



MUSÉUM
NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Direction de la Recherche, de
l'Expertise et de la Valorisation

Direction Déléguée au Développement Durable, à la
Conservation de la Nature et à l'Expertise

Service du Patrimoine Naturel

Guillaume Gayet, Anne Vivier, Pierre Caessteker, Julien Touroult,
Geneviève Barnaud



Synthèse des acquis

et des besoins opérationnels

Zones humides, recherches et développements

(2001 - 2011)

Fascicule 4 : Compendium des synthèses, de l'offre
scientifique à la demande de terrain

Le Service du Patrimoine Naturel (SPN)

Inventorier - Gérer - Analyser - Diffuser



**SERVICE DU
PATRIMOINE NATUREL**

Au sein de la direction de la recherche, de l'expertise et de la valorisation (DIREV), le Service du Patrimoine Naturel développe la mission d'expertise confiée au Muséum national d'Histoire naturelle pour la connaissance et la conservation de la nature. Il a vocation à couvrir l'ensemble de la thématique biodiversité (faune/flore/habitat) et géodiversité au niveau français (terrestre, marine, métropolitaine et ultra-marine). Il est chargé de la mutualisation et de l'optimisation de la collecte, de la synthèse et de la diffusion d'informations sur le patrimoine naturel.

Placé à l'interface entre la recherche scientifique et les décideurs, il travaille de façon partenariale avec l'ensemble des acteurs de la biodiversité afin de pouvoir répondre à sa mission de coordination scientifique de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (code de l'environnement : L411-5).

Un objectif : contribuer à la conservation de la Nature en mettant les meilleures connaissances à disposition et en développant l'expertise.

En savoir plus : <http://www.spn.mnhn.fr>

Directeur : Jean-Philippe SIBLET

Adjoint au directeur en charge des programmes de connaissance : Laurent PONCET

Adjoint au directeur en charge des programmes de conservation : Julien TOUROULT



Porté par le SPN, cet inventaire est l'aboutissement d'une démarche qui associe scientifiques, collectivités territoriales, naturalistes et associations de protection de la nature en vue d'établir une synthèse sur le patrimoine naturel en France. Les données fournies par les partenaires sont organisées, gérées, validées et diffusées par le MNHN. Ce système est un dispositif clé du SINP et de l'Observatoire National de la Biodiversité.

Afin de gérer cette importante source d'informations, le Muséum a construit une base de données permettant d'unifier les données à l'aide de référentiels taxonomiques, géographiques et administratifs. Il est ainsi possible d'accéder à des listes d'espèces par commune, par espace protégé ou par maille de 10x10 km. Grâce à ces systèmes de référence, il est possible de produire des synthèses quelle que soit la source d'information.

Ce système d'information permet de mutualiser au niveau national ce qui était jusqu'à présent éparpillé à la fois en métropole comme en outre-mer et aussi bien pour la partie terrestre que pour la partie marine. C'est une contribution majeure pour la connaissance, l'expertise et l'élaboration de stratégies de conservation efficaces du patrimoine naturel.

En savoir plus : <http://inpn.mnhn.fr>

Convention : Onema / MNHN - SPN

Chef de projet : Gayet Guillaume (MNHN – SPN) – contact : ggayet@mnhn.fr

Sous la supervision de : Geneviève Barnaud et Julien Touroult (MNHN – SPN)

Co-auteurs : Anne Vivier, Pierre Caessteker (Onema)

Contacts principaux :

Guillaume Gayet - Muséum National d'histoire Naturelle - Service du Patrimoine Naturel - Maison Buffon - 36 rue Geoffroy Saint-Hilaire - 75 005 Paris - ggayet@mnhn.fr

Anne Vivier - Office national de l'eau et des milieux aquatiques - Direction de l'action scientifique et technique - Le Nadar, Hall C - 5 square Félix Nadar - 94 300 Vincennes – anne.vivier@onema.fr

Référence du rapport conseillée :

Gayet, G., Vivier, A., Caessteker, P., Touroult, J., Barnaud, G., 2016. Synthèse des acquis et des besoins opérationnels - Zones humides, recherches et développements (2001 - 2011) - Fascicule 4 : Compendium des synthèses, de l'offre scientifique à la demande de terrain. Onema, MNHN, p. 58. Rapport SPN 2016 – 118.

Couverture : © Gayet Guillaume (MNHN – SPN)

REMERCIEMENTS

Nous remercions tous les acteurs qui s'impliquent pour promouvoir une meilleure connaissance des zones humides et qui ont accepté de bien vouloir participer à ce travail.

Nous adressons nos plus vifs remerciements à Aïcha Amezal (Agence de l'Eau Seine Normandie), Dominique Aribert (Ligue de Protection des Oiseaux), Pierre Beaudesson (Centre National de la Propriété Forestière), Catherine Biache (Office National des Forêts), Louis-Philippe Blervacque (Association Française des Ingénieurs Ecologues), Paul Bourrieau (Fondation pour la Protection des Habitats de la Faune Sauvage), William Brasier (Compagnie National du Rhône), Pierre Caessteker, Sophie Benko et Katell Petit (Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques), Estelle Chevillard (Agence de l'eau Artois-Picardie), Mélanie Dajoux (Fédération Rhône-Alpes de Protection de la Nature), Anne Douard (Réserves Naturelles de France), Christine Fort (Direction Service d'Etat de l'Agriculture, de la Forêt et de l'Environnement de Nouvelle-Calédonie), Florian Geffroy (Rivages de France), Jérôme Guillouet (Fédération Nationale de la Pêche en France et de la protection du milieu aquatique), You-sri Hannachi (Assemblée permanente des chambres d'agriculture), Emilie Henniaux et Marie Lemoine (Agence de l'eau Rhin-Meuse), Gilles Landrieu (Parcs nationaux de France), Boris Lustgarten et Raphaël Michaud (Association Française des Etablissements Publics Territoriaux de Bassin), Sonia Bertrand et Virginie Mauclert (Pôle-relais lagunes méditerranéennes), Gilbert Miossec (Forum des Marais Atlantiques), Francis Müller et Grégory Bernard (Pôle-relais tourbières et Fédération des conservatoires d'espaces naturels), Michel Reffay (Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage), Dominique Tesseyre (Agence de l'eau Adour-Garonne), Florence Thinzilal (Pôle-relais Mares, zones humides intérieures, vallées alluviales et Fédération des Parcs Naturels Régionaux de France), Emmanuel Thiry et Elodie Salles (Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie), Laurent Vienne (Agence de l'eau Loire-Bretagne) et Marie Windstein (Pole-relais zones humides d'outre-mer et mangroves).

Nous adressons nos plus vifs remerciements à Chrystelle Auterives (BRGM), Damien Banas (Université de Lorraine), Jean-Paul Billaud (CNRS LADYSS), Philippe Boët (IRSTEA), Gudrun Bornette (LEHNA-UMR CNRS 5023), Joël Broyer (ONCFS), Bernard Clément (UMR CNRS 6553 ECOBIO), Hervé Cubizolle (Université de St Etienne), Florence Curie (Université de Tours), Agnès Ducharne (Université Pierre et Marie Curie UMR Sisyphe), Alain Dervieux (CNRS), Alain Dutartre (IRSTEA), Emmanuèle Gautier-Costard (UMR 8591 – LGP Universités Paris 1 CNRS), Delphine Gramond (Université Paris Sorbonne Paris IV), Patrick Grillas (Fondation de recherche de la Tour du Valat), Matthieu Guillemain (ONCFS), Daniel Guiral (UMR CNRS 7263 UMR IRD 237), Anne Honegger (UMR 5600 - CNRS - Université de Lyon), Laurence Hubert Moy (laboratoire COSTEL - UMR CNRS 6554 LETG), Eric Kernéis (INRA), Fatima Laggoun-Defarge (ISTO Université d'Orléans/Université François Rabelais de Tours, CNRS/INSU UMR 6113), Yann Laurans (IDDRI et Ecowhat), Pierre Le Hir (IFREMER), Marc Lebouvier (UMR 6553 CNRS Université Rennes I), Christian Lévêque (IRD), Vanessa Maceron (CNRS), Olivier Manneville (Laboratoire d'Ecologie Alpine), Raphaël Mathevet (CEFE CNRS), Philippe Mérot (INRA UMR SAS), Serge Müller (LIEBE - CNRS UMR 7146), Hervé Piégay (EVS ENS Lyon UMR 5600), Emmanuelle Roque d'Orbcastel (IFREMER), Eric Tabacchi (ECOLAB UMR 5245), Michèle Trémolières (LHy-GeS CNRS - UMR 7517) et Philippe Vervier (Acceptables avenir).

Merci à Véronique Nicolas (Onema), Katia Hérard, Bastien Coïc, Mélanie Hubert et Jean-Marc Allart (MNHN SPN) pour l'aide précieuse apportée durant ce travail.

Ce rapport fait partie de la série de 4 fascicules du rapport

Gayet et al. 2016. Synthèse des acquis et des besoins opérationnels. Zones humides, recherches et développements (2001 – 2011).

Fascicule 1 : Méthodes.

Fascicule 2 : Contributions scientifiques à l'action.

Fascicule 3 : Applications et besoins de recherche pour l'action.

SOMMAIRE

I. Introduction	11
II. Intérêts comparés des acteurs techniques pour des besoins opérationnels et des scientifiques dans les projets de recherche – axes de recherche thématique	12
II.1. Par ensemble de zones humides	12
II.2. Par problématique.....	19
III. Pistes de transferts d'acquis scientifiques à caractère opérationnel vers les acteurs techniques.....	22
III.1. Sur les zones humides en général sans distinction du type de zones humides	22
III.1.1. Connaître le rôle des zones humides dans la réalisation des fonctions hydrologiques et surtout les relations avec les nappes souterraines.....	22
III.1.2. Quantifier les services rendus surtout dans les secteurs agricoles et les valeurs que la société associe à la faune	25
III.1.3. Mesurer la réussite des aménagements en zones humides et surtout des mesures de restauration	26
III.1.4. Estimer l'impact des actions en zones humides sur les services et valeurs et donc les bénéfices tirés par la société	27
III.1.5. Outils pour inventorier et délimiter les zones humides, indicateurs pour évaluer l'état de conservation des habitats, standardisés à l'échelle nationale	27
III.1.6. Outils de dialogue avec les acteurs techniques, lors de l'initiation de programme d'actions sur les zones humides.....	31
III.2. Par type de zones humides.....	34

III.2.1. Diagnostic du fonctionnement hydrologique des milieux tourbeux et les effets sur les autres fonctions réalisées	34
III.2.2. Méthodes pour déterminer l'état de conservation, diagnostiquer et comprendre l'évolution des roselières au cours du temps	34
III.2.3. Méthodes pour mesurer la connectivité entre les bras morts et les cours d'eau, notamment après des actions de restauration, en particulier entre bras morts et cours d'eau pour la faune piscicole	35
III.2.4. Outils de diagnostic de la gestion piscicole et de la biodiversité dans les étangs piscicoles	36
III.3. Besoins opérationnels des acteurs techniques sans acquis scientifique à caractère opérationnel correspondant détecté.....	38
IV. Modalités de mise en œuvre de la recherche préconisées sur les zones humides	39
IV.1. Encourager les approches intégrées	39
IV.1.1. Tendre vers des approches holistiques.....	39
IV.1.2. Concevoir des modèles et des indicateurs intégrés.....	40
IV.1.3. Analyser la relation dynamique entre fonctions et services.....	41
IV.2. Donner du temps aux équipes scientifiques pour comprendre les mécanismes à des échelles pertinentes	42
IV.2.1. Instrumenter et expérimenter sur le long terme pour tendre vers des modélisations prédictives	42
IV.2.2. La question de la restauration	44
IV.3. Identifier les échelles spatiales pertinentes pour les acteurs techniques des zones humides.....	44
IV.4. Intégrer les spécificités des zones humides dans un cadre conceptuel plus large ...	46
IV.5. Promouvoir les interfaces connaissance-communication entre acteurs techniques et chercheurs.....	47
V. Discussion	48
Références bibliographiques	52

Ce rapport fait partie de la série de 4 fascicules du rapport

Gayet et al. 2016. Synthèse des acquis et des besoins opérationnels. Zones humides, recherches et développements (2001 – 2011).

Fascicule 1 : Méthodes.

Fascicule 2 : Contributions scientifiques à l'action.

Fascicule 3 : Applications et besoins de recherche pour l'action.

I. Introduction

A la demande de l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (Onema), la synthèse réalisée par le Muséum National d'histoire Naturelle (Service du Patrimoine Naturel) porte sur (1) les besoins en méthodes et outils exprimés par les acteurs techniques intervenant sur les zones humides et (2) les acquis scientifiques à caractère opérationnel fournis par la recherche scientifique depuis 10 ans (2001-2011). Ce fascicule 4 fait partie d'une synthèse globale comprenant 4 fascicules complémentaires. Pour plus de renseignements sur la méthodologie employée et le cadre de cette synthèse, il est conseillé au lecteur de se reporter au fascicule 1. Le lecteur se reportera au fascicule 2 pour connaître les activités scientifiques et les acquis scientifiques à caractère opérationnel des 10 dernières années. Pour connaître les besoins opérationnels des acteurs techniques intervenant sur les zones humides, le lecteur consultera le fascicule 3.

Ce fascicule 4 comprend principalement trois volets :

- **la comparaison entre les centres d'intérêt des acteurs techniques dans leurs besoins opérationnels et ceux des scientifiques dans leurs projets de recherche.** Il s'agit d'identifier des axes de recherche thématiques, à vocation opérationnelle ou non, qu'il pourrait être pertinent d'investiguer à l'avenir.
- **la mise en relation entre les besoins opérationnels des acteurs techniques et les productions scientifiques sur les zones humides.** Il s'agit d'identifier les acquis scientifiques à caractère opérationnel (méthodes et outils) qui sont transférables aux acteurs techniques et ceux qu'il pourrait être pertinent de concevoir à l'avenir.
- **la préconisation de modalités de recherche à suivre sur les zones humides.** Il s'agit d'identifier des modalités de mise en œuvre de la recherche pour favoriser l'émergence de débouchés opérationnels en phase avec les besoins opérationnels des acteurs techniques.

II. Intérêts comparés des acteurs techniques pour des besoins opérationnels et des scientifiques dans les projets de recherche – axes de recherche thématique

Dans un premier temps, une analyse sommaire est réalisée pour identifier la convergence entre les projets de recherche réalisés entre 2001 et 2011 (fascicule 2) et les besoins opérationnels des acteurs techniques (fascicule 3). La comparaison est réalisée par ensembles de zones humides et par problématiques. **Il convient de rester prudent durant l'interprétation car l'échantillon d'acteurs techniques enquêtés ne peut être prétendu comme étant une représentation parfaitement fidèle et exhaustive de leurs besoins opérationnels.**

II.1. Par ensemble de zones humides

Selon l'intérêt manifesté de la part des scientifiques dans les projets de recherche et de la part des acteurs techniques pour des besoins opérationnels par ensembles de zones humides ; il est possible de distinguer 3 catégories de zones humides (Tableau 1) :

- les ensembles de zones humides qui font l'objet d'un fort intérêt des scientifiques et des acteurs techniques ;
- les ensembles de zones humides qui font l'objet d'un fort intérêt des scientifiques mais pas des acteurs techniques, ou inversement ;
- les ensembles de zones humides « orphelins » qui font l'objet de relativement peu d'intérêt des scientifiques et des acteurs techniques.

Tableau 1 : Intérêts comparés des acteurs techniques pour des besoins opérationnels et des scientifiques dans les projets de recherche par ensembles de zones humides (voir dans le fascicule 1 la typologie de zones humides utilisée, voir dans les fascicules 2 et 3 pour plus d'informations sur les résultats).

La mangrove est un cas particulier qui n'est pas représenté dans ce tableau (voir commentaire ci-après).

	Fort intérêt des scientifiques dans les projets de recherche	Fort intérêt des acteurs techniques pour des besoins opérationnels	Peu d'intérêt détecté chez les scientifiques et les acteurs techniques
	Ensembles de zones humides présents dans plus de 5% des projets de recherche (voir fascicule 2)	Ensembles de zones humides présents dans plus de 10% des questionnaires (voir fascicule 3)	Ensembles de zones humides dits « orphelins »
Etang	✓	✓	
Tourbières et zones humides apparentées	✓	✓	
Tout type de zones humides (c. à d. intérêt des scientifiques et des acteurs techniques pour des projets de recherche et des besoins opérationnels sur les zones humides sans distinction du type de zones humides)	✓	✓	

	Fort intérêt des scientifiques dans les projets de recherche	Fort intérêt des acteurs techniques pour des besoins opérationnels	Peu d'intérêt détecté chez les scientifiques et les acteurs techniques
	Ensembles de zones humides présents dans plus de 5% des projets de recherche (voir fascicule 2)	Ensembles de zones humides présents dans plus de 10% des questionnaires (voir fascicule 3)	Ensembles de zones humides dits « orphelins »
Ensembles de zones humides du lit majeur des cours d'eau en général	✓		
Ensembles de zones humides littorales en général, et en particulier l'estuaire, la lagune et la slikke	✓		
Bras mort		✓	
Forêt		✓	
Mare		✓	
Prairie humide		✓	
Ripsisylve		✓	
Roselière		✓	
Bassin aquacole			✓
Combe à neige			✓
Dépression dunaire			✓
Fossé			✓
Gravière			✓
Iles			✓
Lac peu profond			✓
Lande, fourré, savane humide			✓
Marais salant			✓
Prairie halophile intérieure			✓
Rizière			✓
Schorre			✓
Vasière et banc de sédiment			✓

En premier lieu, il est possible de constater que les intérêts de recherche des scientifiques et les intérêts opérationnels des acteurs techniques sont importants sur les étangs, les milieux tourbeux et sur les ensembles de zones humides généraux (« tout type de zones humides »). Il s'agit des ensembles de zones humides sur lesquels les projets de recherche des scientifiques sont relativement fréquents et les besoins opérationnels des acteurs techniques sont importants. Une analyse plus poussée est requise pour identifier si les projets de recherche fournissent des réponses aux besoins opérationnels des acteurs techniques (voir section III).

Axe de recherche thématique 1 : continuer de soutenir des projets de recherche à finalité opérationnelle sur les étangs, les milieux tourbeux et les zones humides en général.

Préalable : identifier si les connaissances scientifiques déjà acquises sur ces ensembles de zones humides ont des débouchés opérationnels qui satisfont les besoins des acteurs techniques. Il sera crucial de tenir aussi compte des débouchés opérationnels issus de travaux scientifiques à l'échelle internationale.

→ Le cas échéant, inclure dans les programmes de financement des projets de recherche à vocation opérationnelle en phase avec les besoins opérationnels des acteurs techniques.

En second lieu, des intérêts importants sont détectés de la part des scientifiques pour les ensembles de zones humides du lit majeur des cours d'eau et les ensembles de zones humides littorales (avec un accent mis sur l'estuaire, la lagune et la slikke). Ces intérêts scientifiques ne se retrouvent pas directement dans les besoins opérationnels exprimés par les acteurs techniques.

Concernant les ensembles de zones humides du lit majeur des cours d'eau cela peut s'expliquer par le fait que les besoins des acteurs techniques sont très ciblés sur certains types de zones humides (p. ex. les bras morts) ou en général sur certains types de zones humides qu'elles soient en contexte alluvial ou non (p. ex. forêt, mare, prairie humide, ripisylve et roselière).

Concernant les ensembles de zones humides littorales, il est crucial de ne pas sur-interpréter l'écart entre l'intérêt manifesté par les scientifiques et le peu d'intérêt détecté des acteurs techniques pour des besoins opérationnels. En effet, les retours des acteurs techniques provenant du littoral à l'enquête diffusée dans le cadre de cette synthèse a été très faible comparés aux acteurs techniques « non littoraux ». On peut émettre l'hypothèse que ces faibles retours sont dus à une recherche déjà bien orientée vers les besoins opérationnels des acteurs techniques sur les zones humides littorales accompagnée par une communication qui permet aux acteurs techniques littoraux

d'avoir les informations actualisées sur les acquis scientifiques à caractère opérationnel (par le biais notamment des pôles-relais zones humides) ; auquel cas, les acteurs techniques intervenant sur les territoires littoraux auraient alors peu ressenti le besoin de répondre à l'enquête diffusée.

Les acteurs techniques ont mentionné des besoins opérationnels très ciblés et assez importants sur les bras morts, forêts, mares, prairies humides, ripisylves et roselières. L'intérêt pour ces ensembles de zones humides dans les projets de recherche reste relativement réduit.

Axe de recherche thématique 2 : soutenir des projets de recherche à finalité opérationnelle sur les bras morts, forêts, mares, prairies humides, ripisylves et roselières.

Préalable : identifier si les connaissances scientifiques déjà acquises sur ces ensembles de zones humides ont des débouchés opérationnels qui satisfont les besoins des acteurs techniques. Il sera crucial de tenir aussi compte des débouchés opérationnels issus de travaux scientifiques à l'échelle internationale.

→ Le cas échéant, inclure dans les programmes de financement des projets de recherche à vocation opérationnelle en phase avec les besoins opérationnels des acteurs techniques.

Enfin, les ensembles de zones humides « orphelins » sont ceux sur lesquels les besoins opérationnels des acteurs techniques et les projets de recherche ont été rares. Différentes raisons peuvent éventuellement expliquer ce constat. La première serait que des connaissances approfondies existent déjà sur ces zones humides et des acquis scientifiques à caractère opérationnel sont déjà disponibles lorsqu'ils sont nécessaires. La seconde raison, plus vraisemblable, serait que ce sont des ensembles de zones humides qui mobilisent peu l'intérêt des scientifiques et des acteurs techniques bien que de réels enjeux (écologiques, sociaux,...) y existent. Par exemple, les bassins aquacoles, rizières, landes, fourrés, savanes humides... font globalement l'objet d'assez peu d'intérêt manifesté, probablement parce qu'ils sont relativement rares comparés aux autres ensembles de zones humides et concernent donc un nombre très limité d'acteurs techniques. Les gravières, le schorre, les vasières, les marais salants font aussi l'objet de peu d'intérêt manifesté alors qu'à l'inverse des ensembles de zones humides précités, ces ensembles de zones humides sont vraisemblablement relativement abondants à l'échelle nationale. Le manque d'intérêt vis-à-vis d'écosystèmes tels que les gravières pourrait résider dans le fait qu'un nombre très limité d'acteurs techniques s'y intéressent ou s'y impliquent (en général peu d'intérêt économique fort une fois l'activité d'extraction cessée, par ex. activités de loisirs telles que la pêche, baignade, promenade, parfois ornithologie). Par ailleurs, la

recherche scientifique n'a peut-être pas bénéficié de soutien financier pour s'y intéresser dans les années précédentes. L'intérêt moindre pour les écosystèmes littoraux tels que le schorre, réside probablement dans le fait que les projets de recherche sont globalement réalisés en général sur le littoral, pris en compte comme un ensemble fonctionnel à part entière sans porter une attention individualisée à certains types d'écosystèmes comme le schorre. A noter, que les milieux humides intérieurs et les annexes de plans d'eau ont fait l'objet de peu d'intérêt des scientifiques et des acteurs techniques.

Le Commissariat général au développement durable (2012) a récemment publié un rapport faisant état de l'évolution des zones humides en France sur un panel de sites, à partir des avis d'experts. Il y est reporté que les prairies humides et les pannes dunaires et dunes sont les écosystèmes qui subissent des régressions importantes, une forte dégradation, bien que ces écosystèmes figurent parmi ceux qui abritent le plus de services pour la société. Il est également mentionné que les gravières sont les zones humides qui ont connu la plus forte progression, les mangroves ont connu une forte régression dans certaines régions, alors que dans d'autres, elles ont connu une forte expansion. Il pourrait donc être pertinent de veiller à ce que les enjeux sur ces écosystèmes ne soient pas occultés par la recherche scientifique et que des acquis scientifiques à caractère opérationnel soient développés lorsque cela est nécessaire pour faire face aux défis à venir.

Axe de recherche thématique 3 : inclure des ensembles de zones humides « orphelins » dans la programmation scientifique.

Préalable : identifier ceux parmi lesquels les enjeux de connaissance sont actuellement ou seront prochainement les plus importants (mise en perspective avec les changements environnementaux, par ex. le changement climatique).

→ Le cas échéant, inclure dans les programmes de financement ceux parmi lesquels les enjeux de connaissances sont actuellement ou seront prochainement les plus forts.

La mangrove est un cas particulier qui ne figure pas sur le Tableau 1. Bien que les retours de l'enquête sur les besoins opérationnels des acteurs techniques aient évoqué peu de besoins opérationnels sur la mangrove à l'échelle de l'échantillon de questionnaires (la fréquence des besoins opérationnels sur les mangroves est inférieure à 10% dans les questionnaires reçus), la majorité des questionnaires provenant d'outre-mer avec un climat tropical (6 questionnaires sur 10) ont évoqué des besoins opérationnels sur ces zones humides ; et les projets de recherche n'ont pas été anecdotiques sur la mangrove au cours de la période étudiée.

Axe de recherche thématique 4 : continuer à soutenir des projets de recherche à finalité opérationnelle sur les zones humides spécifiques à l'outre-mer (mangroves).

→ Veiller à continuer à ne pas négliger les mangroves dans la programmation de la recherche scientifique à l'échelle nationale.

Le fait de n'avoir aucune connaissance objective sur la localisation des zones humides et leur superficie rend difficile la gestion de celles-ci. En effet, les inventaires et les suivis de zones humides sont intrinsèquement associés et constituent la source du succès de la gestion de ces écosystèmes (voir Finlayson and Mitchell 1999). **Le manque de suivis à pas de temps réguliers des changements d'occupation du sol et plus précisément de carte nationale de la distribution des zones humides est aujourd'hui un problème majeur pour suivre l'évolution de ces écosystèmes (Carpenter et al. 2006) et mettre en perspective les besoins opérationnels, les efforts de recherche scientifique avec la représentation et le devenir des zones humides sur le terrain.** Les référentiels existants à l'échelle nationale comme Corine Land Cover ne sont absolument pas satisfaisants en l'état pour connaître la répartition des zones humides et suivre leur évolution. Des initiatives pour cartographier les zones humides à des échelles bien plus grandes que la France existent (par ex. le National Wetland Inventory aux Etats-Unis d'Amérique <https://www.fws.gov/wetlands/>) et il peut donc être envisagé de faire des percées majeures dans ce domaine en France, et participer à mieux cibler l'effort de recherche nécessaire.

Axe de recherche thématique 5 : suivre la répartition dans le temps et dans l'espace des zones humides.

Préalable : faire la synthèse des différentes contributions à la cartographie des zones humides à différentes échelles (du national au local).

→ Mettre au point des méthodes fiables tirant profit des dernières avancées scientifiques (par ex. télédétection) pour suivre la répartition des zones humides à l'échelle nationale si elles n'existent pas, sinon diffuser les méthodes existantes pour une application à large échelle.

II.2. Par problématique

Tout comme sur les ensembles de zones humides, il est possible de distinguer des catégories de problématiques selon l'intérêt porté par les scientifiques dans les projets de recherche et les acteurs techniques dans leurs besoins opérationnels (Tableau 2).

Tableau 2 : Intérêts comparés des acteurs techniques dans leurs besoins opérationnels et des scientifiques dans les projets de recherche pour les problématiques sur les zones humides (voir dans le fascicule 1 la typologie des problématiques utilisée, voir dans les fascicules 2 et 3 pour plus d'informations sur les résultats).

	Fort intérêt des scientifiques dans les projets de recherche	Fort intérêt des acteurs techniques pour des besoins opérationnels	Peu d'intérêt détecté chez les scientifiques et les acteurs techniques
	Problématiques présentes dans plus de 5% des projets de recherche (voir fascicule 2)	Problématiques présentes dans plus de 10% des questionnaires (voir fascicule 3)	Problématiques dites « orphelines »
Diagnostic	Caractérisation, évaluation de l'état, évaluation des tendances Inventaire		Délimitation
Fonctions	Habitat, hydrologie et biogéochimie		
Services et valeurs	Ressources animales (par ex. faune piscicole, gibier)	Ressources fourragères	Activités récréatives et touristiques, patrimoine esthétique et culturel, ressources en eau, ressources forestières et autres ressources
Conduite de l'action	Evaluation de l'action, organisation de l'action		

En premier lieu, on observe que même si les acteurs techniques et les scientifiques accordent de l'intérêt aux trois fonctions des zones humides comme problématiques, les acteurs techniques ont manifesté plus d'intérêt pour des besoins opérationnels en rapport avec la problématique « hydrologie » que « biogéochimie » (fascicule 3) ; alors que l'effet inverse est observé dans les projets de recherche. En effet, la fréquence des projets de recherche sur la problématique « biogéochimie » est plus importante que sur la problématique « hydrologie » (fascicule 2). Cet intérêt des acteurs techniques pourrait être lié au fait qu'une très grande majorité des zones humides est sujette à d'importantes perturbations physiques (facilement perceptibles par les acteurs techniques) ; souvent associées à des événements hydrologiques ou climatiques exceptionnels, des

envasements et des drainages alors qu'une part relativement moindre de ces sites serait perçue comme étant affectée par l'altération de la qualité des eaux (eutrophisation, pollutions chimiques par phytosanitaires, par hydrocarbures...) (voir Commissariat général au développement durable 2012) ; probablement parce que les aspects relatifs au fonctionnement biogéochimique des zones humides sont plus abstraits pour les acteurs techniques (moins visibles et moins facilement mesurables que les facteurs hydrologiques). Sur le terrain un argument majeur de préservation des zones humides reste la prévention du risque d'inondation, tout spécialement dans les secteurs alluviaux ; et le fait que la destruction des zones humides entraîne une augmentation de ce risque.

Axe de recherche thématique 6 : continuer à soutenir des projets de recherche à finalité opérationnelle pour évaluer les fonctions, les ressources animales, les actions conduites, organiser l'action en zones humides, évaluer l'état et les tendances des zones humides.

Préalable : identifier si les connaissances scientifiques déjà acquises sur ces problématiques ont des débouchés opérationnels qui satisfont les besoins des acteurs techniques. Il sera crucial de tenir aussi compte des débouchés opérationnels issus de travaux scientifiques à l'échelle internationale.

→ Le cas échéant, inclure dans les programmes de financement des projets de recherche à vocation opérationnelle en phase avec les besoins opérationnels des acteurs techniques.

La principale différence observable entre l'effort de recherche et les besoins opérationnels réside dans l'intérêt des acteurs techniques pour les problématiques en rapport avec l'inventaire des zones humides et les ressources fourragères ; intérêts qui n'ont pas été détectés comme étant importants dans les projets de recherche. Il est important de souligner l'intérêt de satisfaire les besoins opérationnels des acteurs techniques sur des écosystèmes tels que les prairies humides pour une gestion intégrée de ces écosystèmes, notamment vis-à-vis de la problématique de la gestion des ressources fourragères, puisque ces écosystèmes ont été récemment recensés comme ceux qui cumulent le plus de services à l'échelle nationale (Commissariat général au développement durable 2012).

Axe de recherche thématique 7 : soutenir des projets de recherche à finalité opérationnelle sur les ressources fourragères en zones humides.

Préalable : identifier si les connaissances scientifiques déjà acquises en zones humides ont des débouchés opérationnels qui satisfont les besoins des acteurs techniques. Il sera crucial de tenir aussi compte des débouchés opérationnels issus de travaux scientifiques à l'échelle internationale.

→ Le cas échéant, inclure dans les programmes de financement des projets de recherche à vocation opérationnelle en phase avec les besoins opérationnels des acteurs techniques.

Aucun axe de recherche thématique n'est évoqué pour les besoins opérationnels d'inventaire des zones humides. Cet axe de recherche est déjà développé ci-avant « Axe de recherche thématique 5 : suivre la répartition dans le temps et dans l'espace des zones humides ».

Enfin, la délimitation des zones humides, les activités récréatives et touristiques, le patrimoine esthétique et culturel que peuvent constituer les zones humides, les ressources en eau, les ressources forestières et les autres ressources sont des problématiques sur lesquelles peu d'intérêt a été relevé à la fois chez les scientifiques et les acteurs techniques. Il est à noter que peu d'intérêt a été manifesté pour les problématiques en rapport avec les ressources en eau, le tourisme, les loisirs et ce alors que la fréquentation humaine en général sur les zones humides s'avère aujourd'hui en augmentation (Commissariat général au développement durable 2012).

Axe de recherche thématique 8 : inclure des problématiques « orphelines » dans la programmation scientifique.

Préalable : identifier celles parmi lesquelles les enjeux de connaissance sont actuellement ou seront prochainement les plus importants (mise en perspective avec les changements environnementaux, par ex. le changement climatique).

→ Le cas échéant, inclure dans les programmes de financement celles parmi lesquelles les enjeux de connaissances sont actuellement ou seront prochainement les plus forts.

III. Pistes de transferts d'acquis scientifiques à caractère opérationnel vers les acteurs techniques

Une analyse comparative des besoins opérationnels des acteurs techniques (fascicule 3) avec les acquis scientifiques à caractère opérationnel (fascicule 2) permet de proposer des actions potentielles de transfert d'acquis scientifiques à caractère opérationnel. Ce transfert peut survenir dès lors que le besoin opérationnel détecté a des chances d'être satisfait par des acquis scientifiques à caractère opérationnel recensés. Dans tous les cas, des allers-retours entre scientifiques et acteurs techniques sont impératifs dans le futur sur la base des propositions énoncées ci-après pour vérifier la pertinence d'actions de transfert.

Remarque : ici des actions de transfert sont proposées en relation avec les besoins opérationnels identifiés. D'autres actions de transfert sont possibles selon les besoins opérationnels des acteurs techniques. Le lecteur se reportera donc au fascicule 2 de cette synthèse pour connaître de manière plus exhaustive les acquis scientifiques à caractère opérationnel disponibles.

III.1. Sur les zones humides en général sans distinction du type de zones humides

III.1.1. Connaître le rôle des zones humides dans la réalisation des fonctions hydrologiques et surtout les relations avec les nappes souterraines

Les acteurs techniques ont mentionné la nécessité de disposer de méthodes et d'outils pour connaître le rôle des zones humides dans la réalisation des fonctions hydrologiques et surtout les relations avec les nappes souterraines. Parmi les 16 Acquis Scientifiques à Caractère Opérationnel (ASCO) proposés dans les projets de recherche qui portaient sur les flux hydriques et sédimentaires dans les zones humides, 6 n'ont pas été détectés au moment où cette synthèse a été rédigée dans le rendu final des projets de recherche ou étaient toujours en cours de conception (Fascicule 2). Les 10 ASCO disponibles pour les acteurs techniques sont listés ci-dessous (Tableau 3). Parmi ces 10 ASCO, tous s'adressent à des spécialistes dans le domaine de l'hydrologie et portent pour certains sur des contextes hydrologiques relativement singuliers. Il est donc difficile d'envisager une large diffusion de ces ASCO au près d'un public technique. Il convient aussi de noter qu'aucun de ces ASCO ne porte très explicitement sur l'analyse des relations entre les zones humides et les nappes souterraines, alors que les acteurs techniques ont mentionné le besoin de mieux parvenir à comprendre ces relations.

Tableau 3 : Acquis scientifiques à caractère opérationnel proposés dans les projets de recherche et qui peuvent potentiellement être mis en rapport avec le besoin de connaître le rôle des zones humides dans la réalisation des fonctions hydrologiques et surtout les relations avec les nappes souterraines.

Acquis scientifique à caractère opérationnel proposés et projet de recherche associé :	Transfert et validation scientifique constaté en 2012
<p><u>Type</u> : indices. <u>But</u> : caractériser la fonctionnalité des zones humides pour la rétention des crues et des nitrates. <u>Projet correspondant</u> : « exploitation de la base de données sur les Corridors Fluviaux du district Seine-Normandie - Automatisation du calcul d'indices de fonctionnalités et approche de leur validation ». Projet PIREN-Seine (Abdou Dagga <i>et al.</i> 2006).</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : indice. <u>But</u> : caractériser l'érosion littorale avec un indice « localement défini et facile à mettre en œuvre ». <u>Thèse</u> : J. Musereau (Univ. Rennes 2) intitulée « Approche de la gestion des cordons littoraux : mise au point et application d'un indice d'érosion (Zone des Pertuis Charentais, France) » (Musereau 2009).</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : typologie des unités fonctionnelles. <u>But</u> : « prévoir les flux exportés par les unités hydrographiques en fonction de leurs caractéristiques » à partir d'une modélisation hydrologique et d'une « typologie des unités fonctionnelles en fonction des caractéristiques du milieu et de l'occupation du sol » <u>Projet correspondant</u> : « gestion des richesses écologiques et des ressources économiques du Bassin d'Arcachon : limites du pouvoir « tampon » de la lagune vis-à-vis des apports du bassin versant ». Projet LITEAU (www1.liteau.net). <u>Remarque</u> : modèle détecté dans la fiche de synthèse du projet, mais pas la typologie annoncée.</p>	Transfert pour initié et-ou coût important et formalisation non détectée
<p><u>Type</u> : indicateurs. <u>But</u> : fournir « des indicateurs aux gestionnaires et acteurs de la baie concernant l'évolution de l'écosystème et de la ressource trophique en fonction de modifications de forçages environnementaux et de forçages anthropiques ». Dans le rapport final du projet « un modèle d'écosystème a été développé couplant un modèle hydro-sédimentaire à 2 dimensions horizontales avec un modèle de production primaire et un modèle simulant les compartiments filtreurs et notamment leur croissance pour ce qui concerne les espèces cultivées » est mentionné. <u>Projet correspondant</u> : IPRAC « impact des facteurs environnementaux et des pratiques conchylicoles sur l'écosystème de la baie du Mont Saint-Michel et la production conchylicole. Etudes de scénarios par modélisation ». Projet LITEAU (www1.liteau.net).</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : typologie. <u>But</u> : caractériser les habitats marins estuariens dans le gradient bio-sédimentaire de la baie de Seine. <u>Projet correspondant</u> : COLMATAGE « couplages bio-morpho-sédimentaires et dynamique à long terme des habitats et peuplements benthiques et ichtyologiques en Seine aval ». Projet GIP Seine-Aval (http://seine-aval.crihan.fr et Dauvin <i>et al.</i> 2012).</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : méthode. <u>But</u> : « proposer des méthodes pour améliorer la compréhension des processus d'évolution de la Loire moyenne sur quelques décennies » <u>Thèse</u> : A. Latapie (Univ. François Rabelais – Tours) intitulée « Modélisation de l'évolution morphologique d'un lit alluvial : exemple de la Loire moyenne » (Latapie 2011).</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : outil, le logiciel SIC². <u>But</u> : simuler les flux hydrauliques dans les canaux d'irrigation et les rivières. <u>Projet correspondant</u> : « logiciel de simulation de canaux d'irrigation » (Dorchies <i>et al.</i> 2013).</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : modèle. <u>But</u> : caractériser le fonctionnement de l'hydrosystème Vaccarès par modélisation hydrologique : modèle du fonctionnement hydrologique de la lagune Vaccarès et des biefs attenants) pour comprendre le fonctionnement de l'hydrosystème et simuler des scénarios de gestion. Principales variables prises en compte : niveau d'eau, salinité et dans le futur leur influence sur les habitats est envisagée. <u>Projet correspondant</u> : thèse d' A. Loubet (Univ. Provence-CNRS, UMR 6264 LCP) intitulée « Modélisation de l'Hydrosystème Vaccarès : Contribution à une gestion adaptative des ressources en eau du Delta du Rhône, France » (Loubet 2012).</p>	Transfert pour initié et-ou coût important

Acquis scientifique à caractère opérationnel proposés et projet de recherche associé :	Transfert et validation scientifique constaté en 2012
<p><u>Type</u> : outil. <u>But</u> : « simulation des écoulements tidaux en milieux côtiers très peu profonds » à l'aide d'un outil numérique. <u>Thèse</u> : G. Le Dissez (Univ. Bordeaux) intitulée « Modélisation numérique des écoulements tidaux en milieux peu profond. Application à l'étude de l'hydrodynamique du Bassin d'Arcachon » (Le Dissez 2006).</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : outils. <u>But</u> : fournir à l'aide d'indicateurs hydro-pédologiques des outils de gestion raisonnée pour les zones humides du Cotentin, avec une méthodologie de travail transposable à toutes les zones humides métropolitaines. <u>Thèse</u> : E. Bouillon-Launay, (Univ. Caen) intitulée « Intérêts des indicateurs hydro-pédologiques dans la gestion raisonnée des zones humides (application aux marais du Cotentin) » (Bouillon-Launay 2002 et http://www.sudoc.abes.fr/).</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : outil. <u>But</u> : fournir un « outil destiné aux gestionnaires qui permettra d'établir des diagnostics sur la qualité et la dynamique en cours des tourbières ». <u>Thèse (en cours)</u> : S. Chatelard (Univ. St Etienne) « l'apport de l'étude des diatomées à la connaissance du fonctionnement écologique et hydrologique des systèmes tourbeux ». Financé par Plan Loire Grandeur Nature et de l'Établissement Public Loire. <u>Projet</u> : http://www.za-inee.org/Zone-Atelier-Loire-ZAL,279 ; Chatelard et Cubizolle (2007).</p>	En cours de conception
<p><u>Type</u> : modélisation agro-hydrologique. <u>But</u> : identification des secteurs prioritaires d'intervention pour limiter les transferts de nutriments. <u>Projet correspondant</u> : « évaluation des transferts de nutriments et de sédiments sur le bassin versant de l'étang de la forêt. Mise en évidence des secteurs d'intervention prioritaires par une modélisation agro-hydrologique ». LETG - Université de Nantes, projet financé par le Syndicat Mixte du Loc'h et du Sal (https://letg.univ-nantes.fr/fr/laboratoire/3/membre/157). <u>Remarque</u> : le document de restitution de ce projet n'a pas été obtenu pour vérifier la production du modèle.</p>	En cours de conception
<p><u>Type</u> : outils de gestion de la qualité des eaux. <u>But</u> : concevoir des outils de gestion de la qualité des eaux basés sur la modélisation de l'hydrodynamique et du transport sédimentaire et le couplage de modules chimiques et biologiques. <u>Projet correspondant</u> : « transferts chimiques et biologiques - Rôle de la dynamique des masses d'eau et des sédiments fins dans les transferts chimiques et biologiques dans l'estuaire. Approche intégrée sur l'estuaire de la Gironde ». Projet LITEAU (www1.liteau.net).</p>	En cours de conception
<p><u>Type</u> : méthodologie. <u>But</u> : « caractériser les inter-échanges de masse d'eau d'origine marine et continentale dans les zones côtières à partir d'une méthodologie d'établissement comprenant des modèles numériques des écoulements densitaires ». <u>Projet correspondant</u> : TIDEHYDREX « forçages hydrologiques des aquifères du remplissage estuarien : un atelier expérimental pilote pour la prévision de l'influence des changements climatiques sur le fonctionnement hydrologique des zones humides de l'estuaire de la Seine ». Projet GIP Seine-Aval (http://seine-aval.crihan.fr et Jardani et Dupont 2012). <u>Remarque</u> : nous n'avons pas détecté ces modèles.</p>	En cours de conception
<p><u>Type</u> : outil (indicateurs). <u>But</u> : caractériser le fonctionnement hydroécologique des bras morts à partir des indicateurs diatomiques et des macroinvertébrés benthiques. <u>Thèse</u> : « Fonctionnement, dynamique et gestion des milieux aquatiques : caractérisation hydroécologique des bras morts de l'Allier à partir des indicateurs diatomiques et des macroinvertébrés benthiques - implications de gestion et restauration ». Programme du Plan Loire Grandeur Nature (www.plan-loire.fr). <u>Remarque</u> : nous n'avons pas trouvé d'informations sur la finalisation de cette thèse et la mise au point de ces indicateurs.</p>	En cours de conception
<p><u>Type</u> : méthode. <u>But</u> : fournir une méthode pour « expliquer les transformations morpho-dynamique à travers lesquelles sont perçus les changements du système fluvial ». <u>Thèse</u> : M. El Ghachi (Univ. Paul Verlaine - Metz) intitulée « La Seille : un système fluvial anthropisé (Lorraine, France) » (http://books.google.fr/books/about/La_Seille.html?id=3-6TuAAACAAJ&redir_esc=y et http://www.sudoc.abes.fr/ et El Ghachi 2007).</p>	En cours de conception

III.1.2. Quantifier les services rendus surtout dans les secteurs agricoles et les valeurs que la société associe à la faune

Les acteurs techniques ont mentionné la nécessité de disposer de méthodes et d'outils pour quantifier les services rendus, surtout dans les secteurs agricoles et les valeurs associées à la faune par la société. Cinq ASCO proposés dans les projets de recherche portaient sur la quantification des services rendus. L'existence de trois ASCO n'a pas été détectée au moment où cette synthèse a été rédigée dans le rendu final des projets de recherche ou étaient toujours en cours de conception (Fascicule 2). Les 2 ASCO disponibles pour les acteurs techniques sont listés ci-dessous (Tableau 4). **Ces 2 ASCO s'adressent à des spécialistes. Il convient de noter qu'aucun ASCO ne porte très explicitement sur la quantification des services rendus par les zones humides dans les secteurs agricoles, ni sur la valeur associée à la faune par la société.**

Tableau 4 : Acquis scientifiques à caractère opérationnel proposés dans les projets de recherche et qui peuvent potentiellement être mis en rapport avec le besoin de méthodes et d'outils pour quantifier les services rendus surtout dans les secteurs agricoles et les valeurs que la société associe à la faune.

Acquis scientifique à caractère opérationnel proposés et projet de recherche associé :	Transfert et validation scientifique constaté en 2012
<p><u>Type</u> : outils. <u>But</u> : création d'outils pour favoriser la définition d'objectifs de restauration produisant des bénéfices écologiques et sociaux, définition de démarches favorisant la collaboration interdisciplinaire entre les sciences de la nature et les sciences sociales » <u>Thèse</u> : M. Cottet-Tronchère (Univ. Jean Moulin - Lyon III) intitulée « la perception des bras morts fluviaux : le paysage, un médiateur pour l'action dans le cadre de l'ingénierie de la restauration. Approche conceptuelle et méthodologique appliquée aux cas de l'Ain et du Rhône » (Cottet-Tronchère 2010 ; Cottet <i>et al.</i> 2010).</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : outil. <u>But</u> : mettre au point un outil visant à la mise en situation des acteurs locaux afin de contribuer à animer la réflexion sur la problématique de la gestion sociale de l'eau dans l'île de Camargue. Fondé sur un modèle de simulation du fonctionnement hydrologique tenant compte de nouvelles options de gestion hydraulique et une approche de jeu de rôles CEDESIM (version 2) pour appréhender : (1) les enjeux sociaux et économiques des différentes activités humaines ; (2) les relations spatio-temporelles d'interdépendances hydrologiques et biologiques ; (3) les modes d'interactions des participants ; (4) les politiques publiques impliquées. <u>Projet correspondant</u> : GIZCAM, « Gestion intégrée d'une zone humide littorale méditerranéenne aménagée : contraintes, limites et perspectives pour l'île de Camargue ». Projet LITEAU (www1.liteau.net et Chauvelon 2009).</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : méthode. <u>But</u> : une « méthodologie reproductible dans le temps et dans l'espace pour l'évaluation et le suivi des effets économiques de la fréquentation des sites littoraux et insulaires protégés ». <u>Projet correspondant</u> : BECO « Evaluation et suivi des effets économiques de la fréquentation des sites littoraux et insulaires protégés : application aux îles Chausey et au Mont Saint Michel ». Projet LITEAU II (www1.liteau.net).</p>	En cours de conception

Acquis scientifique à caractère opérationnel proposés et projet de recherche associé :	Transfert et validation scientifique constaté en 2012
<p><u>Type</u> : outil.</p> <p><u>But</u> : produire un outil de diagnostic du fonctionnement des étangs en relation avec les modalités de gestion, répondant aux usages des gestionnaires du territoire, y compris de valorisation économique des produits (carpes), tout en satisfaisant aux exigences de la Directive Cadre sur l'Eau »</p> <p><u>Projet correspondant</u> : « influence des pratiques agropiscicoles sur la biodiversité des étangs de la Dombes (Ain) en vue d'une valorisation de produits du terroir » financé par DIVA 2 « Action publique, Agriculture et Biodiversité » (Vallois et Wezel 2010 et http://umr5023.univ-lyon1.fr/index.php?pid=22&lang=fr).</p> <p><u>Remarque</u> : l'outil annoncé n'a pas été détecté.</p>	Formalisation non détectée
<p><u>Type</u> : outil.</p> <p><u>But</u> : outil pour « prendre des décisions concernant le développement régional des activités basées sur la connaissance dans un territoire des écosystèmes associés à l'eau, les bénéfices qu'ils procurent aux hommes et les pressions contre lesquelles ils doivent être protégées »</p> <p><u>Projet correspondant</u> : « Interreg 3C MedWet-Reseau CODDE - Reseau MedWet d'information et connaissance pour le développement durable des écosystèmes hydriques » (http://www.interreg4c.eu).</p>	Formalisation non détectée

III.1.3. Mesurer la réussite des aménagements en zones humides et surtout des mesures de restauration

Les acteurs techniques ont mentionné la nécessité pour eux de disposer de méthodes et d'outils pour mesurer la réussite des aménagements en zones humides et surtout des mesures de restauration. Deux acquis scientifiques à caractère opérationnel (ASCO) proposés dans les projets de recherche portaient sur de manière directe sur cette thématique. Ils n'ont pas été détectés au moment où cette synthèse a été rédigée dans le rendu final des projets de recherche ou étaient toujours en cours de conception (Fascicule 2) (Tableau 5).

Tableau 5 : Acquis scientifiques à caractère opérationnel proposés dans les projets de recherche et qui peuvent potentiellement être mis en rapport avec le besoin de méthodes et d'outils pour mesurer la réussite des aménagements en zones humides et surtout des mesures de restauration.

Acquis scientifique à caractère opérationnel proposés et projet de recherche associé :	Transfert et validation scientifique constaté en 2012
<p><u>Type</u> : protocole.</p> <p><u>But</u> : établir des protocoles de suivi et de lutte contre les invasions de <i>Baccharis halimifolia</i> et <i>Cortaderia selloana</i>.</p> <p><u>Projet correspondant</u> : « invasion de plantes ornementales : modalités d'introduction et mécanismes biologiques déclenchant l'invasion de <i>Baccharis halimifolia</i> et <i>Cortaderia selloana</i> », Projet INVABIO (http://www.ecolab.ups-tlse.fr/invabio/CHARPENTIER.html ; Charpentier 2006). Le protocole en question n'a pas été détecté.</p>	Formalisation non détectée

Acquis scientifique à caractère opérationnel proposés et projet de recherche associé :	Transfert et validation scientifique constaté en 2012
<u>Type</u> : outil. <u>But</u> : « outil de mesure de l'efficacité et de la durabilité de la restauration en termes écologiques et humains ». <u>Projet correspondant</u> : « restauration des zones humides fluviales » financé dans le cadre d'INGECOTECH (http://www.cnrs.fr/prg/PIR/). <u>Remarque</u> : nous n'avons pas détecté la présence de l'outil en question.	Formalisation non détectée

III.1.4. Estimer l'impact des actions en zones humides sur les services et valeurs et donc les bénéfices tirés par la société

Les acteurs techniques ont mentionné la nécessité pour eux de disposer de méthodes et d'outils pour estimer l'impact des actions en zones humides sur les services et valeurs et donc les bénéfices tirés par la société. Un ASCO portait directement sur cette thématique dans les projets de recherche. Il s'adresse plutôt à des spécialistes (Tableau 6).

Tableau 6 : Acquis scientifiques à caractère opérationnel proposés dans les projets de recherche et qui peuvent potentiellement être mis en rapport avec le besoin de méthodes et d'outils pour estimer l'impact des actions en zones humides sur les services et valeurs et donc les bénéfices tirés par la société.

Acquis scientifique à caractère opérationnel proposés et projet de recherche associé :	Transfert et validation scientifique constaté en 2012
<u>Type</u> : outils. <u>But</u> : création d'outils pour favoriser la définition d'objectifs de restauration produisant des bénéfices écologiques et sociaux, définition de démarches favorisant la collaboration interdisciplinaire entre les sciences de la nature et les sciences sociales » <u>Thèse</u> : M. Cottet-Tronchère (Univ. Jean Moulin - Lyon III) intitulée « la perception des bras morts fluviaux : le paysage, un médiateur pour l'action dans le cadre de l'ingénierie de la restauration. Approche conceptuelle et méthodologique appliquée aux cas de l'Ain et du Rhône » (Cottet-Tronchère 2010 ; Cottet <i>et al.</i> 2010).	Transfert pour initié et-ou coût important

III.1.5. Outils pour inventorier et délimiter les zones humides, indicateurs pour évaluer l'état de conservation des habitats, standardisés à l'échelle nationale

Les acteurs techniques ont mentionné la nécessité pour eux de disposer d'outils pour inventorier ou délimiter les zones humides, et des indicateurs pour évaluer l'état de conservation des habitats. Ils souhaitent dans les deux cas des outils et des indicateurs standardisés à l'échelle nationale. 22 acquis scientifiques à caractère opérationnel (ASCO) proposés dans les projets de recherche portaient sur l'inventaire, la délimitation ou l'évaluation de l'état des zones humides. 10

ASCO n'ont pas été détectés au moment où cette synthèse a été rédigée dans le rendu final des projets de recherche ou étaient toujours en cours de conception (Fascicule 2). Les 12 ASCO disponibles pour les acteurs techniques sont listés ci-dessous (Tableau 7). Parmi ces 12 ASCO, presque tous s'adressent à des spécialistes dans des domaines divers. Il est donc difficile d'envisager une large diffusion de ces ASCO au près d'un public technique. Il convient aussi de noter que les sujets traités par ces ASCO sont très divers. Cela peut s'expliquer par le fait qu'étudier certaines questions comme l'évaluation de l'état des zones humides, requière souvent des diagnostics sur des composantes bien particulières de l'écosystème selon l'intérêt des acteurs techniques pour certaines de ces composantes (par ex. groupement floristique ou faunistique) et le champ disciplinaire de prédilection des scientifiques qui traitent ces questions.

Notez que des méthodes en rapport avec ce besoin opérationnel ont également été identifiées en dehors des projets de recherche. Ils ne sont pas renseignés dans le tableau ci-dessous (voir Fascicule 2, par ex. projet régional pilote de la convention de Ramsar Globwetlands II (GW-II) financé par l'Agence Spatiale Européenne (ESA), le logiciel GWERN, la « *Functional assessment procedure* » ou encore les travaux conduits par le MNHN sur l'état de conservation des habitats...).

Tableau 7 : Acquis scientifiques à caractère opérationnel proposés dans les projets de recherche et qui peuvent potentiellement être mis en rapport avec le besoin d'outils pour inventorier et délimiter les zones humides, d'indicateurs pour évaluer l'état de conservation des habitats, standardisés à l'échelle nationale.

Acquis scientifique à caractère opérationnel proposés et projet de recherche associé :	Transfert et validation scientifique constaté en 2012
<p><u>Type</u> : méthode. <u>But</u> : évaluer l'état écologique des plans d'eau aquitains à partir des communautés de producteurs primaires. Les méthodes nécessiteraient un affinage pour être appliquées à l'ensemble des lacs français selon l'auteur. <u>Thèse</u> : M. Cellamare (Univ. Bordeaux I) intitulée « évaluation de l'état écologique des plans d'eau aquitains à partir des communautés de producteurs primaires » (Cellamare 2009 ; Cellamare et al. 2012).</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : indicateur. <u>But</u> : mettre au point un indicateur multi-métrique de la qualité des masses d'eau estuariennes et lagunaires basé sur la composante ichthyologique de la biocénose. <u>Projet correspondant</u> : « Développement d'un indicateur poissons pour les eaux de transition ». Projet LITEAU 2 (Girardin et al. 2005 ; Girardin et al. 2009).</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : méthode. <u>But</u> : établir une méthode combinant l'utilisation des données de télédétection optiques (orthophotographie) et altimétrique (LIDAR) avec des observations de terrain pour l'étude des communautés végétales dans les marais salés du Mont-Saint-Michel. <u>Thèse</u> : C. Bilodeau, (Univ. Paris-Est) intitulée « Apports du LiDAR à l'étude de la végétation des marais salés de la baie du Mont-Saint-Michel » (Bilodeau, et al. 2008 ; Bilodeau 2010 ; Bilodeau et al. 2010).</p>	Transfert pour initié et-ou coût important

Acquis scientifique à caractère opérationnel proposés et projet de recherche associé :	Transfert et validation scientifique constaté en 2012
<p><u>Type</u> : modèle.</p> <p><u>But</u> : délimiter, suivre et évaluer les fonctions écologiques de zones humides à l'aide de données-polarimétriques RADARSAT-2 et de modèles hydrologiques et écologiques.</p> <p><u>Projet correspondant</u> : projet européen intitulé « <i>Evaluation of RADARSAT-2 quad-pol data for functional assessment of wetlands</i> » financé par CSA-ESA SOAR-EU (Maréchal <i>et al.</i> 2012).</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : biomarqueurs.</p> <p><u>But</u> : évaluer les risques chimiques à partir de biomarqueurs développés sur les stades embryo-larvaires de bivalves.</p> <p><u>Projet correspondant</u> : « utilisation des biomarqueurs dans les stades embryo-larvaires de bivalves marins comme outils rapides et sensibles d'évaluation et de gestion du risque chimique. Essai de validation in situ » (Damiens <i>et al.</i>, 2004 ; Damiens <i>et al.</i>, 2006; Quiniou <i>et al.</i>, 2007; Roméo 2008). Projet PNETOX.</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : outils (biomarqueurs).</p> <p><u>But</u> : validation de biomarqueurs (génotoxicité, neurotoxicité, perturbations endocriniennes, traits de vie, pathologie) pour offrir un diagnostic réaliste du statut physiologique d'une population d'huître creuse.</p> <p><u>Projet correspondant</u> : « Approche multi-estuaire des réponses de populations d'huîtres creuses et de flets à la contamination chimique ». Projet du Programme National d'EcoTOxicologie (Laroche 2008 ; David <i>et al.</i> 2007).</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : méthode.</p> <p><u>But</u> : mettre au point une méthode pour suivre l'évolution des communautés végétales et de la géomorphologie de zones humides en les cartographiant par une approche orientée objet (photos aériennes, images satellitaires multitudes, multi-résolutions), à l'aide de modèles numériques de terrain (MNT) et de données topo-bathymétriques.</p> <p><u>Thèse</u> : Z. Kassouk (Univ. Paris-Est) intitulée « Apports de la télédétection, de la géomatique et du modèle numérique de terrain topo-bathymétrique intégré pour l'aide à la gestion des milieux humides littoraux : application à l'estuaire de la Rance (Ouest de la France) et au lac Ichkeul (Nord de la Tunisie) » (www.sudoc.fr).</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : méthode.</p> <p><u>But</u> : une méthode est décrite pour cartographier les faciès sédimentaires en zone littorale.</p> <p><u>Thèse</u> : C. Verpoorter (Univ. Nantes) intitulée « télédétection hyperspectrale et cartographie des faciès sédimentaires en zone intertidale : application à la baie de Bourgneuf » (Verpoorter 2009).</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : méthode.</p> <p><u>But</u> : concevoir des indicateurs de suivi sur le long terme de l'évolution des surfaces d'herbiers à zostère naine et de leur biomasse en feuilles vertes au mois de septembre.</p> <p><u>Projet correspondant</u> : « évaluation de l'état écologique des milieux côtiers et des effets anthropiques associés : mise en place d'une méthode basée sur les relations bernaches – zostères dans le golfe du Morbihan ». Projet LITEAU (Fritz 2007).</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : indicateurs.</p> <p><u>But</u> : des indicateurs biologiques ont été recherchés pour mesurer l'état écologique des systèmes littoraux semi-fermés dont les sédiments sont fortement envasés (De Montaudoin 2009).</p> <p><u>Projet correspondant</u> : QualiF, « évaluation de la qualité biologique des milieux littoraux semi-fermés ». Projet LITEAU.</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : méthode.</p> <p><u>But</u> : une approche est proposée pour délimiter, caractériser les zones humides à l'échelle du bassin versant de la Seine (Gaillard <i>et al.</i> 2006).</p> <p><u>Projet correspondant</u> : « les zones humides riveraines dans le bassin de la Seine : délimitation, caractérisation hydrogéomorphologique et évaluations fonctionnelles ». Projet PIREN-Seine.</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : critères d'évaluation.</p> <p><u>But</u> : « analyser la pertinence des nombreux critères d'évaluation retenus ou évoqués [...] et d'en faire une synthèse » (www1.liteau.net ; Lévêque 2011).</p> <p><u>Projet correspondant</u> : « BEEST - Vers une approche multicritères du bon état écologique d'un estuaire ». Projet LITEAU.</p>	Transfert possible sans compétence très pointue ou coût important
<p><u>Type</u> : outil.</p> <p><u>But</u> : mise au point d'un outil de diagnostic simplifié de l'état de santé des herbiers : recherche de bio-indicateurs pertinents et mise en place d'une classification de l'état écologique des zones lagunaires.</p> <p><u>Projet correspondant</u> : « Eco-Lagunes ». Projet INTERREG (http://www.eco-lagunes.eu/fr/content/suivi-de-l%C3%A9tat-de-conservation-des-herbiers).</p> <p><u>Remarque</u> : nous n'avons pas détecté ces outils.</p>	Formalisation non détectée

Acquis scientifique à caractère opérationnel proposés et projet de recherche associé :	Transfert et validation scientifique constaté en 2012
<p><u>Type</u> : outil.</p> <p><u>But</u> : mise au point d'un outil de diagnostic simplifié de l'état de santé des herbiers : recherche de bio-indicateurs pertinents et mise en place d'une classification de l'état écologique des zones lagunaires.</p> <p><u>Projet correspondant</u> : « Eco-Lagunes ». Projet INTERREG (http://www.eco-lagunes.eu/fr/content/suivi-de-l%C3%A9tat-de-conservation-des-herbiers).</p> <p><u>Remarque</u> : nous n'avons pas détecté ces outils.</p>	Formalisation non détectée
<p><u>Type</u> : méthode.</p> <p><u>But</u> : « développer une méthodologie appropriée d'évaluation de l'état physiologique des individus in situ, en milieu saumâtre, en rapport avec leur capacités de résistance/tolérance ou épuisement face à des agressions environnementales multiples et variées », en l'occurrence il s'agit notamment d'étudier l'anguille dans les lagunes.</p> <p><u>Projet correspondant</u> : « Contaminants et interactions au sein des écosystèmes lagunaires » (http://anrciel.univ-perp.fr/ANR-CIEL-presentation.html).</p>	Formalisation non détectée
<p><u>Type</u> : indicateurs.</p> <p><u>But</u> : fournir des indicateurs de fonctionnalité d'habitats halieutiques essentiels (nourriceries côtières et estuariennes), de façon à permettre leur identification et le suivi de leur qualité dans un objectif de gestion durable de la zone côtière et de ses fonctions écologiques.</p> <p><u>Projet correspondant</u> : « NOCES - Les peuplements benthiques, descripteurs de la fonctionnalité des habitats halieutiques essentiels en milieu côtier et estuarien », financé par ÉCOSPHÈRE CONTINENTALE et CÔTIÈRE (EC2CO), Programme national d'écologie côtière (PNEC) (http://halieutique.agrocampus-ouest.fr/projets.php?idproj=52 et Kostecki et al. 2012 ; Delpech et al. 2010).</p> <p><u>Remarque</u> : nous n'avons pas détecté ces indicateurs.</p>	Formalisation non détectée
<p><u>Type</u> : outil.</p> <p><u>But</u> : « des grilles de lecture pour les indicateurs sédimentaires d'état de fonds de bassin identifiés ».</p> <p><u>Projet correspondant</u> : « DEDUCTION - DEveloppement DUrable de la Crevetticulture, Traitement de l'Information et Observatoire du système en Nouvelle-Calédonie » (http://wwz.ifremer.fr/ncal/Biodiversite-et-ressources/Crevetticulture/Projets/Le-projet-DEDUCTION).</p> <p><u>Remarque</u> : nous n'avons pas détecté la grille de lecture avancée.</p>	Formalisation non détectée
<p><u>Type</u> : protocole.</p> <p><u>But</u> : « proposer un protocole pertinent d'évaluation de l'état écologique des étangs ». Des métriques ont été retenues à l'issue de ce projet, mais elles mériteraient selon les auteurs d'être appliquées à d'autres étangs extérieurs à la Dombes, pour évaluer leur généralisation (Vallod 2007, Vallod et al. 2011).</p> <p><u>Projet correspondant</u> : « caractérisation écologique des étangs de la Dombes. Mise au point d'une méthode d'évaluation applicable aux étangs », soutenu par plusieurs financements.</p>	En cours de conception
<p><u>Type</u> : méthode.</p> <p><u>But</u> : « mise en place d'un protocole standardisé de suivi en vue d'une modélisation ». Ce travail portait sur la « vulnérabilité de la biodiversité par rapport au changement climatique dans le bassin versant de la Loire » à partir d'une synthèse des données existantes.</p> <p><u>Projet correspondant</u> : EV2B « Evaluation de la vulnérabilité de la biodiversité et des zones bâties inondables du corridor ligérien, pour une meilleure anticipation des effets du changement climatique sur les régimes hydrologiques de la Loire » dans le cadre du plan Loire (http://www.plan-loire.fr ; Greulich (n.d.) et Servain-Courant 2011).</p> <p><u>Remarque</u> : la méthode proposée n'a pas été détectée durant nos recherches bibliographiques.</p>	En cours de conception
<p><u>Type</u> : typologie.</p> <p><u>But</u> : « typologie permettant de classer les sites retenus selon une échelle du moins dégradé au plus dégradé ».</p> <p><u>Projet correspondant</u> : « Restauration Ecologique des Berges de la Basse Vallée de Seine ». Projet GIP Seine-Aval (http://seine-aval.crihan.fr ; Langlois et Bureau 2012).</p> <p><u>Remarque</u> : cette typologie n'a pas été détectée dans le rapport final du projet.</p>	En cours de conception
<p><u>Type</u> : typologie.</p> <p><u>But</u> : « une typologie de l'ensemble des filandres de l'estuaire de la Seine » et une « méthodologie pour déterminer les potentiels de restauration des systèmes et de son habitat sera établie, avec la possibilité de généralisation à d'autres sites ».</p> <p><u>Projet correspondant</u> : DEFHFIS « Dynamique des Ecosystèmes et Fonctionnement Hydromorphologique des Filandres en Seine » financé par le GIP Seine Aval (http://seine-aval.crihan.fr et Lesourd et al. 2012).</p> <p><u>Remarque</u> : la classification typologique est bien mentionnée dans le rapport final du projet, cependant nous n'avons détecté aucune mention de la méthode proposée dans la réponse à l'appel à projet.</p>	En cours de conception

Acquis scientifique à caractère opérationnel proposés et projet de recherche associé :	Transfert et validation scientifique constaté en 2012
<u>Type</u> : méthode. <u>But</u> : « méthodologie d'inventaires de tourbières en France : délimitation, localisation et caractérisation en vue de leur conservation » <u>Thèse</u> : S. Rochelet (Univ. Orléans) proposait en 2007 de mettre au point une « méthodologie d'inventaires de tourbières en France : délimitation, localisation et caractérisation en vue de leur conservation » (www.theses.fr). <u>Remarque</u> : cette thèse n'a pas été finalisée.	En cours de conception

III.1.6. Outils de dialogue avec les acteurs techniques, lors de l'initiation de programme d'actions sur les zones humides

Les acteurs techniques ont mentionné la nécessité pour eux de disposer d'outils de dialogue avec les acteurs techniques rencontrés lors de l'initiation de programme d'actions sur les zones humides. 15 acquis scientifiques à caractère opérationnel (ASCO) proposés dans les projets de recherche portaient sur ce sujet. Parmi ces 15 ASCO, 7 n'ont pas été détectés au moment où cette synthèse a été rédigée dans le rendu final des projets de recherche ou étaient toujours en cours de conception (Fascicule 2). Les 8 ASCO disponibles pour les acteurs techniques sont listés ci-dessous (Tableau 8). Parmi ces 8 ASCO, tous s'adressent à des spécialistes. Il est donc difficile d'envisager une large diffusion de ces ASCO au près d'un public technique. Notez que des méthodes et outils ont également été conçus en dehors du cadre des projets de recherche identifiés dans le cadre de cette synthèse (voir par ex. le logiciel « Butorstar » de Mathevet et *al.* (2007)).

Tableau 8 : Acquis scientifiques à caractère opérationnel proposés dans les projets de recherche et qui peuvent potentiellement être mis en rapport avec le besoin d'outils de dialogue avec les acteurs techniques, lors de l'initiation de programme d'actions sur les zones humides.

Acquis scientifique à caractère opérationnel proposés et projet de recherche associé :	Transfert et validation scientifique constaté en 2012
<u>Type</u> : outil (modèle). <u>But</u> : modèle permettant de décrire la distribution spatio-temporelle des flamants roses comme outil d'aide à la décision flexible pour penser et discuter du futur de la gestion des salins de Giraud ».	Transfert pour initié et-ou coût important

Acquis scientifique à caractère opérationnel proposés et projet de recherche associé :	Transfert et validation scientifique constaté en 2012
<p><u>Type</u> : outils.</p> <p><u>But</u> : création d'outils pour favoriser la définition d'objectifs de restauration produisant des bénéfices écologiques et sociaux, définition de démarches favorisant la collaboration interdisciplinaire entre les sciences de la nature et les sciences sociales »</p> <p><u>Thèse</u> : M. Cottet-Tronchère (Univ. Jean Moulin - Lyon III) intitulée « la perception des bras morts fluviaux : le paysage, un médiateur pour l'action dans le cadre de l'ingénierie de la restauration. Approche conceptuelle et méthodologique appliquée aux cas de l'Ain et du Rhône » (Cottet-Tronchère 2010 ; Cottet <i>et al.</i> 2010).</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : outil.</p> <p><u>But</u> : mettre au point un outil visant à la mise en situation des acteurs locaux afin de contribuer à animer la réflexion sur la problématique de la gestion sociale de l'eau dans l'île de Camargue. Fondé sur un modèle de simulation du fonctionnement hydrologique tenant compte de nouvelles options de gestion hydraulique et une approche de jeu de rôles CEDESIM (version 2) pour appréhender : (1) les enjeux sociaux et économiques des différentes activités humaines ; (2) les relations spatio-temporelles d'interdépendances hydrologiques et biologiques ; (3) les modes d'interactions des participants ; (4) les politiques publiques impliquées.</p> <p><u>Projet correspondant</u> : GIZCAM, « Gestion intégrée d'une zone humide littorale méditerranéenne aménagée : contraintes, limites et perspectives pour l'île de Camargue ». Projet LITEAU (www1.liteau.net et Chauvelon 2009).</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : outil.</p> <p><u>But</u> : fournir un « outil d'aide à la décision en matière de gestion voire de restauration des zones humides riveraines des cours d'eau à l'échelle du bassin de la Seine » (Gaillard <i>et al.</i> 2002).</p> <p><u>Projet correspondant</u> : typologie et fonctions des zones humides riveraines dans le cadre du PIREN SEINE.</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : outil.</p> <p><u>But</u> : un « outil d'aide à l'évaluation des choix en matière de gestion du territoire, capable de fournir une simulation cartographique dynamique permettant de prédire les peuplements en fonctions de scénarios d'aménagements, de gestion d'ouvrages, ainsi que de pollutions ».</p> <p><u>Projet correspondant</u> : « modélisation du compartiment piscicole : test d'un modèle bioénergétique pour mieux cerner la biomasse piscicole d'un bief de la Seine » Projet PIREN-Seine (Anonyme 2002 ; Boët <i>et al.</i> 2000).</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : modèle.</p> <p><u>But</u> : modèles de prévision des risques sanitaires encourus par les populations aviaires voire humaines, face à des agents pathogènes émergents, comme la grippe aviaire.</p> <p><u>Projet correspondant</u> : thèse de D. Doctrinal-Creton (Univ. J. Fourier, Grenoble) intitulée « contribution à l'analyse du risque de survenue d'une épidémie d'Influenza Aviaire en Dombes » (Doctrinal-Creton 2009).</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : outil.</p> <p><u>But</u> : identifier des outils d'aide à la décision pour prévenir le risque microbiologique lié à la consommation des coquillages, en particulier la validité des indicateurs [...] par rapport aux pathogènes. Un modèle est proposé dans le rapport final du projet.</p> <p><u>Projet correspondant</u> : « contamination virale et indicateur du risque ». Projet LITEAU.</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : modèle.</p> <p><u>But</u> : simuler différentes situations de gestion pour adapter la gestion des stocks de palourdes japonaises réalisée par les acteurs socio-économiques dans le bassin.</p> <p><u>Thèse</u> : C. Dang (Univ. Bordeaux I) intitulée « dynamique des populations de palourdes japonaises (<i>Ruditapes philippinarum</i>) dans le bassin d'Arcachon : conséquences sur la gestion des populations exploitées ».</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : modèle.</p> <p><u>But</u> : modèle pour prendre en compte les dimensions écologiques, sociales et économiques (patrimonialisation des zones humides) dans les activités de gestion des zones humides. Il s'agit d'un outil qui permettra de mesurer l'évolution des fonctions des zones humides et également les services - valeurs associés aux différentes activités de gestion/restauration/compensation... prévues sur les zones humides. Cet outil se veut être une future plateforme collaborative et participative pour les acteurs de la gestion des zones humides.</p> <p><u>Equipe(s) scientifique(s) associée(s)</u> : sous la direction de P. Vervier (Acceptables avenir).</p>	En cours de conception

Acquis scientifique à caractère opérationnel proposés et projet de recherche associé :	Transfert et validation scientifique constaté en 2012
<p><u>Type</u> : une méthodologie et un outil.</p> <p><u>But</u> : « tester les impacts agro-environnementaux et technico-économiques d'une réduction raisonnée de l'utilisation des pesticides » et « un outil interactif d'aide à la décision à partir d'une base de données afin de pouvoir calculer des indicateurs de toxicité des pesticides modulables en fonction des données rentrées par les utilisateurs ».</p> <p><u>Projet correspondant</u> : « gestion de la toxicité en zone RAMSAR » (en cours) (TRam sur www.qualimediterranee.fr).</p>	En cours de conception
<p><u>Type</u> : outil informatique.</p> <p><u>But</u> : « un outil informatique qui pourra être utilisé par tous les gestionnaires de la région, notamment les communes » pour « mettre en œuvre des actions de conservation, établir un état des lieux avant travaux ou suivre l'impact de certains aménagements ».</p> <p><u>Projet correspondant</u> : MACROFONE « Les communautés MACROzoobenthiques des sédiments meubles intertidaux du Nord – Pas-de-Calais : structure et FONctionnement Ecologiques, relations avec l'avifaune hivernante », financé par la FRB et la région Nord – Pas de Calais (www.fondationbiodiversite.fr).</p> <p><u>Remarque</u> : nous n'avons pas détecté l'outil informatique proposé au moment de la réponse à l'appel à projets.</p>	Formalisation non détectée
<p><u>Type</u> : outil.</p> <p><u>But</u> : proposer un « outil d'aide à la décision pour la gestion des parcs conchylicoles » et « d'aide à la décision des gestionnaires pour orienter les investissements publics sur le bassin versant, afin d'obtenir une qualité de la lagune de Thau, compatible avec les normes européennes pour les eaux de baignade et des zones de production de coquillages »</p> <p><u>Projet correspondant</u> : « OMEGATHAU - contamination microbiologique dans la lagune de Thau ».</p> <p><u>Remarque</u> : nous n'avons pas détecté les outils proposés.</p>	Formalisation non détectée
<p><u>Type</u> : outils.</p> <p><u>But</u> : fournir « des éléments de réflexion, de nouvelles connaissances mais aussi des outils en appui aux politiques, gestionnaires et aux différents acteurs locaux dans le but d'une meilleure gouvernance des territoires, ce dans une optique de préservation de milieux riches et particulièrement vulnérables que sont les zones humides ». Il devait être démontré s'il était « possible d'utiliser des bio-indicateurs de marqueurs de naturalité par l'étude des cortèges d'orchidées et autres (gastéropodes) » dans les zones humides méditerranéennes.</p> <p><u>Projet correspondant</u> : « d'un marais à l'autre » dans le cadre du programme EET (Sandoz 2010).</p> <p><u>Remarque</u> : les résultats de ces travaux et les éventuels bio-indicateurs produits n'ont pas été détectés.</p>	Formalisation non détectée
<p><u>Type</u> : outil.</p> <p><u>But</u> : outil pour « prendre des décisions concernant le développement régional des activités basées sur la connaissance dans un territoire des écosystèmes associés à l'eau, les bénéfices qu'ils procurent aux hommes et les pressions contre lesquelles ils doivent être protégées »</p> <p><u>Projet correspondant</u> : « Interreg 3C MedWet-Reseau CODDE - Reseau MedWet d'information et connaissance pour le développement durable des écosystèmes hydriques » (http://www.interreg4c.eu).</p>	Formalisation non détectée
<p><u>Type</u> : outils.</p> <p><u>But</u> : fournir « des éléments de réflexion, de nouvelles connaissances mais aussi des outils en appui aux politiques, gestionnaires et aux différents acteurs locaux dans le but d'une meilleure gouvernance des territoires, ce dans une optique de préservation de milieux riches et particulièrement vulnérables que sont les zones humides ». Il devait être démontré s'il était « possible d'utiliser des bio-indicateurs de marqueurs de naturalité par l'étude des cortèges d'orchidées et autres (gastéropodes) » dans les zones humides méditerranéennes.</p> <p><u>Projet correspondant</u> : « d'un marais à l'autre » dans le cadre du programme EET (Sandoz 2010).</p> <p><u>Remarque</u> : les résultats de ces travaux et les éventuels bio-indicateurs produits n'ont pas été détectés.</p>	Formalisation non detectee

III.2. Par type de zones humides

III.2.1. Diagnostic du fonctionnement hydrologique des milieux tourbeux et les effets sur les autres fonctions réalisées

Les acteurs techniques ont mentionné la nécessité pour eux de disposer de méthodes et d'outils pour diagnostiquer le fonctionnement hydrologique des milieux tourbeux et les effets de ce fonctionnement hydrologique sur les autres fonctions réalisées. Parmi les 2 ASCO proposés dans les projets de recherche qui portaient sur le fonctionnement hydrologique des milieux tourbeux, 1 ASCO n'a pas été détecté au moment où cette synthèse a été rédigée dans le rendu final des projets de recherche ou était toujours en cours de conception (Fascicule 2). Un autre ASCO est disponible et il est indiqué ci-dessous (Tableau 9), il s'adresse à des spécialistes dans le domaine de l'hydrologie et de la pédologie, et il semble transposable à large échelle. La large diffusion de cet ASCO au près d'un public technique semble difficile à envisager.

Tableau 9 : Acquis scientifiques à caractère opérationnel proposés dans les projets de recherche et qui peuvent potentiellement être mis en rapport avec le besoin de méthodes et d'outils pour diagnostiquer le fonctionnement hydrologique des milieux tourbeux et les effets sur les autres fonctions réalisées.

Acquis scientifique à caractère opérationnel proposés et projet de recherche associé :	Transfert et validation scientifique constaté en 2012
<p><u>Type :</u> outils. <u>But :</u> fournir à l'aide d'indicateurs hydropédologiques des outils de gestion raisonnée pour les zones humides du Cotentin, avec une méthodologie de travail transposable à toutes les zones humides métropolitaines. <u>Thèse :</u> E. Bouillon-Launay, (Univ. Caen) intitulée « Intérêts des indicateurs hydropédologiques dans la gestion raisonnée des zones humides (application aux marais du Cotentin) » (Bouillon-Launay 2002 et http://www.sudoc.abes.fr/).</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type :</u> outil. <u>But :</u> fournir un « outil destiné aux gestionnaires qui permettra d'établir des diagnostics sur la qualité et la dynamique en cours des tourbières ». <u>Thèse (en cours) :</u> S. Chatelard (Univ. St Etienne) « l'apport de l'étude des diatomées à la connaissance du fonctionnement écologique et hydrologique des systèmes tourbeux ». Financé par Plan Loire Grandeur Nature et de l'Établissement Public Loire. <u>Projet :</u> http://www.za-inee.org/Zone-Atelier-Loire-ZAL,279 ; Chatelard et Cubizolle (2007).</p>	En cours de conception

III.2.2. Méthodes pour déterminer l'état de conservation, diagnostiquer et comprendre l'évolution des roselières au cours du temps

Les acteurs techniques ont mentionné la nécessité de disposer d'outils pour déterminer l'état de conservation et diagnostiquer l'évolution des roselières au cours du temps. Un acquis scientifique à caractère opérationnel (ASCO) proposés dans les projets de recherche portait sur l'état

de conservation et le diagnostic de l'évolution des roselières au cours du temps (Tableau 10). Il s'adresse à des spécialistes dans le domaine de la télédétection. Il est donc difficile d'envisager une large diffusion de cet ASCO au près d'un public technique. Notez que des méthodes et outils ont également été conçus en dehors du cadre des projets de recherche identifiés dans le cadre de cette synthèse (voir par ex. méthode de diagnostic fonctionnel des roselières de Poulin (2010)).

Tableau 10 : Acquis scientifiques à caractère opérationnel proposés dans les projets de recherche et qui peuvent potentiellement être mis en rapport avec le besoin de méthodes pour déterminer l'état de conservation, diagnostiquer et comprendre l'évolution des roselières au cours du temps.

Acquis scientifique à caractère opérationnel proposés et projet de recherche associé :	Transfert et validation scientifique constaté en 2012
<p><u>Type</u> : modèle. <u>But</u> : construire des modèles à partir de données de télédétection pour proposer des modes de gestion adaptés aux objectifs de préservation et de développement durable des zones humides méditerranéennes. <u>Thèse</u> : A. Davranche (Univ. Aix Marseille) intitulée « suivi de la gestion des zones humides camarguaises par télédétection en référence à leur intérêt avifaunistique » (Davranche, 2008 ; Davranche <i>et al.</i> 2010 ; Poulin <i>et al.</i> 2010).</p>	<p>Transfert pour initié et-ou coût important</p>

III.2.3. Méthodes pour mesurer la connectivité entre les bras morts et les cours d'eau, notamment après des actions de restauration, en particulier entre bras morts et cours d'eau pour la faune piscicole

Les acteurs techniques ont mentionné la nécessité pour eux de disposer de méthodes pour mesurer la connectivité entre les bras morts et les cours d'eau, notamment après des actions de restauration, en particulier pour la faune piscicole. Quatre acquis scientifiques à caractère opérationnel (ASCO) proposés dans les projets de recherche portaient sur cette question. 2 ASCO n'ont pas été détectés au moment où cette synthèse a été rédigée dans le rendu final des projets de recherche ou étaient toujours en cours de conception (Fascicule 2). Les 2 ASCO disponibles pour les acteurs techniques sont listés ci-dessous (Tableau 11) ; l'un d'eux s'adresse à des spécialistes alors que l'utilisation du second semble possible par un public plus large.

Tableau 11 : Acquis scientifiques à caractère opérationnel proposés dans les projets de recherche et qui peuvent potentiellement être mis en rapport avec le besoin de méthodes pour mesurer la connectivité entre les bras morts et les cours d'eau, notamment après des actions de restauration, en particulier pour la faune piscicole.

Acquis scientifique à caractère opérationnel proposés et projet de recherche associé :	Transfert et validation scientifique constaté en 2012
<p><u>Type</u> : outil. <u>But</u> : un « outil d'aide à l'évaluation des choix en matière de gestion du territoire, capable de fournir une simulation cartographique dynamique permettant de prédire les peuplements en fonctions de scénarios d'aménagements, de gestion d'ouvrages, ainsi que de pollutions ». <u>Projet correspondant</u> : « modélisation du compartiment piscicole : Test d'un modèle bioénergétique pour mieux cerner la biomasse piscicole d'un bief de la Seine » Projet PIREN-Seine (Anonyme 2002 ; Boët et al. 2000).</p>	Transfert pour initié et-ou coût important
<p><u>Type</u> : outil logiciel. <u>But</u> : caractériser les relations entre le paysage hydrologique et ses fonctionnalités pour les peuplements biologiques, construction et application effective d'un outil logiciel et de son interface. <u>Projet correspondant</u> : « relations entre paysage hydrologique et peuplements biologiques. Rôle des zones humides ». Projet PIREN-Seine (Le Pichon et al. 2005).</p>	Transfert possible sans compétence très pointue ou coût important
<p><u>Type</u> : outil (indicateurs). <u>But</u> : caractériser le fonctionnement hydroécologique des bras morts à partir des indicateurs diatomiques et des macroinvertébrés benthiques. <u>Thèse</u> : « Fonctionnement, dynamique et gestion des milieux aquatiques : caractérisation hydroécologique des bras morts de l'Allier à partir des indicateurs diatomiques et des macroinvertébrés benthiques - implications de gestion et restauration ». Programme du Plan Loire Grandeur Nature (www.plan-loire.fr). <u>Remarque</u> : nous n'avons pas trouvé d'informations sur la finalisation de cette thèse et la mise au point de ces indicateurs.</p>	En cours de conception
<p><u>Type</u> : protocole. <u>But</u> : une proposition de protocole commun pour la description et le suivi des annexes hydrauliques du bassin de la Loire (Dupieux 2004). <u>Equipe(s) scientifique(s) associée(s)</u> : non renseignée.</p>	En cours de conception

III.2.4. Outils de diagnostic de la gestion piscicole et de la biodiversité dans les étangs piscicoles

Les acteurs techniques ont mentionné la nécessité pour eux de disposer d'outils de diagnostic de la gestion piscicole et de la biodiversité dans les étangs piscicoles. 6 acquis scientifiques à caractère opérationnel (ASCO) proposés dans les projets de recherche portaient sur le diagnostic de la gestion piscicole et de la biodiversité dans les étangs piscicoles. 5 ASCO n'ont pas été détectés au moment où cette synthèse a été rédigée dans le rendu final des projets de recherche ou étaient toujours en cours de conception (Fascicule 2). Le seul ASCO disponible pour les acteurs techniques est indiqué ci-dessous (Tableau 12).

Tableau 12 : Acquis scientifiques à caractère opérationnel proposés dans les projets de recherche et qui peuvent potentiellement être mis en rapport avec le besoin d'outils de diagnostic de la gestion piscicole et de la biodiversité dans les étangs piscicoles.

Acquis scientifique à caractère opérationnel proposés et projet de recherche associé :	Transfert et validation scientifique constaté en 2012
<p><u>Type</u> : outil. <u>But</u> : un outil d'aide à la décision pour piloter les exploitations et mettre en œuvre les politiques de développement en zones tropicale et tempérée. Un guide a été rédigé (Rey-Valette et <i>al.</i> 2008). <u>Projet correspondant</u> : « Evaluation de la durabilité des systèmes de production aquacoles élaboration d'une méthode et application dans différents contextes en zones tropicale et tempérée » réalisé dans le cadre de l'ANR ADD.</p>	<p>Transfert possible sans compétence très pointue ou coût important</p>
<p><u>Type</u> : une méthodologie et un outil. <u>But</u> : « tester les impacts agro-environnementaux et technico-économiques d'une réduction raisonnée de l'utilisation des pesticides » et « un outil interactif d'aide à la décision à partir d'une base de données afin de pouvoir calculer des indicateurs de toxicité des pesticides modulables en fonction des données rentrées par les utilisateurs ». <u>Projet correspondant</u> : « gestion de la toxicité en zone RAMSAR » (en cours) (TRam sur www.qualimediterranee.fr).</p>	<p>En cours de conception</p>
<p><u>Type</u> : outil. <u>But</u> : produire un outil de diagnostic du fonctionnement des étangs en relation avec les modalités de gestion, répondant aux usages des gestionnaires du territoire, y compris de valorisation économique des produits (carpes), tout en satisfaisant aux exigences de la Directive Cadre sur l'Eau » <u>Projet correspondant</u> : « influence des pratiques agropiscicoles sur la biodiversité des étangs de la Dombes (Ain) en vue d'une valorisation de produits du terroir » financé par DIVA 2 « Action publique, Agriculture et Biodiversité » (Vallod et Wezel 2010 et http://umr5023.univ-lyon1.fr/index.php?pid=22&lang=fr). <u>Remarque</u> : l'outil annoncé n'a pas été détecté.</p>	<p>Formalisation non détectée</p>
<p><u>Type</u> : méthode. <u>But</u> : non renseigné. <u>Projet correspondant</u> : « gestion de l'off-flavor en aquaculture continentale élaboration de modèles prédictifs et mise au point de méthodes de contrôle », financé par France Agrimer et le Fonds Européen sur la Pêche (http://umr5023.univ-lyon1.fr/index.php?pid=705&lang=fr). <u>Remarque</u> : des méthodes devaient vraisemblablement être prévues, nous ne les avons pas détectées.</p>	<p>Formalisation non détectée</p>
<p><u>Type</u> : outil. <u>But</u> : mise au point d'un « outil simplifié de caractérisation du niveau d'intensification écologique » dans les piscicultures. <u>Projet correspondant</u> : PISCENLIT « PISCiculture EcoLogiquement InTensive: une approche par écosystème », financé dans le cadre de l'ANR SYSTERRA (http://www7.rennes.inra.fr/umrsas/programmes/piscenlit_pisciculture_ecologiquement_intensive). <u>Remarque</u> : le document de restitution du projet n'a pas pu être obtenu pour vérifier la mise au point de cet outil.</p>	<p>Formalisation non détectée</p>
<p><u>Type</u> : protocole. <u>But</u> : « proposer un protocole pertinent d'évaluation de l'état écologique des étangs ». Des métriques ont été retenues à l'issue de ce projet, mais elles mériteraient selon les auteurs d'être appliquées à d'autres étangs extérieurs à la Dombes, pour évaluer leur généralisation (Vallod 2007, Vallod et <i>al.</i> 2011). <u>Projet correspondant</u> : « caractérisation écologique des étangs de la Dombes. Mise au point d'une méthode d'évaluation applicable aux étangs », soutenu par plusieurs financements.</p>	<p>En cours de conception</p>

Piste de transfert opérationnel 1 : transférer les acquis scientifiques à caractère opérationnel vers un public technique.

- Réaliser une synthèse des acquis scientifiques à caractère opérationnel en dissociant ceux qui sont génériques (c'est-à-dire applicable sur de nombreux types de zones humides) *versus* ceux spécifiques à des ensembles de zones humides.
- Evaluer le potentiel de transfert de méthodes et outils destinés à des spécialistes (p. ex. simplification) pour qu'ils soient accessibles à des acteurs techniques avec des connaissances plus généralistes. En effet, parmi les pistes de transfert proposées ci-avant, beaucoup concernent des publics spécialisés ou nécessitent des coûts importants pour mettre en œuvre les ASCO. Il est donc difficile d'entrevoir leur diffusion auprès d'un large public technique qui aurait des compétences « généralistes » ou qui interviendrait dans un contexte où les moyens sont contraints.
- Prospections complémentaires à cette synthèse sur les acquis scientifiques à caractère opérationnel proposés dont la conception n'a pas été détectée au cours de la rédaction de cette synthèse.

III.3. Besoins opérationnels des acteurs techniques sans acquis scientifique à caractère opérationnel correspondant détecté

Les acteurs techniques ont mentionné plusieurs besoins opérationnels, pour lesquels aucun ASCO produit ou proposé dans les projets de recherche n'a pu être mis en correspondance. Ces besoins opérationnels portaient sur la nécessité pour eux :

- de connaître l'impact des pratiques agricoles sur le fonctionnement des écosystèmes de prairies humides.
- d'évaluer la qualité des fourrages pour le bétail dans les prairies humides.
- d'évaluer l'impact de la gestion forestière sur le fonctionnement des zones humides pour mieux orienter leur gestion.
- d'assurer un « bon » entretien conciliant la production de ressources en bois et leurs fonctions dans les ripisylves.
- de réaliser des diagnostics écologiques dans les mares.

La mise au point d'acquis scientifiques à caractère opérationnel peut être proposée dans le cas où les besoins opérationnels évoqués ne peuvent être satisfaits par des méthodes existantes. Dans ce cas, il s'agira au préalable de vérifier que dans la littérature scientifique nationale et internationale il n'y a pas d'acquis scientifiques à caractère opérationnel déjà créés qui peuvent satisfaire les besoins opérationnels évoqués.

Piste de transfert opérationnel 2 : rechercher les acquis scientifiques à caractère opérationnel pouvant satisfaire les besoins opérationnels des acteurs techniques.

- Elargir et poursuivre les recherches dans la littérature scientifique nationale (plus ancienne que la période prise en compte ici, soit avant 2001, ou plus récente, soit après 2011) et internationale.

→ Le cas échéant, inclure dans la programmation scientifique des projets de recherche en phase avec ces besoins opérationnels (acquisition de connaissances et/ou conception de méthodes et d'outils).

IV. Modalités de mise en œuvre de la recherche préconisées sur les zones humides

Les entretiens dirigés réalisés avec les chercheurs ont permis de déduire des modalités à prendre en compte pour mettre en œuvre les recherches scientifiques futures sur les zones humides pour combler des lacunes, en dépassant le domaine purement technique (Fascicule 2). Les cinq modalités proposées ci-après font la synthèse des propositions faites par les scientifiques.

IV.1. Encourager les approches intégrées

IV.1.1. Tendre vers des approches holistiques

Mieux comprendre le fonctionnement des zones humides passe notamment par la réalisation de projets de recherche qui réunissent des équipes scientifiques aux compétences distinctes et qui s'investissent de façon relativement équilibrée au sein d'un même projet de recherche. Ces projets de recherche peuvent faire l'objet de coopérations entre équipes scientifiques des sciences de la nature d'une part, entre scientifiques des sciences humaines et apparentées d'autre part, mais aussi entre ces équipes scientifiques.

Dans les projets de recherche passés, les sciences de la nature ou les sciences humaines auraient eu tendance à prendre trop nettement le pas l'une sur l'autre au sein des projets de recherche où elles étaient associées. Ceci se serait parfois fait au détriment d'une connaissance scientifique plus complète sur les zones humides et au détriment des applications qui en ont résulté, qui de fait ne répondaient pas forcément à des besoins relativement globaux des acteurs techniques. En effet, les projets de recherche émanent le plus souvent d'une équipe scientifique aux compétences propres, à laquelle se greffent éventuellement des équipes aux compétences complémentaires, pour apporter un soutien, souvent ponctuel, à la résolution des questions de recherche. Dans ces projets pluri ou interdisciplinaires, l'investissement égal des partenaires n'est pas un objectif en soit, le rôle du chef de projet par contre est crucial pour équilibrer la contribution de chacun et atteindre les objectifs fixés au départ. Il paraîtrait nécessaire d'encourager la construction de projets de recherche où la contribution des équipes scientifiques, aux compétences distinctes. En se gardant d'exiger un « montage standardisé » des projets de recherche (avec contribution systématique de chercheurs de différents champs disciplinaires), il vaudrait mieux réfléchir à la combinaison des chercheurs impliqués et à leur investissement dans les projets de recherche selon les objectifs assignés. **A terme les projets de recherche issus d'approches plus intégratives (Jollivet, 1992 ; Miller *et al.* 1995) et/ou holistiques (Li, 2000) permettraient d'élaborer des modèles et des indicateurs intégrés plus fidèles aux réalités de terrain.**

IV.1.2. Concevoir des modèles et des indicateurs intégrés

Un modèle est la représentation d'un système ou d'un processus (Kornijow et Bredehoeft, 1992 , *in* Leijnse et Hassanizadeh, 1994). Un modèle intégré est la représentation des connexions entre les mécanismes à l'origine des processus au sein d'un système. Il peut être qualifié de modèle holistique lorsqu'il intègre directement les variables du système ; et il se différencie ainsi de modèle modulaire où les variables sont traitées de manière indépendante (voir Brouwer et Hofkes, 2008). L'application d'une approche intégrée ou holistique s'impose lors de la conception de tels modèles et des indicateurs qui y sont associés. **Le développement de modèles intégrés, « intégratifs » ou « holistiques » serait donc à encourager car cela inciterait les chercheurs et les acteurs techniques à considérer les mécanismes et processus à l'œuvre dans les zones humides comme des éléments interconnectés d'un tout, ce qui est primordial pour réaliser des diagnostics pertinents.**

IV.1.3. Analyser la relation dynamique entre fonctions et services

Durant les entretiens dirigés, des progrès ont été mentionnés sur la théorisation des relations entre fonctions écologiques, valeurs et services écosystémiques dans les zones humides. Cependant, la démonstration de ces relations fait aujourd’hui encore largement défaut, alors que, chiffrées ou non, une telle démonstration est centrale dans le processus de prise de décision par les acteurs techniques. La mise en évidence de ces relations sert notamment à fournir un argumentaire étayé, concret et utile lors de l’élaboration de stratégies d’action sur les zones humides. En effet, les services procurés par les zones humides restent souvent abstraits pour les acteurs techniques et les usagers. Dans ce cas, il conviendrait de mesurer comment les services s’additionnent, se combinent ou s’excluent dans un même espace en illustrant les compatibilités écologiques, sociales, économiques, entre usages et services. Par exemple, quels usages du sol sont favorables à quel type de services ? Est-ce que la populiculture désavantage les communautés d’oiseaux ? Passer d’un discours théorique sur la relation fonctions-services à sa démonstration spatialisée est nécessaire. En cela, les approches intégrées pourraient apporter des réponses. Dans ce contexte, l’association des acteurs techniques et des usagers lors de la formulation des questions à traiter par les chercheurs serait une étape importante de la démarche scientifique. En réalité, la perception des services procurés par les zones humides et l’attribution d’une valeur relative à ceux-ci dépendent énormément de l’échelle d’action. **Ces points justifieraient l’émergence de démarches participatives initiées dans le but de démontrer les relations entre les services et les fonctions.**

A titre d’exemples, les démonstrations pourraient par exemple porter sur les sujets suivants :

- dépasser les approches patrimoniales classiques sur la biodiversité des zones humides sachant que la richesse biologique a un intérêt en soit, et construire si possible un argumentaire autour des fonctions ou des services (p. ex. relation entre le pâturage, la valeur fourragère des prairies et la structure des habitats en prairie humide).
- réfléchir au moyen d’améliorer ou d’optimiser certains processus biogéochimiques dans les zones humides soumises à des perturbations anthropiques chroniques (p. ex. développer des connaissances sur les zones humides artificielles en zones périurbaines pour maximiser leur rôle (transfert de polluants) ou définir les aménagements à encourager sur les étangs pour optimiser la rétention des nutriments et des pesticides).

- évaluer les effets du changement climatique sur le fonctionnement hydrologique et les flux sédimentaires des estuaires, des zones littorales semi fermées, les risques associés pour les activités humaines.

Modalité de mise en œuvre de la recherche 1 : soutenir les projets de recherche permettant une compréhension intégrée du fonctionnement des zones humides.

- Promouvoir les approches holistiques.
- Promouvoir le développement de modèles et d'indicateurs intégrés.
- Focaliser des efforts de recherche complémentaires à ceux existants pour comprendre les interrelations entre fonctions et services.

IV.2. Donner du temps aux équipes scientifiques pour comprendre les mécanismes à des échelles pertinentes

IV.2.1. Instrumenter et expérimenter sur le long terme pour tendre vers des modélisations prédictives

Le pas de temps sur lequel se déroule la dynamique des zones humides, variable selon le type de zone humide considéré (intégrateur des conditions climatiques, du contexte géologique, topographique...), et celui auquel les acteurs techniques et les chercheurs perçoivent leur fonctionnement ne convergent pas nécessairement. Le mode de fonctionnement d'une zone humide observé à un moment t ou sur un court terme ne fait sens que s'il est replacé dans un cadre large prenant en compte sa dynamique plus globale. Les écologues utilisent l'image de la trajectoire pour positionner le fonctionnement étudié par rapport à l'histoire du système et pour se projeter dans l'avenir (voir Bradshaw, 1984). Selon la problématique, on peut alors adopter une démarche diachronique ou synchronique. Prendre en compte ces trajectoires potentielles serait d'autant plus primordial qu'elles pourraient expliquer les écarts observés entre les objectifs des actions et leurs résultats.

Pour dépasser cet obstacle, l'étude des zones humides sur le long terme devient inévitable puisqu'elle peut apporter des connaissances impossibles à obtenir avec des instrumentations ou expérimentations sur une période courte. **Or, en France, à notre sens, la culture de la collecte des données ou de la recherche sur le long terme existe assez peu, mis à part les trois programmes initiés par le CNRS :** le Programme Interdisciplinaire de Recherche sur l'ENvironnement ou PIREN (1978-1990) (Jollivet, 2001), le Programme Environnement (1990-1994), et le Programme

Environnement, Vie et Sociétés ou PEVS. Aux Observatoires de l'environnement mis en place par le PIREN, qui visaient à créer un réseau d'observatoires pour la surveillance environnementale à moyen et long terme, ont succédé les Zones ateliers souvent définies à l'échelle régionale et représentant une certaine unité fonctionnelle où se traitent les questions scientifiques sur le fonctionnement des anthroposystèmes et nécessitant des recherches à long terme (Levêque *et al.*, 2000). L'un des objectifs était également d'établir des relations avec le réseau américain de stations LTER (*Long Term Ecological Research*) et une intégration au réseauILTER (*International Long Term Ecological Research*). En effet, les recherches et suivis sur le long terme renseignent le fonctionnement des écosystèmes et apportent des éléments primordiaux aux processus de décision et aux politiques de gestion sur les écosystèmes (Parr *et al.*, 2003). Ces dispositifs manquent aussi pour comprendre les réponses des zones humides de nos territoires aux changements globaux (réchauffement climatique, évolution des paysages, pollutions...). Certaines modifications peuvent être discrètes et ne s'exprimer que sur le long terme alors qu'*in fine* le mode de fonctionnement des zones humides a été transformé.

Dès lors, l'un des axes qui serait à promouvoir concerne la mise place de suivis à long terme sur des sites représentatifs des principaux types de zones humides et des problématiques majeures, actuelles et pressenties comme revêtant un grand intérêt dans le futur. Cette orientation offrirait de réelles possibilités d'identification et de compréhension des relations entre des variables clefs, celles influençant le fonctionnement des zones humides (p. ex. relations entre fonctionnement hydrique, capacités de stockage carbone et/ou d'accueil d'espèces). Elle procurerait également des opportunités de tests et d'expérimentations « grandeur nature » soutenues par une instrumentation *ad hoc* des terrains investigués (p. ex. quelles pratiques choisir pour atteindre un objectif donné sur un espace ?). A noter, que ce qui est qualifié de « long terme » varie selon les questions de recherche traitées. Ainsi, l'évaluation du succès ou de l'échec d'une restauration des habitats pour des oiseaux d'eau de marais côtier (espèce en danger) nécessite parfois un suivi de plus de 10 ans ponctué d'interventions visant à corriger certaines évolutions non « conformes » aux résultats attendus (voir Zedler et Callaway, 1999) alors que l'étude des effets du changement climatique sur l'hydrologie et la dynamique de végétation dans des prairies humides peut requérir plus d'une trentaine d'années (Poiani *et al.*, 1996).

Ces instrumentations, suivis et expérimentations sur le long terme pourraient apporter les connaissances nécessaires à des modélisations prédictives dont les résultats sont utiles à l'élaboration des stratégies d'action dans de nombreux domaines.

IV.2.2. La question de la restauration

Durant les entretiens dirigés, les chercheurs ont mis l'accent sur les suivis et recherches à réaliser sur le long terme en accompagnement de projets de restauration de zones humides, de plus en plus nombreux et importants. En effet, les écosystèmes manipulés au travers de ces projets de restauration se développent progressivement selon des trajectoires avant d'atteindre éventuellement un « état de référence » visé (Barnaud, 1995 ; Zedler et Callaway 1999). Cependant, ces trajectoires ne sont pas rectilignes. Comme l'indiquent Robson *et al.* (2011), le mode de représentation sous forme de trajectoire permet d'incorporer l'existence d'étapes ou séquences, de boucles de rétroaction, de connexions étroites entre processus physiques et écosystémiques, ainsi que des obstacles éventuels à la reprise du fonctionnement global. Ainsi, les suivis à court ou moyen terme ne sont pas satisfaisants, les résultats mesurés risquant d'aboutir à une conclusion partielle sur les effets de la restauration, entre autres, en présence de systèmes pionniers métastables. Comme l'ont montré Wagner *et al.* (2008) à partir de l'analyse de restauration, l'échelle spatio-temporelle joue sur la connaissance des phénomènes s'exprimant au cours de la restauration d'un écosystème, plus le site est vaste, plus le suivi est long et plus nombreuses sont les opportunités de comprendre la variabilité et les réponses de l'ensemble du système. **En adoptant une approche dynamique, il s'agirait d'évaluer sur le long terme la réussite des opérations de restauration des zones humides au regard des objectifs fixés au départ.**

Modalité de mise en œuvre de la recherche 2 : intégrer dans la programmation scientifique sur les zones humides la notion de long terme ; pour être en phase avec l'échelle de temps sur laquelle se déroule les processus physiques, chimiques et biologiques.

- Développer des instrumentations et expérimentations sur le long terme pour tendre vers des modélisations prédictives.
- Focaliser des efforts de recherche complémentaires à ceux existants en particulier sur la question de la restauration des zones humides.

IV.3. Identifier les échelles spatiales pertinentes pour les acteurs techniques des zones humides

Les chercheurs ont mentionné différentes échelles spatiales à intégrer dans les approches scientifiques, et qui selon eux devraient aider les acteurs techniques à réfléchir et concevoir leurs

stratégies d'action en faveur des zones humides. Selon les questions de recherche, ces échelles « stratégiques » seraient à prendre en compte par les scientifiques.

L'échelle internationale vise à identifier les liens entre les phénomènes observés sur le territoire national et à l'étranger pour ensuite adopter des stratégies d'action en cohérence avec le fonctionnement des écosystèmes. Plus précisément, il est préconisé de prendre en compte cette échelle pour réaliser des recherches sur les espèces migratrices (approche circum-annuelle, prise en compte des « *carry-over effects* ») et sur les changements globaux. Au-delà de cette question, l'étude d'ensembles de zones humides intégrés à des systèmes hydrographiques transfrontaliers (p. ex. en Guyane ou dans la vallée Rhénane) est estimée porteuse de résultats innovants.

A l'échelle nationale, une mise à plat des expériences de délimitation et d'inventaire des zones humides en métropole et outre-mer est encouragée. En cela, les scientifiques peuvent contribuer à développer des méthodes et des outils de travail partagés à l'échelle nationale, même si la réalisation des inventaires en soit n'est pas de leur responsabilité. Cela permettrait à terme d'enclencher une mise à jour des informations récoltées de manière standardisée¹. L'acquisition des connaissances sur la répartition des zones humides à cette échelle, cruciale pour l'évaluation des politiques concernant ces milieux et les rapportages internationaux (Ramsar) est capitale quant à l'insertion et la mise en perspective des actions conduites localement. **En complément de l'acquisition de connaissance sur la répartition des zones humides, l'évaluation fonctionnelle, dans les secteurs à enjeux bien particuliers, est estimée tout aussi importante par les chercheurs.**

Ces derniers ont également mentionné un point posant problème dans les stratégies d'intervention des acteurs techniques ; une forte tendance à concentrer les actions locales sur des zones humides bien connues et où interviennent des personnes très motivées. **Il serait nécessaire de dresser un bilan de l'efficacité de ces interventions et selon les résultats de les rediriger sur des espaces dits « ordinaires » et jugés stratégiques pour diverses raisons.** Moins prospectées et/ou investies, ces zones humides peuvent toutefois apporter une réelle plus-value dans de nombreux domaines. Par exemple, les fonctions d'habitat de zones humides données, remarquables au sens de certains acteurs, sont des motifs pour y concentrer les actions ; occultant les fonctions biogéochimiques et hydrologiques importantes mais moins évidentes d'autres zones humides, y

¹ A noter que plusieurs études ont été initiées sur les inventaires par le 2nd plan national d'action en faveur des zones humides, dont une carte nationale (MEDDE, GIS Sol. 2014). Au sujet de la délimitation, un guide d'identification des sols hydromorphes a vu le jour (MEDDE & GIS sol 2013) et une boîte à outil « zones humides » a été mise à disposition par le Forum des Marais Atlantiques, en partenariat avec l'Agence de l'eau Seine-Normandie, qui proposent des méthodes de cartographie, de délimitation, de caractérisation, de gestion et de suivi [<http://www.eau-seine-normandie.fr/index.php?id=7467>]

généralisant de fait moins d'actions. En cela, un effort de mutualisation des connaissances et d'acquisition des connaissances plus en amont est nécessaire. Parallèlement, il serait à noter que les acteurs techniques prennent de plus en plus conscience de la nécessité d'intégrer cette stratégie d'action au stade de la conception de leurs interventions sur les zones humides et notamment de positionner spatialement leur « champ opératoire » au-delà des limites d'un projet précis (p. ex. préserver les corridors écologiques, déployer des stratégies d'intervention ambitieuses), les mesures à trop petite échelle présentant un risque accru d'échec compte tenu de l'existence de seuils (écologiques, stratégiques...) à considérer pour atteindre un objectif donné.

Modalité de mise en œuvre de la recherche 3 : intégrer dans la programmation scientifique sur les zones humides la notion d'échelle spatiale ; pour être en phase avec l'échelle spatiale à laquelle se déroule les processus physiques, chimiques et biologiques.

Préalable : cibler les questions clefs sur lesquelles ces notions d'échelles spatiales méritent un effort de programmation scientifique particulier.

IV.4. Intégrer les spécificités des zones humides dans un cadre conceptuel plus large

Les chercheurs ont insisté sur le fait que les zones humides sont des milieux très hétérogènes, avec des modes de fonctionnement particuliers. Il convient de ne pas négliger des questionnements scientifiques plus précis et propres à chaque type de zones humides, au bénéfice de projets de recherche très généraux. Bien que les éléments de connaissances fournis dans un contexte écologique donné aient souvent une portée générale limitée, ils présentent de l'intérêt dans le contexte considéré et servent à améliorer la qualité de l'action sur les zones humides. Il s'agirait donc de traiter des questions de recherche ayant un sens dans un contexte écologique ou biogéographique particulier. Vu la diversité des questions potentiellement associées à chaque type de zone humide, leur récapitulatif ne peut pas être dressé dans la présente synthèse.

Modalité de mise en œuvre de la recherche 4 : inclure dans la programmation scientifique les questionnements spécifiques à des zones humides bien particulières.

Préalable : cibler les zones humides clefs sur lesquelles des enjeux singuliers sont identifiés et méritent un effort de programmation scientifique particulier.

IV.5. Promouvoir les interfaces connaissance-communication entre acteurs techniques et chercheurs

Les scientifiques suggèrent de développer des interfaces pour faciliter l'accès à la connaissance aux acteurs techniques. Des lieux d'échanges d'informations entre acteurs techniques ou entre acteurs techniques et scientifiques existent (p. ex. Pôles-relais zones humides, Portail ZH eau-France) mais ils doivent encore être plus promus. Les chercheurs proposent d'encourager ce genre d'interfaces, voire d'en inventer d'autres, pour favoriser la communication entre acteurs techniques et chercheurs. Ce point considéré comme essentiel par le panel de chercheurs interviewés, ne semble pas correspondre à leur sens à une piste de recherche en tant que telle. Faire appel aux sciences de l'information et de la communication peut parfois débloquer des situations et faire gagner du temps. La prise en compte de ce volet est à intégrer au début des projets pour un meilleur transfert des connaissances acquises et en cours de formalisation.

Les chercheurs proposent des interfaces qui permettent des retours d'expériences en particulier sur les questions de délimitation des zones humides, en mettant à plat les expériences de délimitation et les méthodes employées afin de mutualiser les connaissances. Cette phase servirait à enclencher la mise à jour des travaux et à suivre des tendances sur les zones humides. **Enfin, les scientifiques recommandent une mise en perspective des expériences d'instrumentation accompagnée d'un recueil d'expériences à destination des acteurs techniques et des scientifiques (p. ex. atouts et faiblesses de telle instrumentation dans certains contextes).**

La fourniture de cadres des « bons » éléments sémantiques par les scientifiques est suggérée sous forme d'une sorte de glossaire commun aux intervenants en zones humides². En effet, le couplage de la dynamique des systèmes écologiques avec les stratégies d'interventions sur les zones humides n'est pas si évident. Le fait d'accorder entre divers acteurs le vocabulaire est un bon moyen pour eux de se donner toutes les chances de fixer des objectifs clairs ; et devrait donc être un préalable à l'action. A titre d'exemple, il est question de « normaliser » et faire passer dans l'action des notions comme la résistance et résilience aux perturbations, la conservation de métapopulations, la distinction entre espèces proliférantes et invasives, ou les fonctions et les services. Ces éléments de langage, adossés aux connaissances scientifiques sous-jacentes et mis en perspective par rapport aux objectifs d'action, faciliteront l'élaboration des stratégies.

²Dictionnaire des données sur les zones humides (SANDRE) avec pour objectif de standardiser les concepts, actualisation lancée en avril 2011, 1ère version prévue en juin 2013.

Une autre interrogation, liée à la précédente, a trait à la nécessité d'éviter, lors des échanges entre chercheurs et acteurs techniques, d'avoir une relation « instrumentalisée ». Il convient d'encourager les approches inspirées des principes de « l'ethnographie » et d'ouvrir le débat sur l'avenir des zones humides tel qu'envisagé par la société.

Modalité de mise en œuvre de la recherche 5 : soutenir les interfaces actuelles entre scientifiques et acteurs techniques et en promouvoir de nouvelles pour faciliter le développement de recherche à vocation opérationnelle et transférer efficacement les méthodes et outils développés. Par exemple, mettre en œuvre des projets « charnières », à l'interface entre les sphères scientifique et technique, dédiés à la formalisation des méthodes et outils issus des projets de recherche (ex. mise au point de protocole) et à leur diffusion (ex. formations).

V. Discussion

La comparaison des besoins opérationnels des acteurs techniques et des centres d'intérêt des scientifiques dans leurs projets de recherche démontre qu'il y a au moins certains besoins opérationnels qui peuvent vraisemblablement être satisfaits en promouvant le transfert d'acquis scientifiques à caractère opérationnel existants. Les acquis scientifiques à caractère opérationnel sont alors méconnus et une phase de transfert est nécessaire parce que la communication sur l'acquis scientifique à caractère opérationnel n'a pas été satisfaisante par exemple. Il est alors possible de cibler des pistes de transferts. **Cela souligne la nécessité de poursuivre le soutien des interfaces actuelles entre scientifiques et acteurs techniques (par ex. actions de transferts de connaissances des pôles-relais zones humides), voire de les développer.**

Cette comparaison démontre également qu'en l'état des connaissances, les besoins opérationnels ne peuvent pas toujours être satisfaits par les acquis scientifiques à caractère opérationnel existants ou inventoriés, soit parce que :

- **Les centres d'intérêt opérationnels des acteurs techniques et les centres d'intérêt scientifiques convergent (mêmes problématiques et/ou ensembles de zones humides), mais il y a un décalage entre les besoins opérationnels et la production scientifique.** Les acteurs techniques font alors part de besoins opérationnels sur une problématique et/ou un ensemble de zone humide, la recherche scientifique s'est bien focalisée

dessus ; mais la production scientifique n'est pas assez opérationnelle (voir la production réduite d'acquis scientifiques à caractère opérationnel des projets de recherche) ou elle ne traite pas assez spécifiquement la question d'intérêt des acteurs techniques. Globalement, cette synthèse démontre que parmi les acquis scientifiques à caractère opérationnel peu d'entre eux sont réellement pertinents pour une diffusion à destination d'une large audience (par ex. compétence généraliste du public technique en écologie sur les zones humides) ; parce que leurs mises en œuvre impliquent des coûts importants et/ou des compétences de spécialistes dans un champ disciplinaire donné et parce que la phase de transfert n'a pas été prévue (pas de formation, pas de notice sur les outils...). Cela souligne la nécessité d'un meilleur rapprochement dans le cadre des projets de recherche à visée opérationnelle (recherche appliquée) entre acteurs techniques et scientifiques pour garantir, lorsque cela est possible, des acquis scientifiques à caractère opérationnel en adéquation avec les besoins et les compétences du public technique.

- **Les centres d'intérêt opérationnels des acteurs techniques et les centres d'intérêt scientifiques divergent (problématiques et/ou ensembles de zones humides d'intérêt différents).** Les acteurs techniques font alors part de besoins opérationnels sur une problématique et/ou un ensemble de zone humide mais la recherche scientifique ne s'est pas focalisée dessus durant la période considérée ici (2001-2011). Ainsi, un besoin opérationnel peut demeurer sans réponse pratique parce que les problématiques et/ou les ensembles de zones humides concernés sont trop peu étudiés (par ex. fort intérêt du public technique pour les ressources fourragères, qui n'est quasiment pas détecté comme un centre d'intérêt des scientifiques). Dans un but opérationnel, il peut donc être envisagé après un examen préalable des connaissances disponibles, de développer des projets de recherche sur les sujets d'intérêt des acteurs techniques.

Dans tous les cas, satisfaire les besoins opérationnels des acteurs techniques qui demeurent sans réponse aujourd'hui passe par un rapprochement entre la programmation scientifique et les besoins opérationnels des acteurs. Un des préalables indispensables à ce rapprochement est une phase de recherche dans la bibliographie internationale pour vérifier que les besoins opérationnels ne peuvent pas être satisfaits par des méthodes et outils disponibles à l'échelle internationale.

Même si un rapprochement est requis entre la programmation scientifique et les besoins opérationnels des acteurs, cela ne doit évidemment pas occulter la nécessité de continuer à tenir

compte des impératifs scientifiques dans la programmation de la recherche. Cela revient notamment à promouvoir les projets de recherche, y compris d'ordre fondamental, qui permettent la compréhension intégrée du fonctionnement des zones humides, l'étude des processus à l'œuvre sur le long terme ou sur de vastes échelles spatiales en phase avec les échelles auxquelles se déroulent les processus physiques, chimiques et biologiques ; mais également auxquelles les acteurs perçoivent les services procurés par les zones humides et élaborent des stratégies d'intervention. Positionner la programmation scientifique à finalité opérationnelle dans un cadre plus large (qui inclut la recherche fondamentale) est d'autant plus important que le caractère opérationnel des recherches réalisées dépend le plus souvent des connaissances préalablement acquises (par ex. nécessité d'acquérir des connaissances plus fondamentales sur les écosystèmes avant d'envisager une recherche scientifique plus tournée vers les aspects « pratiques »).

Cette synthèse révèle qu'il y a un ensemble de problématiques et de types de zones humides qui semblent faire l'objet de particulièrement peu d'intérêt à la fois par les scientifiques dans leurs projets de recherche, mais également de la part des acteurs techniques dans leurs besoins opérationnels (appelés ici problématiques et types de zones humides « orphelins »). Du côté scientifique, ce manque d'intérêt peut s'expliquer par différents facteurs cités non exhaustivement ici comme la spécialisation des équipes scientifiques sur des écosystèmes ou des problématiques bien particuliers conjugués au ciblage des financements de la recherche, qui de fait, génèrent indirectement la désertion de certaines problématiques ou types de zones humides par la recherche. Du côté technique, ce désintérêt peut s'expliquer par des facteurs cités non exhaustivement ici comme un intérêt moindre des acteurs techniques pour certains ensembles de zones humides ou problématiques, l'absence de besoin opérationnel, le manque d'anticipation de problématiques de gestion qui vont émerger prochainement dans un contexte de changement global. **Dans les axes de recherche thématiques proposés ici il est donc préconisé d'investir des recherches sur ces problématiques et ces types de zones humides « orphelins » ; après un travail préalable d'identification de ceux sur lesquels les enjeux sont ou seront les plus forts à l'avenir. Dans une telle perspective une meilleure connaissance de la répartition dans le temps et dans l'espace des zones humides est une contribution élémentaire à une meilleure définition des enjeux à l'échelle nationale, et donc à un meilleur ciblage de l'effort de recherche futur.**

Par ailleurs, il est à souligner que bien que des acquis scientifiques à caractère opérationnel soient proposés dans des projets de recherche, vraisemblablement en phase avec des besoins opérationnels, bon nombre d'entre eux ne sont en réalité pas formalisés dans les rendus à l'issue des projets de recherche. **Cela soulève à la fois les questions (1) d'une meilleure évaluation du réalisme**

des retombées opérationnelles proposées par les scientifiques au moment de sélectionner les projets de recherche si des retombées opérationnelles sont attendues, (2) de mieux accompagner l'élaboration des projets de recherche voire contrôler le résultat des projets de recherche pour vérifier que les retombées opérationnelles proposées sont bien produites et enfin (3) de la nécessité de faire émerger des projets « charnières » spécifiques, à l'intermédiaire entre la recherche et l'application technique, permettant à un public technique la réalisation d'expertise avec une assise scientifique. Dans ce cas, un raisonnement partagé entre scientifiques et acteurs techniques est requis pour obtenir des retombées opérationnelles en adéquation avec les besoins opérationnels des acteurs techniques (mécanismes d'allers-retours, voir par ex. la démarche adoptée pour concevoir la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides dans Gayet et *al.* 2016). Ces projets pourraient par exemple être développés sur des types de zones humides sur lesquels des acquis scientifiques à caractère opérationnel ne sont pas disponibles aujourd'hui pour satisfaire les besoins opérationnels des acteurs techniques (par ex. les prairies humides, les forêts, les ripisylves, les mares...).

Ce travail soulève la nécessité au-delà des axes de recherche thématiques et des modalités de recherche globaux, de conserver un accompagnement de la recherche scientifique qui reste ouvert à des questionnements très spécifiques, qui peuvent avoir un intérêt sur la plan fondamental, avec des retombées opérationnelles ultérieures ; mais également pour tenir compte des spécificités relatives à certains écosystèmes (par ex. les mangroves outre-mer).

Une des suites qui pourraient être donnée à ce travail serait de mettre en perspective la présente synthèse avec les méthodes, outils disponibles à l'échelle internationale ; et avec les perspectives de recherche proposées à l'échelle internationale.

Références bibliographiques

- Abdou Dagga, N., Gaillard, S., Bendjoudi, H. & Billen, G. 2006. Exploitation de la base de données sur les Corridors Fluviaux du district Seine-Normandie - automatisation du calcul d'indices de fonctionnalités et approche de leur validation. p. 64.
- Anonyme. 2002. Modélisation du compartiment piscicole - Programme PIREN-Seine 1998-2001. p. 23.
- Barnaud, G. 1995. À l'interface de la pratique et de la théorie : l'écologie de la restauration. Natures, Sciences, Sociétés 3 (hors série) : 36-50.
- Bradshaw A.D. 1984. Ecological principles and land reclamation practice. Landscape Planning 11 : 35-48.
- Bilodeau, C. 2010. Apports du LIDAR à l'étude de la végétation des marais salés de la baie du Mont Saint Michel. Thèse de doctorat, Université Paris Est, p. 209.
- Bilodeau, C., Cohen, M. & Andrieu, J. 2008. Comparaison de deux méthodes de cartographie de la végétation du schorre de la baie du Mont Saint-Michel: photo-interprétation raisonnée et classification automatique par espèce. Photo interprétation 44: 12-27.
- Bilodeau, C., Deffontaines, B., Deroin, J.-P., Radureau, A. & Cohen, M. 2010. Estimation du potentiel des données Lidar multi echo pour l'étude de la végétation des marais salés: Etude du biais des données Lidar acquises au-dessus de la baie du Mont-Saint-Michel et recherche d'une méthode de correction. Revue française de photogrammétrie et de télédétection 192: 92.
- Boët, P., Léger, M. & Le Pichon, C. 2000. Modélisation du compartiment piscicole : Test d'un modèle bioénergétique pour mieux cerner la biomasse piscicole d'un bief de la Seine. In Rapport d'activité 1999 du Piren-Seine, p.23.
- Bouillon-Launay, E. 2002. Intérêts des indicateurs hydropédologiques dans la gestion raisonnée des zones humides (application au marais du Cotentin). Thèse de doctorat, Université de Caen, 443 p. + annexes
- Brouwer, R. & Hofkes, M. 2008. Integrated hydro-economic modelling: Approaches, key issues and future research directions. Ecological Economics 66: 16-22.
- Carpenter, S. R., et al. (2006). "Millennium ecosystem assessment: research needs."
- Cellamare, M. 2009. Evaluation de l'état écologique des plans d'eau aquitains à partir des communautés de producteurs primaires. Thèse de doctorat, Université Bordeaux I, p. 334.
- Cellamare, M., Morin, S., Coste, M. & Haury, J. 2012. Ecological assessment of French Atlantic lakes based on phytoplankton, phytobenthos and macrophytes. Environmental Monitoring and Assessment 184: 4685-4708.
- Charpentier, A. 2006. Invasion de plantes ornementales: Modalités d'introduction et mécanismes biologiques déclenchant l'invasion de *Baccharis halimifolia* et *Cortaderia selloana*. Pages 151-156 in Collectif (Ed), *Programme de recherche Invasions biologiques. Colloque de restitution 17-19 octobre Moliets (Landes)*, MEDD, CNRS, LADYBI, Université Paul Sabatier.

- Chatelard S. & Cubizolle H., 2007. Les diatomées. Pages 133-144 in Cubizolle, H (ed.), Origines, fonctionnement et conservation des tourbières, actes du colloque de Goutelas 5-7 octobre 2005, Publications de l'Université Jean Monnet, St-Etienne.
- Chauvelon, P. 2009. Gestion intégrée d'une zone humide littorale méditerranéenne aménagée : contraintes, limites et perspectives pour l'île de Camargue (GIZCAM). Rapport LITEAU II. p. 84.
- Commissariat général au développement durable (2012). Études & documents observation et statistiques. Résultats de l'enquête nationale à dire d'experts sur les zones humides. État en 2010 et évolution entre 2000 et 2010. O. e. statistiques. 70.
- Cottet-Tronchère, M. 2010. La perception des bras morts fluviaux Le paysage, un médiateur pour l'action dans le cadre de l'ingénierie de la restauration. Approche conceptuelle et méthodologique appliquée aux cas de l'Ain et du Rhône. Thèse de doctorat, Université Jean Moulin Lyon 3, p. 359.
- Cottet, M., Honegger, A. & Piégay, P. 2010. Comprendre la perception sociale des paysages de bras morts : un préalable aux projets de restauration écologique. *Norois*, 216 : 85-103.
- Damiens, G., His, E., Gnassia-Barelli, M., Quiniou, F. & Roméo, M. 2004. Evaluation of biomarkers in oyster larvae in natural and polluted conditions. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C* 138: 121-128.
- Damiens, G., Mouneyrac, C., Quiniou, F. O., His, E., Gnassia-Barelli, M. & Roméo, M. I. 2006. Metal bioaccumulation and metallothionein concentrations in larvae of *Crassostrea gigas*. *Environmental Pollution* 140: 492-499.
- Dauvin, J.-C., Brind'Amour, A., Cuvilliez, A., Dancié, C., Desroy, N., Le Hir, P., Lesourd, S., Mear, Y. & Morin, J. 2012. COLMATAGE Couplage bio-morpho-sédimentaires et dynamique à long terme des habitats et peuplements benthiques et ichtyologiques en Seine aval. Rapport Seine - Aval 4. p. 210.
- David, E., Tanguy, A., Moraga, D. 2007. Peroxiredoxin 6 gene: A new physiological and genetic indicator of multiple environmental stress response in Pacific oyster *Crassostrea gigas*. *Aquatic Toxicology* 84(3): 389-398.
- Davranche, A. 2008. Suivi de la gestion des zones humides camarguaises par télédétection en référence à leur intérêt avifaunistique. Thèse de doctorat, Université de Provence - Aix-Marseille 1, p. 235.
- Davranche, A., Poulin, B. & Lefebvre, G. 2010. Wetland monitoring using classification trees and SPOT-5 seasonal time series. *Remote Sensing of Environment* 114: 552-562.
- De Montaudoin, X. 2009. Evaluation de la qualité biologique des milieux littoraux semi-fermés - programme LITEAU. p. 43.
- Delpéch, C., Courrat, A., Pasquaud, S., Lobry, J., Le Pape, O., Nicolas, D., Boët, B., Girardin, M. & Lepage, M., 2010. Development of a fish-based index to assess the ecological quality of transitional waters: the case of French estuaries. *Marine Pollution Bulletin* 60: 908-918.
- Deville, A.-S. (2013). Besoins énergétiques et distribution spatiale du Flamant rose (*Phoenicopterus roseus*) dans les salins de Camargue, conséquences de la reconversion du site pour la conservation de l'espèce, Université Montpellier II.
- Doctrinal-Creton, D. 2009. Contribution à l'analyse du risque de survenue d'une épidémie d'Influenza aviaire en Dombes. Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, p. 156.

- Dorchies, D., Baume, J.-P. & Malaterre, P.-O. 2013. SIC², un logiciel pour la gestion des canaux, rivières et fleuves. *Sciences Eaux & Territoires* 11: 48-50.
- Dupieux, N. 2004. Une proposition de protocole commun pour la description et le suivi des annexes hydrauliques du bassin de la Loire. Programme Loire nature, mission scientifique. Document de travail, p. 52.
- Finlayson, C. M. and D. S. Mitchell (1999). "Australian wetlands: the monitoring challenge." *Wetlands Ecology and Management* 7(1-2): 105-112.
- Fritz, H. 2007. Evaluation de l'état écologique des milieux côtiers et des effets anthropiques associés : mise en place d'une méthode basée sur les relations bernaches-zostères dans le golfe du Morbihan - Rapport LITEAU II. p. 125.
- Gaillard, S., Bendjoudi, H., Brunstein, D., Amezal, A., Theyry, S., Bravard, J.-P., Abbou Dagga, N. & Joyeux, E. 2006. Les zones humides riveraines dans le bassin de la Seine : délimitation, caractérisation hydrogéomorphologique et évaluations fonctionnelles. *In* Rapport de synthèse 2002-2005, Ecologie du continuum fluvial et du paysage aquatique Piren Seine, p. 16.
- Gaillard, S., Sebilo, M., Brunstein, D., N'guyen-The, D., Grably, M., Fustec, E., Bendjoudi, H., Bravard, J.-P., Amezal, A., Billen, G., Mariotti, A. 2002. Typologie et fonctions des zones humides riveraines - Rapport de Synthèse - Programme PIREN-Seine 1998-2001: 32.
- Gayet, G., Baptist, F., Baraille, L., Caessteker, P., Clément, J.-C., Gaillard J., Gaucherand, S., Isselin-Nondedeu, F., Poinot C., Quétier, F., Touroult, J., Barnaud, G., 2016. Méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides – version 1.0. Fondements théoriques, scientifiques et techniques. Onema, MNHN, p. 310. Rapport SPN 2016 – 91.
- Girardin, M. 2005. Développement d'un indicateur poisson pour les eaux de transition. Programme LITEAU2 2005, Rapport de fin de contrat, non paginé
- Girardin, M. et al. 2009. Développement d'un indicateur poisson pour les eaux de transition. Programme LITEAU2 2005, Rapport scientifique de fin de contrat, non paginé
- Greulich, S. n.d. Rapport de synthèse de la thématique 2 Vulnérabilité de la biodiversité par rapport au changement climatique dans le bassin versant de la Loire – Synthèse des données existantes et mise en place d'un protocole standardisé de suivi en vue d'une modélisation. p. 90.
- Jardani, A. & Dupont, J.-P. 2012. TIDEHYDREX Forçages hydrologiques des aquifères du remplissage estuarien : un atelier expérimental pilote pour la prévision de l'influence des changements climatiques sur le fonctionnement hydrologique des zones humides. Rapport Seine-Aval 4. p. 143.
- Jollivet, M. (Ed.) 1992. Sciences de la nature. Sciences de la société. Les passeurs de frontières. Paris: CNRS Editions, 589 p.
- Jollivet, M. (Ed.) 2001. Le développement durable, de l'utopie au concept: de nouveaux chantiers pour la recherche. Elsevier, 288 p.
- Kornijow, L. F. & Bredehoeft, J. D. 1992. Ground-water models cannot be validated. *Advances in water resources* 15: 75-83. Dans Leijnse, A. & Hassanizadeh, M. 1994.
- Kostecki C, Roussel JM, Desroy N, Roussel G, Lanshere J, Le Bris H, Le Pape O. 2012. Trophic ecology of juvenile flatfish in a coastal nursery ground: contributions of intertidal primary production and freshwater particulate organic matter. *Mar Ecol Prog Ser* 449:221-232.

- Langlois, E. & Bureau, F. 2012. REBEBAS Restauration écologique des berges de la basse vallée de la Seine. p. 120.
- Laroche, J. 2008. Approche multi-estuaire des réponses d'huîtres creuses *Crassostrea gigas* et de flets *Platichthys flesus* à la contamination chimique. Colloque de restitution du Programme National d'Ecotoxicologie - PNETOX, pp. 42-42.
- Latapie, A. 2011. Modélisation de l'évolution morphologique d'un lit alluvial : application à la Loire moyenne. Thèse de doctorat, Université François Rabelais de Tours, p. 279.
- Le Dissez, A. 2006. Modélisation numérique des écoulements tidaux en milieux peu profonds. Application à l'étude de l'hydrodynamique du bassin d'Arcachon. Thèse de doctorat, Université Bordeaux I, p. 233.
- Le Pichon, C., Gorges, G., Dumoulin, N., Faure, T. & Boët, P. 2005. Relations entre paysage hydrologique et peuplements biologiques. Rôle des zones humides. *In* Colloque CNRS PIREN Seine, La Seine et son bassin : de la recherche à la gestion, Paris, p. 14.
- Leijnse, A. & Hassanizadeh, M. 1994. Model definition and model validation. *Advances in water resources* 17: 197-200.
- Lesourd, S., Bessineton, C., Carpentier, A., Chouquet, B., Cuvilliez, A., Duhamel, S., Julve, P., Lecarpentier, T., Marion, C. & Morel, F. 2012. DEFHIS Dynamique des écosystèmes et fonctionnement hydromorphologique des filandres en Seine. Rapport Seine-Aval 4. p. 59.
- Lévêque, C. et al. 2000. Les zones ateliers, des dispositifs pour la recherche sur l'environnement et les anthroposystèmes : Une action du programme « Environnement, vie et sociétés » du CNRS. *Nature Sciences Sociétés*, 8 : 43–52.
- Lévêque, C. 2011. BEEST - Synthèse du projet BEEST. Vers une approche multicritère du bon état écologique des grands estuaires. Rapport LITEAU, p. 102.
- Li, B.-L. 2000. Why is the holistic approach becoming so important in landscape ecology ? *Landscape and Urban Planning* 50: 27-41.
- Loubet, A. 2012. Modélisation de l'hydrosystème Vaccarès : contribution à une gestion adaptative des ressources en eau dans le delta du Rhône, France. Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille, p. 328.
- Maréchal C., Pottier E., Hubert-Moy L. & Rapinel S. 2012. One Year Wetland Survey Investigations from Quad-Pol RADARSAT-2 Time-Series SAR Images, *Canadian Journal of Remote Sensing*, 38 : 240-252.
- Mathevet, R., Le Page, C., Etienne, M., Lefebvre, G., Poulin, B., Gigot, G., Proréol, S. & Mauchamp, A. 2007. BUTORSTAR: A role-playing game for collective awareness of wise reedbed use. *Simulation & Gaming* 38: 233-262.
- MEDDE, GIS Sol. 2014. Enveloppes des milieux potentiellement humides de la France métropolitaine. Notice d'accompagnement. Programme de modélisation des milieux potentiellement humides de France, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, Groupement d'Intérêt Scientifique Sol, 50 pages.

- Miller, K., et *al.* 1995. Measures for conservation of biodiversity and sustainable use of its components. Pages 915-1061, in Global biodiversity assessment, Heywood, V.H. (ed.), Cambridge University Press, UNEPs.
- Musereau, J. 2009. Approche de la gestion des cordons littoraux : Mise au point et application d'un indice d'érosion (Zone des Pertuis Charentais, France) Thèse de doctorat, Université Rennes 2, p. 306.
- Parr, T. W., Sier, A. R. J., Battarbee, R. W., Mackay, A. and Burgess, J. 2003. Detecting environmental change: science and society-perspectives on long-term research and monitoring in the 21st century. *Science of The Total Environment* 310: 1-8.
- Poiani, K. A., Carter Johnson, W., Swanson, G. A. and Winter, T. C. 1996. Climate change and northern prairie wetlands: Simulations of long-term dynamics. *Limnol. Oceanogr.* 41: 871-881.
- Poulin, B., Davranche, A. & Lefebvre, G. 2010. Ecological assessment of *Phragmites australis* wetlands using multi-season SPOT-5 scenes. *Remote Sensing of Environment* 114: 1602-1609.
- Poulin, B. 2010. Formation diagnostic des roselières. Plan National d'Actions du Butor étoilé. Document réalisé par la Tour du Valat pour la DREAL Haute-Normandie, 109 p.
- Quiniou, F., Damiens, G., Gnassia-Barelli, M., Geffard, A., Mouneyrac, C., Budzinski, H. & Roméo, M. 2007. Marine water quality assessment using transplanted oyster larvae. *Environment International* 33: 27-33.
- Rey-Valette, H., Olivier, C., Aubin, J., Mathé, S., Chia, E., Legendre, M., Caruso, D., Mikolasek, O., Blancheton, J.-P., Slembrouck, J., Baruthio, A., René, F., Levang, P., Morissens, P. & Lazard, J. 2008. Guide de co-construction d'indicateurs de développement durable en aquaculture. Monographie, p. 1-144.
- Robson, B.J., Mitchell, B.D. & Chester, E.T. 2011. An outcome-based model for predicting recovery pathways in restored ecosystems: The Recovery Cascade Model. *Ecological Engineering*, 37 : 1379-1386.
- Roméo, M. 2008. Utilisation des biomarqueurs dans les stades embryo-larvaires de bivalves marins comme outils rapides et sensibles d'évaluation et de gestion du risque chimique. Essai de validation *in situ*. Colloque de restitution du Programme National d'Ecotoxicologie - PNETOX, pp. 32-33.
- Sandoz, A. 2010. Réponse à l'APR Programme Eaux & Territoires. Marais des Baux-Salins. D'un marais à l'autre, marais en mutation. Exercice de réflexivité au sein du système eaux et territoires : renaturation/restauration de zones humides. p. 17.
- Servain-Courant, S. 2011. Programme de Recherche sur la connaissance des vulnérabilités des activités humaines et des milieux du bassin de la Loire par rapport aux effets du changement climatique sur les régimes d'inondation et de sécheresse. Rapport final du projet. Evaluation de la vulnérabilité de la biodiversité et des zones bâties inondables du corridor ligérien, pour une meilleure anticipation des effets du changement climatique sur les régimes hydrologiques de la Loire. p. 197.
- Vallod, D. 2007. Caractérisation écologique des étangs de la Dombes. Mise au point d'une méthode d'évaluation applicable aux étangs. PEP Agriculture aquaculture, p. 1.
- Vallod, D. & Wezel, A. 2010. Influence des pratiques agropiscicoles sur la biodiversité des étangs de la Dombes (Ain, France) en vue d'une valorisation de produits du terroir. *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*. [[//vertigo.revues.org/9980](http://vertigo.revues.org/9980) ; DOI : 10.4000/vertigo.9980]

Vallod, D., Wezel, A. & Robin, J. 2011. Caractérisation écologique des étangs de la Dombes. Mise au point d'une méthode d'évaluation applicable aux étangs. ISARA-Lyon, Etude Agence de l'Eau n° 2007 1488, p. 66.

Verpoorter, C. 2009. Télédétection hyperspectrale et cartographie des faciès sédimentaires en zone intertidale : application à la baie de Bourgneuf. Thèse de doctorat, Université de Nantes, p. 462.

Wagner, K.I., Gallagher, S.K., Hayes, M., Beth A. Lawrence, B.A. & Zedler, J.B. 2008. Wetland Restoration in the New Millennium: Do Research Efforts Match Opportunities ? *Restoration Ecology*, 16 : 367–372.

Zedler, J. B. & Callaway, J. C. 1999. Tracking wetland restoration : do mitigation sites follow desires trajectories. *Restoration ecology* 7: 69-73.

Résumé

Cette synthèse porte sur les apports opérationnels des projets de recherche réalisés entre 2001-2011 et les besoins opérationnels des acteurs techniques sur les zones humides de métropole et d'outre-mer. La méthode employée pour réaliser cette synthèse est le fruit d'échanges avec des scientifiques et des acteurs techniques lors de groupes de travail dédiés (fascicule 1).

La composante scientifique de la synthèse contient un inventaire des projets de recherche et une analyse des acquis scientifiques à caractère opérationnel (méthodes et outils) qui en sont issus (fascicule 2). Plus de 440 projets de recherche ont été détectés, dont presque la moitié sont des thèses. Plus de 90% des projets de recherche impliquent la mobilisation de champs disciplinaires relatifs aux sciences de la nature, alors qu'un peu moins de 10% d'entre eux impliquent des approches scientifiques mêlant à la fois les sciences de la nature avec les sciences humaines et apparentées. Plus de la moitié des projets de recherche portent sur le littoral (par ex. slikke, lagune, mangrove). Les sujets les plus fréquemment traités sont les flux de carbone, d'éléments organiques et inorganiques, le fonctionnement hydrologique et la dynamique sédimentaire, les mécanismes et conséquences des invasions biologiques et proliférations d'espèces, les communautés végétales et animales, la génétique des populations animales, l'exploitation de bivalves en zones côtières, la santé et la parasitologie, la spatialisation des phénomènes par télédétection, les perceptions, les services écosystémiques et la gouvernance et enfin l'analyse des actions. Parmi les 80 projets de recherche qui proposaient de développer des méthodes et outils à des fins opérationnels, l'existence d'un tiers des méthodes et outils n'a pas été détectée (non conçus ou information non disponible). Un tiers a été produit mais n'est pas validé scientifiquement ou il s'adresse à des utilisateurs très spécialisés. Le dernier tiers se rapporte à des méthodes et outils validés scientifiquement et/ou destinés à des acteurs techniques sans connaissances pointues dans le domaine considéré ou sans coût important, ou encore des méthodes et outils en cours de conception au moment où la synthèse a été réalisée.

La composante technique de la synthèse repose sur le résultat d'une enquête réalisée auprès des acteurs techniques impliqués dans la gestion des zones humides pour identifier les méthodes et outils nécessaires (fascicule 3). Les principaux besoins sur toutes les zones humides indifféremment portent sur la connaissance du rôle des zones humides dans la réalisation de fonctions hydrologiques et surtout les relations avec les nappes souterraines, le suivi de l'état de conservation des habitats, la quantification des services rendus, l'évaluation des actions de gestion, l'estimation de l'impact des actions réalisées en zones humides sur les services et valeurs, la nécessité de disposer de protocoles ou d'indicateurs simples et standardisés à l'échelle nationale et d'utiliser des méthodes et outils de dialogue entre acteurs afin d'initier des projets, convaincre de l'intérêt des opérations et élaborer des compromis. Des besoins plus spécifiques ont également été identifiés sur les prairies humides, les mares, les milieux tourbeux, les ripisylves, les roselières, les forêts, les bras morts et les étangs.

A l'issue de cette synthèse, (1) des transferts opérationnels sont proposés pour mieux porter à connaissance les méthodes et outils existants vraisemblablement en phase avec les besoins des acteurs techniques. (2) Des axes de recherche thématiques sont proposés pour rapprocher la programmation scientifique avec les besoins des acteurs techniques, mais aussi pour transcender cette dimension opérationnelle (par ex. anticiper des besoins opérationnels non exprimés aujourd'hui mais vraisemblables dans le futur). Enfin, (3) des modalités de mise en œuvre de la recherche sont proposées pour mieux articuler la programmation scientifique avec les impératifs scientifiques et les besoins opérationnels des acteurs techniques (fascicule 4).

Mots-clefs : zone humide, outil, méthode, projet de recherche, acteur technique, scientifique, transfert de connaissances, modalité de mise en œuvre de la recherche, axe de recherche thématique.