



Une méthode expérimentale pour évaluer rapidement la compensation en zone humide

La méthode MERClé : principes et applications

Rapport final

**Agnès MECHIN (CEFE - CNRS)
Sylvain PIOCH (CEFE – Université de Montpellier 3)**

Avril 2016

- **AUTEURS**

Agnès MECHIN, ingénieur de recherche (CEFE - CNRS), agnes.mechin@cefe.cnrs.fr

Sylvain PIOCH, maître de conférences (CEFE – Université de Montpellier 3 Paul Valéry), sylvain.pioch@univ-montp3.fr

- **CORRESPONDANTS**

Onema : Julien GAUTHEY NOM, chargé de mission « Approches sociologiques et économiques des usages de l'eau (Onema), julien.gauthey@onema.fr ; **Véronique DE BILLY**, chef de projet « Ingénierie écologique et appui technique à la police de l'eau, veronique.debilly@onema.fr

Partenaires : Sylvain PIOCH, maître de conférences (CEFE – Université de Montpellier 3 Paul Valéry), sylvain.pioch@univ-montp3.fr ; **Agnès MECHIN**, ingénieur de recherche (CEFE - CNRS), agnes.mechin@cefe.cnrs.fr ; **Céline JACOB**, doctorante (CEFE-CNRS), celine.jacob@cefe.cnrs.fr
Anila SHALLARI, chargée de mission, (CEFE-CNRS)

- **AUTRES CONTRIBUTEURS**

Les membres du groupe de travail régional (Languedoc-Roussillon) « méthode » :

Charlotte BIGARD, CEFE et Montpellier Métropole Méditerranée

Anne PARIENTE, Pascale SEVEN, Laurence Vernisse, Luis De Sousa, DREAL Languedoc-Roussillon

Aurore DRUELLE, Sylvain MATEU, DDTM Gard

Stéphane GOYHENEIX, DDTM Aude

Karine JACQUET, Barbanson

Eric FIEVET, Eco-Med

Hervé GOMILA, Ecosphère,

Laurie COINTRE, Damien PARISOT, Egis eau

Candice HUET, Naturalia Environnement

Patrice CRAMM, CSRPN LR

Droits d'usage : Accès libre

Niveau géographique : national

Couverture géographique : France

Niveau de lecture : scolaires, citoyens, professionnels, experts

Pour citer ce rapport : Mechin A. et Pioch S. (2016)

• RESUME

Les services de l'Etat chargés d'instruire les dossiers d'aménagement et de se prononcer sur les mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts écologiques proposés par les maîtres d'ouvrage se trouvent souvent démunis pour en vérifier l'éligibilité. En outre, les maîtres d'ouvrages (et leurs bureaux d'études) ne peuvent pas se baser uniquement sur les inventaires naturalistes, pour tester différentes alternatives d'aménagement, mieux cibler l'évitement et la réduction ou anticiper les besoins de compensation.

Aussi, dans le cadre d'un projet financé par l'Onema (2013-2015), une méthode expérimentale d'évaluation de la compensation « zones humides », dite méthode MERCIe¹ pour Méthode d'Evaluation Rapide de la Compensation des Impacts écologiques, a été développée au sein de l'unité de recherche du CEFÉ² à Montpellier. Fondée sur une approche opérationnelle, ses objectifs sont :

- d'appuyer les différents acteurs de la séquence Eviter-Réduire-Compenser dans la conception et l'expertise des projets ;
- de respecter les principes de proportionnalité, d'équivalence et d'additionnalité (ou plus-value) écologiques inscrits aux articles L. 122-3, R. 122-5 et R. 122-14 du Code de l'Environnement.

Le développement de cette méthode est parti du constat partagé de l'absence d'outils et de méthodes homogènes et reproductibles nécessaires au dimensionnement de la compensation. Cette méthode consiste à évaluer les pertes écologiques engendrées par le projet d'aménagement, et les gains écologiques susceptibles d'être obtenus avec les mesures compensatoires. Il s'agit ensuite de les comparer, en tenant compte 1) de l'incertitude liées à la réussite ou à l'échec des actions écologiques mises en œuvre sur les sites de compensation et à la trajectoire naturelle de ces milieux ; et 2) du décalage temporel entre le démarrage du chantier et l'atteinte de l'état de fonctionnement écologique ciblé par la compensation. Soulignons que ces 2 critères sont imposés (mais à ce jour difficilement appliqués) par la réglementation française pour les mesures de compensation.

A la différence d'autres approches existantes, cette méthode évalue l'état de fonctionnement d'une zone humide dans sa globalité, et ne cible pas son analyse sur certaines espèces protégées ou sur certaines de ses fonctions.

En outre, son état de fonctionnement écologique est analysé sous l'angle de son degré d'intégrité par rapport à des facteurs d'altération d'origine humaine. A cette fin, 3 composantes sont étudiées simultanément :

- la localisation de la zone et son degré d'interdépendance et de connectivité avec les zones adjacentes ;
- l'hydrologie ;
- la structure des communautés végétales et les habitats pour la faune.

Zone d'impact et zone de compensation sont évaluées puis comparées selon ces mêmes composantes. Cela permet de vérifier l'équivalence écologique, et de calculer une surface de compensation.

Encore à un stade expérimental, nos premiers tests et échanges avec les acteurs de terrain montrent que cette méthode présente les avantages suivants :

- souple d'utilisation, transparente (indicateurs, coefficients, formules de calcul), équilibrée entre opérationnalité, exhaustivité et robustesse scientifique ;
- facile d'utilisation (pas de niveau d'expertise élevé pré-requis), et peu coûteuse ;
- incite à rechercher davantage des mesures d'évitement et de réduction ;
- peut être mise en œuvre à tous les stades d'un projet.

Construite sur la base du dimensionnement des mesures compensatoires, la méthode MERCIe propose en réalité une approche très opérationnelle pour améliorer dans son ensemble le respect de la séquence Eviter, Réduire, Compenser.

¹ MERCIe : le « e » de l'acronyme signifie « écologique » pour indiquer clairement que la méthode ne cible que les impacts écologiques dans la séquence Eviter Réduire Compenser.

² Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, unité mixte de recherche CNRS – Université de Montpellier Paul Valéry.

- **MOTS CLES (THEMATIQUE ET GEOGRAPHIQUE)**

Compensation écologique, Mesure compensatoire, Equivalence Ecologique, Zones humides, Séquence ERC, Méthode de dimensionnement.

- **A RAPID AND EXPERIMENTAL METHOD TO ASSESS MITIGATION IN WETLANDS – PRINCIPLES AND APPLICATIONS OF THE METHOD MERCIe**

- **ABSTRACT**

Regulators in charge of compensatory mitigation procedures are often face off complex analyses to check their accordance. Applicants and their consultants cannot base their assessment only on naturalist inventories to test various alternatives, to avoid and reduce or anticipate the mitigation enforcement.

As part of a project funded by Onema (2013-2015), a method to size mitigation concerning wetlands, called MERCIe, was developed within the research unit of CEFE – University Paul Valéry, in Montpellier. Based on a practical approach, its aims are:

- support large involvement of stakeholders around mitigation, in the design and expertise of mitigation project.
- address the principles of proportionality, equivalency, equity and ecological gain, as expected by articles L. 122-3, R. 122-5 and R. 122-14 of the Environmental Code

The development of this method is based on a common finding, about lack of tools and methods standardized and reproducible, to size the offsets. This method propose to measure ecological losses due to the project, and potential gains from offsets measures. To compare losses and gains, the method is considering 1) the risk from ecological uncertainty with mitigation project, and 2) the time lag between the beginnings of impacts and when the mitigation site will achieve expected gains. These two criteria are recommended (but hard to applie) by French Environmental act, within the mitigation hierarchy. This method assesses the baseline in its ecosystemic “integrity”, and does not target its score on certain species, often protected. The ecological statements of studied areas, are analyzed in terms of ecological integrity, and related with human activities and their ecological pressure.

The methodology of assessment relies on examination of three components (in the case of wetlands):

1. The location and landscape of study area (thus degree of connectivity with adjacent areas),
2. Water environment,
3. The community structure (habitat / plant cover).

Impacted and mitigation areas are evaluated, and compared, through same indicators, in the aim to comply with ecological equivalency, and to size a compensatory surface.

Still in experimental process, first application with concrete projects in the field (regulators, consultants and applicants), demonstrates several important advances:

- Flexible to use, transparent (indicators, coefficients, calculation formulas), balanced between operability, completeness and scientific robustness,
- Easy to use (no level prerequisites or high expertise), and inexpensive,
- Stress on avoidance and reduction measures, rather than encompass compensatory mitigation action,
- Can be implemented in all the planning of the project.

Built in order to design compensatory measures, the method offers actually a highly operational approach to improve the respect of the mitigation hierarchy: first Avoid, then Reduce and finally mitigate significant impact in “real” equivalency in nature with losses.

- **KEY WORDS (THEMATIC AND GEOGRAPHICAL AREA)**

Ecological offsets, Wetlands, No net loss

- **SYNTHESE POUR L'ACTION OPERATIONNELLE**

- 1. **Contexte général**

La réglementation française oblige les maîtres d'ouvrage à concevoir des projets dits de « moindre impact ». A cette fin, ils doivent chercher à éviter, à réduire puis à compenser les impacts négatifs résiduels significatifs causés par leurs installations, ouvrages, travaux ou activités (I.O.T.A.) sur la nature, selon des principes exposés notamment aux articles L. 122-3, R. 122-5 et R122-14-II du code de l'environnement (proportionnalité, équivalence, proximité spatiale et temporelle, faisabilité, pérennité, additionnalité, cohérence, etc.). Or, les services de l'Etat chargés d'instruire les dossiers d'aménagement et de se prononcer sur les mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts écologiques proposés par les maîtres d'ouvrage sont démunis pour en vérifier l'éligibilité. Quant aux maîtres d'ouvrages et aux bureaux d'études, ils ne peuvent pas se baser uniquement sur les inventaires naturalistes pour tester différentes alternatives d'aménagement, favoriser l'évitement et la réduction ou anticiper les besoins de compensation.

L'objectif du projet développé par le CEFE (Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive) et financé par l'Onema est de proposer une méthode pour évaluer³ les pertes et les gains écologiques et dimensionner les surfaces de compensation pour les zones humides, en respectant les principes réglementaires d'équivalence, de faisabilité et d'additionnalité écologique.

La méthode expérimentale MERCIe, (Méthode d'Evaluation Rapide de la Compensation des Impacts écologiques) présentée dans ce rapport, est inspirée de la méthode américaine UMAM (Uniform Mitigation Assessment Method) qui caractérise puis quantifie les pertes et les gains écologiques sur la base d'indicateurs scientifiquement fondés.

Les échanges avec les services instructeurs et les bureaux d'études ont joué un rôle central dans sa co-construction. Organisés sous la forme de présentations et d'ateliers techniques, ils ont permis de partager les principes de la méthode proposée et de les confronter aux pratiques des acteurs, de mettre en évidence les questions pratiques liées à son application, et d'ouvrir le champ d'application de la méthode à tous les volets écologiques de la séquence ERC. Celle-ci est désormais susceptible d'être appliquée aux différentes phases de conception d'un projet d'aménagement, de la recherche de la meilleure variante possible engendrant le moins de pertes écologiques à la caractérisation et à la quantification de la compensation.

Encore expérimentale, cette méthode constituera à terme, un outil utile à une application vertueuse de la séquence ERC.

- 2. **Principes et fonctionnement de la méthode MERCIe**

- **Principes**

Le principe central de la méthode MERCIe est d'évaluer le besoin et la réponse de compensation pour un projet d'aménagement, en comparant les pertes écologiques occasionnées par un projet, avec les gains obtenus par les mesures de compensation.

L'évaluation de ces pertes et de ces gains se fait selon une double approche : écologique et réglementaire, les deux étant complémentaires :

- 1) l'approche écologique repose sur l'évaluation de l'état de fonctionnement écologique du milieu, avant et après impact pour les sites impactés par le projet, et avant et après actions écologiques pour les sites de compensation.

³ Nous entendons par le terme « évaluer » le fait de donner une valeur, de quantifier les pertes et les gains écologiques, ou de qualifier l'état de fonctionnement écologique d'un milieu, tout en ayant des éléments d'analyse, et de compréhension de ces pertes, de ses gains ou de cet état au moyen de la grille d'indicateurs qui constituent la méthode.

- 2) l'approche réglementaire recourt à des coefficients d'ajustement reprenant certains principes réglementaires régissant la compensation, dont : l'incertitude écologique (ou risque d'échec des travaux de génie écologique mis en œuvre sur les sites impactés comme sur les sites de compensation), et le décalage temporel entre la réalisation du projet d'aménagement et les actions de compensations écologiques

- **Protocole**

La méthode est appliquée selon les étapes suivantes :

- 1) renseigner les fiches descriptives de la zone humide impactée par le projet d'aménagement d'une part, et de la (ou les) zone(s) humide(s) bénéficiant des mesures de compensation d'autre part. Cette première phase d'application de la méthode permet d'analyser le projet dans son ensemble et de vérifier le respect des différents principes réglementaires précités ;
- 2) évaluer l'état de fonctionnement écologique de la zone humide impactée avant le démarrage du chantier. Cela correspond à l'état initial de la zone d'impact
- 3) évaluer l'état de fonctionnement écologique de la zone humide impactée une fois le chantier terminé et le projet mis en service. C'est l'état après aménagement de la zone d'impact
- 4) évaluer l'état initial de la zone de compensation. Il s'agit d'évaluer l'état de fonctionnement écologique de la zone humide de compensation avant application des actions écologiques (travaux de génie écologique, mesures de gestion conservatoire, etc.)
- 5) évaluer l'état de fonctionnement écologique de la zone de compensation en estimant l'évolution potentielle de la zone humide de compensation au regard des actions écologiques prévues. Cela correspond à l'état final de la zone de compensation, ou autrement dit à l'objectif d'état de fonctionnement écologique ciblé par les mesures ;
- 6) évaluer les coefficients d'ajustement, dont le « Risque d'échec » des actions écologiques envisagées sur la zone humide de compensation et le « Temps » nécessaire à la restauration des milieux correspondant au décalage temporel entre le début des travaux d'aménagement et l'atteinte des objectifs de résultats des actions de compensation.
- 7) calculer les pertes et les gains ajustés
- 8) vérifier, au regard de l'offre de compensation envisagée, le bon respect des principes d'équivalence et d'additionnalité écologique. Le cas échéant, il sera nécessaire de réajuster l'offre de compensation écologique.

- **Indicateurs**

L'évaluation de l'état de fonctionnement écologique des zones humides consiste à attribuer un score entre 0 et 1, à l'aide de 27 indicateurs dont :

- 7 indicateurs relatifs à la localisation de la zone humide évaluée et les échanges avec les écosystèmes adjacents (voisins)
- 11 indicateurs relatifs au fonctionnement hydrologique de la zone humide évaluée
- 9 indicateurs relatifs à la structure des communautés végétales et aux habitats pour la faune présents dans la zone humide évaluée.

Zone aménagée et zone de compensation sont évaluées selon la même grille d'indicateurs, avant et après impact ou actions de compensation. L'évaluation des indicateurs se fait essentiellement à partir d'observations de terrain.

- **Coefficient d'ajustement**

Le coefficient « R » relatif au risque d'échec évalue le degré d'incertitude associée aux trajectoires écologiques des écosystèmes qui font l'objet de mesures de compensation. Il peut varier entre 1 et une valeur maximale que nous proposons à ce stade, de fixer à 3, conformément à la méthode UMAM.

Pour évaluer ce coefficient, on peut s'appuyer sur une douzaine d'indicateurs qui reprennent les différentes composantes contribuant à l'efficacité des mesures compensatoires prévues :

- 1) l'avenir des zones voisines à la zone de compensation : risque d'aménagement, de colonisation par des espèces indésirables, d'altération des connections hydrologiques, origine des eaux de la zone de compensation, statut de protection
- 2) le rapport taille de la zone / habitat pour la faune
- 3) les actions écologiques envisagées: succès établi des actions proposées sur les plans hydrologiques, végétal, pédologique et substrat
- 4) la pérennité des mesures : modalités de sécurisation foncière.

Le coefficient « T », associé au délai de compensation, reflète le supplément de compensation exigé du fait des pertes intermédiaires engendrées entre les impacts liés à l'aménagement et l'accomplissement différé des fonctions de la zone humide. Ce décalage temporel est converti en coefficient au moyen d'un tableau de correspondance se basant sur un taux d'actualisation de 4.5% qui

permet, selon une logique économique couramment utilisée, de rapporter des coûts/pertes et des bénéfices/gains futurs à une valeur d'aujourd'hui (rapport « Révision du taux d'actualisation des investissements publics » du Commissariat Général du plan Lebègue).

- **Application de la méthode MERCI**

- **Pendant les phases de conception d'un projet d'aménagement**

L'approche proposée par MERCIe peut être utilisée lors des phases « amont » de conception des projets afin de participer au choix du projet de moindre impact environnemental.

En calculant uniquement les pertes écologiques engendrées par différents scénarios de conception d'un même projet d'aménagement (selon des variantes géographiques voire techniques), les résultats obtenus peuvent faciliter la recherche de mesures d'évitement qui (1) participent au choix de la solution la moins impactante pour les zones humides ; et (2) diminuent d'autant les surfaces (et donc le coût) allouées à la compensation.

De même en calculant uniquement les gains écologiques, on peut comparer plusieurs projets de compensation et aider à choisir le projet de mesures compensatoires le plus approprié.

- **Dimensionnement de la compensation**

La méthode MERCIe permet de dimensionner la compensation, lorsque le projet est en phase finale de conception. La surface de compensation est calculée à partir de la notation des états de fonctionnement écologique de la zone humide impactée et de la zone humide de compensation.

Zone humide impactée : $\Delta \text{ impact} = \text{score avant aménagement} - \text{score après aménagement}$

Zone humide de compensation : $\Delta \text{ compensation} = \text{score après compensation} - \text{score avant compensation}$

$$\text{Surface de compensation} = \frac{\text{Surface impactée} \times \Delta \text{ impact} \times R \times T}{\Delta \text{ compensation}}$$

La surface de compensation est proportionnelle à la surface impactée, et à la nature de ces impacts, ainsi qu'au risque que les actions de compensation n'atteignent pas leurs objectifs et au décalage temporel entre l'impact au droit de la zone aménagée et l'atteinte des objectifs des actions écologiques au droit du ou des sites de compensation. Elle incite donc bien à éviter et réduire, pour diminuer les impacts, et à proposer des mesures de compensation les plus efficaces possibles, conformément à la doctrine nationale.

Avantages, limites et perspectives

Les discussions avec les acteurs de terrain d'ERC qui ont accompagné les présentations, les tests et les ateliers organisés dans le cadre des travaux sur la méthode MERCIe, ont permis de dégager les avantages et les limites de la méthode suivants :

- **Les avantages**

- Facilité de compréhension de la méthode,
- Mise en œuvre facile et rapide,
- Méthode applicable à tous les types de zones humides et tous les types de projets,
- Approche généralisable à d'autres types d'écosystèmes (cours d'eau notamment)
- Aboutit à une évaluation scientifiquement fondée et objective des pertes et des gains écologiques
- Favorise les étapes Eviter et Réduire les impacts écologiques
- Donne une vision intégratrice des différents types d'impacts

- **Limites**

- Marge d'interprétation des indicateurs et des observations dont la notation peut varier en l'absence de guide d'application de la méthode
- Stade expérimental de la méthode, qui nécessite d'être davantage testée pour être stabilisée
- Applications aux cours d'eau et aux espèces protégées non disponible
- Pas de méthode de vérification du respect des principes d'équivalence qualitative fonctionnelle

- **Perspectives**

Il reste à poursuivre des tests et travaux de recherche, pour améliorer les avantages et réduire certaines limites. En outre, il convient de répondre aux interrogations des utilisateurs de la méthode, afin d'élargir et d'améliorer son champ d'application. Les perspectives sont les suivantes :

- veiller au respect du principe d'équivalence qualitative et fonctionnelle dans le choix préalable des sites de compensation (via notamment l'intégration de la méthode d'évaluation des fonctions associées aux zones humides développée par le MNHN/Onema) ;
- poursuivre le développement de la méthode au travers du test de nouveaux coefficients d'ajustement : le Coefficient Enjeu Patrimonial – Espèces Protégées (CEP) et le Coefficient d'Ajustement pour la Trame (verte ou bleue) ;
- tester la sensibilité des coefficients d'ajustement et les calibrer ;
- appliquer la méthode sur une grande variété de projets et de milieux humides pour affiner l'interprétation des résultats et produire un guide d'application et d'aide à la notation ;
- développer l'approche MERCIe aux différents stades d'un projet ;
- Confronter les résultats obtenus avec différentes méthodes de dimensionnement de la compensation écologique ;
- étendre la méthode au calcul des crédits de compensation alloués aux futures Réserves d'Actifs Naturels ;
- décliner la méthode et ses indicateurs à d'autres écosystèmes aquatiques et terrestres (travaux en cours avec l'IFRECOR, l'Université de la Réunion et le CEFÉ-UPVM sur l'adaptation de la méthode MERCIe aux écosystèmes coralliens avec la méthode MERCICOR).

- **SOMMAIRE**

1. Introduction	12
2. Le cadre des travaux réalisés : contexte de la séquence ERC et méthodologie	13
2.1. Eléments de contexte	14
2.1.1. Pratiques et besoins au niveau de l'instruction des dossiers	14
2.1.2. Les maîtres d'ouvrage	15
2.1.3. Besoin d'une méthode d'évaluation adaptée	16
2.2. Méthode de travail	16
2.2.1. Adapter une méthode existante	16
2.2.2. Echanges avec les acteurs	18
2.2.3. Les différents cas d'études pour le développement de la méthode MERCIe	19
3. La méthode expérimentale MERCIe	21
3.1. Architecture et principes	21
3.1.1. Architecture de la méthode	21
3.1.2. Principes de la méthode MERCIe	22
3.2. Protocole d'application de la méthode	24
3.2.1. Les différentes étapes de l'application	24
3.2.2. Analyse descriptive du projet	26
3.2.3. Evaluer l'état du milieu : les indicateurs	27
3.2.4. Tenir compte des exigences réglementaires: les coefficients d'ajustement	35
3.2.5. Dimensionner la compensation : calculer une surface de compensation.....	39
3.3. Précisions sur les modalités d'application de la méthode MERCIe	40
3.3.1. La zone d'étude	40
3.3.2. Le cadre écologique de référence	41
3.4. Champs d'application	42
4. Application expérimentale de la méthode à un cas d'étude	44
4.1. Contexte du cas d'étude	44
4.2. Evaluation des pertes écologiques	44
4.2.1. La zone évaluée.....	44
4.2.2. Ecosystème associé au cadre écologique de référence	45
4.2.1. Evaluation des 3 composantes de l'état de fonctionnement écologique	46
4.2.2. Evaluation des pertes écologiques sur la zone d'emprise du projet	46
4.3. Evaluation des gains écologiques	47
4.3.1. La zone évaluée.....	47
4.3.2. Ecosystème associé au cadre écologique de référence	48
4.3.3. Evaluation des 3 composantes de l'état de fonctionnement écologique	48
4.3.4. Evaluation des gains écologiques.....	49
4.4. Evaluation des gains écologiques ajustés	49
4.4.1. Coefficient R	49
4.4.2. Coefficient T.....	49
4.4.3. Evaluation des gains écologiques ajustés	49
4.5. Conclusion sur le dossier	49
4.6. Sensibilité à la notation	49
4.6.1. Sensibilité à la notation dans le cas d'un bon état de fonctionnement écologique	50
4.6.2. Sensibilité à la notation dans le cas d'un état de fonctionnement écologique dégradé	50
4.7. Discussion	50
4.7.1. Le caractère atypique de la communauté végétale de la zone aménagée et le choix de l'écosystème de référence	50
4.7.2. Intérêt relatif de la zone tampon	51

4.7.3.	Le gain écologique relatif au cadre de référence choisi.....	51
4.7.4.	La durée des mesures compensatoires.....	51
5.	Avantages, limites et perspectives	52
5.1.	Avantages d'après les acteurs de terrain.....	52
5.2.	Limites	53
5.3.	Perspectives et propositions	55
6.	Conclusion.....	57
7.	Sigles & Abréviations	58
8.	Bibliographie	59
9.	Table des illustrations	61
10.	Annexes	63
	Annexe 1 : Liste des présentations, réunions et ateliers réalisés en 2015 et 2016.....	63
	Annexe 2 : programme des ateliers méthode organisés avec la DREAL Languedoc-Roussillon et liste des participants.....	64
	Annexe 3 : Séminaire de recherche sur la méthode UMAM avec Connie Bersok.....	65
	Annexe 4 : Calcul du coefficient d'ajustement T à partir du taux d'actualisation	68
	Annexe 5 : photographies du cas de test	69
	Annexe 6 : Cas de test : détail de la notation de la zone d'impact	73
	Evaluation des indicateurs Localisation	73
	Evaluation des indicateurs Hydrologie	74
	Evaluation des indicateurs Structure des communautés végétales et habitats	75
	Annexe 7 : Cas de test : détail de la notation des zones de compensation.....	77
	Evaluation des indicateurs Localisation	77
	Evaluation des indicateurs Hydrologie	77
	Evaluation des indicateurs Structure des communautés végétales et habitats	78
	Annexe 8 : Cas de test : détail de la notation du coefficient R.....	79
	Annexe 9 : Formulaire MERCIe	82
11.	Remerciements	84

- **UNE METHODE EXPERIMENTALE POUR EVALUER RAPIDEMENT LA COMPENSATION EN ZONE HUMIDE – LA METHODE MERCIe, PRINCIPES ET APPLICATIONS**

1. Introduction

La réglementation française prévoit dans son code de l'environnement, l'obligation pour un maître d'ouvrage d'éviter, réduire et enfin de compenser les impacts négatifs résiduels significatifs causés par ses installations, ouvrages, travaux, ou activités (I.O.T.A.) sur la nature. Différents textes de lois déclinent cette séquence, résumée par son acronyme « ERC » : loi sur l'étude d'impact, loi sur l'eau, loi sur les espèces protégées, Natura 2000 ou encore le défrichement. La future loi sur la biodiversité (qui n'a pas encore été votée au moment où ce rapport a été écrit) reprend encore la séquence ERC comme un principe de conception des projets. Le ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie a publié sa doctrine nationale en mai 2012, puis les *Lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur les milieux naturels* en octobre 2013, document d'harmonisation national d'interprétation et d'application de la séquence ERC.

L'objectif du projet mis en œuvre par le CEFE⁴ et financé par l'Onema est de proposer une méthode expérimentale permettant d'évaluer les pertes et les gains écologiques et de dimensionner les surfaces de compensation respectant les principes réglementaires d'équivalence, de faisabilité et surtout d'additionnalité. Nous entendons par le terme « évaluer » le fait de donner une valeur, de quantifier les pertes et les gains écologiques, ou l'état de fonctionnement écologique d'un milieu, tout en ayant des éléments d'analyse, et de compréhension de ces pertes, de ses gains ou de cet état au moyen de la grille d'indicateurs qui constituent la méthode. Inspirée de la méthode UMAM (Uniform Mitigation Assessment Method), le principe central de la méthode ici développée, est de dimensionner les surfaces de compensation nécessaires:

- 1) en comparant les pertes engendrées par un projet sur une ou des zones humides et les gains écologiques potentiels engendrés par d'éventuels mesures de compensation ;
- 2) en ajustant les surfaces à compenser afin de conserver globalement, et si possible, d'améliorer la qualité environnementale des milieux.

Intitulée Méthode d'Evaluation Rapide de la Compensation des Impacts écologiques (MERCIe), cette méthode est destinée à la fois à la maîtrise d'ouvrage et aux services qui instruisent les dossiers de permis ou d'autorisation dans le cadre des projets d'aménagement du territoire. Sont donc concernés les DREAL (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement), les DDTM (Direction Départementale des Territoires et de la Mer), les services de l'Onema ainsi que les bureaux d'études.

Nos travaux se sont déroulés sur 3 ans, d'avril 2013 à avril 2016 et se sont organisés en 3 phases :

- 1) analyse de la prise en compte des mesures compensatoires dans la réglementation sur les milieux aquatiques, et analyse des pratiques, des besoins et des outils existants chez les services instructeurs dans le traitement des dossiers
- 2) analyse des pratiques et des attentes des maîtres d'ouvrage et des bureaux d'études sur le dimensionnement des mesures de compensation, et tests préliminaires de deux méthodes utilisées à l'étranger (HEA⁵ et UMAM)
- 3) analyse des possibilités d'adaptation de la méthode UMAM au contexte français, et proposition d'une méthode expérimentale en interaction avec les services instructeurs.

Les phases 1) et 2) ont donné lieu à des rapports séparés, et leurs principaux résultats seront repris dans ce rapport.

L'objet de ce rapport est de présenter la méthode expérimentale MERCIe : principes, fonctionnement, et modalités d'application au travers de l'étude détaillée d'un cas réel, ainsi que ses avantages et ses limites dans sa forme actuelle, et ses perspectives d'évolution.

⁴ Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive

⁵ HEA : Habitat Equivalency Analysis

2. Le cadre des travaux réalisés : contexte de la séquence ERC et méthodologie

La construction d'une méthode d'évaluation environnementale dépend du périmètre de la méthode en question, qui se décline selon trois axes :

- 1) quelle est la finalité de l'évaluation ?
- 2) qui utilise la méthode ?
- 3) quel est l'objet évalué ?

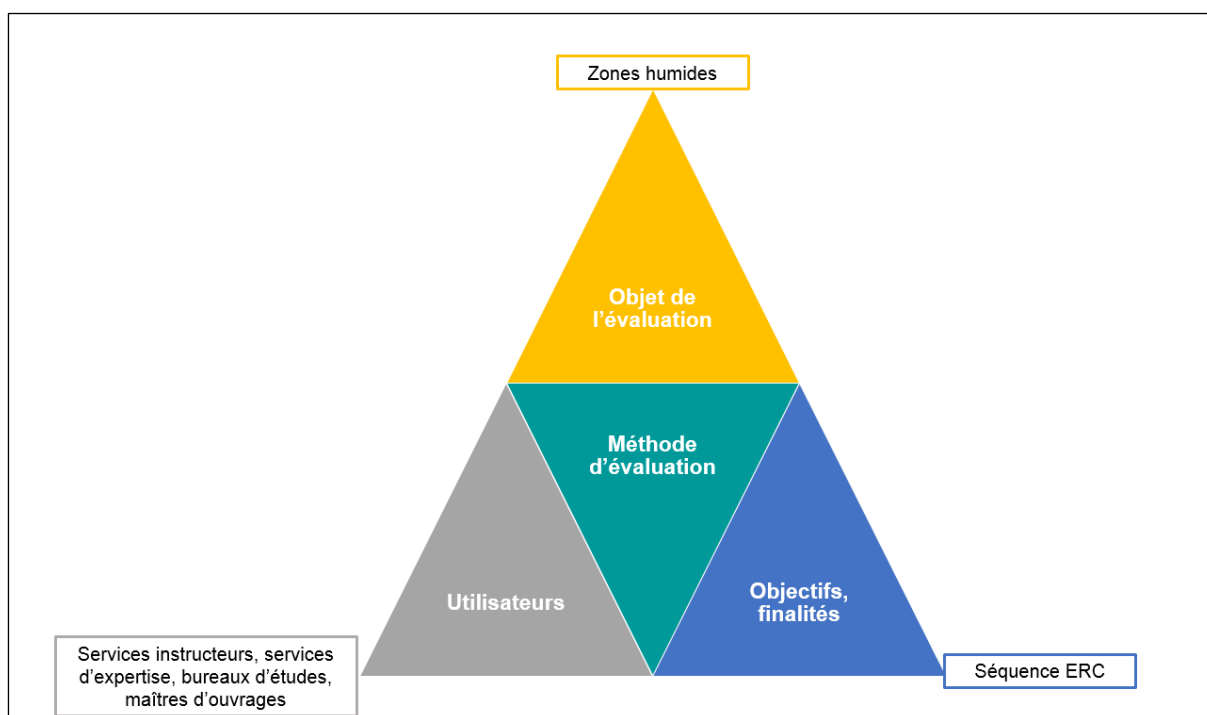
Les réponses à ces 3 questions guident les choix à faire dans l'élaboration de la méthode et lui confèrent les caractéristiques qui justifient ces différences avec d'autres méthodes d'évaluation environnementale.

L'objet de l'évaluation correspond ici au type de milieu étudié, et aux effets des projets d'aménagement ou de compensation sur ces milieux. Il s'agit ici des écosystèmes de type zones humides, qu'elles soient côtières ou continentales, isolées, ou interconnectées, d'eau douce ou d'eau salée.

La finalité de l'application de la méthode est de conclure au respect ou non des principes réglementaires régissant la compensation en France avec un focus particulier sur le dimensionnement de la compensation. Une bonne compréhension des textes de lois relatives à la séquence ERC et à la compensation en particulier, est donc nécessaire au préalable. C'est dans ce but qu'une analyse de ces différents textes a été menée au tout début du projet, en 2013. Depuis, le commissariat général au développement durable a publié *les Lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur les milieux naturels* (octobre 2013). L'article R122-14-II du code de l'environnement résume les grands principes qui régissent la compensation :

« II. - Les mesures compensatoires ont pour objet d'apporter une contrepartie aux effets négatifs notables, directs ou indirects, du projet qui n'ont pu être évités ou suffisamment réduits. Elles sont mises en œuvre en priorité sur le site endommagé ou à proximité de celui-ci afin de garantir sa fonctionnalité de manière pérenne. Elles doivent permettre de conserver globalement et, si possible, d'améliorer la qualité environnementale des milieux. »

Les utilisateurs de la méthode sont les services instructeurs et les bureaux d'études ou maîtres d'ouvrages, chacun dans leurs rôles respectifs : expertise et contrôle des dossiers « étude d'impact » ou « loi sur l'eau » pour les services instructeurs ; conception des mesures environnementales associées à leur projet pour les maîtres d'ouvrages et leurs bureaux d'études. Afin de bien comprendre leurs pratiques et leurs besoins, et pour être en mesure de proposer un outil le mieux adapté possible, deux grandes enquêtes ont été menées auprès de ces différentes cibles lors des deux premières phases du projet. Les principaux résultats de ces enquêtes sont repris dans les paragraphes suivants.



© Agnès MECHIN – CNRS - UPVM
Figure 1 : Le triangle de définition d'une méthode d'évaluation

2.1. Eléments de contexte

Les résultats de cette enquête ont fait l'objet d'une publication dans la revue *Vertigo* sous les références Jacob C., Quétier F., Aronson J., Pioch S., Levrel H. (2015). *Vers une politique française de compensation des impacts sur la biodiversité plus efficace : défis et perspectives*. *Vertigo*, 14(3).

2.1.1. Pratiques et besoins au niveau de l'instruction des dossiers

En 2013, une trentaine d'entretiens réalisée auprès des DREAL, DDT(M), Etablissements Publics Territoriaux de Bassin (EPTB) et de l'Onema ont permis de mettre en évidence les difficultés rencontrées pour faire respecter la séquence ERC par les maîtres d'ouvrages lors de la conception de leurs projets d'aménagement du territoire (dont certaines avaient déjà été soulignées lors de précédentes études sur le sujet).

2.1.1.1. Des moyens limités

Sous la contrainte d'une baisse des moyens humains, et d'un manque de formation l'instruction des dossiers se fait parfois selon une logique administrative, l'évaluation de la pertinence des mesures ERC proposées ne reposant ainsi pas toujours sur des fondements scientifiques. Par manque d'harmonisation et d'accompagnement des agents, le système actuel repose donc sur des compétences individuelles, forcément hétérogènes, avec peu de contrôle des propositions et engagement des maîtres d'ouvrages. Cela pose en particulier un problème en termes de traitement et de suivi des dossiers.

2.1.1.2. Méthodologies insuffisantes

Certains aspects scientifiques sont peu pris en compte durant l'instruction des dossiers « étude d'impacts », « loi sur l'eau » ou « espèces protégées », comme les spécificités sociales et paysagères des zones humides, les évaluations actuellement proposées étant basées sur une vision descriptive et parfois figée de l'environnement, elles ne traitent pas des espèces communes, ni des impacts cumulés.

Les mesures compensatoires sont trop souvent définies, en fin d'instruction du projet, après le choix de différentes variantes ou scénarios basés sur des aspects technico-économiques. Il s'en suit des préconisations ne respectant pas l'esprit de la loi de 1976 « analyse des variantes justifiant du choix du projet, notamment d'un point de vue environnemental ». Ainsi, les mesures compensatoires « compensent » plus un déficit d'analyse des différentes options d'aménagement possibles au regard des enjeux environnementaux que les effets des projets d'aménagement. Cela s'expliquait en partie, par l'absence d'accompagnement ou de sensibilisation, par le biais de formations, des bureaux d'études et des maîtres d'ouvrage sur ces thématiques mais aussi, il y a quelques années, par le peu de préconisation sur les méthodes d'évaluation développées.

Ce constat semblerait d'ailleurs constituer une des difficultés les plus préoccupantes de la mise en place de la séquence ERC. Le dimensionnement des mesures compensatoires se base presque uniquement sur des ratios issus de documents cadre, de méthodes élaborées par les bureaux d'études et négociés avec les maîtres d'ouvrage au cas par cas qui ne permettent pas toujours de respecter les principes réglementaires régissant la compensation écologique dont l'équivalence et l'additionnalité écologique.

Le Code de l'Environnement proposant uniquement des principes et non des méthodes de compensation, les services instructeurs sont actuellement relativement démunis pour recommander auprès des maîtres d'ouvrage, l'utilisation de telle ou telle méthode. Il en découle une multiplicité des méthodes (une par maître d'ouvrage, par bureau d'étude, ou même par dossier) qui grève l'efficacité des services de l'Etat à instruire les dossiers, obligés de changer d'approche et d'investir un temps considérable, à chaque dossier reçu. Les limites du système actuel, en termes de méthodes de dimensionnement, aboutissent ainsi le plus souvent à une sous-estimation des besoins réels de compensation.

2.1.1.3. Approche incomplète à l'échelle des territoires

En premier lieu, l'absence d'outil de bancarisation des mesures compensatoires jusqu'à très récemment, a pu mener à des aberrations telles que la mise en place de mesures compensatoires de deux projets différents sur le même site. Pour pallier ces difficultés, certaines DREAL ont développé leurs propres solutions, au cas par cas jusqu'à ce qu'un projet national de géolocalisation des sites de compensation démarre en 2014 et soit désormais disponible auprès des services de l'Etat (avant d'être prochainement en accès libre sur Internet).

D'autre part, le choix de la localisation des mesures de compensation est souvent guidé principalement par les aspects fonciers (coût des terres, opportunités immobilières...), en l'absence d'orientations claires et en accord avec des objectifs écologiques à l'échelle des territoires. Cela se traduit par des zones de compensation de faibles superficies, distantes et disséminées sur le territoire et par conséquent, plus difficiles à suivre et à contrôler et moins efficaces sur le plan écologique que des zones de plus grande superficie, et connectées⁶. Il s'agirait donc de réellement prendre en compte la compensation, et ses conséquences dans la gestion du foncier, bien en amont au sein des documents de planification.

2.1.1.4. Manque de capitalisation des retours d'expérience

Proposer des mesures pertinentes et évaluer l'efficacité des mesures proposées suppose une bonne connaissance des expériences de restauration écologique et des résultats obtenus auprès des mesures compensatoires déjà mises en place. S'il existe de nombreux retours d'expérience, leur manque de capitalisation empêche de les exploiter pleinement pour faire progresser la conception des mesures de compensation.

En outre, le manque d'outils adaptés des services de l'Etat empêche de suivre efficacement la mise en œuvre des mesures et de leurs résultats qui pourraient utilement alimenter les retours d'expériences précités.

Il en résulte la proposition de mesures de compensation souvent peu ambitieuses, incertaines, et parfois incohérentes sur le plan écologique.

Ce constat a été établi en 2013, depuis, de nombreuses initiatives ont été prises dans les différents services de l'Etat en fonction des priorités et des problématiques propres à chacun.

2.1.2. Les maîtres d'ouvrage

Une première phase de l'enquête a concerné 13 maîtres d'ouvrages (55% de publics et 45% de privés) afin de mieux caractériser leurs perceptions et leurs stratégies vis-à-vis de la séquence ERC. Les bureaux d'études associés à ces maîtres d'ouvrage ont également été interrogés, sauf pour deux aménageurs qui réalisent en interne leurs études d'impacts écologiques et la définition des mesures compensatoires. Ces entretiens, réalisés avec l'engagement de la confidentialité, ont permis de mettre en évidence trois types de comportement de la part des maîtres d'ouvrage, dont les caractéristiques sont exposées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Typologie des comportements des maîtres d'ouvrage par rapport à la séquence ERC

	Pro-actif	Réactif	Réfractaire
Respect des rythmes et des étapes de la séquence ERC	Anticipent et développent les deux premières étapes de la séquence	Développent un comportement réactif en suivant les indications données par la DREAL dans un objectif de diminuer la part des mesures compensatoires, mais ne maîtrisent pas bien la démarche.	Mettent une pression forte à des niveaux différents de la gouvernance régionale pour valider leur projet.
Politiques des maîtres d'ouvrages sur les procédures réglementaires	Respectent la cohérence des procédures, facilitent le traitement du dossier par les différents services instructeurs.	Sous-évaluent certaines composantes dans les études initiales en ignorant certains enjeux de biodiversité parfois très forts.	Déconnectent la partie socio-économique de la partie écologique des projets, ce qui alimente les conflits entre maîtres d'ouvrages et bureaux d'études.
Rapport maîtres d'ouvrages et bureaux d'études	Indépendance et complémentarité dans les modes de fonctionnement et compromis sur la prise en compte des enjeux écologique.	Les logiques économiques guident les choix et les périmètres des études initiales.	Les logiques économiques conduisent à minimiser les enjeux écologiques.

⁶ Ce constat est issu de l'article publié par Regnery, *et al* (2013). Mesures compensatoires pour la biodiversité : comment améliorer les dossiers environnementaux et la gouvernance ? | Sciences Eaux & Territoires

Méthode d'équivalence écologique	Acceptent les méthodes.	Demandent de réviser les méthodes au regard de la difficulté d'accéder au foncier, du suivi et de la gestion.	Remettent totalement en cause les méthodes d'équivalence écologique.
Méthode de dimensionnement	Mise en place de méthodologie pour calculer les pertes et les gains	Utilisent certaines méthodes qui sont préconisées par les DREAL.	Disposent de méthodes d'équivalence sommaire et pas adaptées au projet.

Cette typologie n'est pas figée, et un même maître d'ouvrage peut passer d'un comportement à l'autre en fonction de son expérience et de sa connaissance de la réglementation. Les agents des services instructeurs font remarquer que lorsqu'un maître d'ouvrage découvre la réglementation relative à ERC lors d'un premier dossier, il peut réagir avec hostilité puis il s'adapte pour les dossiers suivants.

La deuxième phase de cette enquête auprès des aménageurs a consisté à les interroger sur les méthodes d'équivalence écologique et de dimensionnement, dont ils disposaient. L'enquête a porté sur 27 maîtres d'ouvrage. Les principaux résultats sont les suivants :

- 1) 60% d'entre eux ne disposent d'aucune méthode,
- 2) la raison principale (à 80%) de l'absence de méthode évoquée est le manque de lisibilité sur les critères des méthodes et l'absence de garantie qu'elles soient validées par les DREAL,
- 3) la motivation principale qui les pousserait à s'investir dans la définition d'une méthode est la sécurisation juridique des projets (à 45%), et en second plan, un gain en temps et en efficacité (36%).

Enfin, pour la moitié d'entre eux, compenser est perçu comme « systématiquement compliqué ».

La revue Environnement et Technique a publié un article relatant les résultats de cette enquête sous les références : Shallari et Pioch (2014). *Comment améliorer l'évaluation d'une "juste" compensation environnementale ?* Environnement & Technique, n°340.

2.1.3. Besoin d'une méthode d'évaluation adaptée

Au regard de ces éléments, différentes pistes d'actions ont été dégagées :

- 1) développement d'une méthode d'évaluation de la compensation « milieux aquatiques » : étude de cas et formation des services instructeurs, bureaux d'études et maîtres d'ouvrages
- 2) développement d'un registre des mesures compensatoires : cette question a fait l'objet d'un projet mené par le MEDDE via le CEREMA et n'a donc pas été approfondie après les différents contacts pris en 2014
- 3) en option : étude des données existantes sur la résilience des zones humides en fonction des travaux de génie écologique effectués et du type de zone humide concerné. Ce point, constituant un sujet à part entière est suivi par le Museum National d'Histoire Naturelle (MNHN) dans le cadre d'une étude financée par l'Onema.

La suite des travaux s'est donc concentrée sur la première piste d'action dégagée, c'est-à-dire au développement d'une méthode d'évaluation de la compensation en ciblant notre attention sur le cas particulier des zones humides.

Les enquêtes préalables ont permis de définir les caractéristiques attendues de cet outil, à savoir une méthode :

- 1) partagée par les différents acteurs de la séquence ERC
- 2) prenant en compte les obligations réglementaires assignées à la compensation
- 3) opérationnelle c'est-à-dire, simple dans sa mise en œuvre, accessible au plus grand nombre
- 4) reposant sur des principes scientifiques pour une argumentation crédible et solide juridiquement.

2.2. Méthode de travail

2.2.1. Adapter une méthode existante

De nombreuses méthodes développées dans le cadre de l'évaluation de la compensation existent et ont été étudiées, en particulier dans les ouvrages suivants : *Mesures compensatoires et correctives liées à la destruction de zones humides*, de Geneviève Barnaud et Bastien Coïc, publié par l'Onema en septembre 2011 et *Restaurer la nature pour atténuer les impacts du développement* de Harold Levrel et

al. publié en 2015. Dans une étude récente, Bezombes et al. (*in review*) ont évalué à partir de 13 grands groupes méthodologiques, l'opérationnalité (c'est-à-dire la rapidité, le niveau d'expertise), l'exhaustivité (c'est-à-dire les types d'indicateurs, les domaines évalués) et la robustesse des bases scientifiques mobilisées. A l'issue de l'analyse, les approches récentes et intégrées présentent le meilleur équilibre entre ces trois critères. Pour les milieux aquatiques, l'approche méthodologique développée par la méthode Unified Mitigation Method Assessment (UMAM), développé dans l'Etat de Floride aux Etats-Unis présente un compromis intéressant (Pioc'h et al. (b), 2015). En effet, c'est une des plus récentes, elle ne nécessite pas plus d'une demi-journée de terrain, elle est adaptée à tous les types de zones humides, et enfin elle a été développée dans un Etat, la Floride, très riche en zones humides. Cette méthode, ainsi que la méthode HEA, sélectionnée car retenue par la directive européenne sur la responsabilité environnementale dans le cadre des pollutions industrielles accidentelles, ont fait l'objet de tests comparatifs lors du stage de fin d'études d'ingénieur de Charlotte Bigard en 2014 auprès de la métropole de Montpellier. Ce travail de stage a permis de valider l'intérêt de ces méthodes dans le cadre réglementaire français, et a même débouché sur une thèse portée par la métropole sur l'intégration de la séquence ERC dans les documents de planification urbaine.

Finalement, après avoir approfondi la compréhension de la méthode UMAM lors d'un séminaire⁷ avec la coordinatrice de sa création, Connie Bersok, de l'autorité environnementale de Floride, le choix a été fait de travailler à partir de la méthode UMAM. En effet, les principaux acquis du séminaire sont :

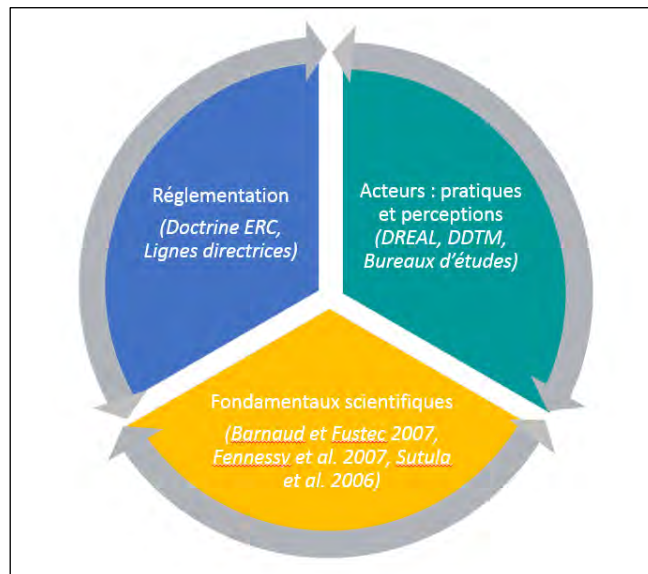
- 1) le constat de la coïncidence entre les besoins exprimés par les services instructeurs et les maîtres d'ouvrages et leurs bureaux d'étude lors de nos enquêtes et les besoins exprimés par les acteurs de la compensation en Floride durant la phase de création de la méthode,
- 2) un contexte d'utilisation de la méthode UMAM proche du contexte français : application d'une réglementation visant à protéger les zones humides par des services instructeurs et des aménageurs
- 3) l'importance d'associer à la construction de la méthode les acteurs de la compensation pour être en phase avec leurs besoins et leur contexte d'application.

Sur ces bases, le développement de la méthode MERCIe a donc consisté à adapter l'approche méthodologique UMAM aux besoins français, particulièrement en terme de réglementation.

Notre travail s'est organisé autour de 3 grands axes :

- 1) les fondements scientifiques : analyse et compréhension détaillée de la méthode UMAM, notamment au travers d'échanges avec Connie Bersok, et étude de la bibliographie de référence sur les zones humides,
- 2) les échanges avec les services instructeurs et les bureaux d'études, au travers d'un partenariat étroit avec la DREAL Languedoc-Roussillon et de l'organisation en 2015, de 3 ateliers rassemblant agents des services instructeurs, bureaux d'études et CSRPN,
- 3) les tests sur des cas d'étude réels afin de valider l'opérationnalité de la méthode (ressources documentaires disponibles pour renseigner les indicateurs, niveau de compétence nécessaire, temps mobilisé par l'application de la méthode), de confronter les résultats obtenus avec la méthode aux pratiques actuelles et de dégager les modalités d'application.

⁷ Le séminaire s'est tenu à Montpellier les 10 et 11 mars 2015. Voir liste des participants en annexe 3.



© Sylvain PIOCH - Agnès MECHIN – CNRS - UPVM
 Figure 2 : Les principes de réflexion pour le développement de la méthode MERCIe

Cette organisation a été en grande partie inspirée par un article publié par l'équipe ayant mis au point la méthode CRAM (California Rapid Assessment Method) et relatant leur méthode de travail. (Sutula *et al.*, 2006). Un certain nombre de tests n'ont pas encore été menés à ce stade. Ils concernent en particulier la robustesse des notes obtenues au regard de différents biais potentiels dont :

- les écarts de notation entre différents évaluateurs pour un même projet (biais « utilisateur »),
- la sensibilité de la méthode à l'état du milieu : comparer les résultats obtenus par la méthode en terme d'état de fonctionnement écologique avec l'état de fonctionnement écologique connu de différents sites.

Les différentes limites de la méthode à son stade actuel seront exposées en fin de rapport.

C'est pour ces raisons que la méthode MERCIe reste, à ce stade, une méthode expérimentale nécessitant encore d'être testée avant d'être déployée.

2.2.2. Echanges avec les acteurs

Les échanges avec les services instructeurs et les bureaux d'études ont joué un rôle central dans la co-construction de la méthode MERCIe. L'annexe 1 présente la liste des réunions et des ateliers organisés dans le cadre du développement de MERCIe. La démarche adoptée est une démarche « *bottom-up* », au plus près des besoins des acteurs du territoire et des termes ainsi que des concepts employés.

Ces échanges, sous la forme de présentations et d'ateliers, ont permis de :

- 1) **confronter, partager et nourrir le diagnostic** établi lors des deux premières phases du projet avec les parties intéressées ;
- 2) **partager les principes** de la méthode proposée et de les confronter aux pratiques des acteurs : approche centrée espèces *versus* approche centrée habitat, référence d'évaluation ;
- 3) mettre en évidence les **questions pratiques liées à son application** : **reformulation** des définitions et concepts de la méthode pour qu'ils soient bien en phase avec les perceptions des uns et des autres, délimitation des zones évaluées, interprétation des indicateurs et coefficients,
- 4) ouvrir le champ d'application de la méthode à **tous les volets de la séquence ERC** : intégration de la méthode aux différentes phases de conception d'un projet d'aménagement et défis que cela peut représenter, distinction des mesures d'évitement, de réduction, de compensation, incitation à éviter et réduire et pistes de mesures d'évitement et de réduction.

Ces échanges ont été particulièrement suivis en Languedoc-Roussillon, grâce la signature d'un partenariat avec la DREAL et l'animation d'un groupe de travail « Méthodologie ». Cela s'est concrétisé par l'organisation de 7 réunions, dont 3 ateliers d'une journée, rassemblant une quinzaine de personnes des services instructeurs, de 5 bureaux d'études, du CSRPN. A l'issue de ces réunions plusieurs documents furent produits : comptes rendus partagés avec la validation de l'intérêt de l'approche MERCIe et description des souhaits pour orienter les travaux de développement. Le programme de ces ateliers est détaillé dans l'annexe 2.



© Sylvain PIOCH – UPVM
Figure 3 : Illustration de l'atelier n°2



© Sylvain PIOCH – UPVM
Figure 4 : Illustration de l'atelier n°2

2.2.3. Les différents cas d'études pour le développement de la méthode MERCIe



Il s'agissait de tester la méthode dans un cadre réel, à partir de problématique d'application d'ERC concrètes. Ces tests ont été menés en partenariat avec des maîtres d'ouvrages et leurs bureaux d'études écologiques experts, l'Onema, les DDT-M, la DREAL et le CSRPN.





Le tableau suivant récapitule les différents projets d'aménagement sur lesquels a été testée l'approche méthodologique.

La méthode MERCIe a été testée sur les dossiers n° 1, 2, 3, 4 et 5. La méthode UMAM a été testée sur les dossiers n°6, 7 et 8. Ils ne sont pas détaillés dans ce rapport (cf. Bigard, 2014).

Seul le dossier n°2 est repris en détail pour illustrer l'application de la méthode MERCIe dans la partie 4.

Tableau 2 : Récapitulatif des dossiers testés avec MERCI

<p>1</p>  <p>© Agnès MECHIN – CNRS - UPVM</p>	<p>Type : Port - Zone logistique portuaire</p> <p>Superficie des impacts : 100 ha</p> <p>Personnes utilisatrices : Maître d'ouvrage</p> <p>Milieus endommagés : zones humides littorales méditerranéennes (lagunes, steppes salées, marais salants, plages et dunes)</p> <p>Apports de la méthode MERCIe : Evaluation de l'additionnalité des mesures compensatoires</p>
<p>2</p>  <p>© Agnès MECHIN – CNRS - UPVM</p>	<p>Type : ZAC - Zone d'activités commerciales</p> <p>Superficie des impacts : 5 ha</p> <p>Personnes utilisatrices : DIR Onema</p> <p>Milieus endommagés : Landes humides atlantiques tempérées</p> <p>Apports de la méthode MERCIe : confirmation de l'irrecevabilité des mesures de compensation proposées par le maître d'ouvrage.</p>

<p>3</p>  <p>© Agnès MECHIN – CNRS - UPVM</p>	<p>Type : ZAC - Zone d'aménagement concertée</p> <p>Superficie des impacts : 25 ha</p> <p>Personnes utilisatrices : DDT</p> <p>Milieux endommagés : parcelle agricole drainée et prairie humide</p> <p>Apports de la méthode MERCIe : clarification de l'analyse de l'état de fonctionnement écologique de parcelles drainées.</p>
<p>4</p>  <p>© CEN Languedoc-Roussillon</p>	<p>Type : Carrière</p> <p>Superficie des impacts : 20 ha</p> <p>Personnes utilisatrices : DDTM</p> <p>Milieux endommagés : Garrigue</p> <p>Apports de la méthode MERCIe : redimensionnement de la zone de compensation, requalification des mesures compensatoires prévues en mesures de réduction des impacts</p>
<p>5</p>  <p>© Agnès MECHIN – CNRS - UPVM</p>	<p>Type : Route - Infrastructure linéaire</p> <p>Superficie des impacts : 30 km de linéaire routier, 4 ha de zones humides</p> <p>Personnes utilisatrices : Maître d'ouvrage puis DREAL</p> <p>Milieux endommagés : ripisylve, pelouses sèches, garrigue</p> <p>Apports de la méthode MERCIe : re-évaluation des superficies compensatoires (E et R renforcés). Choix d'une mesure compensatoire remplissant de meilleurs critères d'équivalence. Proposition de mesure de gestion pérennisant les effets de la compensation.</p>
<p>6</p>  <p>© Google map</p>	<p>Type : ZAC - Zone d'aménagement concertée</p> <p>Superficie des impacts : 8 ha</p> <p>Personnes utilisatrices : Maître d'ouvrage</p> <p>Milieux endommagés : garrigues, friches périurbaines</p> <p>Apports de la méthode MERCIe : mise en évidence de l'intérêt à privilégier la compensation sur des zones plutôt en mauvais état de fonctionnement écologique</p>
<p>7</p>  <p>© Cabinet Garcia-Diaz</p>	<p>Type : ZAC - Zone d'aménagement concertée</p> <p>Superficie des impacts : 17 ha</p> <p>Personnes utilisatrices : Maître d'ouvrage</p> <p>Milieux endommagés : zones agricoles, friches périurbaines</p> <p>Apports de la méthode MERCIe : mise en évidence de l'effet des mesures de réduction sur le dimensionnement final de la compensation</p>
<p>8</p>  <p>© Google map</p>	<p>Type : ZAC - Zone d'aménagement concertée</p> <p>Superficie des impacts : 13 ha</p> <p>Personnes utilisatrices : Maître d'ouvrage</p> <p>Milieux endommagés : friches périurbaines</p> <p>Apports de la méthode MERCIe : mise en évidence de l'insuffisance des surfaces de compensation proposées au vu des gains écologiques apportés par la compensation.</p>

3. La méthode expérimentale MERCIe

Cette méthode est construite dans l'objectif premier d'évaluer si le dimensionnement de la compensation écologique est suffisant par rapport aux pertes écologiques occasionnées par le projet d'aménagement. Nous verrons dans la suite du rapport comment la méthode peut aussi apporter des éléments sur les volets Eviter et Réduire les impacts écologiques de la séquence ERC.

3.1. Architecture et principes

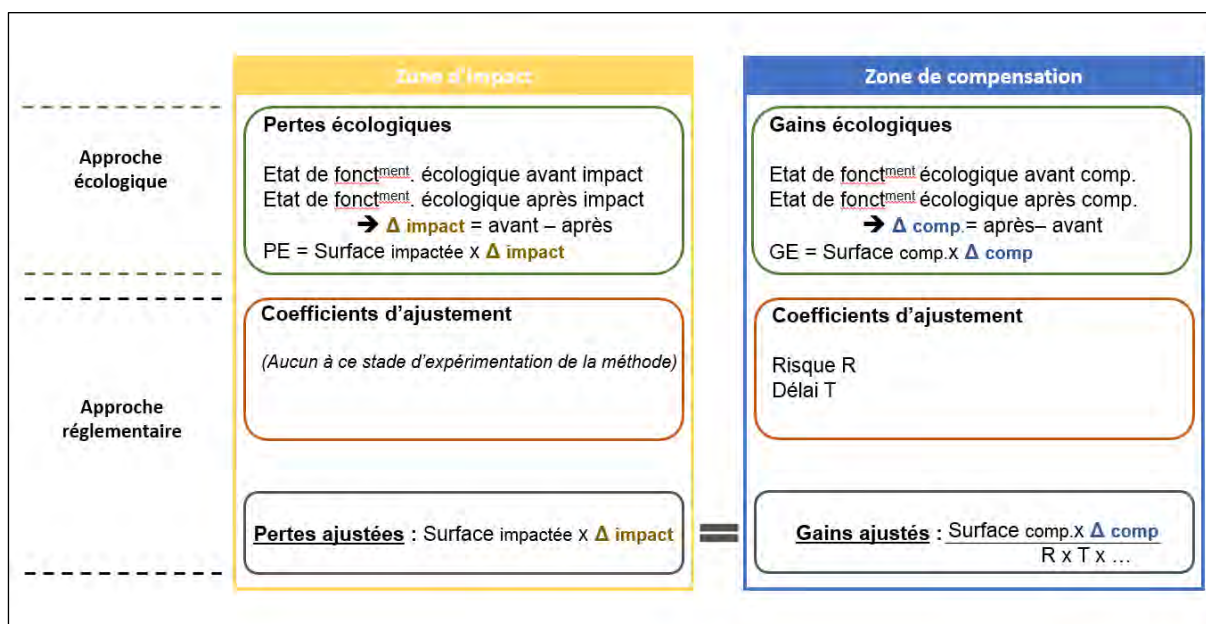
3.1.1. Architecture de la méthode

Le principe majeur de la méthode MERCIe est d'évaluer le besoin et la réponse de compensation pour un projet d'aménagement, en comparant les pertes écologiques occasionnées par un projet, avec les gains obtenus sur la zone de compensation.

L'évaluation des pertes et des gains se fait selon une double approche : une approche écologique et une approche réglementaire, les deux étant complémentaires :

- 1) l'approche écologique repose sur l'évaluation de l'état de fonctionnement écologique du milieu, avant et après impact, et avant et après compensation.
- 2) l'approche réglementaire recourt à des coefficients d'ajustement reprenant des principes réglementaires à prendre en compte dans l'évaluation de la compensation : incertitude écologique (ou risque d'échec des travaux de génie écologique mis en œuvre sur les sites impactés comme sur les sites de compensation), décalage temporel, etc.

Les pertes et les gains écologiques correspondent aux pertes ou aux gains liés à la dégradation ou à la création, renaturation ou restauration d'un milieu naturel. Ces pertes et ses gains peuvent ensuite être minorés ou majorés par ces coefficients d'ajustement, on parlera alors de pertes et de gains « ajustés ».



© Agnès MECHIN – CNRS - UPVM
Figure 5 : Architecture de la méthode expérimentale MERCIe

Éléments de discussion

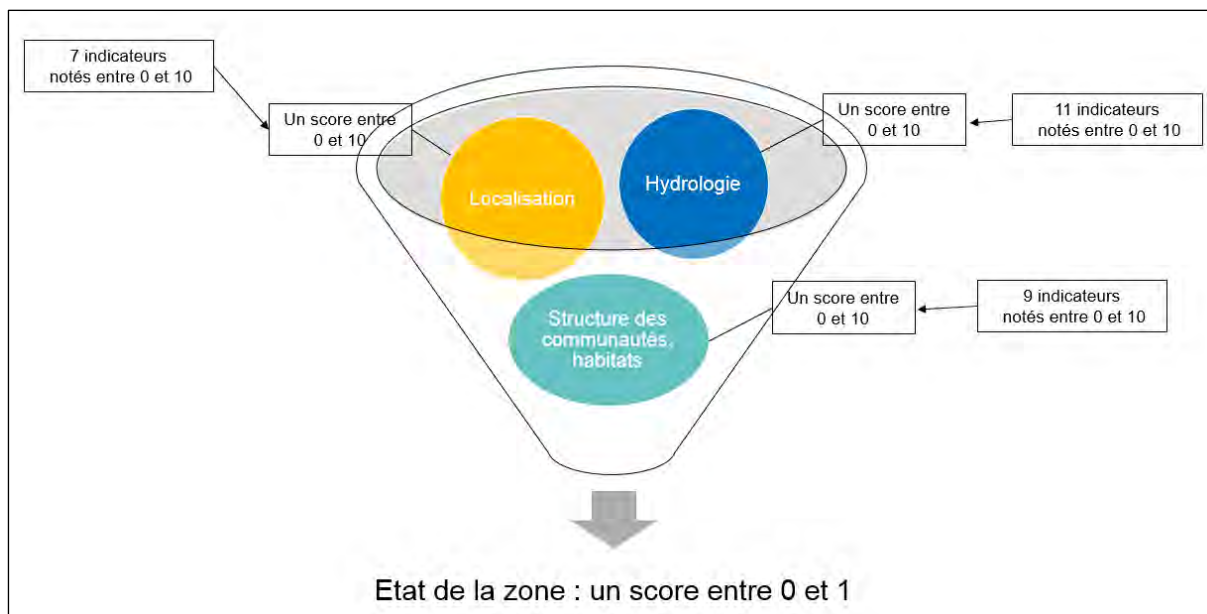
C'est au moyen des coefficients d'ajustement que la marge actuelle d'évolution de la méthode est la plus grande. On peut ajouter des coefficients qui semblent les plus appropriés en fonction des exigences réglementaires ou des enjeux environnementaux (conformément au principe de proportionnalité). Attention, il s'agit uniquement des coefficients, clairement séparés des indicateurs écologiques constituant le socle, non négociable, de la méthode.

A ce stade, la méthode MERCIe ne comporte que deux coefficients d'ajustement, le Risque et le Temps, appliqués aux gains écologiques. Des pistes de propositions d'autres coefficients sont proposées en perspectives d'évolution de la méthode (paragraphe 5) mais ne peuvent pas être utilisés avant de faire davantage de tests.

3.1.2. Principes de la méthode MERCIe

L'évaluation de l'état de fonctionnement écologique consiste à attribuer une valeur chiffrée c'est-à-dire un score entre 0 et 1, à l'aide de la notation de 27 indicateurs :

- 7 indicateurs relatifs à la localisation de la zone humide évaluée
- 11 indicateurs relatifs à l'hydrologie de la zone humide évaluée
- 9 indicateurs relatifs à la structure des communautés végétales et aux habitats pour la faune dans la zone humide évaluée.



© Agnès MECHIN – CNRS - UPVM

Figure 6 : Evaluation de l'état de fonctionnement écologique du milieu pour la zone impactée ou pour la zone de compensation

Éléments de compréhension

Avant de passer au protocole d'application détaillé de la méthode dans la partie 3.2., nous expliquons ci-après le fonctionnement de la méthode. En effet, la méthode est encore à un état expérimental, et nécessite, à ce stade, une bonne compréhension des principes sur lesquels elle est bâtie pour être appliquée correctement.

La méthode MERCIe repose sur le principe des Rapid Assessment Method (RAM) développées en particulier aux Etats-Unis et dans certains pays européens pour répondre aux besoins d'évaluation des zones humides dans le cadre des programmes de restauration, de gestion ou encore d'instruction des dossiers de compensation écologique. Ce type de méthode nécessite moins de temps et d'expertise taxonomique que les méthodes « classiques » (Fennessy et al., 2007).

3.1.2.1. L'état de fonctionnement écologique d'un milieu évalué par un score intégratif

Le principe de la méthode MERCIe est d'évaluer l'état d'un site au travers d'un score intégratif chiffré. En effet, la finalité de cette évaluation est de la convertir en perte ou en gain écologique comparable, et de procéder à un dimensionnement. Cette approche chiffrée et intégrative est donc absolument nécessaire. L'état de fonctionnement écologique correspond ici au degré d'intégrité de l'ensemble de l'écosystème étudié par rapport à un état de référence, ou autrement dit, à son degré de fonctionnalité. La question à laquelle on cherche à répondre en évaluant l'état d'une zone est : « fonctionne-t-elle bien sur le plan écologique ? »

Pour aller plus loin

L'état de fonctionnement écologique évalué au travers de la méthode MERCIe, comme pour toutes les RAM correspond à un niveau de réalisation des fonctions typiques du milieu analysé. En effet, comme le rappellent Fennessy et al. (2007) dans leur article analysant 40 RAM, les zones humides assurent un certain nombre de fonctions qui résultent de leurs composantes physiques, biogéochimiques, et biologiques. Au sommet de la hiérarchie, on trouve le maintien de l'intégrité écologique, fonction qui intègre à la fois la structure de l'écosystème et les processus. Si l'état est excellent, alors l'intégrité écologique de la zone humide est bonne et les

fonctions sont typiques du type de zone humide auquel est associé le milieu étudié. L'état « excellent » correspond à ce que nous appelons le cadre écologique de référence, notion sur laquelle nous reviendrons plus loin dans ce rapport.

Il est important de noter que la méthode MERCIe n'évalue pas le niveau d'expression d'une fonction, mais si le niveau d'expression de ladite fonction est conforme au niveau d'expression attendu pour le type d'écosystème analysé. Ainsi, un milieu présentant un bon état de fonctionnement écologique pourra ne pas réaliser certaines fonctions à un niveau élevé. Comme le proposent Fennessy et al. (2007), si l'on souhaite accorder une valeur particulière à certains types de fonctions, quel que soit l'état de fonctionnement écologique du milieu qui les réalise, ou à d'autres caractéristiques, on peut utiliser un système de points supplémentaires ou de « métriques de valeur-ajoutée ». Ils insistent sur le fait que ces métriques doivent être clairement séparées et distinguées de l'évaluation de l'état du milieu. Ce principe se traduit dans la méthode MERCIe, par cette double approche décrite plus haut : écologique et réglementaire. La possible adaptation de la méthode MERCIe à des besoins particuliers en termes de réglementation, de priorités sociétales ou de gestion, doit donc impérativement se faire au travers des coefficients d'ajustement. Par exemple, introduire un indicateur « richesse en espèces patrimoniales » pour évaluer l'état de fonctionnement écologique ne serait pas pertinent. Si l'on veut tenir compte d'un tel paramètre, il faut l'introduire via les coefficients d'ajustement.

3.1.2.2. Le choix des indicateurs

Selon Fennessy et al. (2007), les techniques d'évaluation rapides sont basées sur des indicateurs de l'état de la zone humide qui **dérivent des facteurs de création, de maintien et de dégradation des zones humides dans le paysage**. Ces derniers sont largement décrits dans l'abondante littérature scientifique sur les zones humides et cet extrait de l'ouvrage de Barnaud et Fustec (2007) résume bien comment comprendre et décrire le fonctionnement des zones humides :

« [...] Les capacités à réaliser chacune des fonctions [d'une zone humide] varient d'un type de milieu humide à un autre. Ces fluctuations sont principalement liées à la localisation et aux caractéristiques hydro-géomorphologiques⁸ des milieux ainsi qu'à leur couvert végétal et l'importance de leurs échanges avec les systèmes adjacents. »

Les indicateurs permettant d'évaluer l'état de fonctionnement écologique dans la méthode MERCIe se rapportent précisément à la localisation et les échanges avec les systèmes adjacents, les caractéristiques hydrogéomorphologiques et le couvert végétal de la zone étudiée. Ces différents indicateurs sont décrits dans la partie 3.2 du rapport. Conformément aux principes de construction de la méthode MERCIe expliqués dans le paragraphe précédent, les indicateurs permettent d'évaluer le niveau d'intégrité des différentes composantes des zones humides que l'on vient d'énumérer par rapport à des facteurs d'altération.

3.1.2.3. Un cadre écologique de référence

L'approche proposée par la méthode fait appel à la notion de cadre écologique de « référence », évoqué plus haut. Ce dernier correspond au plus haut niveau d'état de fonctionnement écologique auquel on peut s'attendre en l'absence de facteurs de perturbation. Pour être opérationnel, ce cadre de référence doit se décliner en écosystèmes types. Ces derniers correspondent au cadre de référence choisi, et sont décrits dans les **Cahiers d'habitats Natura 2000**.

Pour aller plus loin

La question est de savoir quel est le plus haut niveau d'intégrité écologique que l'on choisit. En effet, si l'on prend pour référence, un état totalement indemne de toute action humaine, c'est-à-dire l'état préexistant les pâturages, l'agriculture, le développement, la gestion de l'eau et des ressources etc., on ne trouvera en France, aucun écosystème de ce type auquel se référer pour conduire nos évaluations.

Pour la méthode MERCIe, nous proposons d'établir notre référence sur celle établie par la Directive Habitat/Faune/Flore qui édicte les priorités de conservation des écosystèmes au niveau européen. Ce choix est légitime dans la mesure où il s'agit d'un choix fondé sur des critères à la fois scientifiques, techniques et politiques validés par les états membres de l'Union

⁸ « La géomorphologie peut être définie comme la science qui décrit et explique les formes du relief terrestre » (source : Société suisse de géomorphologie)
<https://www.unifr.ch/geoscience/geographie/ssgmfiches/intro/1101.php>

Européenne. Cette Directive cible ce qu'elle appelle les « habitats naturels » (article 2), définis ainsi :

« Des zones terrestres ou aquatiques se distinguant par leurs caractéristiques géographiques, abiotiques et biotiques, qu'elles soient entièrement naturelles ou semi-naturelles » (article 1).

La mention de caractéristiques « semi-naturelles » introduit bien la possibilité d'activités humaines pouvant modifier les caractéristiques d'un milieu, mais dans une certaine mesure, que l'on pourrait interpréter comme permettant d'aboutir à des écosystèmes résilients, abritant de nombreuses espèces.

3.2. Protocole d'application de la méthode

3.2.1. Les différentes étapes de l'application

Zone impactée et zone de compensation sont évaluées selon les mêmes indicateurs, ce qui rend possible la comparaison des pertes et des gains ajustés.

La méthode consiste à appliquer successivement les étapes suivantes :

- 1) renseigner les fiches descriptives de la zone et du projet d'aménagement et de la zone et du projet de compensation
- 2) évaluer l'état de fonctionnement de fonctionnement écologique de la zone humide d'impact avant l'aménagement : cela correspond à l'état initial de la zone d'impact
- 3) évaluer l'état de fonctionnement écologique de la zone d'impact une fois le chantier terminé et la mise en service du projet commencée, c'est l'état après aménagement de la zone d'impact
- 4) évaluer l'état de fonctionnement écologique de la zone humide de compensation avant application des actions écologiques (travaux de génie écologique, mesures de gestion conservatoire, etc.) : c'est l'état initial de la zone de compensation
- 5) évaluer l'état de fonctionnement écologique de la zone de compensation, une fois que les actions écologiques ont été mises en œuvre et ont commencé à faire leurs effets : cela correspond à l'état final de la compensation, ou autrement dit à l'objectif d'état de fonctionnement écologique ciblé par les mesures
- 6) évaluer les coefficients
- 7) calculer les pertes et les gains ajustés et vérifier les principes d'équivalence et d'additionnalité écologique.

Une partie des opérations est à réaliser au bureau, à partir des documents disponibles, des bases de données et des outils cartographiques. Certaines évaluations d'indicateurs sont à réaliser sur le terrain, à partir d'observations.

Toutes les étapes de descriptions et de notation peuvent être réalisées sur un support de type Excel : les formulaires issus du fichier Excel expérimental sont présentés en annexe 10.

3.2.1.1. La zone humide d'impact

Zone d'emprise et zone tampon

La zone d'impact peut se décomposer en 2 zones distinctes, sur chacune desquelles des évaluations sont à mener :

- 1) **La zone d'emprise du projet** : cette zone subit les impacts directs, c'est-à-dire les impacts produits par l'aménagement, et des impacts indirects (ou encore secondaires ou induits), c'est-à-dire des impacts produits par les activités pouvant découler de l'aménagement.

Exemple :

Une zone de loisir est aménagée en pleine nature : un parc s'étend sur 100 ha. Dans ce parc, des zones sont totalement artificialisées pour accueillir des bâtiments et équipements divers, et des îlots de végétation sont maintenus.

La zone d'emprise du projet est de 100 ha.

Les impacts directs sont les impacts causés par l'installation de ces aménagements : destruction d'habitats naturels au profit de construction, tracé de chemins etc.

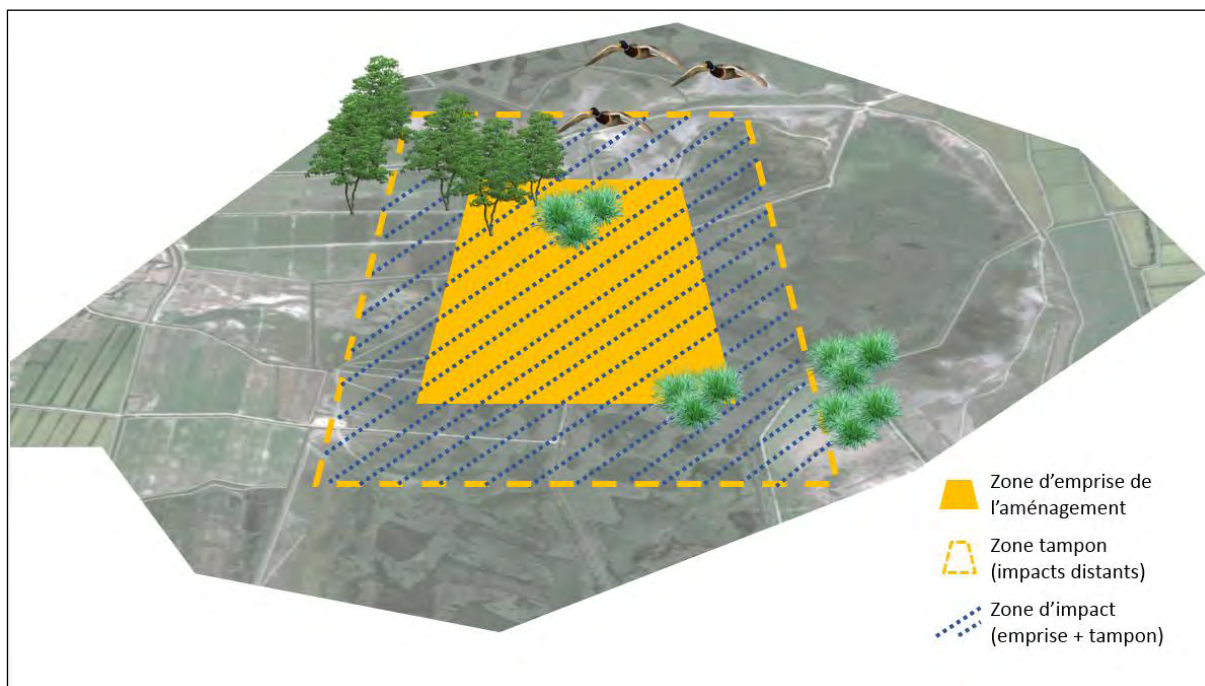
Les impacts indirects (ou induits) sont les impacts causés par les activités qui découleront de ces aménagements : fréquentation humaine, piétinement éventuels des zones de végétation, circulation motorisée, éclairage artificiel, etc. dans le périmètre du parc de loisir.

- 2) **La zone tampon** : adjacente au projet, son rayon varie en fonction du type d'aménagement et du type d'espèces potentiellement impactées. Cette zone subit des impacts indirects et des impacts distants, c'est-à-dire se produisant à distance de la cause de l'impact. La notion d'impact distant n'a pas forcément de valeur réglementaire mais elle est utilisée ici afin de distinguer ces impacts, des impacts indirects concernant la zone d'emprise du projet.

Exemple :

Dans le cadre du parc de loisir cité précédemment, *les impacts indirects* pourront être l'accroissement de la circulation motorisée sur les routes de campagnes existantes et qui permettront de desservir le parc : ces impacts découlent bien de l'activité générée par l'aménagement du parc.

Des impacts distants pourront être l'isolement d'une population d'une espèce donnée dont l'habitat est situé en dehors de la zone du parc, mais qui ne pourra plus rejoindre une autre zone d'habitat en raison de la rupture de connectivité constituée par l'installation du parc. Ces impacts se produisent bien en dehors de la zone aménagée, tout en étant produit par l'aménagement lui-même.



L'état après aménagement de la zone d'impact

Évaluer l'état de fonctionnement écologique de la zone d'impact après aménagement nécessite d'estimer le fonctionnement écologique à venir de cette même zone dans le futur. Pour imaginer cet état futur (dit aussi « trajectoire »), les indicateurs de notre grille d'évaluation cadrent le raisonnement et guident l'exercice.

Plusieurs questions se posent :

- 1) à quelle échelle temporelle se projette-t-on ?
- 2) de quels impacts tient-on compte ?
- 3) de quels facteurs externes tient-on compte ?

Echelle temporelle

L'état après aménagement correspond à l'état une fois que le chantier est achevé, que le projet est mis en service et que les activités qui y sont liées se sont pleinement développées.

Impacts pris en compte

Selon si on évalue la zone d'emprise ou la zone tampon, on tient compte des impacts directs, indirects et distants. Comme l'exige la réglementation, il faut aussi prendre en compte les impacts cumulés, c'est-à-dire les « impacts générés avec les autres projets connus, et non encore en service, quelle que soit la maîtrise d'ouvrage concernée » comme défini dans les Lignes directrices.

Facteurs externes pris en compte

Si on se projette à une échelle de 10, 20 ou 30 ans, les conditions externes auxquelles est soumise notre zone évaluée auront évolué : accroissement (ou non) de la population, développement d'autres activités économiques, réchauffement climatique. Sur le strict plan écologique, il est nécessaire de tenir compte de ces facteurs externes pour estimer la trajectoire d'un écosystème. Cependant, dans le cadre de la compensation, on peut convenir de renoncer à tenir compte de l'évolution de ces facteurs externes car (1) cela complexifie l'exercice, du fait notamment des fortes incertitudes associées à l'estimation de chacun de ces facteurs ; et (2) l'objectif est de cibler l'évaluation sur les pertes écologiques engendrées par le projet uniquement et dont le maître d'ouvrage est responsable.

3.2.1.2. La zone humide de compensation

Périmètre de la zone de compensation

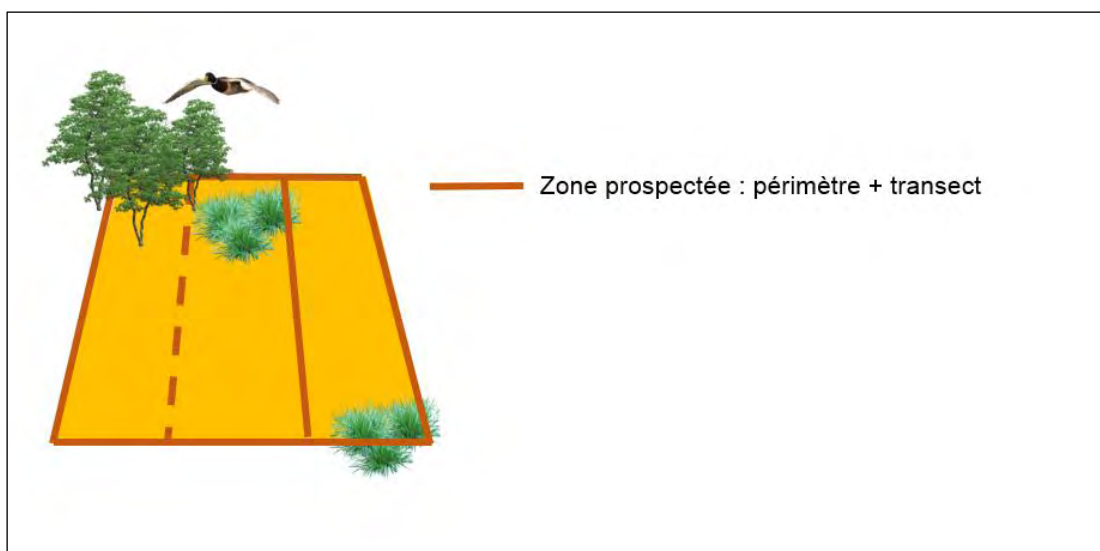
La zone humide de compensation est constituée de l'ensemble de la zone qui fait l'objet de sécurisation foncière (convention, achat, bail, etc.). Cela signifie que même si les travaux de génie écologique sont réalisés sur une partie seulement de la surface totale de compensation sécurisée, l'évaluation porte sur l'ensemble du périmètre de sécurisation foncière (et pas uniquement sur la partie faisant l'objet des travaux).

L'état après compensation

Il s'agit de l'état futur de la zone humide ciblée par la mesure de compensation (dit aussi « objectif de résultat »). On se place donc à une échéance temporelle telle que les actions écologiques réalisées ont eu le temps de faire effet. Cela peut être plus ou moins long selon l'état initial de la zone humide et le type de travaux de génie écologique et/ou de gestion conservatoire mis en œuvre. Et on suppose que les mesures ont produit les effets attendus. L'incertitude sur les trajectoires écologiques n'est pas prise en compte à ce stade, elle est évaluée au travers du coefficient d'ajustement R (risque).

3.2.1.3. Zone prospectée

Sur le terrain, les observations à effectuer nécessitent de parcourir l'ensemble des zones humides à évaluer : zone d'impact et zones de compensation. Il est recommandé de parcourir à pied l'ensemble du périmètre et de réaliser quelques transects de l'extérieur vers l'intérieur de la zone, dont le nombre et la longueur varient selon la superficie de la zone et son hétérogénéité en termes d'habitats.



© Agnès MECHIN – CNRS - UPVM
Figure 8 : Zone prospectée sur le terrain

3.2.2. Analyse descriptive du projet

Cette première phase d'application de la méthode permet d'analyser le projet dans son ensemble ainsi que de vérifier le bon respect de différents principes réglementaires, dont la compensation écologique. Cette analyse permet en particulier de :

- préciser la nature des habitats
- préciser la nature des fonctions réalisées par l'écosystème de chacune des zones (d'aménagement et de compensation)
- de valider éventuellement l'exigence d'équivalence

- de valider éventuellement la proximité géographique (même bassin versant, même unité écologique en termes de masse d'eau)

Les éléments à renseigner sont les suivants :

- 1) site d'impact ou de compensation
- 2) procédures réglementaires auxquelles est soumis le projet (loi sur l'eau, dérogations espèces protégées, Natura 2000, autorisation de défrichement)
- 3) surface de la zone humide évaluée
- 4) bassin versant et SAGE ou SDAGE concerné : vérifier qu'ils sont identiques entre les zones humides impactées et les zones humides de compensation
- 5) plan de gestion éventuellement appliqué à la zone humide évaluée
- 6) relations géographiques et connectivités hydrologiques de la zone évaluée avec les zones adjacentes
- 7) caractéristiques particulières des zones adjacentes à la zone évaluée
- 8) description rapide de la (ou les) zone humide évaluée et habitats de référence Natura 2000 rattachés
- 9) espèces (végétales et animales) attendues ou représentatives
- 10) évaluation de la rareté des habitats ou espèces de la zone évaluée par rapport à la zone biogéographique
- 11) fonctions écologiques⁹ associées aux zones humides évaluées
- 12) usages présents et passés sur les zones humides évaluées
- 13) espèces protégées ou à statut particulier attendues : préciser le statut et le niveau d'enjeu local
- 14) observations de terrains : espèces détectées, signes de présence ou de passages d'espèces animales
- 15) description du projet
- 16) autres informations.

3.2.3. Evaluer l'état du milieu : les indicateurs

Comme expliqué précédemment, les indicateurs sont organisés en trois groupes, qu'on appelle composantes, et qui correspondent aux facteurs à analyser pour comprendre le fonctionnement d'une zone humide.

Chaque indicateur est évalué à l'aide d'une note variant entre 0 et 10. Ces notes sont choisies à dire d'expert, il n'y a pas de mesure faites sur le terrain. Le dire d'expert est encadré par des notes narratives, décrivant l'état de l'indicateur correspondant aux valeurs 0, 4, 7 et 10. Toutes les valeurs peuvent être choisies entre 0 et 10, le choix n'est pas restreint uniquement à 0, 4, 7 et 10.

Il n'est pas obligatoire de renseigner tous les indicateurs : certains indicateurs ne sont pas applicables dans certains cas. Cela n'affecte pas le score final de la zone, dans la mesure où il n'y a pas de pondération dans les calculs.

Zone d'impact et zone de compensation sont évaluées selon les mêmes critères, à l'aide de la même grille d'indicateurs.

3.2.3.1. Composante Localisation

Cette composante s'intéresse à la localisation géographique de la zone évaluée, et à ces interactions et interdépendances avec les zones adjacentes ou le voisinage. Elle étudie le bon fonctionnement de la zone à l'échelle du paysage (au sens écologique, c'est-à-dire, une étendue géographique organisée en taches d'habitats, et en corridors assurant la connectivité entre ces habitats, au sein d'une matrice paysagère plus ou moins transformée par les activités humaines).

Usages dans les territoires adjacents à la zone évaluée

Selon le type d'usages, les impacts qu'ils génèrent comme l'imperméabilisation des sols, le drainage, la collecte et la concentration des ruissellements superficiels en un seul point de rejet, le bruit, les animaux domestiques, la production de polluants, etc. peuvent avoir des effets négatifs sur les habitats de la zone évaluée.

Cet indicateur peut être évalué à l'aide de la cartographie type IGN Scan 25. On peut repérer alors aisément les zones urbanisées et leur densité sur le bassin versant, les activités commerciales, industrielles, ou agricoles, les infrastructures de transport et le trafic associé, etc.

⁹ Il est à noter que pour renseigner ces informations, l'Onema a développé une méthode nationale d'identification des fonctions des zones humides avec le MNHN

Tableau 3 : Aides à la notation de l'indicateur Usages dans les territoires adjacents à la zone évaluée

10	7	4	0
Les usages en dehors de la zone évaluée n'ont pas d'impact négatif sur les espèces végétales et animales potentiellement présentes dans la zone évaluée.	Les usages en dehors de la zone évaluée ont un impact négatif minimal sur les espèces végétales et animales potentiellement présentes dans la zone évaluée.	Les usages en dehors de la zone évaluée ont un impact négatif sévère sur les espèces végétales et animales potentiellement présentes dans la zone évaluée.	Les usages en dehors de la zone évaluée ont un impact négatif significatif sur les espèces végétales et animales potentiellement présentes dans la zone évaluée.

Présence d'espèces invasives et/ou exotiques envahissantes dans les zones voisines

La présence ou même la domination d'espèces invasives ou exotiques dégrade l'état des habitats environnants, constitue une menace pour la biodiversité et perturbe le bon fonctionnement de la zone évaluée.

Tableau 4 : Aides à la notation de l'indicateur Présence d'espèces invasives ou exotiques dans les zones voisines

10	7	4	0
Absence d'espèces invasives exotiques ou autres à proximité de la zone évaluée.	Présence mais avec une abondance et une diversité minimales, peu d'effets négatifs.	La majorité des espèces de la communauté végétale à proximité de la zone évaluée est invasive et affecte négativement les fonctions de la zone évaluée.	La grande majorité des espèces de la communauté végétale à proximité de la zone évaluée est invasive, si bien que la zone évaluée ne peut pas réaliser ses fonctions ou très peu.

Variété et étendue des habitats adjacents (ou voisins)

Il s'agit d'évaluer la présence d'habitats de même nature que les habitats de la zone évaluée, ou encore de nature à accueillir une partie du cycle de vie des espèces potentiellement présentes dans la zone évaluée. Pour certaines espèces, la superficie de leur habitat a un effet sur leur maintien.

Dans cet indicateur, on ne tient pas compte du degré de connectivité de ces habitats voisins ou adjacents avec la zone évaluée. Cette caractéristique est évaluée dans l'indicateur suivant.

La définition de la zone voisine considérée dépend des espèces potentiellement présentes dans la zone évaluée.

Tableau 5 : Aides à la notation de l'indicateur

10	7	4	0
Les habitats voisins à la zone évaluée présentent une gamme complète d'habitats requis pour assurer le cycle des espèces potentiellement présentes dans la zone évaluée et sont en quantité suffisante pour apporter un support optimal à la faune et la flore.	Les habitats en dehors de la zone évaluée sont disponibles en quantité et en variété suffisantes pour apporter un support optimal à de nombreuses espèces potentiellement présentes dans la zone évaluée ou certaines populations sauvages pourraient être limitées en raison d'une disponibilité réduite d'habitats nécessaires à l'accomplissement de leur cycle biologique.	La disponibilité des habitats en dehors de la zone évaluée est correcte mais ne suffit pas à accueillir certaines espèces ou apportent un support minimal à de nombreuses espèces potentiellement présentes dans la zone évaluée.	Aucun habitat pour les espèces potentiellement présentes dans la zone évaluée n'est disponible à l'extérieur de la zone évaluée.

Facilité de circulation de la faune sauvage entre les habitats de la zone évaluée et l'extérieur, par rapport aux distances et aux barrières

La facilité de circulation entre la zone évaluée et les habitats voisins dépend de la distance entre eux mais aussi de barrières physiques comme les routes, les murs, les canaux, et autres aménagements humains. L'avifaune est peu sensible à ce facteur, les mammifères le sont davantage mais peuvent parcourir de plus grandes distances que les reptiles et amphibiens. Plus il y a de barrières, plus les habitats sont fragmentés. Cette fragmentation aboutit à isoler des populations et donc à les fragiliser sur le plan de l'accès aux ressources nécessaires à leur cycle de vie, et sur le plan génétique.

Tableau 6 : Aides à la notation de l'indicateur

10	7	4	0
La circulation de la faune sauvage entre les habitats de la zone évaluée et l'extérieur n'est pas limitée par la distance, ni bloquée par des barrières.	La circulation de la faune sauvage entre les habitats de la zone évaluée et de l'extérieur est partiellement limitée , soit par la distance, soit par des barrières qui entravent la circulation des individus.	La circulation de la faune sauvage entre les habitats de la zone évaluée et de l'extérieur est substantiellement limitée , soit par la distance, soit par des barrières qui entravent la circulation des individus.	La circulation des individus entre les habitats de la zone évaluée et l'extérieur est impossible en raison de (ou autres zones connectées), la distance ou de la présence de barrières infranchissables.

Degré de connectivité hydrologique entre la zone évaluée et des zones aval ou connectées

Il s'agit d'évaluer les connectivités hydrologiques structurelles entre la zone évaluée et les zones aval ou amont. Cette connectivité peut être diminuée par une modification des modalités de circulation des ruissellements superficiels et hyporhéiques (drainage ou imperméabilisation des sols, remblais, déblais, captage des sources, etc.) du fait de la réalisation de routes, de canaux, de fossés, de digues ou de tout autre aménagement.

Tableau 7 : Aides à la notation de l'indicateur

10	7	4	0
Aucune entrave hydrologique ou limitation des écoulements ne perturbe les échanges fonctionnels entre la zone évaluée et l'aval ou les zones connectées hydrologiquement.	Des entraves hydrologiques limitent les bénéfices fonctionnels aux zones aval (ou autres zones connectées), qui sont procurés à une fréquence moindre ou avec moins d'amplitude que dans les conditions optimales.	Des entraves hydrologiques limitent les bénéfices fonctionnels aux zones aval (ou autres zones connectées), qui sont rarement procurés à ces zones ou bien à des niveaux bien moindres que dans des conditions optimales.	Des entraves hydrologiques empêchent complètement ou en très grande partie, l'apport des bénéfices fonctionnels aux zones aval (ou autres zones connectées).

Limitation des bénéfices fonctionnels de la zone évaluée au profit de la faune et de la flore des zones aval par des barrières ou par la distance

Cet indicateur évalue la connectivité hydrologique fonctionnelle, en se plaçant du point de vue des bénéfices apportés aux populations faunistiques ou floristiques des zones connectées. Cela dépend des espèces potentiellement présentes dans la zone évaluée.

Y a-t-il des barrières physiques gênant la connectivité hydrologique ? Est-ce que la distance est trop grande pour qu'il y ait une influence de la zone évaluée sur la faune et la flore aval (anoxie des eaux, contaminations) ? Si la zone évaluée sert de nursery, est-ce que les juvéniles peuvent se disperser dans les zones aval ?

Tableau 8 : Aides à la notation de l'indicateur

10	7	4	0
Les fonctions de la zone évaluée envers la faune et la flore de l'aval ne sont pas limitées par la distance ou par des barrières.	Les fonctions de la zone évaluée envers la faune et la flore de l'aval sont un peu limitées par la distance ou par des barrières.	Les fonctions de la zone évaluée envers la faune et la flore de l'aval sont substantiellement limitées par la distance ou par des barrières.	La zone évaluée n'assure aucune fonction pour la faune et la flore de l'aval.

Alimentation et dépendance hydrologique des habitats aval par la zone évaluée

Un écosystème aval peut dépendre de façon critique de l'alimentation hydrologique par la zone évaluée.

Tableau 9 : Aides à la notation de l'indicateur

10	7	4	0
Les habitats des zones connectées dépendent entièrement des apports de la zone évaluée et pourraient être	Les habitats des zones connectées dépendent presque entièrement des apports de la zone évaluée et pourraient	Les habitats des zones connectées dépendent partiellement des apports de la zone évaluée mais pourraient souffrir	Les habitats des zones connectées dépendent peu ou pas des apports de la zone évaluée et ne

sévèrement impactés si la quantité ou la qualité de ces apports étaient modifiées.	souffrir substantiellement si la quantité ou la qualité de ces apports étaient impactées.	substantiellement si la quantité ou la qualité de ces apports étaient impactées.	souffriraient pas d'une modification de la quantité ou de la qualité de ces apports.
--	---	--	--

3.2.3.2. Composante Hydrologie

Niveaux d'eaux et écoulements (observés)

On évalue les niveaux d'eaux et écoulement pour le jour de l'observation. Ils dépendent de la saison, des conditions météorologiques et du type de zone humide.

Si l'évaluateur connaît bien la zone et qu'il dispose de ces informations pour les autres saisons, il peut en tenir compte dans le choix des notes.

Tableau 10 : Aides à la notation de l'indicateur

10	7	4	0
Les niveaux d'eau et les écoulements apparaissent comme étant appropriés , au regard des variations saisonnières, du cycle des marées, des antécédents météorologiques et autres effets climatiques.	Les niveaux d'eau et les écoulements sont un peu supérieurs ou un peu inférieurs aux niveaux d'appropriés , au regard des variations saisonnières, du cycle des marées, des antécédents météorologiques et autres effets climatiques.	Les niveaux d'eau et les écoulements sont modérément supérieurs ou inférieurs aux niveaux d'appropriés , au regard des variations saisonnières, du cycle des marées, des antécédents météorologiques et autres effets climatiques.	Les niveaux d'eau et la circulation présentent un écart important par rapport aux niveaux d'appropriés , au regard des variations saisonnières, du cycle des marées, des antécédents météorologiques et autres effets climatiques.

Indicateurs de niveaux d'eaux passés et de leur fluctuation

Il s'agit d'évaluer les variations de niveaux au travers de l'observation des mousses, lichens, lignes de niveau d'eau observables sur les troncs d'arbres, les rochers, accumulation de débris de végétaux et d'invertébrés qui se développent pendant les périodes de submersion, lignes de dépôts de débris par les eaux (sur les côtes), adaptation morphologique des plantes (émission de racelles) aux périodes de submersion...

Tableau 11 : Aides à la notation de l'indicateur

10	7	4	0
Les indicateurs de niveaux sont cohérents avec les conditions hydrologiques attendues pour le type de système évalué.	Les indicateurs de niveaux d'eau ne sont pas aussi cohérents que prévu avec les conditions hydrologiques attendues pour le type de système évalué.	Les indicateurs de niveaux d'eau ne sont pas cohérents avec les conditions hydrologiques attendues pour le type de système évalué.	Les indicateurs de niveaux d'eau ne sont pas du tout cohérents avec les conditions hydrologiques attendues pour le type de système évalué.

Humidité du sol

Dans certains cas, des pratiques de pompage d'eau excessif font baisser le niveau des nappes phréatiques ou bien les sols ont été drainés. Il faut donc évaluer si l'humidité du sol est appropriée pour le type de zone humide étudiée, en tenant compte des saisons, des conditions météorologiques.

Tableau 12 : Aides à la notation de l'indicateur

10	7	4	0
L'humidité du sol apparaît comme étant appropriée, au regard des variations saisonnières, du cycle des marées, des antécédents météorologiques et autres effets climatiques. Pas de signe de dessiccation du sol, d'oxydation, ou de compactage.	Bien que l'oxydation des sols ou le compactage soient minimaux, les sols sont plus secs qu'attendus pour le type de système évalué, au regard des variations saisonnières, du cycle des marées, des antécédents météorologiques et autres effets climatiques.	L'humidité du sol s'est écartée de ce qui est approprié pour ce type de système. Des signes évidents de dessiccation, d'oxydation, de compactage sont observés.	L'humidité du sol s'est complètement écartée de ce qui est approprié pour ce type de système. Des signes importants de dessiccation, d'oxydation, de compactage sont observés.

Erosion du sol et dépôts

Des signes d'érosion et de dépôts sont en général observés dans les systèmes avec écoulements comme les marécages de plaines d'inondation : quand la rivière déborde de son lit, elle dépose ses sédiments dans la plaine d'inondation. Les eaux d'inondation peuvent également emporter la partie supérieure du sol, et cela d'autant plus que les niveaux d'eaux et les courants sont élevés. Il est important de distinguer l'érosion et le dépôt naturels, d'indications de phénomènes anormaux (par exemple : les méandres d'une rivière et un delta à l'embouchure d'un canal).

Tableau 13 : Aides à la notation de l'indicateur

10	7	4	0
L'érosion des sols ou les dépôts ne sont pas atypiques ou indicatifs de circulation altérée.	L'érosion des sols ou les profils de dépôt indiquent des altérations mineures de la circulation ou des dépôts.	L'érosion des sols ou les profils de dépôt sont atypiques et indiquent des altérations de la circulation ou des dépôts	L'érosion des sols ou les profils de dépôt sont très atypiques et indiquent des fortes altérations de la circulation ou des dépôts.

Zonation de la végétation

Pour certaines zones humides, la végétation présente une zonation. Quand une zone humide ne fonctionne pas bien au niveau hydrologique, cette zonation est perturbée. L'apparition de certaines espèces à certains endroits peut indiquer une baisse de niveau d'eau, ou du drainage, ou un excès d'eau, ou une arrivée d'eau douce canalisée dans un milieu saumâtre.

Il s'agit bien au travers de cet indicateur d'évaluer l'hydrologie : la perturbation de la zonation relevée est à mettre en relation avec la perturbation de l'hydrologie. Si on note une zonation anormale mais que les causes identifiées n'ont pas de rapport avec l'hydrologie, dans ce cas, il ne faut pas en tenir compte dans la notation de cet indicateur.

Tableau 14 : Aides à la notation de l'indicateur

10	7	4	0
La zonation de la végétation ou de la communauté benthique, pour toutes les strates, est appropriée au type de système évalué et ne montre pas de conditions hydrologiques atypiques.	La zonation de la végétation ou de la communauté benthique, pour certaines strates, est inappropriée au type de système évalué et montre des conditions hydrologiques atypiques.	La zonation de la végétation ou de la communauté benthique est inappropriée, pour la plupart des strates, au type de système évalué et montre des conditions hydrologiques atypiques.	La zonation de la végétation ou de la communauté benthique est inappropriée, dans toutes les strates, au type de système évalué et montre des conditions hydrologiques atypiques.

Stress hydrique de la végétation

Le stress hydrique peut se manifester par un flétrissement anormal des feuilles, une mortalité excessive, des arbres penchés ou tombés, une canopée éclaircie, des dégâts causés par les maladies ou insectes et qui pourraient être associés au manque d'eau, l'affaiblissement de la végétation...

Tableau 15 : Aides à la notation de l'indicateur

10	7	4	0
La végétation ne montre aucun signe de stress hydrique.	Les dégâts et/ou la mortalité de la végétation sont légèrement supérieurs à la normale	Signes importants de mortalité de la végétation et de dégâts associés au stress hydrique.	Constat de mortalité importante et signes élevés de stress hydrique.

Présence d'une faune aux exigences hydrologiques particulières

Certains amphibiens, lézards etc. ne peuvent accomplir tout ou partie de leur cycle que dans certains types de milieux ou de conditions et leur présence donne des indications sur l'hydropériode de la zone évaluée.

Tableau 16 : Aides à la notation de l'indicateur

10	7	4	0
Présence ou signes de présence d'une faune ayant des exigences hydrologiques particulières, en cohérence avec les	Présence d'une faune ayant des exigences hydrologiques particulières moins forte que prévu, ou d'une faune ayant des exigences	Présence d'une faune ayant des exigences hydrologiques particulières fortement réduite, ou d'une faune ayant des exigences	Absence d'une faune ayant des exigences hydrologiques particulières ou d'une faune n'ayant aucune exigences hydrologiques.

conditions attendues au sein de la zone humide évaluée.	hydrologiques moins spécifiques.	hydrologiques moins spécifiques.	
---	----------------------------------	----------------------------------	--

Composition de la communauté végétale ou d'espèces associées à des eaux de qualité dégradée, ou des niveaux d'eaux et de débits altérés

Certaines espèces végétales se développent particulièrement dans des eaux de qualité dégradée, comme les algues vertes dans les milieux salins pollués.

Tableau 17 : Aides à la notation de l'indicateur

10	7	4	0
Absence totale d'espèces végétales tolérantes aux pollutions chimiques ou organiques, ou associées à des eaux de qualité dégradée ou altérée en terme de fréquence, de hauteur d'eau, de durée d'inondation.	Présence de composition ou d'espèces végétales tolérantes aux pollutions chimiques ou organiques, ou associées à des eaux de qualité dégradée ou altérée en termes de fréquence, de hauteur d'eau, de durée d'inondation.	Présence de compositions ou d'espèces végétales presque intégralement tolérantes aux pollutions chimiques, ou associées à des eaux de qualité dégradée ou altérée en termes de fréquence, de hauteur d'eau, de durée d'inondation.	Couverture intégrale de la zone par des compositions ou des espèces végétales tolérantes aux pollutions chimiques, ou associées à des eaux de qualité dégradée ou altérée en termes de fréquence, de hauteur d'eau, de durée d'inondation.

Observation directe des eaux stagnantes

L'observation directe des eaux stagnantes peut donner des informations sur la présence de polluants, la qualité des eaux, au travers de la coloration, de la turbidité, de reflets d'hydrocarbures, ou d'autres signes d'une situation anormale.

Tableau 18 : Aides à la notation de l'indicateur

10	7	4	0
L'observation directe ne montre pas de dégradation de la qualité d'eau en terme de coloration, turbidité, reflets d'hydrocarbures, matière organique en suspens, odeurs, présence d'hydrocarbures huiles etc.	L'observation directe des masses d'eau indique une légère dégradation de la qualité de l'eau, comme la coloration, la turbidité, ou des reflets d'hydrocarbures.	L'observation directe des masses d'eau indique une dégradation modérée de la qualité de l'eau, comme la coloration, la turbidité, ou des reflets d'hydrocarbures.	L'observation directe des masses d'eau indique une dégradation significative de la qualité de l'eau, comme la coloration, la turbidité, ou des reflets d'hydrocarbures.

Données existantes sur la qualité de l'eau

Si des données sur la qualité de l'eau existent, elles sont à comparer aux données de référence d'écosystèmes semblables : oxygénation, nutriments, pH, température, etc.

Tableau 19 : Aides à la notation de l'indicateur

10	7	4	0
Les indicateurs de qualité d'eau ne montrent pas d'écart par rapport à la normale.	Les indicateurs de qualité d'eau montrent un léger écart par rapport à la normale, mais ces variations de paramètres, comme la salinité ou la charge en nutriments ne doivent pas causer autres choses que des effets écologiques mineurs.	Les indicateurs de qualité d'eau montrent un écart modéré par rapport à la normale, et des effets écologiques sont attendus de ces variations de paramètres, comme la salinité ou la charge en nutriments.	Les indicateurs de qualité d'eau montrent un écart important par rapport à la normale, et des dégâts écologiques sont attendus de ces variations de paramètres, comme la salinité ou la charge en nutriments.

Profondeur des eaux, vagues, courant et pénétration de la lumière

Cet indicateur est approprié quand la zone d'évaluation comporte une masse d'eau significative pour laquelle de telles observations ont un sens.

Les communautés végétales peuvent dépendre du niveau de clarté des eaux.

Tableau 20 : Aides à la notation de l'indicateur

10	7	4	0
Profondeur des eaux, courant et pénétration de la lumière optimaux pour les communautés présentes	Suffisants mais susceptible d'entraîner des changements parmi les espèces, leur volume, croissance, et les densités de population.	Pas très favorable à l'ensemble des communautés de la vie aquatique par rapport à l'impact sur les espèces leur croissance volume et la densité.	Totalement inapproprié aux communautés référentes.

3.2.3.3. Composante Structure des communautés végétales et habitats

Il s'agit d'évaluer au travers de l'étude des communautés végétales présentes au sein des zones évaluées si les conditions sont propices au maintien des communautés d'espèces végétales attendues dans le type de zone humide étudiée. Les indicateurs concernent principalement les communautés végétales. Pour les espèces animales, les indicateurs sont restreints aux habitats, pour des soucis d'opérationnalité.

Quand l'évaluation porte sur une zone humide pour laquelle il n'y a pas de communauté végétale, cette composante est remplacé par la composante « communauté benthique » et reprend le même type d'indicateurs.

L'évaluation de ces indicateurs implique de bien identifier (1) la communauté végétale typique de l'écosystème étudié et en bon état, et (2) d'identifier les communautés végétales associées à des états plus ou moins dégradés. Ces informations sont disponibles dans les cahiers d'habitats Natura 2000.

Espèces végétales des différentes strates

Il s'agit de comparer la composition en espèces végétales des strates arborescente, arbustive buissonnante et herbacée présentes au sein de la zone humide évaluée avec la composition de ces mêmes strates en situation de référence. Toutes les strates sont à évaluer quand elles sont présentes. Par exemple, dans les zones humides arborées, la dégradation de l'environnement se manifeste en premier sur la strate herbacée.

Tableau 21 : Aides à la notation de l'indicateur

10	7	4	0
Toutes ou presque toutes les espèces végétales de des différentes strates (arborescente, arbustive, buissonnantes, herbacées) sont appropriées au regard du cadre de référence.	La majorité des espèces végétales des différentes strates (arborescente, arbustive, buissonnantes, herbacées) sont appropriées au regard du cadre de référence.	La majorité des espèces végétales des différentes strates (arborescente, arbustive, buissonnantes, herbacées) sont appropriées au regard du cadre de référence.	Aucune espèce végétale des différentes strates (arborescente, arbustive, buissonnantes, herbacées) sont appropriées au regard du cadre de référence.

Présence d'espèces invasives et/ou exotiques envahissantes

La présence ou même la domination d'espèces invasives ou exotiques envahissantes au sein de la zone humide évaluée dégrade l'état de ses habitats, constitue une menace pour la biodiversité et perturbe son bon fonctionnement écologique.

Tableau 22 : Aides à la notation de l'indicateur

10	7	4	0
Les espèces invasives ou exotiques envahissantes sont absentes.	Les espèces invasives ou exotiques envahissantes sont présentes mais en faible quantité.	Les espèces invasives ou exotiques envahissantes sont présentes en quantité élevée. La présence d'au moins une espèce de la liste noire est constatée.	Les espèces invasives ou exotiques envahissantes prédominent. La présence de plusieurs espèces de la liste noire est constatée.

Régénération et recrutement

Cet indicateur est utile surtout dans le cadre de zones humides comportant une strate arborée. Il s'évalue à l'aide des signes de présence de jeunes arbres ou de jeunes pousses. Le recrutement n'est

pas toujours uniformément réparti sur une zone humide. Une forte densité de jeunes pousses est typique d'une zone où la canopée est réduite par des interventions humaines, ou des feux, des chutes d'arbres, etc.

Tableau 23 : Aides à la notation de l'indicateur

10	7	4	0
Preuves évidentes d'une régénération et d'un recrutement normaux.	Signes d'une régénération et d'un recrutement presque normaux.	Signes d'une régénération et d'un recrutement minimaux.	Il n'y a aucun signe de recrutement naturel ou de régénération.

Distribution en âge et en taille des populations d'arbres

Dans les écosystèmes forestiers, il faut plusieurs cohortes de populations avec des jeunes arbres, des arbres plus vieux, des jeunes plants afin qu'en cas de pertes des plus vieux arbres, le renouvellement soit assuré rapidement par les arbres plus jeunes.

Tableau 24 : Aides à la notation de l'indicateur

10	7	4	0
La distribution en âge et en taille est typique du cadre de référence, sans indication d'un écart des modèles de mortalités et de succession normaux.	La distribution en âge et en taille est typique du cadre de référence, sans indication d'un écart des modèles de mortalités et de succession normaux, même s'il peut y avoir des écarts temporaires.	La distribution en âge et en taille est atypique du cadre de référence, et indique un écart permanent des modèles de mortalités et de succession normaux, avec un niveau de végétation morte ou presque morte plus élevé qu'attendu.	Fort pourcentage de végétation morte ou mourante avec une distribution en âge et en taille atypique.

Etat de santé général de la communauté végétale

On observe les signes de plants morts ou mourants, de chlorose, de dommages causés par des insectes ou des champignons. Les communautés herbacées et les jeunes plants d'arbres montrent des signes plus précocement que les individus matures.

Tableau 25 : Aides à la notation de l'indicateur

10	7	4	0
Les plantes sont en bonne santé avec très peu ou aucun signe de problème de croissance ou de dégâts par des insectes.	Les plantes sont en bonne santé avec de légers signes de problème de croissance ou de dégâts par des insectes.	Les plantes sont en mauvaise santé avec des signes de problème de croissance ou de dégâts par des insectes	Plantes malades avec des signes importants de problème de développement et de dégâts par les insectes.

Densité et qualité des débris de bois, accidents de terrain, terriers, cavités

Cet indicateur est destiné à évaluer les éléments propices aux habitats pour la faune attendue en termes de refuges, de diversité de fourrage, ou de zones de nidification. Cela peut aussi constituer des micro-habitats pour certaines espèces végétales.

Mais cela peut aussi donner des indications sur des usages inappropriés, comme par exemple, de nombreux débris de bois, et du piétinement du sol causés par du surpâturage.

Tableau 26 : Aides à la notation de l'indicateur

10	7	4	0
La densité et la qualité des débris de bois, des accidents de terrain, des tanières, des cavités apportent un habitat structurel optimal pour le type de système étudié.	La densité et la qualité des débris de bois, des accidents de terrain, des tanières, des cavités sont un peu différentes de la normale en raison de la structure ou des pratiques de gestion des terrains.	Les débris de bois, des accidents de terrain, des tanières, des cavités sont absents ou anormaux parce que la végétation est morte ou en train de mourir.	Les débris de bois, des accidents de terrain, des tanières, des cavités sont absents ou s'ils sont présents c'est uniquement en raison de la mortalité de la végétation native.

Caractéristiques topographiques

De même que pour l'indicateur précédent, elles peuvent constituer des refuges, des zones de nourrissage pour la faune, et une variété de microhabitats pour la flore.

Une zone peut avoir été complètement remaniée par des travaux par exemple, aboutissant à une topographie complètement plane, ou au contraire très escarpée, et moins propice à la faune.

Tableau 27 : Aides à la notation de l'indicateur

10	7	4	0
Les caractéristiques topographiques comme les refuges, les ruisseaux, les buttes et les replats sont normales pour le type de zone étudiée.	Les caractéristiques topographiques comme les refuges, les ruisseaux, les buttes et les replats sont en deçà de la normale pour le type de zone étudiée.	Réduction des caractéristiques topographiques comme les refuges, les ruisseaux, les buttes et les replats.	Manque de caractéristiques topographiques comme les refuges, les ruisseaux, les buttes et les replats qui sont normales pour la zone étudiée.

Pratiques de gestion

Est-ce que les pratiques de gestion existantes sur la zone sont propices au bon fonctionnement de l'écosystème ? Est-ce qu'elles n'altèrent pas le milieu ? On peut tenir compte des pratiques de fauche, de pâturage, de maîtrise de l'eau, d'exploitations forestières ou d'autres usages en vigueur sur la zone humide et qui peuvent modifier les communautés végétales d'une façon positive ou négative.

Tableau 28 : Aides à la notation de l'indicateur

10	7	4	0
Pratiques optimales de gestion des terres pour la survie à long terme de la diversité végétale.	Pratiques globalement appropriées avec présence de quelques éléments artificiels qui ont engendré le déplacement de communautés végétales.	Retrait ou altération partiels de la structure naturelle, ou introduction d'éléments artificiels.	Retrait ou altération forts de la structure naturelle, ou introduction d'éléments artificiels.

Pour les communautés de plantes immergées, envasement et croissance algale

L'envasement et la croissance algale peuvent entraver le développement des plantes aquatiques en gênant la photosynthèse.

Tableau 29 : Aides à la notation de l'indicateur

10	7	4	0
S'il y a des plantes aquatiques, il n'y a pas de signes de turbidité ou de croissance algale qui gêneraient la croissance des plantes aquatiques.	S'il y a des plantes aquatiques, il y a des signes mineurs de turbidité ou de croissance algale qui pourraient gêner la croissance des plantes aquatiques.	S'il y a des plantes aquatiques, il y a des signes modérés de turbidité ou de croissance algale.	S'il y a des plantes aquatiques, la croissance algale ou la turbidité atteint un niveau élevé.

3.2.4. Tenir compte des exigences réglementaires: les coefficients d'ajustement

Comme expliqué dans le paragraphe 3.1, ces coefficients permettent d'ajuster les pertes et les gains écologiques pour intégrer certaines obligations réglementaires. Ces coefficients ont pour effet d'augmenter ou diminuer la surface de compensation calculée à la fin du processus.

A ce stade de développement de la méthode, nous en proposons deux : le risque (de non atteinte des objectifs de résultats de la compensation) et le temps (ou délai), traduisant directement les principes réglementaires d'efficacité et d'absence de décalage temporel entre pertes et gains écologiques. Nous donnerons également des pistes pour d'autres coefficients, sur la base des observations et des discussions avec les acteurs de la séquence ERC lors des tests de la méthode.

3.2.4.1. Le risque

Le coefficient « R » évalue le degré d'incertitude associée aux trajectoires écologiques des écosystèmes qui font l'objet des mesures de compensation. Il peut varier entre 1 et une valeur maximale que nous proposons à ce stade, de fixer à 3, comme cela a été fait dans l'Etat de Floride.

Un facteur 1 correspond au risque minimum : la compensation est réalisée dans une zone écologiquement viable pour laquelle on s'attend au succès des actions écologiques envisagées. Pour évaluer ce coefficient, on peut s'appuyer sur une douzaine d'indicateurs qui reprennent les différentes composantes contribuant à l'efficacité des mesures compensatoires prévues :

- 1) l'avenir des zones voisines à la zone de compensation : risque d'aménagement, de colonisation par des espèces indésirables, d'altération des connections hydrologiques, origine des eaux de la zone de compensation, statut de protection
- 2) le rapport taille de la zone / habitat pour la faune
- 3) les actions écologiques envisagées: succès établi des actions proposées sur les plans hydrologiques, végétal, pédologique, substrat
- 4) la pérennisation des mesures : modalités de sécurisation foncière.

Eléments de discussion

La valeur maximale de 3 pour le coefficient Risque a été choisie après négociations entre les différentes parties prenantes de la séquence ERC dans l'Etat de Floride. Pour la France, ce serait aux autorités de fixer la valeur maximale, après, par exemple, un même processus de négociations entre les différentes parties prenantes.

Tableau 30 : Aides à la notation du coefficient Risque

Indicateur		
Note du risque le plus modéré :		Au risque le plus fort
1	2	3
1) L'avenir des zones voisines à la zone de compensation :		
Est-ce que les terrains et les eaux situés dans un rayon d'un km autour de la zone humide de compensation peuvent potentiellement être convertis à des usages plus intensifs ou causer des impacts secondaires non anticipés ?		
Tous les terrains et les eaux situés dans un rayon d'un km seront inclus dans une zone protégée, ou le sont déjà.	Les terrains et les eaux environnants ne sont pas complètement contrôlés ou protégés mais les sources d'impact secondaires potentiels ou d'activités sous dérogation sont peu probables, basées sur les documents de planification d'urbanisme et l'historique des usages dominants au-delà de la zone d'un km	Les terrains et les eaux ne sont pas complètement contrôlés ou protégés et de plus, de potentielles sources d'impacts secondaires ou d'activités sous dérogation sur cette zone ont été identifiées.
Est-ce que la connectivité hydrologique ou les échanges entre l'amont, l'aval, et les autres zones dépendantes hydrologiquement peuvent être potentiellement altérées, rompues, réduites, gravement atteintes ? La connectivité hydrologique et les échanges doivent prendre en considération les eaux qui servent de support aux fonctions assurées par les zones humides.		
La connectivité hydrologique est complètement protégée ou contrôlée.	La connectivité hydrologique n'est pas complètement protégée mais aucune source potentielle d'altération n'a été identifiée.	La connectivité hydrologique n'est pas complètement protégée et des sources potentielles d'altération ont été identifiées.
2) Rapport surface de la zone humide de compensation / habitat pour la faune		
Est-ce que la surface ou l'échelle de la zone de compensation est suffisante pour fournir l'ensemble des habitats nécessaires à l'accomplissement du cycle biologique de la faune ? (La surface nécessaire dépend des espèces animales présentes)		
La zone de compensation est vaste ou fait partie de domaines publics ou privés protégés et suffisamment grands pour résister à la fragmentation ou aux dérangements en dehors de la zone.	La zone de compensation n'est pas assez vaste ou ne fait pas partie de domaines publics ou privés protégés et suffisamment grands pour résister à la fragmentation ou aux dérangements en dehors de la zone ; mais bénéficie à une faune qui ne sera pas affectée par de faibles niveaux de fragmentation ou de perturbation en dehors de la zone.	La zone de compensation dépend des ressources situées en dehors du site pour accueillir la faune dans son site. La fragmentation de l'habitat en dehors de la zone réduirait probablement les bénéfices apportés par la zone à la faune.
3) Actions écologiques envisagées: succès établi des actions proposées sur les plans hydrologiques, végétal, pédologique, substrat		

Est-ce que l'alimentation en eau de la zone de compensation est reliée à des moyens artificiels ou une hydrologie complexe ?		
L'alimentation en eau sera contrôlée par des moyens entièrement naturels. Les apports en eau sont issus de ruissellements superficiels ou hyporhéiques ou de cours d'eau parcourant des zones naturelles ou bien proviennent des marées.	Les moyens de contrôle des apports d'eau sont passifs (par gravité) ou bien des modifications de structures passives sont nécessaires pour maintenir les niveaux d'eaux, d'échanges, et d'énergie. Une seule source ou une combinaison de plusieurs sources est proposée.	La source d'eau est artificielle ou bien doit être manipulée par des pompes, barrages, canaux d'irrigation pour être maintenue. Ou bien la source d'eau dépendra d'une multitude ou de sources complexes (infiltration de pente par exemple)
Est-ce que la conception des travaux de génie écologique utilise des méthodes éprouvées qui sont bien documentées avec des analyses hydrologiques proportionnées à la complexité ?		
Les conditions hydrologiques (régime hydrologique, fonctionnement hydraulique) sont suffisamment documentées pour fournir une source d'eau fiable à la zone humide de compensation, en utilisant des techniques aux succès démontrés sur d'autres sites.	Les travaux de génie écologiques proposés requièrent l'amendement du sol ou du substrat, des barrières hydrologiques verticales, ou des interventions similaires pour aboutir aux conditions hydrologiques prévues, mais sont soutenues par suffisamment d'analyses hydrologiques détaillées utilisant des méthodes éprouvées.	Les travaux de génie écologiques proposés reposent sur des sols, une topographie ou des conditions bathymétriques non connus, ou bien les travaux sont étayés par des analyses hydrologiques limitées ; ou les travaux de génie écologiques proposés reposent sur des techniques qui n'ont pas fait leurs preuves.
Est-ce que la zone contributive à la zone de compensation est suffisamment protégée et contrôlée pour fournir un environnement aquatique (c'est-à-dire une qualité et une quantité d'eau) adapté à l'objectif de compensation prévu ?		
L'aire contributive dont dépend la zone de compensation est suffisamment contrôlée ou protégée pour soutenir la zone de compensation ; en incluant les eaux de surface et les eaux souterraines nécessaires aux besoins en eau. Si l'hydrologie dépend des marées, l'aire avoisinante est suffisamment contrôlée ou protégée pour permettre une eau de qualité et en quantité suffisante.	La majorité mais pas la totalité de la zone contributive nécessaire à la compensation est suffisamment contrôlée ou protégée ; il y a une dépendance d'eaux qui ne sont ni protégées ni contrôlées.	La zone de compensation dépend des ressources situées en dehors du site pour accueillir la faune dans son site. La fragmentation de l'habitat en dehors de la zone réduirait probablement les bénéfices apportés par la zone à la faune.
Quel est le potentiel de colonisation de la zone de compensation par des espèces exotiques ou invasives ?		
Les visites de terrain ne relèvent pas d'espèces invasives ou exotiques dans la zone d'étude ou dans les terrains et les eaux avoisinantes. Les terrains et les eaux avoisinants font l'objet d'un plan de gestion durable qui prévoit le traitement ou l'arrachage (s'il est approprié) des espèces invasives ou exotiques.	Les visites de terrain ne relèvent pas d'espèces invasives ou exotiques dans la zone d'étude mais on ne sait rien en ce qui concerne les terrains et les eaux avoisinants. Les terrains et les eaux avoisinants font l'objet d'un plan de gestion durable qui prévoit le traitement ou l'arrachage des espèces invasives ou exotiques.	Les visites de terrain relèvent des espèces invasives ou exotiques dans la zone d'étude, ET/OU dans les zones ou les eaux du voisinage et qui ne font pas l'objet d'un plan de gestion ou qui ne sont pas contrôlées par les autorités ou le gestionnaire.
Est-ce que la conception des travaux de génie écologique utilise des techniques éprouvées pour aboutir à la flore endogène proposée ?		
Les techniques de plantation, transplantation, greffe et autres, aux succès démontrés sur d'autres sites, seront mises en place dans la zone de compensation.	Les techniques de plantation, transplantation, greffe et autres qui sont issues de la littérature scientifique seront mises en place dans la zone de compensation ; cependant, il y a peu de succès documentés sur d'autres sites.	Il est proposé des techniques expérimentales ou non éprouvées, ou bien on compte sur un recrutement naturel dans une zone où les capacités de germination naturelle et propagule sont inconnues
Est-ce que les sols, substrats ou sédiments de la zone de compensation sont appropriés pour les végétaux ou les plantes submergées proposées, en incluant les techniques d'amendements proposées pour le sol, les sédiments, le substrat.		
Les sols, sédiments ou substrat de la zone d'étude sont similaires à ceux qui sont associés aux communautés endogènes typiques et ne seront pas altérés.	Les sols, sédiments ou substrat de la zone d'étude devraient pouvoir supporter les espèces végétales proposées ou le plan prévoit des amendements ou d'autres techniques reposant sur des succès documentés dans d'autres sites.	Des techniques d'amendements expérimentaux ou non prouvés sont proposées, ou le matériau de départ de la zone d'étude est différent de celui associé aux communautés endogènes naturelles, et aucun amendement n'est proposé.

Quelle est l'incertitude associée à la complexité des travaux de terrassements ou travaux de modification de la composition ou de la structure des sols hydromorphes liés aux objectifs de niveaux d'eau, de bathymétrie ou de topographie ciblés ?		
La topographie naturelle ou les variations de bathymétrie sont comparables à celles associées aux espèces natives typiques : aucune opération de terrassement, ou travaux de modification de la composition ou de la structure des sols hydromorphes n'est nécessaire ou proposé.	Les actions proposées incluent des amendements du sol hydromorphe, et/ou des travaux de terrassement pour lesquels les techniques proposées font l'objet de succès démontrés dans d'autres sites similaires.	La topographie naturelle ou la bathymétrie de la zone de compensation ne correspondent pas aux besoins des espèces végétales natives ou typiques. Ou les actions proposées incluent des amendements du sol hydromorphe ou des travaux de terrassement pour lesquels les techniques proposées restent expérimentales (et ne font pas l'objet de succès démontrés dans des sites similaires).
4) Pérennisation des mesures		
Les programmes de gestion prévus à long terme sont-ils suffisants pour maintenir le fonctionnement écologique ciblé de la zone de compensation ?		
Des techniques éprouvées sont proposées avec des succès documentés sur d'autres zones humides similaires, et toutes les actions nécessaires au maintien des habitats et espèces ciblés sont prévues dans le programme de gestion conservatoire proposé.	Les habitats et espèces ciblés ou les conditions spécifiques du site ne sont pas couvertes par des techniques conventionnelles, ou le programme de gestion prévoit certaines mais pas toutes les actions nécessaires au maintien des habitats humides en bon état de fonctionnement ou des espèces végétales et animales en bon état de conservation.	Des actions écologiques expérimentales sont envisagées, comprenant de fortes exigences en terme de maintenance qui ne sont pas définies dans le dossier. Ou le programme de gestion conservatoire est insuffisant pour lutter contre des espèces exotiques envahissantes ou nuisibles. Ou les actions proposées ne permettront pas le maintien des habitats humides en bon état de fonctionnement ou des espèces végétales et animales en bon état de conservation.
Comment la pérennité de la zone humide de compensation est-elle assurée ?		
Le maître d'ouvrage assure la maîtrise foncière de la zone de compensation.	La zone de compensation fait l'objet d'un bail (rural ou emphytéotique) ou d'un conventionnement pour une durée au moins égale à la durée totale d'engagement du maître d'ouvrage en termes de mise en œuvre des mesures de compensation.	La zone de compensation fait l'objet d'un bail (rural ou emphytéotique) ou d'un conventionnement pour une durée inférieure à la durée totale d'engagement du maître d'ouvrage en termes de mise en œuvre des mesures de compensation. Ou la zone de compensation ne fait l'objet d'aucune mesure de sécurisation foncière.

La valeur finale du coefficient « Risque » est la moyenne des notes attribuées à chaque question de la grille présentée dans le tableau 30.

3.2.4.2. Le décalage temporel entre les impacts du projet et les effets des mesures.

Le coefficient « T » associé au délai de compensation reflète le supplément de compensation exigé du fait des pertes intermédiaires engendrées entre les impacts liés à l'aménagement et l'accomplissement différé des fonctions de la zone humide restaurée au titre de la compensation. Les lignes directrices précisent que le dimensionnement des mesures compensatoires doit tenir compte du décalage temporel entre les impacts du projet et les effets des mesures.

Cela suppose donc de répondre à la question : combien de temps faut-il attendre avant que les mesures de compensation aboutissent ? Sur ce point, il est dans l'immédiat difficile d'y répondre, car nous ne disposons pas forcément des données relatives au temps de restauration de chaque écosystème.

En général, le délai varie en fonction du type d'actions écologiques envisagées et de leur calendrier de mise en œuvre, elles-mêmes dépendant du calendrier de réalisation du projet. La création d'une zone humide fonctionnelle prend plus de temps que la restauration de certaines fonctions associées à une

zone humide dégradée. Les systèmes forestiers requièrent plus de temps pour établir leurs fonctions et leur structure que les systèmes herbacés, etc. Aussi, les facteurs habituellement pris en compte pour attribuer un délai sont : les processus biologiques, physiques et chimiques associés aux cycles des nutriments, à la restauration de l'humidité du sol et au développement des communautés vivantes et leur recrutement.

Nous proposons de simplifier le choix du délai par le choix d'un intervalle de temps, reflétant les grandes tendances décrites précédemment sur les durées de restauration des milieux. Le délai est converti en un coefficient supérieur ou égal à 1. Il est calculé sur la base d'un « taux d'actualisation » selon une logique économique couramment utilisée, rapportant des coûts/pertes et des bénéfices/gains futurs à une valeur d'aujourd'hui. Ce taux est fixé à 4.5%, comme le préconisent le rapport « Révision du taux d'actualisation des investissements publics » du Commissariat Général du plan Lebègue en 2005, ainsi que le rapport « Evaluation socioéconomique des investissements publics » du Commissariat Général à la stratégie et à la prospective de 2013, pour une période de transition avant d'adopter des taux ré-évalués.

(Voir l'annexe 4 pour le détail du calcul du coefficient d'ajustement T)

Un coefficient de 1 correspond à un délai minimal.

Tableau 31 : Conversion du délai en coefficient d'ajustement T

Délai Nombre d'années, nécessaire à l'atteinte de l'état de fonctionnement écologique attendu de la compensation	Coefficient d'ajustement T
1 (ou moins)	1.000
2	1.045
3	1.092
4	1.141
5	1.192
6-10	1.361
11-15	1.696
16-20	2.113
21-31	3.005
32-42	4.877
Plus de 42	8.644

Pour aller plus loin

Les retours du terrain ont fait ressortir l'intérêt d'ajouter deux autres coefficients afin de prendre en compte les espèces protégées ou des enjeux écologiques patrimoniaux particuliers ainsi que la localisation des zones de compensation dans des zones de trame verte ou bleue inscrites dans les Schémas Régionaux de Cohérence Ecologique (SRCE). L'application de tels coefficients va au-delà des exigences réglementaires de l'article R122-14 du code de l'environnement mais pas pour ce qui concerne les autres articles qui évoquent notamment le principe de « proportionnalité ». En outre, depuis 2014, la prise en compte du SRCE est opposable dans les documents de planification et projets de l'Etat, des établissements publics et des collectivités. Ils reflètent d'ailleurs des préoccupations fortement exprimées lors de nos échanges avec les acteurs de terrain.

Le Coefficient d'Ajustement pour la Trame (CAT) est destiné à prendre en compte le SRCE. Il bonifie le gain écologique et permettrait d'inciter à localiser les zones de compensation de façon plus cohérente sur le plan écologique.

Le Coefficient Enjeu Patrimonial - Espèces Protégées (CEP) pourrait s'appliquer aux pertes écologiques et ou aux gains écologiques selon des critères et un intervalle de variation à définir. Il a pour effet d'amplifier les pertes écologiques si celles-ci concernent des espèces protégées ou des milieux ou espèces représentant un fort enjeu patrimonial, sans pour autant diminuer le calcul des pertes lorsque les impacts s'appliquent à des milieux dits de « faibles enjeux ».

3.2.5. Dimensionner la compensation : calculer une surface de compensation

L'obligation réglementaire de proportionnalité, d'équivalence et surtout d'additionnalité écologique peut se traduire par l'équation suivante :

Pertes ajustées, sur la zone humide impactée = (ou <) Gains ajustés, sur la zone humide de compensation.

Si on dispose comme données de départ de :

- L'état initial de la zone humide impactée,
- Les impacts causés par le projet d'aménagement,
- L'état initial de la zone humide de compensation,
- Les actions écologiques prévues sur la zone humide de compensation et les gains potentiellement engendrés.

La formule de calcul de la surface de compensation est la suivante :

$$\text{Surface de compensation} = \frac{\text{Surface impactée} \times \Delta \text{ impact} \times R \times T}{\Delta \text{ compensation}}$$

La surface de compensation est directement proportionnelle à la surface d'impact, et à la nature des impacts, ainsi qu'au risque que les actions écologiques envisagées sur la zone de compensation n'atteignent pas leurs objectifs et au décalage temporel entre l'aménagement de la zone impactée et l'atteinte des objectifs des actions de compensation. Elle incite donc à éviter et réduire, pour diminuer les impacts négatifs résiduels à compenser, et à proposer des mesures de compensation les plus efficaces possibles.

3.3. Précisions sur les modalités d'application de la méthode MERCIe

Les premiers tests de l'opérationnalité de la méthode sur différents terrains ont permis de dégager certaines recommandations pratiques pour les modalités d'application.

3.3.1. La zone d'étude

L'évaluation peut être compliquée lorsqu'une zone d'étude est très étendue, et qu'elle comporte plusieurs types d'écosystèmes différents, éventuellement imbriqués les uns dans les autres.

- **la zone est très étendue mais ne comporte qu'un seul type d'écosystème**, et semblant homogène : l'évaluation peut être faite sur l'ensemble de la zone, d'un seul tenant.
- **La zone est très étendue et comporte différents types d'écosystèmes, organisés de façon distincte** : l'évaluation peut être faite en découpant la zone aménagée en sous-zones correspondant à chaque écosystème. Dans ce cas, on calcule les pertes écologiques de la sous-zone aménagée écosystème 1, puis les pertes écologiques de la sous-zone aménagée écosystème 2, etc. puis les pertes écologiques de la zone tampon, et on additionne l'ensemble des pertes écologiques ainsi évaluées.
- **La zone est très étendue et comporte aussi différents types d'écosystèmes, mais très imbriqués les uns dans les autres, d'une grande variété**. Cette situation se retrouve dans les cas où des milieux ont été successivement remaniés, impactés dans certaines zones et pas dans d'autres. Il est préférable alors de découper la zone en îlots présentant une certaine homogénéité en termes de niveau d'altération, ou d'organisation des différents habitats qui le composent. Cela suppose d'analyser au préalable la zone avec un peu de recul sur le plan historique afin de comprendre les aménagements ou activités successives qui se sont déroulés sur la zone et ont pu conduire à ces écosystèmes.

L'addition des pertes écologiques écosystème par écosystème permet d'obtenir une vision des pertes globales mais ne doit pas gommer les spécificités de chacun des écosystèmes de la zone évaluée, et des exigences fonctionnelles qui peuvent en découler pour la compensation.

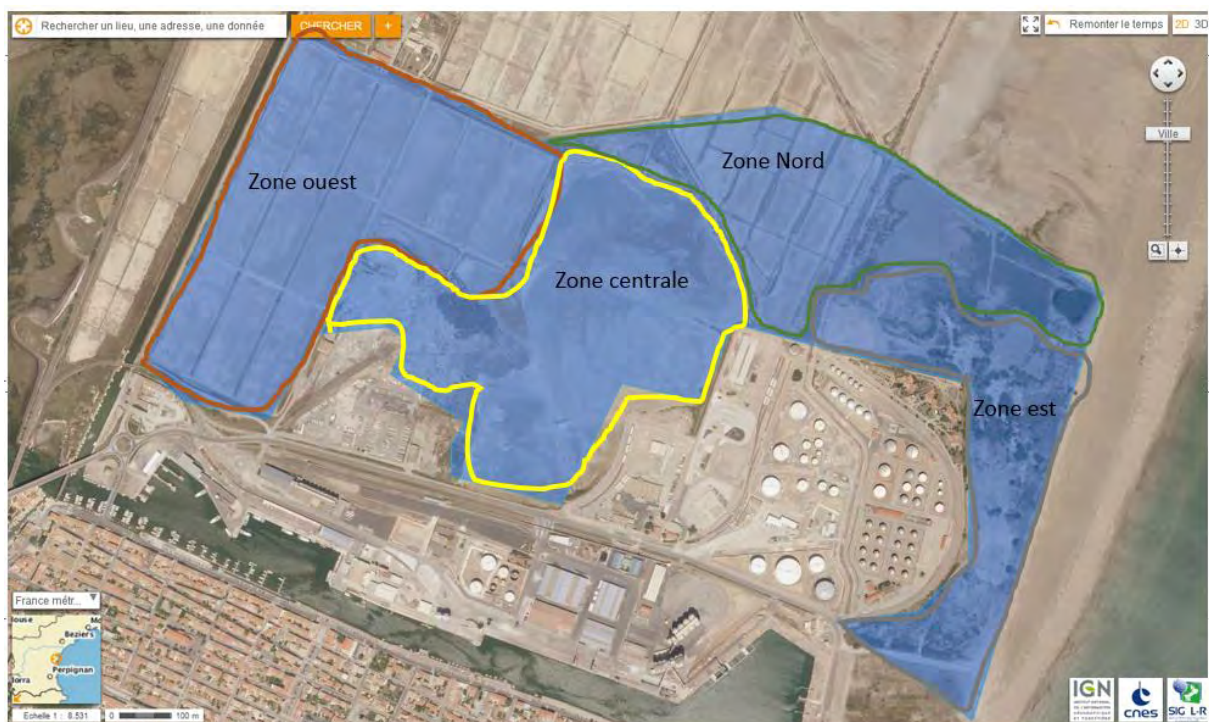
Exemple : une zone humide côtière d'une centaine d'ha

La zone est constituée d'une mosaïque d'habitats comprenant des lagunes de tailles diverses, des anciennes salines asséchées sans aucune végétation, des étendues de salicorniaies annuelles, des bandes et des étendues de salicorniaies pérennes, des fourrés halophiles, des dunes mobiles embryonnaires, des zones rudérales, des roselières, ... Dans l'étude d'impact, le bureau d'études a identifié 20 habitats différents selon la nomenclature Corine biotope.

Pour pouvoir procéder à l'évaluation par la méthode MERCIe, nous avons découpé la zone en 4 îlots :

- Ilot ouest : constitué des anciennes salines pas ou peu recolonisées par les salicornes
- Ilot central : une lagune qui s'assèche en été, bordée de friches et remblais, proche d'installations industrielles

- Ilot nord : des anciennes salines complètement recolonisées par les salicornes, isolées par une digue, et de l'autre côté de la digue, la zone humide de transition vers la plage, correspondant à des conditions moins remaniées,
- Ilot est : zone de friches, de remblais, en bordure de plage, ne laissant presque plus de place au faciès non dégradé de l'écosystème.



© IGN - Agnès MECHIN - CNRS - UPVM
 Figure 9 : Découpage de la zone aménagée en 4 îlots d'évaluation
 Source des données : Géoportail - IGN

3.3.2. Le cadre écologique de référence

Nous avons expliqué dans le paragraphe sur les principes de la méthode MERCIe, qu'il était nécessaire de s'appuyer sur un cadre écologique de référence pour procéder à l'évaluation de l'état d'un milieu. Sur le plan opérationnel, pour chaque milieu évalué, le cadre écologique doit être décliné en écosystème de référence, qui fournit la référence correspondant à la note maximale (10). Les cahiers d'habitats Natura 2000 fournissent de bonnes descriptions de ces écosystèmes et des indications sur les habitats correspondant à leurs faciès de dégradation plus ou moins poussés, ainsi que les conditions biogéographiques de leur développement : répartition géographique et caractéristiques stationnelles (altitude, latitude, substrat, alimentation en eau).

Exemple :

Pour les zones humides de type tourbières, on trouve dans les cahiers d'habitats Natura 2000, les habitats 7010 « Tourbières hautes actives », et 7120 « Tourbières hautes dégradées encore susceptibles de régénération naturelle ». L'habitat 7120 est décrit comme étant issu des tourbières hautes actives et constituant un stade de dégradation, il ne peut donc pas être considéré comme une référence pour notre grille de notation. En revanche, sa description peut apporter des éléments utiles pour éclairer la description de la zone observée et identifier des caractéristiques typiques de la dégradation de l'habitat de référence.

On trouve également l'habitat 7140 « Tourbières de transition et tremblantes ». Les cahiers d'habitats indiquent qu'elles « occupent une position intermédiaire entre les communautés à la fois aquatiques et terrestres, de bas-marais minérotrophes et de haut-marais ombrotrophes, (...) ». « Elles se rencontrent à différentes échelles, depuis de petites communautés morcelées et imbriquées au sein de tourbières hautes actives, (...) ». Cet écosystème diffère de la référence 7010 en raison des conditions naturelles dans lesquelles il se développe et non pas, en raison de facteurs d'altération. Il constitue donc un autre écosystème de référence, distinct de notre habitat 7010.

Pour identifier l'écosystème de référence correspondant au milieu étudié, il peut être utile de se référer aux zones les plus préservées, qui présentent les meilleurs états de conservation à proximité de la zone

évaluée, ou encore à des photographies aériennes anciennes disponibles sur le site internet de l'IGN, géoportail.

3.4. Champs d'application

La méthode MERCIe peut être appliquée à différents stades d'un projet d'aménagement. Elle est construite en priorité pour être appliquée au stade du dimensionnement de la compensation, côté maîtrise d'ouvrage ou de l'instruction des dossiers côté services de l'Etat. Nous exposons ci-après :

- Le périmètre réglementaire couvert par MERCIe au stade compensation
- Les possibilités d'appliquer la méthode en amont des projets d'aménagement pour apporter des éléments sur les étapes Eviter et Réduire les impacts écologiques.

3.4.1.1. Périmètre réglementaire

Les principes réglementaires liés à la séquence ERC en général et à la compensation en particulier sont multiples. A ce stade, la méthode MERCIe prend en compte certains d'entre eux à 2 niveaux possibles :

- Dans les formulaires d'analyse des projets
- Dans les formules de calcul de la surface de compensation, ou des pertes et des gains ajustés, c'est-à-dire les opérations de dimensionnement

Le tableau suivant résume les différents principes régissant la compensation écologique et comment ils sont intégrés dans MERCIe.

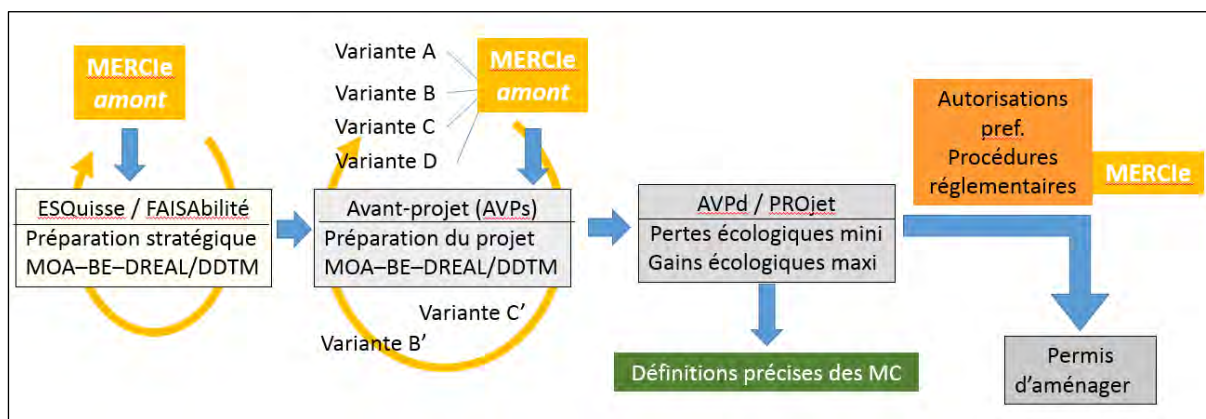
Tableau 32 : Les principes réglementaires de la séquence ERC prises en compte dans la méthode MERCIe au sens des exigences formulées par le CGDD dans les lignes directrices pages 10 et 11 (CGDD, 2013)

Principes réglementaires régissant la compensation écologique	Prise en compte dans la Méthode MERCIe
Equivalence écologique	
<i>L'équivalence écologique recouvre plusieurs volets :</i>	
- <i>la nature des habitats,</i>	Analyse du projet
- <i>la nature des fonctions réalisées par l'écosystème,</i>	Analyse du projet
- <i>le degré de fonctionnalité de l'écosystème,</i>	Dimensionnement
- <i>la hauteur des pertes ou des gains écologiques.....</i>	Dimensionnement
Tenir compte du décalage temporel	Dimensionnement
Plus-value écologique (dite « additionnalité écologique ») <i>(la hauteur des pertes ou des gains écologiques)</i>	Dimensionnement
Proximité géographique <i>(même bassin versant)</i>	Analyse du projet
Proportionnalité de la compensation par rapport à l'intensité des impacts	Dimensionnement
Faisabilité <i>(choix d'une technique de restauration écologique et procédures organisationnelles associées)</i>	Permet une approche
Efficacité	
- <i>Tenir compte des risques associés aux incertitudes sur l'efficacité des mesures compensatoires.....</i>	Dimensionnement
- <i>Conditions de fonctionnement des espaces susceptibles d'être le support des mesures.....</i>	Permet une approche
- <i>Suivi de la compensation.....</i>	Permet une approche

Sources :
 articles L. 122-3, R. 122-5 et R. 122-14 du Code de l'Environnement (projets soumis à étude d'impacts) ;
 articles R. 214-6 et R. 212-13 du Code de l'Environnement, arrêtés ministériels de prescriptions générales relatif à la rubrique 3.1.5.0., circulaire du 24 décembre 1999 et dispositions des SDAGE, SAGE ou autres documents de planification (cas des projets soumis aux rubriques de la nomenclature « loi sur l'eau ») ;
 articles L. 414-4 et R. 414-23 du Code de l'Environnement (projets nécessitant la réalisation d'une notice d'incidences Natura 2000) ;
 articles L. 411-2-4°, arrêté du 19 février 2007 et circulaire du 21 janvier 2008 (projets soumis à dérogation « espèces protégées »)

3.4.1.2. Appliquer MERCIe en phase amont de conception des projets

L'approche proposée par MERCIe peut être utilisée à d'autres étapes que celle du dimensionnement de la compensation écologique, notamment lors des phases amont de conception des projets, comme l'illustre la figure 7.



© Sylvain PIOCH - Agnès MECHIN - CNRS - UPVM
 Figure 10 : Application de la méthode expérimentale MERCle aux différents stades d'un projet d'aménagement, selon les missions définies par la loi sur la Maitrise d'Ouvrage Publique (Loi n° 85-704 du 12 juillet 1985)

En calculant uniquement les pertes écologiques engendrées par différents scénarios de conception d'un même projet d'aménagement (selon des variantes géographiques voire techniques), les résultats obtenus peuvent faciliter la recherche de mesures d'évitement qui (1) participent au choix de la solution la moins impactante pour les zones humides ; et (2) diminuent d'autant les surfaces (et donc le coût) allouées à la compensation. En outre, elle peut aussi donner des indications très intéressantes aux maîtres d'ouvrages sur le rapport coût/bénéfice environnemental de tel ou tel scénario (ou choix technique), et ce, au même titre que les études économiques ou géotechniques habituellement réalisées à ce stade des projets. Elle peut alors inciter à rechercher davantage des mesures d'évitement et de réduction des impacts écologique et favoriser la conception de projets de moindre impact environnemental ;

De même en calculant uniquement les gains écologiques, on peut comparer plusieurs projets de compensation et aider à choisir le projet de mesures compensatoires le plus approprié. Parfois, on peut se trouver dans la situation où on identifie des terrains de compensation en vue de procéder au choix des mesures compensatoires. Connaissant leur surface, en évaluant l'état de fonctionnement écologique initial et en faisant des hypothèses sur les coefficients R et T, on peut estimer le gain écologique brut attendu : Δ compensation. Cela peut donner des informations intéressantes dans la mesure où si le Δ est élevé, et que l'état de fonctionnement écologique de la zone de compensation est plutôt bon, on sait d'avance que la progression de l'état de fonctionnement écologique de la zone ne sera jamais suffisante pour compenser les pertes. Cela peut aider à choisir quel terrain retenir.

4. Application expérimentale de la méthode à un cas d'étude

Le cas d'étude présenté est un dossier sur lequel l'Onema a dû rendre un avis. Le test a été mené en collaboration avec la délégation interrégionale de l'Onema chargée de produire l'avis et nous avons pu nous appuyer sur sa bonne connaissance du terrain, nécessaire à l'application de la méthode.

4.1. Contexte du cas d'étude

Le projet consiste en la construction d'une zone d'activités commerciales sur un terrain de 4.9 ha :

- construction de bâtiments commerciaux
- construction de parking
- construction voie d'accès.

Il est prévu d'imperméabiliser les sols sur 3.85 ha, et de laisser le reste de la surface en « zone non aménagée ». Elle est située en bordure de la zone aménagée, entre la voie d'accès et les parkings. L'Onema se montre très sceptique sur son maintien en bon état, ou en état proche de l'état naturel actuel, notamment, en raison du passage des engins de chantiers. On peut supposer que par la suite, elle sera maintenue dans un état plutôt de type espace vert que dans une évolution naturelle, pour des raisons « paysagères ».

Le terrain prévu pour l'aménagement est une zone humide dont l'histoire récente est particulière. Le site du projet, a été boisé il y a une cinquantaine d'années, avec des essences non locales (résineux divers, chêne d'Amérique etc.). Il y a 8 ans, pour démarrer le projet de la zone d'activités, le lieu a été défriché, sans autorisation. Tous les travaux ont été stoppés, et depuis la zone a librement évolué. Sans le boisement qui asséchait le milieu, la zone est redevenue une zone humide. La topographie du sol a été remaniée avec la présence d'ornières creusées par les engins de chantiers, dans lesquelles se sont installées de petites mares, qui accueillent des amphibiens.

Pour la compensation, le maître d'ouvrage propose le financement de mesures d'amélioration sur une parcelle de 5 ha d'une part, et sur 3 autres parcelles incluses dans un site de 126 ha géré par le Conservatoire des Espaces Naturels (CEN) et représentant une surface de 3.2 ha. Le site de 5 ha, propriété de la commune concernée par le projet d'aménagement serait géré aussi par le CEN.

Nous ne tiendrons pas compte du montage administratif de l'opération de compensation mais uniquement de l'estimation des gains écologiques au travers de l'application expérimentale de MERCIe.

Des photos des zones d'impact et zones de compensation sont proposées en annexe 5.

4.2. Evaluation des pertes écologiques

4.2.1. La zone évaluée

4.2.1.1. Zone d'emprise

La zone d'emprise du projet comprend l'ensemble de la surface acquise par le maître d'ouvrage, c'est-à-dire 4.9 ha.

La figure ci-dessous permet d'identifier la zone d'emprise du projet (polygone bleu sur la photographie aérienne) dans son contexte géographique.



Figure 11 : Visualisation de la zone d'emprise du projet
 Source des données : Géoportail - IGN

4.2.1.2. Zone tampon

On considère une zone de 50 m, autour de la zone d'emprise, en excluant la partie constituée de la route et de la zone d'activités existante.

Surface = périmètre de 760 m x 50 m = 3.8 ha

Elle est constituée de boisements plantés, d'une surface agricole et d'un jardin.

Le choix d'un rayon de 50 m a été fait sur la base de ce que préconise l'outil RhoMÉO, de l'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, et destiné à réaliser le suivi des fonctions et des pressions des zones humides. Le protocole relatif à la pression de l'artificialisation indique que l'on peut considérer comme « étant sous pression de l'artificialisation une zone de 50 m autour des contours de chaque bâtiment ».



Figure 12 : Visualisation de la zone tampon autour de la zone d'emprise du projet
 Source des données : Géoportail - IGN

4.2.2. Ecosystème associé au cadre écologique de référence

Ce site se situe sur le plateau de Lannemezan. C'est une zone très humide, parcourue d'un réseau très ancien de fossés et de canaux d'irrigation, qui alimente parfois des régions agricoles éloignées. Ces aménagements rendent l'hydrographie de la zone très complexe. Dans ce contexte d'aménagement très ancien, qui a contribué à l'installation des écosystèmes reconnus actuellement comme les écosystèmes « naturels » (ou semi naturels plus exactement), ce remaniement est certes d'origine humaine mais on le considéra comme incontournable dans le choix de la référence de notation de la zone.

L'écosystème de référence associé peut être la Lande humide atlantique tempérée, habitat Natura 2000 n°4020.

4.2.1. Evaluation des 3 composantes de l'état de fonctionnement écologique

Le détail de la notation de chaque indicateur est disponible dans l'annexe 6.

4.2.1.1. Pour la zone d'emprise

Tableau 33 : Score des 3 composantes de l'état de fonctionnement écologique de la zone d'emprise

	Avant	Après
Localisation	6.86	4.00
Hydrologie	9.00	0.71
Structure des communautés végétales et habitats	8.57	1.43

Concernant l'hydrologie de la zone avant impact, les observations mettent en évidence que la zone est très humide, conformément à l'ensemble du plateau de Lannemezan sur lequel elle est située. Ce caractère humide fortement exprimé dans la zone évaluée contraste avec les boisements adjacents, qui ont asséché progressivement les sols. Le défrichage de la zone évaluée, huit ans auparavant, lui a redonné son caractère humide.

Le score de la composante reflète le caractère non altéré, par des aménagements récents, de l'hydrologie, dans un contexte d'aménagements hydrologiques très anciens sur l'ensemble du plateau, assimilé à des conditions naturelles.

Après aménagement, le sol étant presque totalement imperméabilisé, on considère que le caractère humide est perdu : l'hydrologie est très fortement dégradée.

La communauté végétale, atypique, reflète les usages passés sur la zone : boisement planté d'essences exogènes, et défrichage récent. En dehors, de cette opération datant d'il y a 8 ans, aucune intervention humaine n'est à relever sur la zone qui évolue librement.

Le score de la composante est relativement élevé mais pas maximal en raison de la présence d'espèces atypiques de la communauté végétale de référence pour la région (la lande humide atlantique tempérée).

4.2.1.2. Pour la zone tampon

Tableau 34 : les 3 composantes de l'état de fonctionnement écologique de la zone tampon

	Avant	Après
Localisation	7.5	6.75
Hydrologie	-	-
Structure des communautés végétales et habitats	6.44	6.22

L'évaluation hydrologique n'est pas réalisée, la zone tampon n'étant pas une zone humide.

On aurait pu cependant considérer que la zone est une ancienne zone humide altérée par la plantation d'arbres qui a asséché la zone. Dans ce cas, la notation de la composante hydrologique aurait été égale à 0. Cependant, considérant qu'il s'agit de la zone tampon, il n'y aurait pas de différence entre avant et après aménagement, et la prise en compte de ce facteur n'affecterait pas le calcul du Delta Impact.

4.2.2. Evaluation des pertes écologiques sur la zone d'emprise du projet

4.2.2.1. Pour la zone d'emprise

Les pertes écologiques sont assez importantes : artificialisation de 80% de la surface de la zone, les 20% restants sont d'après le maître d'ouvrage, sensés rester dans un état proche de l'état initial, mais cela est peu probable, au vu des impacts du chantier, de la configuration de la zone et des usages à venir dans cette zone commerciale.

Score de l'état de fonctionnement écologique avant aménagement : somme des scores des 3 composantes / 30 :

$$\rightarrow (6,86+9,00+8,57)/30 = 0,81$$

Score de l'état de fonctionnement écologique après aménagement : somme des scores des 3 composantes / 30 :

$$\rightarrow (4,00+0,71+1,43)/30 = 0,20$$

Delta impact : score avant – score après :

$$\rightarrow 0,81-0,20 = 0,61$$

Pertes écologiques : Delta impact x Surface de la zone d'emprise du projet (4,9 ha)

$$\rightarrow 0,61 \times 4,9 = \mathbf{2,987}$$

4.2.2.2. Pour la zone tampon

Score de l'état de fonctionnement écologique avant aménagement : somme des scores des 2 composantes / 20 :

$$\rightarrow (7,5+6,44)/20 = 0,70$$

Score de l'état de fonctionnement écologique après aménagement : somme des scores des 2 composantes / 20 :

$$\rightarrow (6,75+6,22) = 0,65$$

Delta impact : score avant – score après :

$$\rightarrow 0,70-0,65 = 0,05$$

Pertes écologiques : Delta impact x Surface de la zone d'emprise du projet (3,8 ha) :

$$\rightarrow 0,05 \times 3,8 = \mathbf{0,19}$$

On constate les très faibles pertes écologiques estimées pour la zone tampon au regard des pertes estimées pour la zone d'emprise du projet.

4.2.2.3. Pertes écologiques totales pour la zone d'impact

Pertes écologiques totales de la zone d'impact = pertes écologiques de la zone d'emprise + pertes écologiques de la zone tampon

$$\rightarrow \mathbf{2,987 + 0,19 = 3.18}$$

4.3. Evaluation des gains écologiques

4.3.1. La zone évaluée

Les 4 zones sont très proches et font partie d'un vaste complexe de zones humides classées ZNIEFF 1 et ZNIEFF 2. Les sites A, B et C sont gérés par le CEN. Elles représentent une surface de 8.2 ha. Le site 1 est un site boisé, traversé par un cours d'eau bordé de sa ripisylve. Les sites A, B et C sont plus ou moins boisés et parfois quasiment entièrement couverts de fougères (site B).



Figure 13 : Visualisation des zones de compensation
 Source des données : dossier d'autorisation Loi sur l'eau du maître d'ouvrage

Les mesures compensatoires consistent en la réouverture partielle de ces milieux avec abattage de certains arbres et arbustes, et débroussaillage, pendant une période de 5 ans seulement. Cette durée extrêmement courte soulève une difficulté pour l'évaluation de l'état de fonctionnement écologique après compensation. A quelle échéance se placer ? Pendant la période des 5 ans ? Ou plutôt 15 ans après, avec la probabilité d'un retour à l'état initial ? Dans ce dernier cas, le retour à l'état initial de la zone de compensation rendrait inutile toute évaluation !

Pour réaliser le test, nous avons choisi de faire abstraction de la durée des mesures, et de considérer l'état « après » comme l'état résultant des opérations de réouverture, peu importe leur pérennité. Cela ne signifie pas pour autant qu'il faille écarter ce sujet de l'analyse des mesures de compensatoires. Il en sera tenu compte dans l'évaluation du coefficient Risque.

Enfin, l'évaluation a été conduite de façon globale pour les 4 sites à la fois. Le choix de conduire les 4 évaluations séparément aurait également pu être fait.

4.3.2. Ecosystème associé au cadre écologique de référence

Etant donnée la situation géographique très proche de la zone d'impact, et la similarité des conditions, on choisit le même écosystème de référence, à savoir l'habitat Natura 2000 Lande humide atlantique tempérée.

4.3.3. Evaluation des 3 composantes de l'état de fonctionnement écologique

Le détail de la notation de chaque indicateur est relaté dans l'annexe 7.

Tableau 35 : Score des 3 composantes de l'état de fonctionnement écologique des zones de compensation

	Avant	Après
Localisation	7.86	7.43

Hydrologie	9.00	9.00
Structure des communautés végétales et habitats	9.14	9.63

4.3.4. Evaluation des gains écologiques

Score de l'état de fonctionnement écologique avant compensation : somme des scores des 3 composantes / 30 :

$$\rightarrow (7,86+9,00+9,14)/30 = 0,867$$

Score de l'état de fonctionnement écologique après compensation : somme des scores des 3 composantes / 30 :

$$\rightarrow (7,43+9,00+9,14)/30 = 0,868$$

Delta impact : score après – score avant :

$$\rightarrow (0,868-0,867) = 0,001$$

Gains écologiques : Delta impact x Surface de la zone d'emprise du projet (8,2 ha) :

$$\rightarrow 0,001 \times 8,2 = \mathbf{0,0082}$$

4.4. Evaluation des gains écologiques ajustés

4.4.1. Coefficient R

Le détail de la notation de chaque indicateur du coefficient R est relaté dans l'annexe 8.

$$\mathbf{R = 1,29}$$

4.4.2. Coefficient T

Le délai d'atteinte de l'état de fonctionnement écologique souhaité est de 1 an : l'état de fonctionnement écologique souhaité est atteint dès les opérations de débroussaillage effectuées.

$$\mathbf{T = 1}$$

4.4.3. Evaluation des gains écologiques ajustés

$$\text{Gains écologiques ajustés} = \frac{\text{Gains écologiques}}{T \times R}$$

$$\mathbf{\text{Gains écologiques ajustés} = 0,0082 / (1,29 \times 1) = \mathbf{0,0064}}$$

4.5. Conclusion sur le dossier

D'après la méthode, les pertes écologiques sont bien supérieures aux gains écologiques ajustés sur la base de ce que propose le maître d'ouvrage. La compensation proposée ne convient donc pas.

En effet, le projet d'aménagement conduit à la destruction quasi-totale d'une zone que l'on peut considérer plutôt en bon état de fonctionnement écologique. Les opérations de compensation s'appliquent à des zones naturelles en bon état de fonctionnement écologique, et consistent en des mesures dont la pertinence peut être discutée, et qui ne produisent qu'un très faible gain écologique.

Ce test met en évidence que proposer de la compensation sur des zones en bon état de fonctionnement écologique initial ne peut pas conduire à une compensation écologique qui respecte les objectifs de la séquence ERC : les pertes provoquées par l'impact seront toujours largement plus importantes que le faible gain auquel s'attendre, même avec des opérations d'améliorations ou alors la surface de compensation doit être considérablement supérieure à la surface impactée.

En effet, dans l'exemple étudié, la surface de compensation calculée avec la méthode serait égale à : $(PE \times R \times T) / \text{Delta compensation} = (3,18 \times 1,29 \times 1) / 0,01 = 410 \text{ ha}$.

4.6. Sensibilité à la notation

Faisons varier la notation des indicateurs de quelques points afin de constater comment varie l'évaluation des pertes ou des gains écologiques dans le cas d'un score final élevé et dans le cas d'un score final bas. En effet, la variation d'un point d'un indicateur a plus de poids quand le score de la

composante est bas que quand il est élevé. Nous allons donc jouer sur les notes des indicateurs de la zone d'emprise avant et après le projet, en suivant trois scénarios différents.

- Dans le scénario 1, on augmente la note d'un indicateur de chaque composante de 1 point.
- Dans le scénario 2, on augmente la note d'un indicateur de chaque composante de 2 points, ou la note de deux indicateurs de 1 point.
- Dans le scénario 3, on augmente la note d'un indicateur de chaque composante de 3 points, ou la note de deux indicateurs de 1 point et 2 points, ou la note de trois indicateurs de 1 point.

Le taux de variation du score final est calculé selon la formule :

$$100 \times [\text{score final scénario} - \text{score final originel}] / \text{score final originel}$$

4.6.1. Sensibilité à la notation dans le cas d'un bon état de fonctionnement écologique

La notation originelle est la notation de l'état de la zone d'emprise avant aménagement.

Tableau 36 : Effets de la variation de la notation de 1 à 3 indicateurs par composante sur les scores des composantes, et sur les pertes écologiques.

	Notation originelle	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Localisation	6,86	7,00	7,14	7,29
Hydrologie	9,00	9,13	9,25	9,38
Végétation	8,57	8,71	8,86	9,00
Score final	0,8143	0,8280	0,8417	0,8554
Taux de variation		+ 1,68 %	+ 3,36 %	+ 5,05%

Dans le scénario de variation le plus important : variation d'un indicateur de 3 points, dans chaque composante, le taux de variation du score final est d'environ 5%, ce qui reste acceptable.

4.6.2. Sensibilité à la notation dans le cas d'un état de fonctionnement écologique dégradé

La notation originelle est la notation de l'état de la zone d'emprise après aménagement.

Tableau 37 : Effets de la variation de la notation de 1 à 3 indicateurs par composante sur les scores des composantes, et sur les pertes écologiques.

	Notation originelle	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Localisation	4,00	4,14	4,29	4,43
Hydrologie	0,71	0,86	1,00	1,14
Végétation	1,43	1,57	1,71	1,86
Score final	0,2048	0,2190	0,2333	0,2476
Taux de variation		+ 6,9 %	+ 13,9 %	+ 20,9 %

On constate que la sensibilité à la notation est beaucoup plus importante pour la notation d'état de fonctionnement écologique avec de faibles scores, ce qui correspond en principe à l'état après impact, et éventuellement à l'état avant compensation. Il est donc important d'apporter un soin particulier à l'évaluation des impacts.

4.7. Discussion

4.7.1. Le caractère atypique de la communauté végétale de la zone aménagée et le choix de l'écosystème de référence

A la prise de connaissance du dossier, le caractère atypique de la communauté végétale de la zone d'emprise du projet peut sembler problématique. En effet, à quel type d'habitat se référer alors qu'on a des espèces végétales typiques des zones humides de la région et des jeunes arbustes d'essences non locales, issus des boisements plantés dans les années 50. Comment interpréter l'histoire récente de la zone : boisement défriché qui devient une zone humide et forte dynamique de végétation panachant ces différents types espèces ?

La méthode MERCIe nous donne la marche à suivre pour évaluer un tel type de milieu. L'écosystème (semi)-naturellement attendu dans la région est l'habitat Landes humides atlantiques tempérées : on retrouve cette référence au travers des discussions avec la direction interrégionale de l'Onema, qui connaît bien les milieux de la région, on la retrouve également au travers des ZNIEFF voisines, et dans le descriptif des cahiers d'habitats Natura 2000.

Ensuite, en répondant aux différents indicateurs, sans chercher à « sur-interpréter » à l'avance les réponses que l'on donne, la notation reflète bien l'histoire de la zone évaluée. Le score de 8 sur 10 reflète un milieu en très bon état de fonctionnement écologique mais pas maximal. En effet, la zone se trouve en bordure de route et en face d'une petite zone d'activité, et non pas en plein espace naturel. Et la communauté végétale reflète une altération d'origine humaine : la plantation d'essences exogènes il y a 60 ans. En dehors de ces deux facteurs, la zone montre des caractéristiques reflétant son bon fonctionnement écologique : très forte dynamique de végétation, hydrologie conforme à l'humidité très forte de la région, présence d'amphibiens.

4.7.2. Intérêt relatif de la zone tampon

Dans ce cas d'étude, les pertes écologiques estimées pour la zone tampon sont très inférieures aux pertes engendrées sur la zone d'emprise du projet. Elles représentent environ 6% des pertes totales. Cela peut amener à se poser la question de l'intérêt de procéder à une telle évaluation quand on dispose de peu de temps à consacrer à un dossier.

Malgré tout, il reste nécessaire de s'intéresser à ces impacts car ils peuvent peser davantage dans d'autres types de projets. C'est le cas par exemple des infrastructures linéaires dont l'emprise au sol peut être relativement faible mais qui ont un effet sur la fragmentation des habitats très important et qu'on retrouve dans l'évaluation de la zone tampon.

D'autre part, la question des références sur lesquelles se baser pour dimensionner la zone tampon reste ouverte. La difficulté est d'autant plus grande que l'influence de l'artificialisation d'une zone dépend certes du type d'infrastructures et des activités qui s'y déroulent, mais peut aussi dépendre des espèces considérées. En l'absence pour le moment de références satisfaisantes, nous préconisons de nous baser sur la proposition de l'outil RhoMéO.

4.7.3. Le gain écologique relatif au cadre de référence choisi

Une des difficultés posées par ce dossier est liée au cadre de référence sur lequel s'appuyer pour analyser les mesures compensatoires. Selon les points de vue adoptés, les mesures d'ouverture des milieux peuvent être perçues comme une amélioration de l'état de fonctionnement écologique d'une zone, ou au contraire comme une perturbation de la libre évolution écologique. Nous avons conduit l'évaluation en considérant ces interventions comme permettant une amélioration de l'état du milieu. Malgré tout, le gain écologique reste très faible. En adoptant le point de vue opposé, on aurait carrément obtenu une perte écologique.

La méthode n'a pas pour objet d'apporter une solution à ce débat, mais en obligeant à être transparent sur cette question, elle permet d'explicitier et de justifier les choix en matière de priorités de gestion.

4.7.4. La durée des mesures compensatoires

Une des faiblesses du dossier testé concerne la durée des mesures compensatoires limitées à 5 ans. Cela a posé un problème sur le choix de l'échéance de temps à laquelle se placer pour projeter l'état de fonctionnement écologique « après compensation ». Afin de pouvoir procéder au test de la méthode, nous nous sommes placés à l'échelle de temps adéquate : à savoir, à une période où l'effet des mesures serait perceptible.

Cependant, la méthode et la réglementation nous amènent plutôt à nous positionner à long terme, à une échelle de temps cohérente avec la durée des impacts de l'aménagement, soit bien plus que 5 ans. Dans ce cas, si on imagine l'état de la zone de compensation à long terme, l'effet des mesures de compensation n'est plus visible : la végétation aura repris sa dynamique naturelle, et la zone sera dans le même état que l'état initial, toutes choses étant égales par ailleurs. La conclusion est alors très rapide : le dossier ne propose en réalité pas de mesures compensatoires.

5. Avantages, limites et perspectives

Les discussions avec les acteurs de terrain de la séquence ERC qui ont accompagné les présentations, les tests et les ateliers organisés dans le cadre des travaux sur la méthode MERCIe, ont permis de faire ressortir les avantages et les limites de la méthode. Ceux-ci ont été déterminés sur la base de l'expérience et de la pratique de nos interlocuteurs : services instructeurs (DREAL, DDTM), établissement public ou commission en charge de l'expertise des projets (Onema, CSRPN), bureaux d'études et maîtres d'ouvrages (publics et privés). Les tableaux ci-après résument les avantages et les limites de la méthode MERCIe.

5.1. Avantages d'après les acteurs de terrain

Tableau 38 : Les avantages de la méthode expérimentale MERCI

Avantages	Détails et explications
1. Facilité de compréhension	<p>Les approches réglementaires et les approches écologiques sont clairement distinguées.</p> <p>Les indicateurs écologiques ne sont pas pondérés. Les formules de calculs sont simples. La méthode est transparente et s'adapte facilement aux besoins et contextes particuliers.</p>
2. Facilité de mise en œuvre	<p>Les informations sont facilement mobilisables à partir des bases de données habituelles.</p> <p>La mise en œuvre ne nécessite pas de matériel, ni de protocole coûteux.</p> <p>Même si on n'est pas en mesure de renseigner tous les indicateurs écologiques, on peut quand même appliquer la méthode. Le résultat de notre évaluation est un peu moins robuste, car basé sur moins d'informations, mais on peut malgré tout la conduire. Cependant, il reste indispensable, pour que l'évaluation ait un sens, de renseigner une majorité des indicateurs prévus.</p> <p>Il faut cependant rester attentif à ce que cette souplesse d'utilisation ne soit pas dévoyée en évitant d'évaluer les indicateurs qui seraient perçus comme défavorables.</p>
3. Rapidité de mise en œuvre	<p>Les indicateurs sont notés sans réaliser de comptage ou de mesure, mais plutôt « à dire d'expert » encadrés par les notes narratives. Pour l'exemple exposé dans ce rapport, le temps nécessaire a été de 2 demi-journées (dont une demi-journée sur le terrain)</p>
4. Méthode applicable à tous types de zones humides, et tous types de projets	<p>La méthode a été appliquée à une zone humide côtière, à des zones humides continentales dans des états de fonctionnement écologique très différents.</p>
5. Approche généralisable à d'autres types d'écosystèmes	<p>Après choix d'indicateurs appropriés, la méthode peut être déclinée pour les cours d'eau. Elle peut aussi être appliquée à des zones terrestres, en supprimant les indicateurs Hydrologie.</p> <p>Le choix d'autres indicateurs est possible, en gardant la même approche.</p>
6. Nécessite des observations sur le terrain	<p>L'instruction d'un dossier à l'aide de la méthode MERCIe impose une visite de terrain, et un parcours des zones à évaluer. D'après les services instructeurs rencontrés, cela n'est pas fait systématiquement pour tous les dossiers mais une visite de terrain permet de fournir une évaluation plus solide et plus argumentée.</p> <p>L'utilisation d'une même grille d'évaluation dans tous les cas permet une certaine standardisation des évaluations, et donc de dégager davantage de temps pour aller sur le terrain.</p> <p>Sont pris en compte des critères souvent ignorés dans la pratique actuelle.</p>

7. Evaluation scientifiquement fondée et objective, « plus juste »	<p>La notation est graduée, et donc plus pertinente qu'une évaluation binaire de type « présence-absence ».</p> <p>C'est la même grille d'évaluation qui est appliquée à la zone d'impact et à la zone de compensation.</p> <p>L'évaluation est libérée de certains <i>a priori</i> et de choix implicites, notamment en ce qui concerne le cadre écologique de référence.</p> <p>La méthode donne des éléments pour évaluer le risque.</p>
8. Favorise les étapes Eviter et Réduire	<p>La méthode donne des pistes pour minimiser les impacts au travers de la notation avant et après des différents indicateurs.</p> <p>Elle peut être utilisée comme un outil d'aide à la décision par le maître d'ouvrage en étant appliquée en amont des projets. Elle permet notamment de comparer des scénarios d'aménagement et de contribuer au choix de la solution de moindre impact environnemental.</p> <p>Cette possibilité d'application ouvre des perspectives de développement pour rendre la méthode plus opérationnelle encore sur cette phase des projets d'aménagement.</p> <p>Elle permet de comparer différents scénarios de compensation.</p> <p>Aboutir à une surface de compensation élevée permet de mieux prendre conscience de l'ampleur des impacts d'un projet sur les zones humides.</p> <p>Aboutir à une surface de compensation élevée incite à davantage éviter et réduire les impacts.</p>
9. Vision intégratrice des différents types d'impacts	<p>En ayant connaissance des autres projets prévus dans le voisinage, et des conditions de réalisation des travaux, on peut projeter l'état de la zone évaluée en tenant compte de tous les impacts et des activités induites. L'évaluation de l'état de fonctionnement écologique ainsi produite tient compte des impacts significatifs, permanents et cumulés. On aboutit à une vision intégrée de tous les impacts, en cohérence avec le fonctionnement d'un écosystème.</p>

5.2. Limites

Tableau 39 : Les limites de la méthode expérimentale MERCI

Limites	Détails et explications
1. Marge d'interprétation des indicateurs et des observations de terrain	<p>L'interprétation peut rendre difficile le choix des notes à attribuer aux indicateurs lors de la prise en main de la méthode.</p> <p>Cela peut faire varier le résultat de l'évaluation d'un même projet conduite par des personnes différentes.</p> <p>Tout d'abord, certains évaluateurs peuvent être plutôt « sévères » ou au contraire plutôt « indulgents ». Lors des ateliers menés en Languedoc-Roussillon, 3 groupes ont évalué la même zone et on a bien retrouvé ces 2 approches justifiées selon les cas par : « je pars du principe que la note 10 n'existe pas », ou par « je ne vois aucune raison justifiant de ne pas mettre 10 ». Dans la mesure où toutes les évaluations de la zone d'impact et de la zone de compensation, avant et après, sont menées par la même personne, le caractère plus ou moins sévère de la notation est sans effet.</p> <p>Cependant, les évaluations peuvent varier d'une personne à l'autre du simple fait de leur interprétation des indicateurs.</p>

	<p>Pour pallier ce problème, les utilisateurs de la méthode doivent être formés, et s'appuyer sur un guide d'application et d'interprétation aussi complet que possible, avec des exemples pour minimiser ce biais.</p>
<p>2. Définition du cadre écologique de référence</p>	<p>Malgré le choix d'un cadre de référence écologique institutionnel, Natura 2000, il reste une marge d'interprétation, qui peut susciter un débat dépassant largement l'objet de notre étude.</p> <p>Si la méthode MERCIe ne prétend pas apporter de réponse définitive à cette question, elle ne peut cependant pas l'éviter. En explicitant clairement le cadre de référence choisi, elle a le mérite de rendre plus transparents les critères selon lesquels sont évalués les milieux, et de clarifier les enjeux et les choix liés à la séquence ERC. Dans la pratique actuelle, comme l'ont montré nos échanges avec les services instructeurs et les bureaux d'études, cette question est souvent occultée, étant traitée de façon implicite par les acteurs, chacun ayant ses propres références.</p>
<p>3. Stade expérimental de la méthode</p>	<p>Les tests de sensibilité sont à mener : évaluer la différence de notation entre évaluateurs, en conséquence de ce qui vient d'être exposé, évaluer la sensibilité de la méthode à différents niveaux d'état de fonctionnement écologique.</p> <p>Les tests de calibrage sont à mener : sur la base des dossiers qui sont jugés aujourd'hui comme de bons dossiers, comparer les résultats que donne la méthode à la compensation qui a été acceptée dans le dossier final. Cela permettra d'ajuster la fourchette de variation des coefficients pour être en phase avec le contexte français.</p> <p>L'interprétation des indicateurs est à affiner, ou bien la liste est à compléter au moyen du test de la méthode sur une grande variété de projets et milieux.</p>
<p>4. Approche espèces et habitats protégés</p>	<p>La méthode, telle qu'elle est proposée actuellement ne prend pas en compte les espèces protégées, au risque que la compensation proposée ne cible pas du tout les espèces protégées (ou patrimoniales). La proposition d'un coefficient Espèces Protégées (CEP évoqué ci-après) peut être une réponse.</p>
<p>5. Approche cours d'eau</p>	<p>La méthode, dans sa forme actuelle, n'est pas directement applicable aux cours d'eau.</p>
<p>6. Détermination d'une équivalence fonctionnelle qualitative fonction par fonction</p>	<p>La méthode permet d'évaluer à quel niveau l'écosystème analysé fonctionne, à quel point il réalise les fonctions attendues, mais elle ne permet pas, en son état actuel, de détailler quelles fonctions précises sont réalisées ou non. Or cette question constitue une des facettes du principe d'équivalence écologique tel que posé par la réglementation (équivalence qualitative).</p>
<p>7. Danger de s'appuyer sur des diagnostics écologiques existants non vérifiés</p>	<p>La méthode peut être appliquée en s'appuyant sur des diagnostics existants, tels les états initiaux établis par les bureaux d'études et maîtres d'ouvrages. Il faut rester très vigilant par rapport à la fiabilité de ces diagnostics et à leur prise en compte dans l'évaluation MERCIe car cela peut fausser les résultats. Cela justifie d'autant plus la nécessité d'aller sur le terrain.</p>

5.3. Perspectives et propositions

Tableau 40 : Les perspectives de la méthode expérimentale MERCI

Perspectives	Détails et explications
<p>1. Poursuivre le développement de la méthode</p>	<p>Sur la base des lignes directrices et des retours des acteurs de terrain, définir les critères d'application, les valeurs et tester de nouveaux coefficients d'ajustement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coefficient Enjeu Patrimonial – Espèces Protégées (CEP) Les milieux et les espèces impactés sont actuellement très souvent évalués sous cet angle : « fort enjeu patrimonial », « intérêt écologique », selon des formules issues des études d'impacts et la réglementation impose cette approche. Ce coefficient pourrait majorer les pertes ou les gains. - Coefficient d'Ajustement pour la Trame (verte ou bleue) Si la zone de compensation est située dans la trame verte ou bleue définie dans le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE), on peut bonifier les gains écologiques en appliquant ce coefficient afin de favoriser les mesures compensatoires cohérentes sur le plan territorial et écologique. <p>Test de sensibilité : évaluer la différence de notation entre évaluateurs, en conséquence de ce qui vient d'être exposé, évaluer la sensibilité de la méthode à différents niveaux d'état de fonctionnement écologique.</p> <p>Test de calibrage : sur la base des dossiers qui sont jugés aujourd'hui comme de bons dossiers, comparer les résultats que donnent la méthode à la compensation qui a été validée par l'Etat dans le dossier final. Cela permettrait d'ajuster la fourchette de variation des coefficients pour être en phase avec le contexte français.</p> <p>Confronter les résultats obtenus avec différentes méthodes de dimensionnement de la compensation écologique peut également apporter des indications de calibrage.</p> <p>Tester les indicateurs et coefficients sur une grande variété de projets et milieux pour affiner leur interprétation et produire un guide d'application et d'aide à la notation.</p> <p>Veiller au respect du principe d'équivalence qualitative et fonctionnelle dans le choix préalable des sites de compensation (via notamment l'intégration de la méthode d'évaluation des fonctions associées aux zones humides développée par le MNHN/Onema)</p>
<p>2. Développer l'approche MERCI aux différents stades d'un projet</p>	<p>En partenariat avec des maîtres d'ouvrage, qu'ils soient publics ou privés, et des bureaux d'études, tester l'application de la méthode MERCI en amont des projets afin d'adapter les modalités d'application aux spécificités de ces phases de conception.</p> <p>Tester la possibilité d'adapter la méthode au suivi des mesures de compensation.</p>
<p>3. Décliner la méthode et ses indicateurs à d'autres types d'écosystèmes</p>	<p>Ecosystèmes marins (travaux en cours avec l'IFRECOR, l'Université de la Réunion et le CEFÉ-UPVM sur l'adaptation de la méthode MERCI aux écosystèmes coralliens avec la méthode MERCICOR).</p> <p>Cours d'eau : transposer l'approche surfacique en une approche linéaire, identifier les composantes et indicateurs adéquats aux cours d'eau en conservant les mêmes principes d'évaluation de l'état de fonctionnement écologique, et en les rapprochant des principes issus de la directive cadre sur l'eau.</p>

	Ecosystèmes terrestres : tester la possibilité de remplacer les indicateurs hydrologie par des indicateurs de type sols.
<p>4. Appliquer la méthode pour le calcul des crédits de compensation des réserves d'actifs naturels</p>	<p>La loi sur la biodiversité, qui est en cours d'adoption à l'heure où ce rapport est écrit, prévoit d'instituer la possibilité de recourir à des Réserves d'Actifs Naturels pour mettre en œuvre les mesures compensatoires. La conception de la méthode MERCIe est adaptée aux calculs de crédits de compensation et pourrait donc être testée à cette fin.</p>

L'ensemble des acteurs a manifesté un besoin de dialogue, c'est à dire de poursuivre dans un cadre d'écoute, les échanges de pratiques liées à ERC issues du terrain. La méthode MERCIe permet, à travers un outil partagé (bureaux d'études / maitres d'ouvrages et services de l'Etat) de dialoguer et de confronter les avis, sans négocier sur les aspects écologiques fondamentaux.



Figure 14 : Groupe de travail ERC en Région Languedoc Roussillon (<http://www.languedoc-roussillon.developpement-durable.gouv.fr/lancement-du-groupe-erc-22-octobre-2013>)

6. Conclusion

La méthode expérimentale MERClé présentée dans ce rapport, est née du besoin de références méthodologiques partagées par les différents acteurs de la séquence ERC, pour dimensionner les mesures de compensation spécifiques aux zones humides.

Ce constat, établi au moyen de plusieurs enquêtes, a été confirmé lors des interventions visant à présenter et à tester cette méthode auprès des services de l'Etat, bureaux d'études et aménageurs au niveau national.

En effet, jusqu'à présent, le dimensionnement des mesures compensatoires "zones humides" repose généralement sur les ratios surfaciques recommandés par les SDAGE (généralement supérieurs à 1, ces derniers intègrent implicitement certains principes réglementaires dont la proportionnalité, l'équivalence et l'efficacité). La méthode MERClé abonde dans le sens de ces dispositions (les surfaces de compensation calculées sont toujours supérieures aux surfaces impactées) tout en justifiant les surfaces de compensation estimées sur la base d'une démarche d'analyse scientifiquement fondée.

La méthode MERClé, construite pour dimensionner dans l'immédiat les mesures de compensation, spécifiques aux zones humides, propose une évaluation biophysique opérationnelle des écosystèmes et améliore, dans son ensemble, le respect de la séquence ERC. Cette approche méthodologique, peut donc être utilisée pour appliquer la séquence Eviter, Réduire et Compenser les impacts écologiques telle que définie par la réglementation. Elle donne également des clés intéressantes pour intégrer les multiples exigences réglementaires.

Il reste à poursuivre des tests et travaux de recherche, pour améliorer les avantages que présente cette méthode. En outre, il convient de répondre aux interrogations des utilisateurs de la méthode, à travers des tests complémentaires, afin d'élargir son champ d'application.

Les échanges et partenariats avec les services de l'Etat, les maîtres d'ouvrages ou bureaux d'études ont joué un rôle central dans les travaux de développement de la méthode. En effet, le parti pris pour la construction de cet outil, est de rester en phase avec le contexte d'application à la fois réglementaire et pratique. La méthode MERClé s'est révélée d'un grand intérêt pour l'application de la séquence ERC dans différents cas concrets, car l'outil se veut pragmatique et participatif.

Nous suggérons enfin, que l'approche de co-construction utilisée pour son développement puisse être conceptualisée et développée dans l'optique d'un projet de thèse.

7. Sigles & Abréviations

CEFE : Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive

CEN : Conservatoire des Espaces Naturels

CEREMA : Centre d'Etudes et d'expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement

CSRPN : Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel

DDTM : Direction Départementale des Territoires et de la Mer

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

EPTB : Etablissements Publics Territoriaux de Bassin

HEA : Habitat Equivalency Analysis

Méthode d'analyse des impacts environnementaux utilisée pour les impacts accidentels et les impacts anticipés lors des projets d'aménagement. Elle a pour objet d'évaluer le niveau de compensation à partir des services et ressources naturelles rendus par l'habitat. Créée dans les années 1990, elle a été introduite dans la Directive Européenne sur la responsabilité environnementale dans le cadre d'impacts environnementaux liées à des accidents industriels. (source : Levrel et al. 2015)

IGN : Institut Géographique Français

MEDDE : Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie

RAM : Rapid Assessment Method – Méthode d'Évaluation Rapide

UMAM : Uniform Mitigation Assessment Method – Méthode uniforme d'Évaluation de la Compensation

ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique.

Secteurs présentant de fortes capacités biologiques et un bon état de conservation. (source : site internet de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel)

8. Bibliographie

- Aronson, J., 2012. **Regard d'un écologue sur la proposition de Nomenclature des préjudices environnementaux**, in: *Nomenclature Des Préjudices Environnementaux*. Paris.
- Baumstark, L., Hirtzman, P., 2005. **Révision du taux d'actualisation des investissements publics. Rapport du groupe d'experts présidé par Daniel Lebègue**.
- Barbault, R., 2008. *Ecologie générale : structure et fonctionnement de la biosphère*. Dunod.
- Barnaud, G., Coic, B., 2011. Mesures compensatoires et correctives liées à la destruction de zones humides.
- Barnaud, G., Fustec, E., 2007. *Conserver les zones humides : pourquoi ? Comment ?*, Educagri / Quae. ed.
- Billy, V. de, Tournebize, J., Barnaud, G., Benoît, M., Birgand, F., Garnier, J., Lesaffre, B., Leveque, C., Marsily, G. de, Muller, S., Musy, A., Zimmer, D., 2015. **Compenser la destruction de zones humides. Retours d'expérience sur les méthodes et réflexions inspirées par le projet d'aéroport de Notre-Dame-des-Landes (France)**. *Natures Sciences Sociétés* 23, 27–41.
- Bouzillé, J.-B., 2014. *Ecologie des zones humides : concepts, méthodes et démarches*, Lavoisier. ed, Tec et Doc. Paris.
- Bull, J.W., Brownlie, S., 2015. The transition from No Net Loss to a Net Gain of biodiversity is far from trivial. *Oryx*.
- Bull, J.W., Gordon, A., Law, E.A., Suttle, K.B., Milner-Gulland, E.J., 2014. Importance of Baseline Specification in Evaluating Conservation Interventions and Achieving No Net Loss of Biodiversity. *Conservation Biology* 28, 799–809.
- Bull, J.W., Singh, N.J., Suttle, K.B., Bykova, E.A., Milner-Gulland, E.J., 2015. Creating a frame of reference for conservation interventions. *Land Use Policy* 49, 273–286.
- CGDD, 2013. *Lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire, et compenser les impacts sur les milieux naturels*.
- Calvet, C., Guillaume, O., Claude, N., 2015. Tracking the origins and development of biodiversity offsetting in academic research and its implications for conservation: A review. *Biological Conservation* 192, 492–503.
- Fortier, A., 2009. La conservation de la biodiversité. *Etudes rurales* n° 183, 129–142.
- Collectif RhoMéO, 2014. *La boîte à outil de suivi des zones humides du bassin Rhône-Méditerranée*.
- Fennessy, M.S., Jacobs, A.D., Kentula, M.E., 2007. An evaluation of rapid methods for assessing the ecological condition of wetlands. *Wetlands* 27, 543–560.
- Gaucherand, S., Schwoertzig, E., Clément, J.-C., Johnson, B., Quétier, F., 2015. The cultural dimensions of freshwater wetland assessments : lessons learned from the application of US rapid assessment methods in France. *Environmental Management*.
- Jacob, C., Quétier, F., Aronson, J., Pioch, S., Levrel, H., 2015. Vers une politique française de compensation des impacts sur la biodiversité plus efficace : défis et perspectives. *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*. doi:10.4000/vertigo.15385
- Levrel, H., Frascaria-Lacoste, N., Hay, J., Martin, G., Pioch, S., 2015. Restaurer la nature pour atténuer les impacts du développement. *Analyse des mesures compensatoires pour la biodiversité*. Quae. ed, Syntèses.
- Maltby, E., 2009. *Functional Assessment of Wetlands: Towards Evaluation of Ecosystem Services*. Elsevier.
- Millenium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and human well-being : wetlands and water – Synthesis*. World Ressources Institute, Washington DC.
- Mitsch, W., Gosselink, J., 2000. The value of wetlands : importance of scale and landscape setting. *Ecological Economics* 25–33.
- Quétier, F., Lavorel, S., 2011. Assessing ecological equivalence in biodiversity offset schemes : Key issues an solutions. *Biological Conservation*.
- Quétier, F., Quenouille, B., Schwoertzig, E., Gaucherand, S., Lavorel, S., Thiévent, P., 2012. **Les enjeux de l'équivalence écologique pour la conception et le dimensionnement de mesures compensatoires d'impacts sur la biodiversité et les milieux naturels [WWW Document]**. URL <http://www.set-revue.fr/les-enjeux-de-l-equivalence-ecologique-pour-la-conception-et-le-dimensionnement-de-mesures-compensat/citations> (accessed 5.5.15).
- Quinet, E., 2013. *Evaluation socioéconomique des investissements publics*.
- Papuga, G., Bertrand, S., 2013. **Contribution à la méthodologie d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat d'intérêt communautaire prioritaire 1150-2* Lagunes côtières méditerranéennes à l'échelle du site Natura 2000**.
- Regnery, B., 2013. **Les mesures compensatoires pour la biodiversité, conception et perspectives d'application**. Université Pierre et Marie Curie.
- Regnery, B., Quétier, F., Cozannet, N., Gaucherand, S., Laroche, A., Burylo, M., Couvet, D., Kerbiriou, C., 2013. Mesures compensatoires pour la biodiversité : comment améliorer les dossiers environnementaux et la gouvernance ? | *Sciences Eaux & Territoires, la revue d'Irstea*

Secrétariat de la Convention de Ramsar, 2010. Gestion des zones humides : Cadres pour la gestion des zones **humides d'importance internationale et autres zones humides**.

Shallari, A., Pioch, S., 2014. **Comment améliorer l'évaluation d'une "juste" compensation environnementale ?** Environnement & Technique.

Sutula, M.A., Stein, E.D., Collins, J.N., Fetscher, A.E., Clark, R., 2006. A Practical Guide for the Development of a Wetland Assessment Method: The California Experience. JAWRA Journal of the American Water Resources Association 42, 157–175.

9. Table des illustrations

Figure 1 : Le triangle de définition d'une méthode d'évaluation	13
Figure 2 : Les principes de réflexion pour le développement de la méthode MERCIe	18
Figure 3 : Illustration de l'atelier n°2	19
Figure 4 : Illustration de l'atelier n°2	19
Figure 5 : Architecture de la méthode expérimentale MERCIe	21
Figure 6 : Evaluation de l'état de fonctionnement écologique du milieu pour la zone impactée ou pour la zone de compensation	22
Figure 7 : Zone d'impact, zone d'emprise et zone tampon	25
Figure 8 : Zone prospectée sur le terrain	26
Figure 9 : Découpage de la zone aménagée en 4 îlots d'évaluation	41
Figure 10 : Application de la méthode expérimentale MERCIe aux différents stades d'un projet d'aménagement, selon les missions définies par la loi sur la Maitrise d'Ouvrage Publique (Loi n° 85-704 du 12 juillet 1985)	43
Figure 11 : Visualisation de la zone d'emprise du projet	45
Figure 12 : Visualisation de la zone tampon autour de la zone d'emprise du projet.....	45
Figure 13 : Visualisation des zones de compensation	48
Figure 14 : Groupe de travail ERC en Région Languedoc Roussillon (http://www.languedocroussillon.developpement-durable.gouv.fr/lancement-du-groupe-erc-22-octobre-2013).....	56
Figure 15 : Vue d'ensemble de la zone d'emprise	69
Figure 16 : Vue de la zone d'emprise : molinies au premier plan et arbustes et boisements au deuxième et au dernier plans	69
Figure 17 : Mare avec pontes d'amphibiens	70
Figure 18 : vue d'une partie boisée de la zone d'emprise	70
Figure 19 : vue d'un des sites de compensation, le site A	71
Figure 20 : eau affleurante sur le site A	71
Figure 21 : Vue d'une saulaie du site 1	72
Figure 22 : Vue du site 1, zone de l'ancienne décharge recouverte	72
Tableau 1 : Typologie des comportements des maîtres d'ouvrage par rapport à la séquence ERC ...	15
Tableau 2 : Récapitulatif des dossiers testés avec MERCI	19
Tableau 3 : Aides à la notation de l'indicateur Usages dans les territoires adjacents à la zone évaluée	28
Tableau 4 : Aides à la notation de l'indicateur Présence d'espèces invasives ou exotiques dans les zones voisines	28
Tableau 5 : Aides à la notation de l'indicateur	28
Tableau 6 : Aides à la notation de l'indicateur	29
Tableau 7 : Aides à la notation de l'indicateur	29
Tableau 8: Aides à la notation de l'indicateur.....	29
Tableau 9 : Aides à la notation de l'indicateur	29
Tableau 10 : Aides à la notation de l'indicateur.....	30
Tableau 11 : Aides à la notation de l'indicateur.....	30
Tableau 12 : Aides à la notation de l'indicateur.....	30
Tableau 13 : Aides à la notation de l'indicateur.....	31
Tableau 14 : Aides à la notation de l'indicateur.....	31
Tableau 15 : Aides à la notation de l'indicateur.....	31
Tableau 16 : Aides à la notation de l'indicateur.....	31
Tableau 17 : Aides à la notation de l'indicateur.....	32
Tableau 18 : Aides à la notation de l'indicateur.....	32
Tableau 19 : Aides à la notation de l'indicateur.....	32
Tableau 20 : Aides à la notation de l'indicateur.....	33
Tableau 21 : Aides à la notation de l'indicateur.....	33
Tableau 22 : Aides à la notation de l'indicateur.....	33
Tableau 23 : Aides à la notation de l'indicateur.....	34
Tableau 24 : Aides à la notation de l'indicateur.....	34
Tableau 25 : Aides à la notation de l'indicateur.....	34
Tableau 26 : Aides à la notation de l'indicateur.....	34
Tableau 27 : Aides à la notation de l'indicateur.....	35
Tableau 28 : Aides à la notation de l'indicateur.....	35
Tableau 29 : Aides à la notation de l'indicateur.....	35
Tableau 30 : Aides à la notation du coefficient Risque	36

Tableau 31 : Conversion du délai en coefficient d'ajustement T.....	39
Tableau 32 : Les principes réglementaires de la séquence ERC prises en compte dans la méthode MERCIe au sens des exigences formulées par le CGDD dans les lignes directrices pages 10 et 11 (CGDD, 2013).....	42
Tableau 33 : Score des 3 composantes de l'état de fonctionnement écologique de la zone d'emprise	46
Tableau 34 : les 3 composantes de l'état de fonctionnement écologique de la zone tampon.....	46
Tableau 35 : Score des 3 composantes de l'état de fonctionnement écologique des zones de compensation	48
Tableau 36 : Effets de la variation de la notation de 1 à 3 indicateurs par composante sur les scores des composantes, et sur les pertes écologiques.	50
Tableau 37 : Effets de la variation de la notation de 1 à 3 indicateurs par composante sur les scores des composantes, et sur les pertes écologiques.	50
Tableau 38 : Les avantages de la méthode expérimentale MERCI.....	52
Tableau 39 : Les limites de la méthode expérimentale MERCI	53
Tableau 40 : Les perspectives de la méthode expérimentale MERCI	55

10. Annexes

Annexe 1 : Liste des présentations, réunions et ateliers réalisés en 2015 et 2016

Date	Durée	Lieu	Nombre de participants	Objet
10/07/2015	3 h	DREAL Languedoc-Roussillon	8	Présentation des derniers travaux et résultats et préparation de la suite du partenariat sur MERCI
25/09/2015	20 min	EPTB Loire Orléans	15	Présentation MERCI
19/10/2015	1 jour	DREAL Languedoc-Roussillon	15	Atelier n°1 sur MERCI
12/11/2015	1 jour	DREAL Languedoc-Roussillon	15	Atelier n°2 sur MERCI
01/12/2015	1 jour	DREAL Languedoc-Roussillon	15	Atelier n°3 sur MERCI
08/12/2015	1h30	Région Languedoc-Roussillon	3	Présentation de MERCI et du cas de test Port la Nouvelle
14/12/2015	20 min	DRIEE Ile de France	8	Présentation de MERCI
07/01/2016	20 min	Onema		Présentation MERCI groupe de travail ERC
25/01/2016	3 h	Onema DIR	2	Présentation de MERCI et test sur un cas d'étude
26/01/2016	3h	Tarbes	1	
11/02/2016	30 min	Onema, séminaire GIL		Présentation de MERCI
16/02/2016	1h30	Agence de l'eau Rhône Méditerranée délégation de Montpellier	2	Présentation des travaux réalisés
25/02/2016	3 h	DREAL PACA	9	Présentation de MERCI
15/03/2016	30 min	Agence de l'eau Seine Normandie	Une vingtaine	Présentation des travaux réalisés à la Commission des Milieux Naturels de l'Agence de l'eau
12/04/2016	3h	DRIEE Ile de France DDT77		Test de la méthode MERCI sur un cas d'étude
13/04/2016	4h			

Annexe 2 : programme des ateliers méthode organisés avec la DREAL Languedoc-Roussillon et liste des participants

Objectifs

- S'approprier la méthode : analyser ensemble son fonctionnement et les indicateurs
- Identifier comment tenir compte des critères propres à la procédure Espèces protégées, ou des critères propres aux procédures zones humides
- Appliquer la méthode et les hypothèses d'adaptation sur des cas d'études concrets
- Définir le cadre de référence pour l'application de la méthode en LR : étudier les différents cas d'application de la méthode selon les types de projets.

Programme

Session 1 : analyse et compréhension de la méthode proposée par le CEFE

- Les fondements scientifiques de la méthode
- Périmètre d'utilisation
- Architecture de la méthode
- Les éléments clés : la zone d'étude et sa surface, l'état de référence
- Les indicateurs et les coefficients : signification et rôle

Session 2 : application de la méthode à un cas concret, la construction du LIEN

Session en salle et sur le terrain. Travail en 3 sous-groupes.

- Présentation du projet et formation des groupes
- Application de la grille d'analyse en salle
- Visite de terrain, et suite de l'application de la grille d'analyse

Partage des résultats obtenus par chaque groupe et calculs finaux

Session 3 : utiliser la méthode dans différents cas de figure

- Les différents types, de projets, de procédures, d'interlocuteurs : études de cas
- La méthode comme support de dialogue et outil pédagogique
- Synthèse et perspective : élaboration d'un cadre de référence régional pour l'utilisation de la méthode en Languedoc-Roussillon

Liste des participants

DREAL LR : Luis De Sousa, Anne Pariente, Pascale Seven, Laurence Vernisse

DDTM Aude : Stéphane Goyheneix

DDTM Gard : Sylvain Mateu, Aurore Druelle

Naturalia Environnement : Candice Huet

Ecosphère : Hervé Gomila

Eco-med : Eric Fiévet

Barbanson : Karine Jacquet

Egis eau : Laurie Cointre, Damien Parisot

CSRPN LR : Patrice Cramm

CEFE : Charlotte Bigard, Sylvain Pioch, Agnès Mechin

Labex : Sophie Boutin

Annexe 3 : Séminaire de recherche sur la méthode UMAM avec Connie Bersok

Liste des participants

Connie Bersok	Environmental administrator Florida Department of Environmental Protection
Lucie Bezombes	Doctorante CIFRE IRSTEA- EDF
Charlotte Bigard	Doctorante CIFRE CEFE-CNRS – Montpellier 3M
Kira Buelhoff	Stagiaire M2 IRSTEA Grenoble
Anaïs Buffard	Stagiaire M2 CEFE
Coralie Calvet	Doctorante
Stéphanie Gaucherand	Chercheur IRSTEA
Céline Jacob	Doctorante CIFRE CEFE-CNRS - Créocéan
Déline Jaymond	Stagiaire ingénieur IRSTEA Grenoble
Agnès Mechin	Ingénieur de recherche CEFE-CNRS
Anne Pariente	DREAL Languedoc-Roussillon
Sylvain Pioch	Maître de conférences CEFE-Université de Montpellier Paul Valéry
Emmanuel Thévenin	Région Languedoc-Roussillon
Anne-Charlotte Vaissières	Post-Doc LAMETA- université de Montpellier - Biotope

Extraits des discussions tenus pendant le séminaire

Historique de la méthode

1984 : premières lois sur les zones humides et première utilisation du concept de No Net Loss en zones humides. Pour l'USACE (US Army Corps of Engineers) : pas de perte nette de zones humides, pour l'Etat : pas de perte nette de fonctions de zones humides.

Etaient utilisés des ratios surfaciques (1 pour 3) ou des méthodes développées par des consultants :

- HGM (avant les années 90) : trop complexe, trop académique pour l'utilisation par les services de régulation
- WRAP ((Wetland Rapid Assessment Program) développée dans le courant des années 90 par le SFWMD (South Florida Water Management District). Développée spécifiquement pour les marais côtiers mais finalement utilisé pour les autres types de zones humides. Au départ, cette méthode servait à évaluer rapidement les zones restaurées. Puis ils se sont rendus compte qu'ils pouvaient utiliser cette méthode pour évaluer les impacts sur les zones aménagées. C'était la première approche fonctionnelle. En parallèle, d'autres états ont commencé à développer des méthodes basées sur une approche fonctionnelle : Oregon, Washington, California, Maine, Massachusetts, New-York etc.
- M-WRAP : l'USACE a transformé la méthode WRAP et l'a utilisée pour les banques de compensation.

En 1994, de nouvelles règles sur les banques de compensation apparaissent en Floride. Cela découle du bilan qui a été fait à partir de plusieurs études sur l'efficacité de la politique de compensation qui mettait notamment en évidence l'échec des tentatives de création de zones humides. Le passage aux banques de compensation permettait de changer d'échelle et de ne pas de concentrer uniquement sur les zones humides mais aussi sur les conditions environnementales et le voisinage de la zone humide qui peuvent être plus ou moins favorables. Il n'existait pas de méthode d'évaluation proprement dite, et on utilisait M-WRAP ou WRAP ou une méthode spécifiquement développée pour un projet.

(...)

Il s'est développé une nouvelle industrie de la banque de compensation, basée sur la servitude environnementale : la protection de terrains *ad vitam aeternam*, se transmettant de propriétaire en propriétaire lors des ventes.

(...)

Le développement d'une méthode UMAM est issu d'une décision du gouvernement fédéral de travailler sur une méthode unique. L'état a proposé de développer une méthode uniforme valable pour la compensation privée et la compensation par les banques de compensation, pour tous les types de zones humides et pour tous les types de permis d'aménager (3 permis sont délivrés en Floride : par l'équivalent de la préfecture, par l'équivalent de l'agence de l'eau et par une autre instance régionale). C'est Connie Bersok qui a été chargée de coordonner le développement de cette méthode en mobilisant environ 80 personnes (agences gouvernementales, consultants, peu de scientifiques –qui n'ont pas voulu participer). La méthode devait être valable pour tous les types de milieux humides en Floride. 15 ateliers ont été organisés dans tous l'état. 3 approches ont été testées sur le terrain avant que la méthode soit stabilisée. L'approche était la suivante : aller sur le terrain avec des gens qui connaissent bien une zone, faire appliquer la méthode par des gens qui ne connaissent pas la zone, faire regarder

les résultats par ceux qui connaissent la zone pour voir si les évaluateurs ont réussi à comprendre l'état de fonctionnement de la zone.

Tout le monde est tombé d'accord sur la nouvelle règle en 2003 : la méthode a commencé à être utilisée et personne ne s'y est opposé, cela semblait incroyable ! En 2004, les agents des services de régulation en charge des permis, et les consultants ont été formés pendant 6 mois : 800 personnes. Les formations ont été payées par l'Etat de Floride. La formation dure une journée. La méthode est utilisée par les agences gouvernementales. Pour les bureaux d'études, elle n'est pas obligatoire mais au final, ils l'utilisent.

UMAM correspond aux standards de Floride, qui peuvent varier dans les autres Etats. Mais d'autres Etats utilisent des variations de UMAM : Oregon, Californie.

UMAM ne spécifie par quels types d'habitats analyser mais elle réunit les questions communes à prendre en compte.

En 10 ans, très peu de choses ont changé dans UMAM. Mais depuis 2014, le département de la protection de l'environnement de l'Etat de Floride veut apporter des modifications. Par exemple, ils travaillent à mettre en place un programme qui donne le score final une fois qu'on a renseigné les questions.

(...)

UMAM est utilisée pour dimensionner la compensation mais elle ne permet pas d'évaluer si les mesures compensatoires sont appropriées.

(...)

La standardisation de l'évaluation par l'utilisation de la méthode UMAM a permis de dégager du temps pour aller sur le terrain. Le temps d'instruction a été divisé par 2, depuis l'introduction d'UMAM. Les délais d'instruction sont les mêmes quelle que soit la taille du projet (une maison individuelle ou une centrale nucléaire !) : 60 jours. S'il n'y a pas de réponse au-delà de 60 jours, la réponse est oui. Mais cela peut prendre un an pour compléter un dossier de permis.

(...)

La Floride est l'un des états les plus avancés en terme de banques de compensation. Les banques permettent aux maîtres d'ouvrages de se décharger du souci de la compensation. Cela autorise le développement, sans l'encourager à cause du coût élevé des crédits de compensation.

Tous les projets sont contrôlés après les opérations de restauration, dans les banques de compensation ou pour les permis individuels.

Application de UMAM

La difficulté de notation de chaque critère est relevée, même s'il existe pour chaque note de chaque critère des explications pour guider le choix. L'appréciation peut varier selon les gens. Il existe des sites internet décrivant les écosystèmes de référence, tout en tenant compte des variations régionales. En France aussi, on a des informations de ce type (inventaires, ZNIEFF etc.).

Pour le coefficient T (time lag en anglais), il peut exister des différences dans le choix du taux d'actualisation selon les services de l'Etat (3% ou 7%).

Connie Bersok explique que d'un outil de dimensionnement des mesures compensatoires, ils en ont fait un outil de planification du territoire en n'interdisant pas des projets mais imposant des mesures parfois très importantes. Ils disent aux aménageurs : « faites tout votre possible pour déménager votre projet en dehors des zones humides, sinon, il y aura des mesures compensatoires. » Cela a un effet dissuasif notable. Les aménageurs préfèrent concevoir des projets moins impactants, et les vendre finalement comme des « projets verts ».

Questions diverses

Qui a poussé à clarifier les règles concernant les banques de compensation ?

Les banques elles-mêmes voulaient de la standardisation et ont poussé à la mise en place d'une législation.

Sur la prise en compte des espèces

Certains affirment : « si vous construisez l'habitat, ils [les individus de l'espèce ciblée] viendront » mais il est difficile de s'assurer du retour des espèces. Par conséquent, le retour des espèces ne fait pas partie des critères obligatoires pour les banques de compensation zones humides. Les banques de compensation espèces ne se développent pas tant que ça en comparaison avec les banques zones humides, pour cette raison.

Umam n'est pas adaptée aux espèces. En Floride, ils ne se focalisent pas sur quelques espèces seulement. S'il y a un impact sur une espèce, les aménageurs iront voir l'instance spécialisée afin de voir comment préserver cette espèce.

Les espèces ne peuvent pas être séparées des habitats. Sur le terrain, c'est compliqué de faire des observations d'espèces. Il faut essayer d'avoir d'autres moyens indiquant leur présence (empreintes, traces, etc.)

Y a-t-il des conflits autour de la compensation ?

Les banques de compensation sont vues comme un moyen d'encourager le développement. Mais pour les aménageurs, acheter des crédits n'est pas si cher par rapport au budget d'aménagement. Pour les projets de monsieur et madame « Toutlemonde », les crédits peuvent être moins chers. Pour les très petits impacts sur zones humides, un projet de maison familiale n'aura pas forcément à compenser les impacts mais si les impacts sont importants, même une maison familiale aura à compenser.

Et la biodiversité dite « ordinaire » ?

Des terres « émergées » peuvent être incluses dans des banques de compensation comme zones tampon. Il y a un équilibre à trouver, peut être en donner moins de valeur à ces terrains. Par exemple, la banque de Highlands Ranch a été très controversée car la zone humide était très petite en comparaison avec les habitats non humides.

(...)

Les tentatives de pression

Connie Bersok raconte comment une banque de compensation a tenté de faire pression sur sa notation défavorable pour un projet de restauration. Cela s'est fini devant le juge, elle a pu défendre sa notation en argumentant en détail chaque note conduisant au calcul des crédits de compensation et gagner.

En Floride, ils se sont fait aider par un juriste pour écrire la méthode de sorte qu'elle soit inattaquable devant les tribunaux. C'est une composante importante de la méthode pour qu'elle puisse jouer pleinement son rôle auprès des services instructeurs.

Annexe 4 : Calcul du coefficient d'ajustement T à partir du taux d'actualisation

La formule de calcul est la suivante : soit a le taux d'actualisation, le coefficient à appliquer pour un délai de n années est de : $(1 + a)^{n-1}$. Pour notre taux de 4,5%, la formule est : 1.045^{n-1}

Notre coefficient T s'applique à un délai exprimé sous-forme d'intervalle. Nous avons choisi le coefficient calculé pour le délai médian de l'intervalle, soit :

Intervalle	Délai choisi pour le calcul du coefficient T
6-10 ans	8 ans
11-15 ans	13 ans
16-20 ans	18 ans
21-31 ans	26 ans
32-42 ans	37 ans
Plus de 42 ans	50 ans

Annexe 5 : photographies du cas de test

La zone d'impact



© Agnès MECHIN – CNRS - UPVM
Figure 15 : Vue d'ensemble de la zone d'emprise



© Agnès MECHIN – CNRS - UPVM
Figure 16 : Vue de la zone d'emprise : molinies au premier plan et arbustes et boisements au deuxième et au dernier plans



© Agnès MECHIN – CNRS - UPVM
Figure 17 : Mare avec pontes d'amphibiens



© Agnès MECHIN – CNRS - UPVM
Figure 18 : vue d'une partie boisée de la zone d'emprise

La zone de compensation



© Agnès MECHIN – CNRS - UPVM
Figure 19 : vue d'un des sites de compensation, le site A



© Agnès MECHIN – CNRS - UPVM
Figure 20 : eau affleurante sur le site A



© Agnès MECHIN – CNRS - UPVM
Figure 21 : Vue d'une saulaie du site 1



© Agnès MECHIN – CNRS - UPVM
Figure 22 : Vue du site 1, zone de l'ancienne décharge recouverte

Annexe 6 : Cas de test : détail de la notation de la zone d'impact

Evaluation des indicateurs Localisation

Pour la zone d'emprise

Indicateur	Score	Justification
Usages dans les territoires adjacents à la zone évaluée	6	Boisements plantés, route départementale et petite zone d'activité sont adjacents à la zone évaluée.
<i>Après aménagement</i>	6	La situation reste inchangée.
Présence d'espèces invasives et / ou exotiques dans les zones voisines	9	Pas de présence signalée.
<i>Après aménagement</i>	9	La situation reste inchangée.
Variété et étendue des habitats adjacents (ou voisins)	2	Totalement défrichée il y a 8 ans, la zone évaluée est actuellement au stade arbustif alors que les zones voisines sont constituées de bois et zones artificialisées ou agricoles : les habitats en place n'ont pas d'équivalents à proximité.
<i>Après aménagement</i>	2	Les habitats des parties non aménagées sont peut être présents à proximité, dans la zone d'activité existante
Facilité de circulation de la faune sauvage	7	La connectivité est jugée relativement bonne avec les habitats bordant la zone évaluée. Elle n'est cependant pas optimale car la zone évaluée est bordée par la route départementale et la zone commerciale rompant la connectivité avec d'autres habitats plus éloignés.
<i>Après aménagement</i>	0	Parties non aménagées enclavées totalement entre de la voirie et des bâtiments
Degré de connectivité hydrologique entre la zone évaluée et des zones aval ou connectées	9	La zone évaluée est en située en amont ; bonne connectivité avec les zones aval, assurée par un fossé, il n'y a pas d'obstacle particulier à l'écoulement des eaux.
<i>Après aménagement</i>	6	Limitation de la connectivité par la réduction des sols naturels humides permettant les écoulements
Limitation des bénéfiques fonctionnels de la zone évaluée au profit de la faune et de la flore des zones aval	9	Comme pour la connectivité hydrologique, il n'y a pas de limitation particulière pour les espèces mais pas non plus de bénéfice fonctionnel particulier.
<i>Après aménagement</i>	1	Zone artificialisée
Alimentation et dépendance hydrologique des habitats aval par la zone évaluée	6	Plutôt faible, en raison de la petite superficie de la zone évaluée par rapport à la superficie de la zone contributive à laquelle elle appartient.
<i>Après aménagement</i>	4	Probable réduction de la dépendance par la perturbation de l'hydrologie de la zone.
Score de la composante avant	6,86	
Score de la composante après	4,00	

Pour la zone tampon

Indicateur	Score	Justification
Usages dans les territoires adjacents à la zone évaluée	7	Boisements plantés, cultures.
<i>Après aménagement</i>	5	Apparition d'une nouvelle zone d'activités.
Présence d'espèces invasives et / ou exotiques dans les zones voisines	9	Pas de présence signalée.
<i>Après aménagement</i>	9	La situation reste inchangée.
Variété et étendue des habitats adjacents (ou voisins)	7	Présence de boisements de même nature que ceux de la zone tampon, sur des surfaces étendues. Présence de la zone d'emprise du futur projet ne présentant pas les mêmes habitats.

<i>Après aménagement</i>	7	La situation reste inchangée.
Facilité de circulation de la faune sauvage	7	La connectivité est jugée relativement bonne avec les habitats bordant la zone évaluée. Elle n'est cependant pas optimale car la zone évaluée est bordée par la route départementale et la zone commerciale rompant la connectivité avec d'autres habitats plus éloignés.
<i>Après aménagement</i>	6	La présence adjacente de la zone d'activité pourrait l'amoinrir modérément.
Degré de connectivité hydrologique entre la zone évaluée et des zones aval ou connectées	-	Zone non humide
<i>Après aménagement</i>	-	Zone non humide
Limitation des bénéfiques fonctionnels de la zone évaluée au profit de la faune et de la flore des zones aval	-	Zone non humide
<i>Après aménagement</i>	-	Zone non humide
Alimentation et dépendance hydrologique des habitats aval par la zone évaluée	-	Zone non humide
<i>Après aménagement</i>	-	Zone non humide
Score de la composante avant	7,5	
Score de la composante après	6,75	

Evaluation des indicateurs Hydrologie

Pour la zone d'emprise

Indicateur	Score	Justification
Niveaux d'eaux et écoulements (observés)	9	Présence d'eau dans les petites mares d'ornières, et d'eau affleurante dans les zones les plus humides. A noter : pas de pluie significative récente.
<i>Après aménagement</i>	1	Assèchement de la presque totalité de la zone par artificialisation des sols, probable persistance d'humidité sur la surface non artificialisée.
Indicateurs de niveaux d'eaux passés et de leur fluctuation	-	Non observé
<i>Après aménagement</i>	-	
Humidité du sol	10	Sol gorgé d'eau : conforme à ce qui était attendu, sur un plateau très humide.
<i>Après aménagement</i>	1	Sol artificialisé sur la quasi-totalité de la superficie. Pour la faible partie non artificialisée, un potentiel remaniement par le passage des engins de chantier peut entraîner le remblaiement de la zone.
Erosion du sol et dépôts	9	Pas d'anomalie particulière observée, écoulements de faible puissance.
<i>Après aménagement</i>	0	Sol artificialisé, écoulement des eaux par une buse.
Zonation de la végétation	7	Présence de végétation typique de zone humide (zones à molinies) en mosaïque avec des boisements, dont le sol est rehaussé, et plus sec. A mettre en relation avec le passage des engins de chantiers qui ont creusé certaines endroits et rehaussé d'autres.
<i>Après aménagement</i>	0	La surface sur laquelle persistera de la végétation aura été remaniée par le chantier, probable perturbation de la végétation typique de zone humide
Stress hydrique de la végétation	10	Forte dynamique de la végétation : pas de stress hydrique manifeste.

<i>Après aménagement</i>	1	Absence de végétation sur la majorité de la zone, la végétation de la zone non aménagée aura cependant peut-être une bonne alimentation en eau
Présence d'une faune aux exigences hydrologiques particulières	9	Observation de pontes d'amphibiens dans les mares. Le cortège classique d'amphibiens a été signalé lors d'autres observations.
<i>Après aménagement</i>	1	Eventuelle petite persistance de certains amphibiens dans la zone non aménagée.
Composition de la communauté végétale ou d'espèces associées à des eaux de qualité dégradée, ou des niveaux d'eaux et de débits altérés	9	Aucune observation de ce type.
<i>Après aménagement</i>	-	Non observable
Observation directe des eaux stagnantes	9	Eaux des petites mares : rien à signaler.
<i>Après aménagement</i>	1	Alimentées par les eaux de ruissellements de la zone (parkings, voiries) potentiellement polluées aux hydrocarbures etc.
Données existantes sur la qualité de l'eau	-	Données inexistantes
<i>Après aménagement</i>	-	Non observable
Profondeur des eaux, vagues, courant et pénétration de la lumière	-	Non approprié.
<i>Après aménagement</i>	-	Non approprié.
Score de la composante avant	9,00	
Score de la composante après	0,71	

Evaluation des indicateurs Structure des communautés végétales et habitats

Pour la zone d'emprise

Indicateur	Score	Justification
Espèces végétales des différentes strates	6	Mélange de la végétation typique des landes humides atlantiques et d'arbres issus du boisement planté anciennement, constitué d'essences exogènes (conifères, chêne américain...)
<i>Après aménagement</i>	1	La zone n'est pas totalement artificialisée mais avec l'impact du chantier et leur isolement au sein d'une zone artificialisée, les surfaces non aménagées ne présenteront plus la même végétation.
Présence d'espèces invasives et/ou exotiques	7	Présence d'une seule espèce d'invasive, très peu abondante, et essences exogènes anciennement introduites mais non envahissantes.
<i>Après aménagement</i>	4	Possible développement des invasives après le chantier sur les surfaces non artificialisées.
Régénération et recrutement	10	Très élevés : nombreux jeunes arbres.
<i>Après aménagement</i>	2	Persistance d'une petite surface non artificialisée, qui pourra présenter une certaine dynamique de végétation.
Distribution en âge et en taille des populations d'arbres	10	Prédominance de jeunes arbres, étant donné le déboisement récent. On pourrait aussi noter à 5, en l'expliquant par le fait que ce n'est pas un fonctionnement normal d'écosystème mature.
<i>Après aménagement</i>	1	Strate arborée probablement non développée.
Etat de santé général de la communauté végétale	9	Rien à signaler.
<i>Après aménagement</i>	1	Absence de communauté végétale sur la presque totalité de la zone

Densité et qualité des débris de bois, accidents de terrain, terriers, cavités	9	Forte densité de débris de bois, de cavités etc. : zone non entretenue, laissée en l'état.
<i>Après aménagement</i>	1	Zone presque totalement artificialisée
Caractéristiques topographiques	9	La topographie a été remaniée par le passage des engins de chantier, mais est favorable à la faune et la flore : présence de mares dans les ornières, accidents de terrains, mosaïque terrains secs et terrains humides.
<i>Après aménagement</i>	0	La surface sera soit artificialisée soit totalement remaniée pendant le chantier
Pratiques de gestion	-	Aucune pratique de gestion en place actuellement
<i>Après aménagement</i>	-	
Pour les communautés de plantes immergées, envasement et croissance algale	-	Non approprié.
<i>Après aménagement</i>	-	Non approprié.
Score de la composante avant	8,57	
Score de la composante après	1,43	

Pour la zone tampon

Indicateur	Score	Justification
Espèces végétales des différentes strates	4	Boisement planté anciennement, constitué d'essences exotiques (conifères, chêne américain...)
<i>Après aménagement</i>	4	Aucune variation après aménagement
Présence d'espèces invasives	9	Rien n'est signalé
<i>Après aménagement</i>	7	Possible développement des invasives en raison de la proximité du chantier.
Régénération et recrutement	10	Semble approprié.
<i>Après aménagement</i>	10	Aucune variation après aménagement
Distribution en âge et en taille des populations d'arbres	10	Semble approprié
<i>Après aménagement</i>	10	Aucune variation après aménagement
Etat de santé général de la communauté végétale	9	Rien à signaler.
<i>Après aménagement</i>	9	Aucune variation après aménagement
Densité et qualité des débris de bois, accidents de terrain, terriers, cavités	7	Densité de débris de bois, de cavités etc. : zone relativement entretenue (exploitation du bois)
<i>Après aménagement</i>	7	Aucune variation après aménagement
Caractéristiques topographiques	9	La topographie ne semble pas avoir été remaniée.
<i>Après aménagement</i>	9	Aucune variation après aménagement
Pratiques de gestion	-	Non connu.
<i>Après aménagement</i>	-	
Pour les communautés de plantes immergées, envasement et croissance algale	-	Non approprié.
<i>Après aménagement</i>	-	Non approprié.
Score de la composante avant	6,44	
Score de la composante après	6,22	

Annexe 7 : Cas de test : détail de la notation des zones de compensation

Evaluation des indicateurs Localisation

Indicateur	Score	Justification
Usages dans les territoires adjacents à la zone évaluée	8	L'occupation est limitée à du pâturage, ainsi que la route et le casino.
<i>Après compensation</i>	8	La situation reste inchangée.
Présence d'espèces invasives et / ou exotiques dans les zones voisines	9	Rien n'est signalé.
<i>Après compensation</i>	9	La situation reste inchangée.
Variété et étendue des habitats adjacents (ou voisins)	9	Les habitats voisins sont identiques
<i>Après compensation</i>	6	Si les zones voisines ne sont pas débroussaillées, les habitats différeront.
Facilité de circulation de la faune sauvage	7	Seul le site B est enclavé entre la route et l'autoroute.
<i>Après compensation</i>	7	La situation reste inchangée.
Degré de connectivité hydrologique entre la zone évaluée et des zones aval ou connectées	9	Aucune entrave hydrologique n'est relevée si ce n'est la présence d'une buse sur le site B par laquelle le cours d'eau passe sous la route.
<i>Après compensation</i>	9	La situation reste inchangée.
Limitation des bénéfiques fonctionnels de la zone évaluée au profit de la faune et de la flore des zones aval	7	On ne note pas de limitation particulière, si ce n'est l'enclavement du site B.
<i>Après compensation</i>	7	La situation reste inchangée.
Alimentation et dépendance hydrologique des habitats aval par la zone évaluée	6	Faible dépendance de l'aval, en raison de la surface limitée de la zone de compensation par rapport à l'ensemble de la zone.
<i>Après compensation</i>	6	La situation reste inchangée.
Score de la composante avant	7.86	
Score de la composante après	7.43	

Evaluation des indicateurs Hydrologie

Indicateur	Score	Justification
Niveaux d'eaux et écoulements (observés)	9	Eau affleurante dans les endroits humides.
<i>Après compensation</i>	9	La situation reste inchangée.
Indicateurs de niveaux d'eaux passés et de leur fluctuation		Non observé.
<i>Après compensation</i>		
Humidité du sol	10	Bonne humidité pour les zones humides des sites.
<i>Après compensation</i>	10	La situation reste inchangée.
Erosion du sol et dépôts	10	Pas d'anomalie particulière.
<i>Après compensation</i>	10	La situation reste inchangée.
Zonation de la végétation	10	La mosaïque de végétation zone humide-zone sèche est appropriée.
<i>Après compensation</i>	10	La situation reste inchangée.
Stress hydrique de la végétation	10	Pas d'anomalie particulière.
<i>Après compensation</i>	10	La situation reste inchangée.
Présence d'une faune aux exigences hydrologiques particulières	5	Pontes observées uniquement sur les sites 1 et B.
<i>Après compensation</i>	5	La situation reste inchangée.
Composition de la communauté végétale ou d'espèces associées à des eaux de qualité dégradée, ou	9	Pas d'anomalie particulière.

des niveaux d'eaux et de débits altérés			
	<i>Après compensation</i>	9	La situation reste inchangée.
Observation directe des eaux stagnantes		9	Pas d'anomalie particulière.
	<i>Après compensation</i>	9	La situation reste inchangée.
Données existantes sur la qualité de l'eau		-	Non observé.
	<i>Après compensation</i>	-	La situation reste inchangée.
Profondeur des eaux, vagues, courant et pénétration de la lumière		-	Non observé.
	<i>Après compensation</i>	-	La situation reste inchangée.
Score de la composante avant		9	
Score de la composante après		9	

Evaluation des indicateurs Structure des communautés végétales et habitats

Indicateur		Score	Justification
Espèces végétales des différentes strates		8	Espèces végétales attendues sur les sites 1, A et B (notamment saulaie ancienne), site C : végétation plus perturbée (note 4 ou 5)
	<i>Après compensation</i>	10	Toutes les espèces correspondent à des espèces attendues.
Présence d'espèces invasives et/ou exotiques		9	Le site C comprend quelques invasives.
	<i>Après compensation</i>	10	On suppose que le plan de gestion comprend des mesures contre les invasives
Régénération et recrutement		10	Les sites 1 A et B sont à l'équilibre, le site C présente une forte dynamique de recrutement comme sur le site impacté.
	<i>Après compensation</i>	10	Approprié par rapport à ce qui est souhaité (milieu ouvert)
Distribution en âge et en taille des populations d'arbres		10	Appropriée à l'état d'évolution de chaque zone.
	<i>Après compensation</i>	10	Approprié par rapport à ce qui est souhaité. (milieu ouvert)
Etat de santé général de la communauté végétale		9	Pas d'anomalie observée.
	<i>Après compensation</i>	9	La situation reste inchangée.
Densité et qualité des débris de bois, accidents de terrain, terriers, cavités		8	Zone non remaniée, si ce n'est la présence d'une décharge recouverte, en bordure de rivière à l'extrémité Nord du site 1.
	<i>Après compensation</i>	8	La situation reste inchangée.
Caractéristiques topographiques		10	Topographie naturelle, ne montrant pas des signes de remaniement récent.
	<i>Après compensation</i>	10	
Pratiques de gestion			Non observé.
	<i>Après compensation</i>	10	Mise en place d'un plan de gestion approprié par le CEN.
Pour les communautés de plantes immergées, envasement et croissance algale			Non observé.
	<i>Après compensation</i>		
Score de la composante avant		9.14	
Score de la composante après		9.63	

Annexe 8 : Cas de test : détail de la notation du coefficient R

Indicateur		
Note du risque le plus modéré :	Au risque le plus fort	
1	2	3
1) L'avenir des zones voisines à la zone de compensation :		
Est-ce que les terrains et les eaux situés dans un rayon d'un km autour de la zone humide de compensation peuvent potentiellement être converti à des usages plus intensifs ou causer des impacts secondaires non anticipés ?		
Tous les terrains et les eaux situés dans un rayon d'un km seront inclus dans une zone protégée, ou le sont déjà.	Les terrains et les eaux environnants ne sont pas complètement contrôlés ou protégés mais les sources d'impact secondaires potentiels ou d'activités sous dérogation sont peu probables, basées sur les documents de planification d'urbanisme et l'historique des usages dominants au-delà de la zone d'un km	Les terrains et les eaux ne sont pas complètement contrôlés ou protégés et de plus, de potentielles sources d'impacts secondaires ou d'activités sous dérogation sur cette zone ont été identifiées.
1, Les terrains font partie d'une zone gérée par le CEN.		
Est-ce que la connectivité hydrologique ou les échanges entre l'amont, l'aval, et les autres zones dépendantes hydrologiquement peuvent être potentiellement altérées, rompues, réduites, gravement atteintes ? La connectivité hydrologique et les échanges doivent prendre en considération les eaux qui servent de support aux fonctions assurées par les zones humides.		
La connectivité hydrologique est complètement protégée ou contrôlée.	La connectivité hydrologique n'est pas complètement protégée mais aucune source potentielle d'altération n'a été identifiée.	La connectivité hydrologique n'est pas complètement protégée et des sources potentielles d'altération ont été identifiées.
2		
2) Rapport surface de la zone humide de compensation / habitat pour la faune		
Est-ce que la surface ou l'échelle de la zone de compensation est suffisante pour fournir l'ensemble des habitats nécessaires à l'accomplissement du cycle biologique de la faune ? (La surface nécessaire dépend des espèces animales présentes)		
La zone de compensation est vaste ou fait partie de domaines publics ou privés protégés et suffisamment grands pour résister à la fragmentation ou aux dérangements en dehors de la zone.	La zone de compensation n'est pas assez vaste ou ne fait pas partie de domaines publics ou privés protégés et suffisamment grands pour résister à la fragmentation ou aux dérangements en dehors de la zone ; mais bénéficie à une faune qui ne sera pas affectée par de faibles niveaux de fragmentation ou de perturbation en dehors de la zone.	La zone de compensation dépend des ressources situées en dehors du site pour accueillir la faune dans son site. La fragmentation de l'habitat en dehors de la zone réduirait probablement les bénéfices apportés par la zone à la faune.
1		
3) Actions écologiques envisagées: succès établi des actions proposées sur les plans hydrologiques, végétal, pédologique et substrat		
Est-ce que l'alimentation en eau de la zone de compensation est reliée à des moyens artificiels ou une hydrologie complexe ?		
L'alimentation en eau sera contrôlée par des moyens entièrement naturels. Les apports en eau sont des issus de ruissellements superficiels ou hypohéiques ou de cours d'eau parcourant des zones naturelles ou bien proviennent des marées.	Les moyens de contrôle des apports d'eau sont passifs (par gravité) ou bien des modifications de structures passives sont nécessaires pour maintenir les niveaux d'eaux, d'échanges, et d'énergie. Une seule source ou une combinaison de plusieurs sources est proposée.	La source d'eau est artificielle ou bien doit être manipulée par des pompes, barrages, canaux d'irrigation pour être maintenue. Ou bien la source d'eau dépendra d'une multitude ou de sources complexes (infiltration de pente par ex)
1		
Est-ce que la conception des travaux de génie écologique utilise des méthodes éprouvées qui sont bien documentées avec des analyses hydrologiques proportionnées à la complexité ?		
Les conditions hydrologiques (régime hydrologique,	Les travaux de génie écologiques proposés requièrent l'amendement	Les travaux de génie écologiques proposés reposent sur des sols,

fonctionnement hydraulique) sont suffisamment documentées pour fournir une source d'eau fiable à la zone humide de compensation, en utilisant des techniques aux succès démontrés sur d'autres sites.	du sol ou du substrat, des barrières hydrologiques verticales, ou des interventions similaires pour aboutir aux conditions hydrologiques prévues, mais sont soutenues par suffisamment d'analyses hydrologiques détaillées utilisant des méthodes éprouvées.	une topographie ou des conditions bathymétriques non connus, ou bien les travaux sont étayés par des analyses hydrologiques limitées ; ou les travaux de génie écologique proposés reposent sur des techniques qui n'ont pas fait leurs preuves.
1		
Est-ce que la zone contributive à la zone de compensation est suffisamment protégée et contrôlée pour fournir un environnement aquatique (c'est-à-dire une qualité et une quantité d'eau) adapté à l'objectif de compensation prévu ?		
L'aire contributive dont dépend la zone de compensation est suffisamment contrôlée ou protégée pour soutenir la zone de compensation ; en incluant les eaux de surface et les eaux souterraines nécessaires aux besoins en eau. Si l'hydrologie dépend des marées, l'aire avoisinante est suffisamment contrôlée ou protégée pour permettre une eau de qualité et en quantité suffisante.	La majorité mais pas la totalité de la zone contributive nécessaire à la compensation est suffisamment contrôlée ou protégée ; il y a une dépendance d'eaux qui ne sont ni protégées ni contrôlées.	La zone de compensation dépend des ressources situées en dehors du site pour accueillir la faune dans son site. La fragmentation de l'habitat en dehors de la zone réduirait probablement les bénéfices apportés par la zone à la faune.
2		
Quel est le potentiel de colonisation de la zone de compensation par des espèces exotiques ou invasives ?		
Les visites de terrain ne relèvent pas d'espèces invasives ou exotiques dans la zone d'étude ou dans les terrains et les eaux avoisinantes. Les terrains et les eaux avoisinants font l'objet d'un plan de gestion durable qui prévoit le traitement ou l'arrachage (s'il est approprié) des espèces invasives ou exotiques.	Les visites de terrain ne relèvent pas d'espèces invasives ou exotiques dans la zone d'étude mais on ne sait rien en ce qui concerne les terrains et les eaux avoisinantes. Les terrains et les eaux avoisinants font l'objet d'un plan de gestion durable qui prévoit le traitement ou l'arrachage des espèces invasives ou exotiques.	Les visites de terrain relèvent des espèces invasives ou exotiques dans la zone d'étude, ET/OU dans les zones ou les eaux du voisinage et qui ne font pas l'objet d'un plan de gestion ou qui ne sont pas contrôlées par les autorités ou le gestionnaire.
1		
Est-ce que la conception des travaux de génie écologique utilise des techniques éprouvées pour aboutir à la flore endogène proposée ?		
Les techniques de plantation, transplantation, greffe et autres aux succès démontrés sur d'autres sites, seront mises en place dans la zone de compensation.	Les techniques de plantation, transplantation, greffe et autres qui sont issues de la littérature scientifique seront mises en place dans la zone de compensation ; cependant, il y a peu de succès documentés sur d'autres sites.	Il est proposé des techniques expérimentales ou non éprouvées, ou bien on compte sur un recrutement naturel dans une zone où les capacités de germination naturelle et propagule sont inconnues
Non concerné		
Est-ce que les sols, substrats ou sédiments de la zone de compensation sont appropriés pour les végétaux ou les plantes submergées proposées, en incluant les techniques d'amendements proposées pour le sol, les sédiments, le substrat.		
Les sols, sédiments ou substrat de la zone d'étude sont similaires à ceux qui sont associés aux communautés endogènes typiques et ne seront pas altérés.	Les sols, sédiments ou substrat de la zone d'étude devraient pouvoir supporter les espèces végétales proposées ou le plan prévoit des amendements ou d'autres techniques reposant sur des succès documentés dans d'autres sites.	Des techniques d'amendements expérimentaux ou non prouvés sont proposées, ou le matériau de départ de la zone d'étude est différent de celui associé aux communautés endogènes naturelles, et aucun amendement n'est proposé.
1		
Quelle est l'incertitude associée à la complexité des travaux de terrassements ou travaux de modification de la composition ou de la structure des sols hydromorphes liés aux objectifs de niveaux d'eau, de bathymétrie ou de topographie ciblés ?		
La topographie naturelle ou les variations de bathymétrie sont comparables à celles associées aux espèces natives typiques : aucune opération de terrassement, ou travaux de modification de la composition ou de la structure des	Les actions proposées incluent des amendements du sol hydromorphe, et/ou des travaux de terrassement pour lesquels les techniques proposées font l'objet de succès démontrés dans d'autres sites similaires.	La topographie naturelle ou la bathymétrie de la zone de compensation ne correspondent pas aux besoins espèces végétales natives ou typiques. Ou les actions proposées incluent des amendements du sol hydromorphe

sols hydromorphes n'est nécessaire ou proposé.		ou des travaux de terrassement pour lesquels les techniques proposées restent expérimentales (et ne font pas l'objet de succès démontrés dans des sites similaires).
1		
4) Pérennisation des mesures		
Les programmes de gestion prévus à long terme sont-ils suffisants pour maintenir le fonctionnement écologique ciblé de la zone de compensation ?		
Des techniques éprouvées sont proposées avec des succès documentés sur d'autres zones humides similaires, et toutes les actions nécessaires au maintien des habitats et espèces ciblées sont prévues dans le programme de gestion conservatoire proposé.	Les habitats et espèces ciblées ou les conditions spécifiques du site ne sont pas couvertes par des techniques conventionnelles, ou le programme de gestion prévoit certaines mais pas toutes les actions nécessaires au maintien des habitats humides en bon état de fonctionnement ou des espèces végétales et animales en bon état de conservation.	Des actions écologiques expérimentales sont envisagées, comprenant de fortes exigences en terme de maintenance qui ne sont pas définies dans le dossier. Ou le programme de gestion conservatoire est insuffisant pour lutter contre des espèces exotiques envahissantes ou invasives ou nuisibles. Ou les actions proposées ne permettront pas le maintien des habitats humides en bon état de fonctionnement ou des espèces végétales et animales en bon état de conservation.
3, le plan de gestion est prévu sur 5 ans seulement, et l'état de fonctionnement écologique ne pourra pas être maintenu sans intervention humaine.		
Comment la pérennité de la zone humide de compensation est-elle assurée ?		
Le maître d'ouvrage assure la maîtrise foncière de la zone de compensation.	La zone de compensation fait l'objet d'un bail (rural ou emphytéotique) ou d'un conventionnement pour une durée au moins égale à la durée totale d'engagement du maître d'ouvrage en termes de mise en œuvre des mesures de compensation.	La zone de compensation fait l'objet d'un bail (rural ou emphytéotique) ou d'un conventionnement pour une durée inférieure à la durée totale d'engagement du maître d'ouvrage en termes de mise en œuvre des mesures de compensation. Ou la zone de compensation ne fait l'objet d'aucune mesure de sécurisation foncière.
1,5 ; un site est détenu par la mairie et les autres par le CEN.		

Annexe 9 : Formulaires MERClé

Description Impact		
Dénomination du projet		
Site d'impact	Surface de la zone d'étude	hectares
Bassin versant		
SAGE / SDAGE		
Zones humides inventoriées		
Procédures auxquelles est soumis le projet (loi sur l'eau, Natura 2000, dérogations espèces protégées, continuité écologiques...)		
Plans de gestion appliqués à la zone d'étude		
Relations géographiques et connectivité hydrologiques de la zone d'étude avec les zones adjacentes		
Caractéristiques particulières des zones adjacentes à la zone d'étude		
Description rapide de la zone d'étude et habitats de référence Natura 2000 rattachés		
Espèces attendues ou représentative dans la zone étudiée (liste basée sur la littérature)		
Evaluation de la rareté des habitats ou espèces de la zone d'étude par rapport à la zone biogéographique		
Fonctions écologiques		
Usages présents et passés sur la zone d'étude		
Espèces protégées ou à statut particulier attendues : préciser le statut et le niveau d'enjeu local		
Espèces	Statut	Enjeu
Observations de terrains : espèces détectées, signes de présence ou de passages d'espèces animales		
Description du projet		
Autres informations		
Evaluation réalisée par :		
Date(s) de réalisation de l'évaluation :	Date(s) de présence sur le terrain :	

Description Comp.

Dénomination du projet		
Site de compensation	Surface de la zone d'étude	hectares
Bassin versant		
SAGE / SDAGE		
Zones humides inventoriées		

Procédures auxquelles est soumis le projet (loi sur l'eau, Natura 2000, dérogations espèces protégées, continuité écologiques...)

Plans de gestion appliqués à la zone d'étude

Relations géographiques et connectivité hydrologiques de la zone d'étude avec les zones adjacentes

Caractéristiques particulières des zones adjacentes à la zone d'étude

Description rapide de la zone d'étude et habitats de référence Natura 2000 rattachés

Espèces attendues ou représentative dans la zone étudiée (liste basée sur la littérature)

Evaluation de la rareté des habitats ou espèces de la zone d'étude par rapport à la zone biogéographique

Fonctions écologiques

Usages présents et passés sur la zone d'étude

Espèces protégées ou à statut particulier attendues : préciser le statut et le niveau d'enjeu local

Espèces	Statut	Enjeu

Observations de terrains : espèces détectées, signes de présence ou de passages d'espèces animales

Mesures compensatoires prévues

Autres informations

Evaluation réalisée par :
Date(s) de réalisation de l'évaluation : Date(s) de présence sur le terrain :

11. Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier particulièrement Véronique de Billy (Onema) pour sa relecture attentive de ce rapport et son regard d'expert, ainsi que Julien Gauthey (Onema) ;

Et également l'ensemble des personnes ayant contribué à la réflexion sur la méthode et à ses tests sur différents dossier, en particulier :

Anne Pariente (DREAL Languedoc-Roussillon), Pascale Seven, (DREAL Languedoc-Roussillon), Sylvain Mateu, (DDTM Gard) et l'ensemble des membres du groupe de travail ayant participé aux ateliers organisés avec la DREAL LR : Laurence Vernisse (DREAL LR), Aurore Druelle (DDTM Gard), Stéphane Goyheneix (DDTM Aude), Candice Huet (Naturalia environnement), Eric Fiévet (Eco-Med), Karine Jacquet (Barbanson), Laurie Cointre, Damien Parisot (Egis eau), Patrice Cramm (CSRPN) ;

Joris Maniglier (DDT 77), Jean-Pierre Mercier (Onema), Jérémy Réquena (DRIEE Ile de France)

Connie Bersok (Florida Department of Environmental Protection)

Marie-Laurence Dusfourd (Région Languedoc-Roussillon), Muriel Ribot (Région Languedoc-Roussillon), Emmanuelle Romet (Parc Naturel de la Narbonnaise), Marc Thibaut (Tour du Valat), Nadine Bosc (Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée), Clémence Brunet, (DRIEE Ile de France), Robin Rolland (DREAL PACA) ;

Charlotte Bigard (CEFE-CNRS – Montpellier 3M) Stéphanie Gaucherand (IRSTEA) Guillaume Gayet (MNHN), Céline Jacob, (CEFE-CNRS-Créocéan), John Thompson (CEFE – CNRS)

Hélène Gaubert et Séverine Hubert pour les échanges et réflexions partagées dans le cadre du groupe de travail de réparation du préjudice écologique.

Onema

Hall C – Le Nadar
5, square Félix Nadar
94300 Vincennes

01 45 14 36 00

www.onema.fr

Centre d'Ecologie Fonctionnelle
et Evolutive – CNRS – Université
de Montpellier Paul Valéry

1919 route de Mende
34293 Montpellier 5

04 67 61 34 34

www.cefe.cnrs.fr