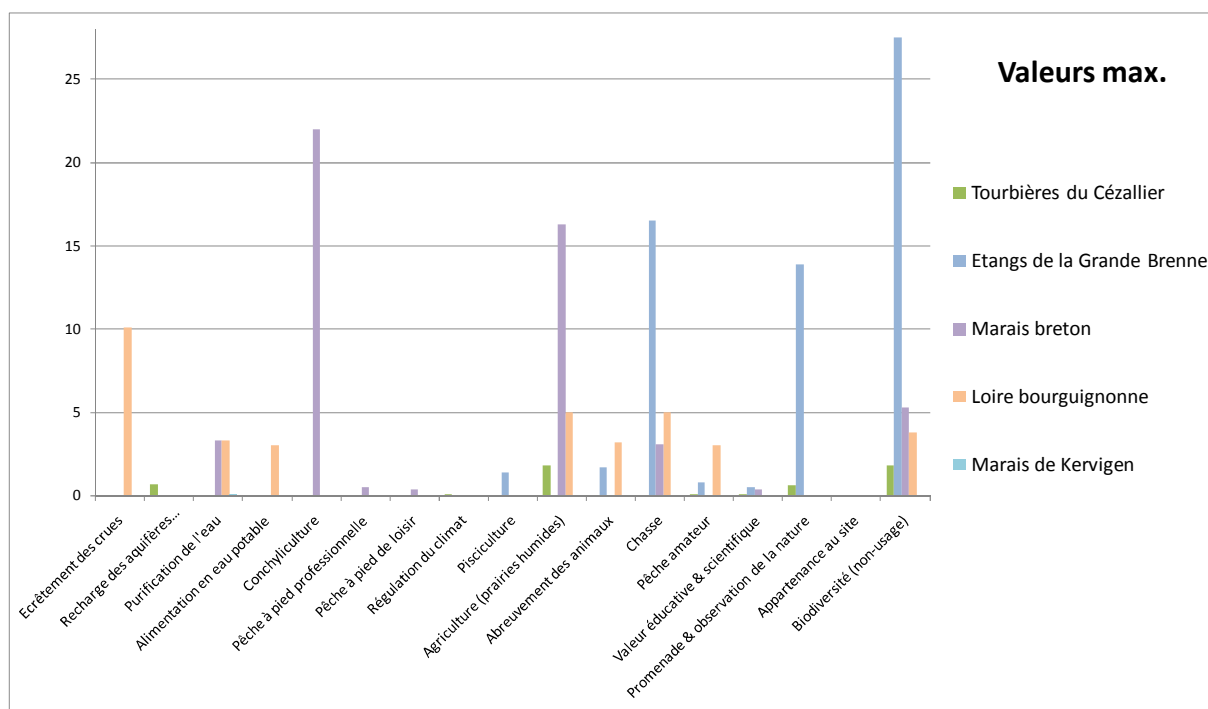
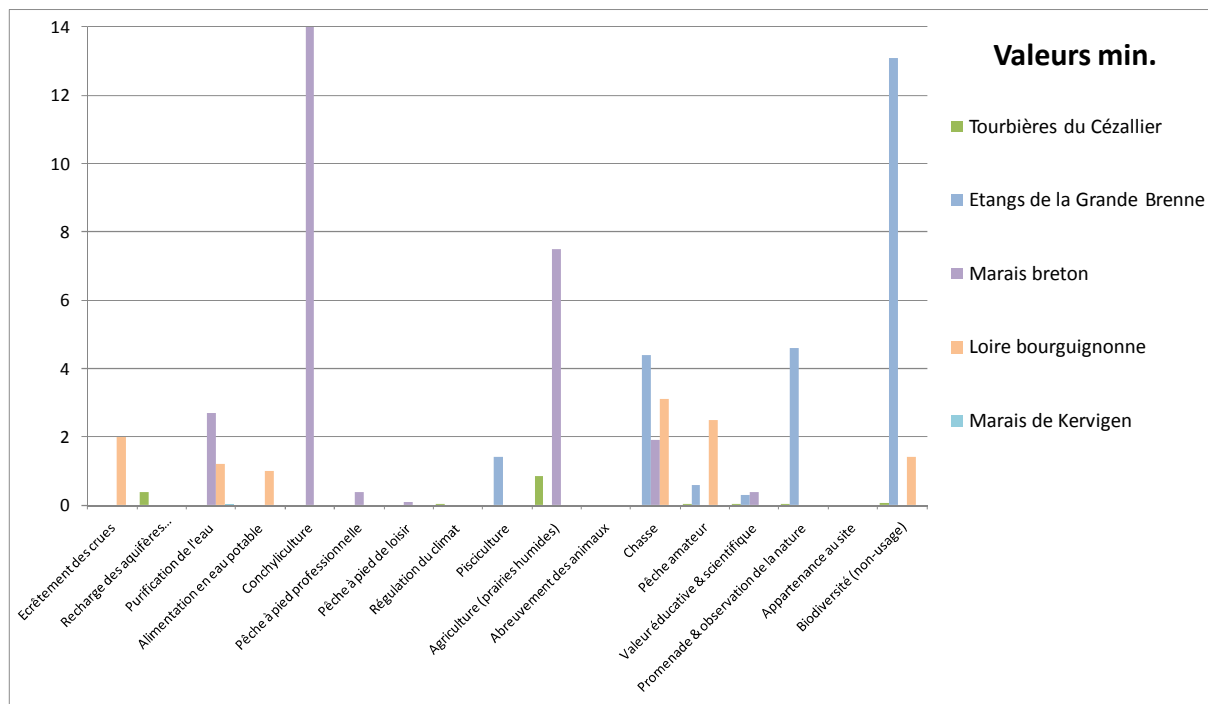


Figure 17. Synthèse de la valeur économique des services rendus par les zones humides sur les sites d'étude (figures)

L'évaluation effectuée sur le **Marais breton** apparaît plus complète : (1) une grande diversité d'usage en lien avec les zones humides existe sur le site ; (2) la présence d'un SAGE et d'un site Natura 200 permet d'accéder plus facilement à certaines informations ; et enfin (3) la mise en œuvre d'une analyse conjointe a permis d'obtenir des informations précieuses sur la perception et la valorisation de la biodiversité par les habitants. La valeur totale estimée pour les zones humides du Marais breton est donc celles qui s'approche le plus d'une valeur économique totale. Le site étant également le plus grand en superficie, il est logique que la **valeur économique totale** du Marais breton soit la plus importante : 27 à 51,3 M€/an.

La **valeur par hectare** la plus élevée est au contraire sur un petit site d'étude : **les tourbières du Cézallier**. Malgré sa petite taille (222 ha), ce site a une grande variété de services (biodiversité, valorisée à hauteur de 0,1 à 1,8 M€/an – régulation du climat à 0,1 M€/an – activités de promenade et observation de la nature entre 0,04 et 0,6 M€/an). Pour les services liés à la population alentour (biodiversité, éducation et recherche, promenade), les valeurs agrégées sont relativement élevées car ne prenant pas en compte la petite taille du site, ce qui explique la valeur à l'hectare somme toute quelque peu artificiellement élevée.

De plus, ces valeurs à l'hectare donnent certes une information intéressante, mais elles cachent également une grande hétérogénéité : si la valeur moyenne des services rendus par un hectare de zone humide est relativement importante, la valeur des services rendus par un hectare de tourbière – qui, à défaut de ne représenter que quelques %⁴⁸ de la surface totale des zones humides, cumulent l'intégralité des bénéfices de régulation du climat estimés et une partie des bénéfices de l'agriculture, de soutien d'étiage, etc. – est nettement plus élevée.

Les ordres de grandeurs obtenus pour les différents services évalués sur chacun des sites sont par ailleurs cohérents avec la description qualitative qui en a été faite à partir des données de la littérature, d'études sur site et d'experts locaux.

Par exemple, **les étangs de la Brenne**, dont un des atouts principaux est leur biodiversité, offrent la plus grande valeur : 13,1 à 27,5 M€/an. Cependant, cette valeur importante est aussi due à la construction de l'analyse conjointe qui a décomposé la biodiversité en quatre attributs. Par construction, la valeur totale obtenue est plus élevée.

Un autre exemple, sur le **marais de Kervigen**. Malgré la présence d'un seul service, la valeur à l'ha de cette zone humide se situe au même niveau que la Loire bourguignonne (de 500 à 1 100 €/ha), ce qui s'explique par l'aménagement du site et sa grande efficacité épuratoire.

Concernant la **Loire bourguignonne**, sans surprise, le service d'écroulement des crues a la valeur la plus importante (de 2 à 10 M€/an). Sur ce site, les valeurs sont relativement homogènes.

Comment situer ces résultats par rapport aux autres évaluations des zones humides ?

Les références concernant la valeur des services rendus par les zones humides sont nombreuses (moins au niveau français qu'au niveau mondial), mais la comparaison nécessite systématiquement

⁴⁸ 30 ha sur 222 dans le cas du Cézallier

une analyse du contexte associé aux valeurs ainsi que des méthodes de valorisation, sans quoi la démarche n'a que peu de sens.

4.2 Quelles valeurs des services rendus par les zones humides pris séparément?

Certains des services étudiés avaient déjà fait l'objet d'études, nous rapportons ici :

- Le service de soutien des étiages avait été étudié sur la moyenne vallée de l'Oise par AsCA (1996)⁴⁹ ;
- Le service de protection contre les inondations (écrêtement des crues) avait été évalué sur la Bassée par AsCA (1996) ;
- Le service d'auto-épuration (purification de l'eau) avait été évalué sur la Bassée par AsCA (1996) ;
- La valeur de la restauration du paysage avait été évaluée sur le site du PNR des marais du Cotentin et du Bessin par Bonniex et Le Goffe (1997)⁵⁰ ;
- Une étude récente a par ailleurs estimé la valeur de la biodiversité sur les marais de Baux (Lifran et, Westerberg, 2008)⁵¹.

4.2.1 Comparaison avec les résultats des études du Programme Nationale de Recherche sur les Zones humides sur la Bassée et la moyenne vallée de l'Oise (AsCA, 1996)⁵²

Dans l'étude d'AsCA, **le service de soutien d'étiage sur la moyenne vallée de l'Oise** était estimé à une valeur comprise entre 22 et 42 millions d'euros⁵³, qui correspond au coût d'investissement pour un ouvrage artificiel rendant le même service. Cette valeur n'a pas été actualisée dans le rapport d'AsCA, mais un rapide calcul aboutit à un montant de 0,9 à 1,7 M€/an. Les coûts de fonctionnement ne sont pas compris dans ce calcul. Par ailleurs, cette valeur correspond à la contribution de « la zone humide et sa nappe alluviale » et n'isole donc pas l'effet de la zone humide, sachant que la « zones

⁴⁹ Laurans Y., Cattan A., Dubien I. (AsCA), 1996. Les services rendus par les zones humides à la gestion des eaux : évaluations économiques pour le bassin Seine-Normandie. Agence de l'Eau Seine-Normandie.

⁵⁰ Bonniex F., Le Goffe P., 1997. *Valuing the benefits of landscape restoration*. Journal of Environmental Management (1997) 50, 321–333

⁵¹ Lifran R., Westerberg V., 2008. *Eliciting Biodiversity and Landscape Trade-off in Landscape Projects: Pilot Study in the Anciens Marais des Baux, Provence, France*. LAMETA, Document de recherche

⁵² Une étude, plus complète, portant sur les services écosystémiques de la Bassée et de la Moyenne Vallée de l'Oise a été menée par ACTeon et EcoVia en 2010 pour le compte du CGDD. Cette étude porte aussi sur les services d'approvisionnement, culturels, la biodiversité, etc. Les résultats ne sont pas encore disponibles.

⁵³ Les valeurs ont été actualisées en euros 2010.

humide ne contribue que partiellement à ce soutien d'étiage » et que c'est l'importance de l'aquifère alluvial qui joue ce rôle.

Le service de protection contre les inondations sur la Bassée était estimé à une valeur comprise entre 120 et 367 millions d'euros (coûts d'investissement). Cette estimation se base sur les coûts de construction de trois ouvrages : celui du barrage Aube, également retenu dans notre étude, celui du barrage « lac des Côtes de Champagne » (non construit à l'époque et vraisemblablement encore en projet aujourd'hui). Et celui du projet de sur-stockage être Bray et Montereau (également retenu dans notre étude).

Les études sources sont relativement similaires, mais l'étude conduite en 1996 n'annualisait pas les valeurs calculées et n'intégrait pas les coûts de fonctionnement. Une fois cette annualisation effectuée, la fourchette s'étale de 5 à 15 M€/an. Cette même étude calculait les dommages évités pour une crue particulière, sans aller jusqu'au calcul probabilistique qui permet d'avoir l'espérance des coûts annuels.

Ces valeurs sont dans le même ordre de grandeur que celles obtenues sur la Loire bourguignonne (voir tableau suivant)⁵².

Tableau 15. Comparaison de valeurs pour le service d'écrêtement des crues

Service d'écrêtement des crues	
Etude ASCA Oise	0,9 à 1,7 M€/an
Etude ASCA Bassée	5 à 15 M€/an
Loire-bourguignonne	2,0 à 10,1 M€/an

Le service d'épuration sur la Bassée était estimé à 17 millions d'euros par an environ. Cette estimation considérait les coûts d'investissement et de fonctionnement associés au traitement des nitrates pour l'eau potable, en considérant que ces traitements seraient équivalents au rôle actuel des zones humides. Cette valeur est nettement supérieure aux ordres de grandeur estimés dans le cadre de la présente étude (entre 0,01 et 3,3 M€/an selon le site considéré), principalement parce que les auteurs considéraient alors un volume potentiellement prélevable pour l'alimentation en eau potable de 300 000 m³ par jour, soit une centaine de millions de m³ par an et non le volume actuel.

Tableau 16. Comparaison de valeurs pour le service de purification de l'eau

Service de purification de l'eau (abattement des nitrates)	
Etude ASCA Bassée	17 M€/an
Loire bourguignonne	1 à 3 M€/an
Marais de Kervigen	0,01 à 0,02 M€/an
Marais breton	2,7 à 3,3 M€/an

4.2.2 Valeur esthétique et récréative sur le Cotentin : comparaison avec une étude de Bonnieux et Le Goffe (1997)

Bonnieux et Le Goffe (1997) estimaient la **valeur de la restauration du paysage** (plus précisément, la restauration des haies pour retrouver un paysage de bocage) des marais du Cotentin à 200 Francs₁₉₉₅ par ménage et par an par une évaluation contingente⁵⁴, soit environ 16,5 euros₂₀₁₀ par personne⁵⁵ actuellement. Cette valeur intégrait, selon les auteurs les valeurs esthétiques et récréatives, mais également une partie de la valeur de la biodiversité et des fonctions de régulation (érosion, climat). Les valeurs d'usage associées à l'agriculture, au tourisme vert et à la sylviculture étaient estimées par d'autres méthodes.

Ces auteurs mettent en relief leurs propres résultats au regard des résultats de la littérature disponible à l'époque dont les valeurs sont comprises entre 18,5 et 43 euros₂₀₁₀ par ménage et par an⁵⁶ (deux valeurs extrêmes venant élargir la fourchette de valeurs à [8,5 ; 230] euros₂₀₁₀ par ménage et par an). Ils soulignent par ailleurs (1) la diversité de nature de valeurs (usage, non-usage, etc.) associée à leur résultat et (2) la possibilité d'un biais d'inclusion générée par le caractère du service (des services) évalué.

Ces valeurs sont tout à fait cohérentes avec les résultats obtenus par l'analyse conjointe pour l'attribut couplé « paysage / accès au site » : entre 19 et 31 €/ménage/an.

4.2.3 Valeur de la biodiversité sur les marais de Baux

L'objectif de l'étude de Lifran et Westerberg (2008) était d'identifier et de mesurer la diversité des préférences de la population locale grâce à l'utilisation d'une enquête d'analyse conjointe⁵⁷ sur une zone humide convertie à l'agriculture intensive dans les années Soixante dix, et confrontée aujourd'hui à des choix difficiles d'orientation : les anciens marais des Baux (1 700 hectares).

Selon une approche semblable à celle de Bonnieux et Le Goffe (1997), cette étude considère le paysage, défini par des attributs pertinents, en termes d'habitats, de biodiversité⁵⁸, de présence de haies, d'usages et d'accès. La biodiversité était alors évaluée à 18 euros₂₀₀₈ par personne et par an, alors que la présence de haie était estimée à 30 euros₂₀₀₈ par personne et par an et que la possibilité de pratiquer des usages était estimée à 65 euros₂₀₀₈ par personne et par an.

Bien qu'il soit difficile de comparer cette valeur à celle obtenues par analyse conjointe sur le Marais breton, la Brenne et le Cézallier, notamment en raison de la taille des sites et de la nature de la biodiversité, les valeurs semblent relativement cohérentes.

⁵⁴ Enquête réalisée auprès de 400 ménages, visant les résidents locaux.

⁵⁵ On considère que les ménages sont composés en moyenne de 2,3 personnes.

⁵⁶ Evaluation contingente réalisée en Suède, Autriche, Angleterre et France.

⁵⁷ 89 personnes enquêtées.

⁵⁸ Cet attribut fait référence au nombre d'espèces en général et au nombre d'espèces protégés en particulier.

Tableau 17. Comparaison de valeurs pour la biodiversité

Valorisation de la biodiversité	
Etude Marais des Baux (2008)	30 €/pers/an → 70 €/ménage/an
Cézallier	38 €/ménage/an
Marais breton	8,6 €/ménage/an
Brenne	32 à 67 €/ménage/an

De façon plus générale, il est difficile de comparer les valeurs obtenues sur les sites pour l'attribut biodiversité avec les résultats d'autres études, tant ceux-ci sont hétérogènes. Le rapport du CAS sur la biodiversité⁵⁹ rapporte qu'une méta-analyse effectuée par Brander *et al.* (2006)⁶⁰ sur 190 études dont 13 traitants de la biodiversité des zones humides en Europe permettait d'estimer la valeur de cette dernière à 19 000 euros par hectare et par an en moyenne ; mais la médiane était estimée à 15 euros par hectare et par an !

4.2.4 Conclusion

Les résultats des études précédentes visant l'évaluation d'un ou deux services des zones humides étudiées dans cette étude sont cohérents avec les ordres de grandeur obtenus dans le cadre de la présente étude. Cette dernière présente par ailleurs l'avantage significatif de proposer une évaluation de l'ensemble des services et permet donc d'approcher un peu plus la valeur économique totale des zones humides.

4.3 Quelles valeurs des zones humides dans leur globalité?

Les études tentant une approche globale des services rendus par les zones humides (ou par un écosystème en général) sont rares. Deux études ont fait cet exercice :

- l'étude réalisée récemment pour l'Agence de l'Eau Artois-Picardie⁶¹ s'en approche en considérant un certain nombre de composantes de quatre sites du Bassin Artois-Picardie (la vallée de la Somme, la vallée de la Sensée, le marais Pourri et les pâtures d'Aire et le marais de Guînes).

⁵⁹ Chevassus-au-Louis *et al.*, (2009). *Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes - Contribution à la décision publique*. Centre d'Analyse Stratégique, rapport du groupe de travail.

⁶⁰ Brander L. M., Raymond J. G, Florax M. et Vermaat J. E. (2006), « The Empirics of wetland valuation: A comprehensive summary and meta-analysis of the literature », *Environmental and Resources Economics* 33, 223–250.

⁶¹ Agence de l'Eau Artois-Picardie , 2010 *Evaluation des services rendus par les zones humides dans le bassin Artois-Picardie*

- L'évaluation de la valeur économique totale du PNR des marais du Cotentin et du Bessin français par ACTeon et EcoVia pour le CGDD⁶² présente la même démarche que celle de l'étude menée pour l'Agence de l'eau Loire-Bretagne.

4.3.1 L'étude de l'agence de l'eau Artois-Picardie

Cette étude a pour objectif de répondre à la question suivante : « A quelles conditions, sur la base de quels usages, les fonctionnalités apportées par les zones humides ont-elles un intérêt économique plus grand lorsqu'elles sont préservées que lorsqu'elles sont dégradées ? ». Pour cela, elle considère l'utilité des principales fonctions des zones humides (inondation, soutien des débits et AEP) ainsi qu'un certain nombre d'activités économique et d'usages récréatifs.

Les principaux résultats de l'étude sur le bassin Artois-Picardie sont présentés dans les deux tableaux ci-dessous.

Tableau 18. Récapitulatif des valeurs des services des zones humides du Bassin Artois-Picardie

Sites	Marais de Guînes		Sensée		Pâtures d'Aire		Marais Pourri		Somme	
Superficie (ha)	1059		2 868		121		137		16 500	
Valeur (million d'€ ₂₀₁₀)	3,2	3,4	9,3	11,7	0,4	0,4	1,0	1,0	48,0	50,0
Valeur citée (€ ₂₀₁₀ /ha/an)	3 710		5 650		3 700		8 300		3 350	

Source : ACTeon, d'après Agence de l'eau Artois-Picardie, 2010

⁶² Defrance P., Duprez C., Beley Y. (ACTeon et Ecovia), 2010. Evaluation économique des zones humides sur trois sites tests du bassin Seine-Normandie. CGDD/MEDDTL

Tableau 19. Usages, services rendus, usages de loisirs et valeurs non marchandes, par hectare de zone humide en euros par an, valeurs arrondies.

Usages, services rendus, usages de loisirs par ha de zh, € par an arrondis	Sensée	Guïnes	P. d'Aïres	Marais Pourri	Somme	Authie (p.m.)
Rappel : surface de zh prise en compte (ha)	2 868	1 059	121	137	16 500	2 200
Agriculture (chiffre d'affaires)	1 000	700	1 800	800	900	?
Populiculture (chiffre d'affaires)	400	-	a	300	400	500
Inondations (coûts évités)	?	-	700	1 200	?	20
Soutien des débits (coûts évités)	1 000	-	-	-	-	-
AEP (coûts évités)	1 000	-	-	-	360	-
Total services rendus hydrologiques évalués	2 000	-	700	1 200	360	20
Chasse (dépenses)	800	500	-	3 500	200	30
Pêche (dépenses)	600	-	-	-	400	60
Tourisme (dépenses)	500	-	-	-	130	200
Canoë kayak (dépenses)	?	a	a	a	50	
Randonnée (dépenses)	?	10	-	70	-	?
Navigation (dépenses)	15	-	-	-	7	-
Total usages de loisirs évalués	1 900	510	-	3 600	790	290
CO2 (intérêts annuels d'un capital équivalent, valeur sur le marché du carbone)	-	500	-	-	600	?
Non-marchand (consentement à payer)	350	2 000	1 200	2 400	300	370

Source : Agence de l'Eau Artois-Picardie, 2010 Evaluation des services rendus par les zones humides dans le bassin Artois-Picardie

Ces valeurs fournissent une source d'information supplémentaire. Elles traduisent cependant une approche différente de celle développée dans ce rapport : (1) les valeurs non-marchandes du rapport Artois-Picardie sont estimées à partir d'un transfert de valeur simple, générant des incertitudes importantes sur une partie non négligeable de la valeur globale, alors que des analyses conjointes ont permis d'affiner les valeurs de non-usage dans le cadre de la présente étude ; (2) les valeurs des usages et activités économiques de l'étude de l'Agence de l'eau Artois-Picardie (2010) correspondent aux retombées économiques de ces dernières sur le territoire, alors que la présente étude considère les activités économiques, récréatives et culturelles comme des indicateurs permettant de capter une partie de la valeur des zones humides : l'approche s'intéresse alors au rôle des zones humides et aux bénéfices que celles-ci génèrent par ces activités.

4.3.2 Evaluation de la valeur économique totale du PNR du Cotentin : comparaison avec le Marais breton

Une étude par ACTeon et EcoVia pour le CGDD a permis d'estimer une approximation de la valeur économique totale des zones humides du PNR des Marais du Cotentin et du Bessin. La méthodologie

utilisée (y compris pour l'analyse conjointe) est identique à celle utilisée pour le Marais breton. Le tableau suivant permet de faire le parallèle entre les deux sites, service par service.

La valeur agrégée du Marais breton est quatre fois plus faible que celle du PNR. Ceci s'explique :

- La présence d'usages récréatifs (promenade en particulier) sur le PNR, usages quasi-absents, et donc non évalués sur le Marais breton ;
- Une surface de prairies plus importante qui pousse à la hausse la valeur de l'usage agricole ;
- Une valeur agrégée de la biodiversité considérablement plus élevée, notamment en raison du choix de l'assiette d'extrapolation (les valeurs unitaires étant relativement proches) : les deux Régions limitrophes pour le PNR, un rayon de 60 km pour le Marais breton. Cette différence de choix s'explique par l'importance emblématique (et effective) de la biodiversité sur le PNR comparativement au Marais breton ;
- Des valeurs beaucoup plus élevées pour l'usage conchylicole sur le PNR que sur le Marais breton. Cela tient au fait que le nombre d'entreprises conchylicoles dans des zones classées en A est beaucoup plus important sur le Marais breton que sur les marais du Cotentin alors que c'est le contraire pour les entreprises situées dans des zones classées en B. Or, les hypothèses d'évaluation considèrent une perte économique beaucoup plus importante dans le cas d'un passage de B à C (activité non rentable en C) que de A à B (investissement dans des systèmes de purification).

Tableau 20. Comparaison des résultats entre le Marais breton et le PNR des marais du Cotentin

Superficie des zones humides (ha)	Marais breton		PNR des marais du Cotentin	
	Min.	Max.	Min.	Max.
Services (fonction et usage)				
Ecrêtement des crues	?	?	∅	∅
Recharge des aquifères (et soutien d'étiage)	∅	∅	7,5	14,7
Purification de l'eau	2,7	3,3	/	/
Alimentation en eau potable	∅	∅	2,4	3,2
Conchyliculture	14,0	22,0	42,1	43,7
Pêche à pied professionnelle	0,4	0,5	0,8	1,2
Pêche à pied de loisir	0,1	0,4	0,2	0,2
Régulation du climat	∅	∅	5,9	5,9
Pisciculture	?	?	∅	∅
Agriculture (prairies humides)	7,5	16,3	23,2	29,7
Abreuvement des animaux	∅	∅	∅	∅
Chasse	1,9	3,1	8,4	16,6
Pêche amateur	∅	∅	1,0	1,4
Valeur éducative & scientifique	0,4	0,4	0,5	0,7
Promenade & observation de la nature	∅	∅	14,3	57,9
Appartenance au site	?	?	?	?
Biodiversité (non-usage)	?	5,3	11,1	43,0
TOTAL (M€/an)	27,0	51,3	117,4	218,2
TOTAL (€/ha)	800	1 500	2 400	4 500

4.4 Une représentation des systèmes “zones humides” favorisant le transfert de valeurs

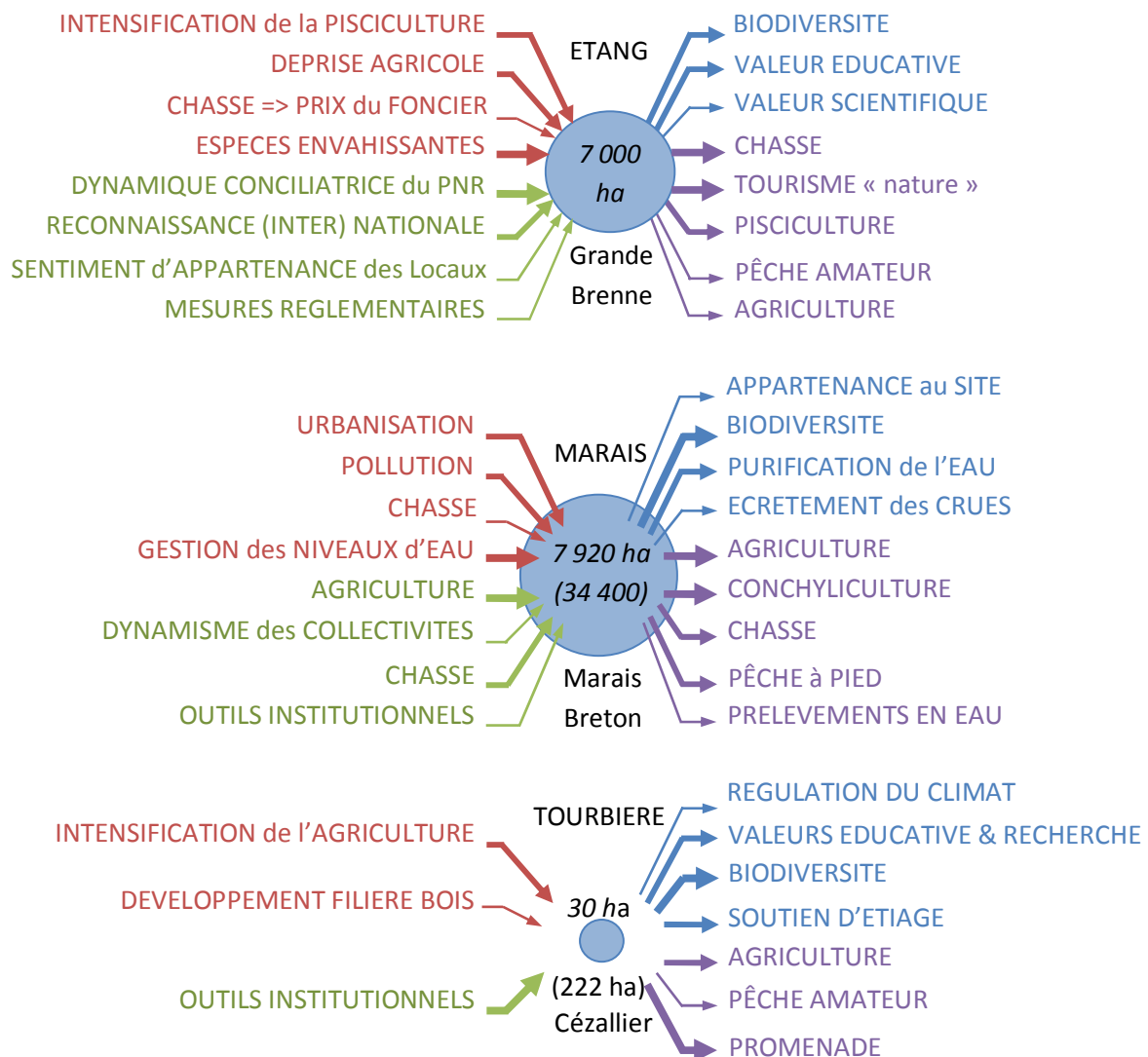
Des études aussi poussées ne peuvent pas être réalisées sur toutes les zones humides du bassin Loire-Bretagne et a fortiori de France, alors même que ces résultats permettent d'alimenter la réflexion sur la gestion de ces écosystèmes particuliers.

A défaut de fournir une recette miracle concernant le transfert de valeurs et en cohérence avec les avertissements parsemés dans ce rapport et dans les fiches par site associés quant à l'utilisation des valeurs obtenues, nous proposons ici, en guise de conclusion, une représentation graphique des systèmes étudiés permettant de mettre en relief quatre dimensions :

- Les **pressions** qui s'exercent sur le milieu, ainsi que leur importance relative. Ces dernières s'expriment en amont du système et ont un impact sur les potentiels en termes de services rendus par les zones humides et d'activités qui en dépendent ;

- Les **moteurs de préservation** présents, ainsi que leur importance relative. Ils permettent d'atténuer les pressions ou leurs impacts ;
- Les **services** (de régulation, culturels et d'approvisionnement) rendus par les zones humides, ainsi que leur importance relative ;
- Les **activités récréatives ou économiques** dépendant plus ou moins des zones humides, ainsi que leur importance relative.

La taille des flèches représente l'importance relative de l'élément associé, sachant que trois niveaux sont envisagés (faible, moyen et fort). La taille du rond central symbolise la superficie de zones humides considérées : cette dernière est indiquée au centre du rond – plusieurs informations peuvent être données lorsqu'il est nécessaire de distinguer la surface de zones humides à proprement parler et plus globalement la surface du site (se référer aux fiches pour plus d'informations).



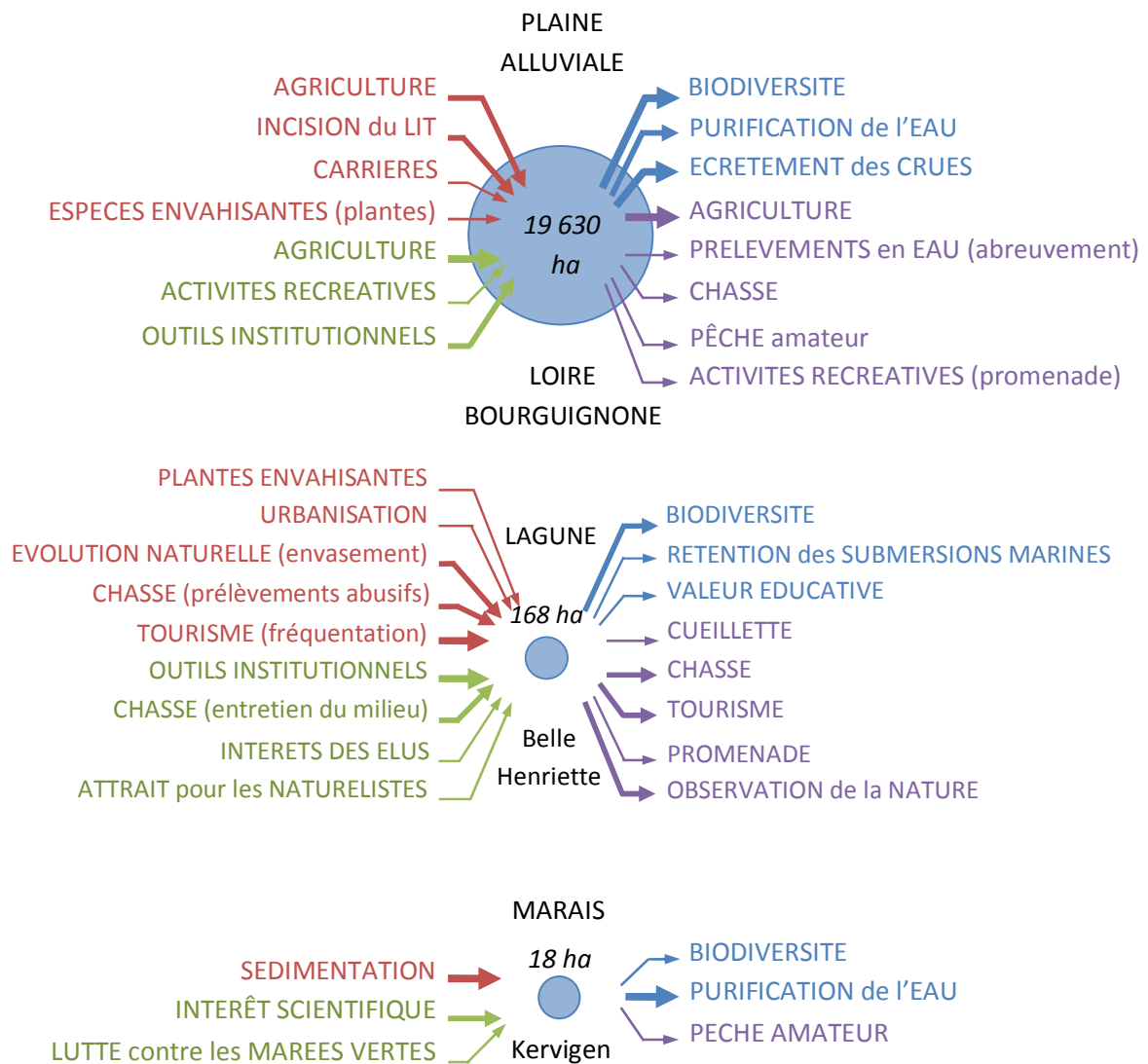


Figure 18. Représentation graphique simplifiée des systèmes « zones humides » étudiés

Ainsi, les valeurs calculées sur un site particulier (exemple des étangs de la Brenne) pourront être utilisées pour un autre site similaire de même type (étangs) seulement si certaines conditions sont respectées : similarité de taille, d'état des zones humides (résultant de l'équilibre entre pressions et moteurs de préservation), de type et d'importance des services rendus par les zones humides et de types d'activités associées. Le transfert n'aurait que peu de sens si les étangs sont dégradés, qu'il n'y a pas de pisciculture, ni de chasse associées aux étangs et que ces derniers font 20 hectares au total...

Un transfert raisonné de valeurs par service est quoiqu'il en soit préférable afin de réduire ces divergences entre site « source » et site « cible » dans le cas d'un transfert de valeurs.

BIBLIOGRAPHIE

- Birol E., Hanley N., Koundouri P., Kountouris T. (2009). Optimal management of wetlands: Quantifying trade-offs between flood risks, recreation, and biodiversity conservation. *Water Resource Research*, vol. 45.
- Birol E., K. Karousakis et P. Koundouri (2005). Using a choice experiment to estimate the non-use values of wetlands: The case of Cheimaditida wetland in Greece. *Environmental Economy and Policy Research, Discussion Paper Serie*.
- Boyd J. et Banzhaf S. (2007). *What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units*. *Ecological Economics*, vol. 63 (2–3), pp. 616 – 626.
- Carlsson F., Frykblom P., Liljenstolpe C. (2003). Valuing wetland attributes: an application of choice experiments. *Ecological Economics*, vol. 47, pp. 95-103
- Cemagref (2009). Evaluation économique de la restauration du bassin versant du Vistre par la méthode de Choice Modeling. Convention Cemagref – ONEMA, Action N°30.2, phase 1.
- Chevassus-au-Louis et al., (2009). Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes - Contribution à la décision publique. Centre d'Analyse Stratégique, rapport du groupe de travail.
- Christie M., Hanley N., Warren J., Murphy K., Wright R. (2006). Valuing the diversity of Biodiversity. *Ecological Economics*, vol. 58, pp. 304-317
- Costanza R., d'Arge R., et al. (1997). *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. *Nature*, vol. 387 (6630), pp. 253–260.
- Costanza R. (2008). *Ecosystem services: multiple classification systems are needed*. *Biological Conservation*, vol. 141 (2), pp. 350–352.
- Commission Européenne et ministère de l'environnement allemand, (2008). *L'économie des écosystèmes et de la biodiversité*. Rapport d'étape.
- Daily G. C. (1997). *Introduction: what are ecosystem services?* In: Daily, G.C. (Ed.), *Nature's Services*. Island Press, Washington DC, pp. 1–10.
- De Groot R. S., Wilson M. A., Boumans R. M. J. (2002). *Typology for the classification and valuation of ecosystem functions*. *Ecological Economics*, volume 41, pp. 393–408
- Fisher B. et Turner K. R. (2008). *Ecosystem services - Classification for valuation*. *Biological Conservation*, vol. 141, pp. 1167 – 1169
- Fisher B., Turner R. K., Morling P. (2009). *Defining and classifying ecosystem services*. *Biological Conservation*, vol. 141, pp. 643 – 653
- Lifran R., Westerberg V. (2008). Eliciting Biodiversity and Landscape Trade-off in Landscape projects: Pilot Study in the Anciens Marais des Baux, Provence, France. Document de recherche du LAMETA (Laboratoire Montpellierain d'Economie Théorique et Appliquée).

Maresca B. et Ranvier M. (2006). Biodiversité : combien est-on prêt à payer ? Une méthode exploratoire appliquée au programme Natura 2000. CREDOC, n°198

Nunes P., van den Bergh J. (2001). *Economic valuation of biodiversity: sense or nonsense?* Ecological economics, 39 (2001) 203–222

Morardet S. (2009). *Evaluation économique des services rendus par les zones humides en France : synthèse des travaux existants*. Convention Cemagref – ONEMA. Action N°30

Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Wetlands and Water – Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.

Millennium Ecosystem Assessment, (2003). *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment. Part 2: Ecosystems and their services*. World Resources Institute, Washington, DC.

Morse-Jones, Turner K. R., Fisher B., Luisetti T. (2010). *Ecosystem valuation: Some principles and a partial application*, CSERGE working paper.

Pearce D., Atkinson G., Mourato S. (2006). Analyse coûts-bénéfices et environnement - développement récents. OCDE

Taylor, T., Longo, A. (2009). Valuation of Marine Ecosystem Threshold Effects: Application of Choice Experiments to Value Algal Bloom in the Black Sea Coast of Bulgaria. Working Paper. Bath, UK: Department of Economics, University of Bath, (7/09).

Westerberg V. (2008). A Pilot study Economic Valuation of land use changes in the Anciens Marais des Baux, using the Choice Experiment. Master thesis in agricultural economics.

Site internet

DREAL Alsace, portail de l'évaluation économique des biens environnementaux - <http://economie-environnement-alsace.ecologie.gouv.fr/>

Pour la quantification des services :

- Epuration de l'eau

Fardeau J. C., Dorioz J. M. (2000) *La dynamique du phosphore dans les zones humides*, dans «Fonctions et valeurs des zones humides», Fustec et Lefevre, ed. Dunod, p. 143-159

Indice de disparition des nutriments dans les zones humides (Brinson et al., 1995)

http://agro-transfert-bretagne.univ-rennes1.fr/Territ_Eau/CONNAISSANCES/Zones_humides/fonctions.asp

- Écrêtement des crues

Eléments de diagnostic de la présence de zones humides d'intérêt environnemental particulier dans le bassin versant de la Vire. DREAL Basse Normandie.

Evaluation économique des dommages liés aux inondations. Agence de l'eau Artois Picardie, 2006.

- Production Biomasse

Eléments de diagnostic de la présence de zones humides d'intérêt environnemental particulier dans le bassin versant de la Vire. DREAL Basse Normandie.