

**PROJET DE REALISATION DE LA PLATEFORME AEROPORTUAIRE, DU
PROGRAMME VIAIRE D'ACCOMPAGNEMENT ET DE LA DESSERTE
ROUTIERE DE L'AEROPORT DE NOTRE-DAME-DES-LANDES**

**Rapport du collège d'experts scientifiques
relatif à l'évaluation de la méthode de
compensation des incidences sur les
zones humides**

Avril 2013

**G. de MARSILY¹ (Président), G. BARNAUD¹, M. BENOIT¹, V. de BILLY³, F. BIRGAND², J. GARNIER¹,
B. LESAFFRE², C. LEVEQUE¹, S. MULLER¹, A. MUSY¹, J. TOURNEBIZE³, D. ZIMMER¹**

(1) Membre ; (2) Membre Associé ; (3) Rapporteur

Résumé exécutif

Rapport du collège d'experts scientifiques sur la méthode de compensation des incidences sur les zones humides du projet d'aéroport et desserte routière de Notre-Dame-des-Landes

A l'issue de l'enquête publique préalable à l'autorisation du projet d'aéroport de Notre-Dame-des-Landes et de ses dessertes routières au titre de la loi sur l'eau, la commission d'enquête publique avait, le 24 octobre 2012, formulé deux réserves. L'une de ces réserves concernait la méthode de compensation des incidences sur les zones humides proposée par les maîtres d'ouvrage. Elle demandait qu'un *collège d'experts indépendants* apporte une validation scientifique de cette méthode, sur trois points : (i) les principes généraux de la méthode de compensation fonctionnelle et des techniques de génie écologique envisagées ; (ii) les coefficients de compensation affectés aux zones humides détruites et ceux attribués aux zones de compensation ; (iii) les indicateurs proposés permettant d'évaluer l'atteinte des objectifs en matière de compensation écologique.

Le Préfet de la région Pays de la Loire, Préfet de la Loire Atlantique, a demandé le 21 décembre 2012 à un collège de douze experts scientifiques, dont les noms avaient été rendus publics dès le 30 novembre par la Ministre de l'écologie, du développement durable et de l'énergie et le Ministre délégué chargé des transports, de la mer et de la pêche, d'évaluer la pertinence de cette méthode. Ce collège a été présidé par M. Ghislain de Marsily, professeur émérite à l'Université Pierre et Marie Curie (Paris VI), Membre de l'Académie des Sciences.

Le collège d'experts souligne que ce projet se situe en quasi-totalité dans des zones humides, définies selon la réglementation actuelle, et constitue l'un des premiers projets en France à devoir mettre en œuvre des mesures de compensation sur une superficie aussi vaste et aussi circonscrite dans l'espace. Le collège tient à souligner la difficulté et l'ampleur du travail mené par les maîtres d'ouvrage ; il apprécie également la volonté d'innovation des acteurs ayant conduit au développement de la méthode de compensation proposée. Après analyse des principes de cette méthode et des résultats de son application à Notre-Dame-des-Landes, le collège d'experts considère que cette méthode ne peut pas être validée en l'état, et émet les réserves suivantes :

Sur les principes de la méthode :

- *la non adéquation de la méthode de compensation avec la disposition 8B-2 du SDAGE du bassin Loire-Bretagne, et son excessive complexité, la rendant peu intelligible par les citoyens ;*
- *l'absence de prise en compte adéquate du risque d'échec des mesures de compensation proposées et de la durée nécessaire à la récréation ou à la restauration effective des fonctions impactées ;*
- *le choix et le calcul des coefficients de compensation non suffisamment justifiés ;*
- *l'incertitude sur les possibilités d'évaluer la mise en œuvre effective des mesures de compensation proposées.*

Sur son application à Notre-Dame-des-Landes :

- *une caractérisation initiale insuffisante de la biodiversité ;*
- *une analyse insuffisante du fonctionnement hydrologique quantitatif, avec une surestimation de la fonction soutien d'étiage et une sous-estimation de la fonction ralentissement des crues ;*
- *une analyse non pertinente de la qualité des eaux ;*
- *une insuffisance d'engagement formel des maîtres d'ouvrage quant à l'obligation de résultat ;*
- *une absence de méthode explicite de suivi à long terme des mesures de compensation ;*
- *une grande difficulté d'appréciation et de fortes incertitudes sur la faisabilité des mesures de génie écologique proposées.*

Le collège d'experts estime que ces réserves devraient être levées pour que le projet puisse être poursuivi. Conformément à la mission qu'il a reçue, il a également formulé, à l'usage des maîtres d'ouvrage, plusieurs suggestions en vue d'améliorer la méthode à utiliser pour assurer une compensation équitable des zones humides détruites ou impactées par de tels aménagements. De façon plus générale, la compensation des zones humides en France mériterait de faire l'objet d'une réflexion plus approfondie pilotée par le ministère chargé de l'environnement.

Le présent rapport, adopté à l'unanimité des membres du collège, a été remis à Monsieur le Préfet de la région Pays de la Loire, Préfet de la Loire Atlantique, le 9 avril 2013.

SOMMAIRE

RESUME EXECUTIF.....	1
RESUME SYNTHETIQUE DES AVIS DU COLLEGE	4
REPONSES AUX QUESTIONS POSEES.....	10
AVANT-PROPOS	11
I. INTRODUCTION	15
II. PERTINENCE DE LA METHODE DE COMPENSATION PROPOSEE PAR LES MAITRES D'OUVRAGE	19
II.1 Etat initial et évaluation des fonctions et enjeux associés aux zones humides	19
II.1.1 Fonctions biogéochimiques	20
II.1.1.1 Etat initial.....	20
II.1.1.2 Evaluation des enjeux	22
II.1.2 Fonctions hydrologiques	22
II.1.2.1 Etat initial.....	22
II.1.2.2 Evaluation des enjeux	23
II.1.3 Fonctions biologiques	24
II.1.3.1 Etat initial.....	24
II.1.3.2 Evaluation des enjeux	26
II.1.4 Approche systémique	28
II.1.5 Valeur sociétale	29
II.2 Evaluation des besoins et réponses de compensation.....	29
II.2.1 Principes de globalisation et de mutualisation des mesures de compensation envisagées.....	29
II.2.2 Coefficients d'ajustement et ratios de compensation	30
II.2.2.1 Evaluation des besoins de compensation	30
II.2.2.2 Evaluation des réponses de compensation.....	33
II.2.3 Génie écologique	34
II.2.3.1 Nature des techniques de génie écologique envisagées et plus-value associée	35
II.2.3.2 Modalités de choix des sites de compensation	36
II.2.3.3 Efficacité des mesures envisagées au regard des fonctions à compenser	37
II.2.4 Mise en œuvre des mesures de compensation	39
II.2.5 Pérennité des mesures	40
II.3 Evaluation des indicateurs d'atteinte des objectifs en matière de compensation	41
II.3.1 Objectifs des suivis et notion d'obligation de résultat.....	41
II.3.2 Méthode.....	42

III. SUGGESTIONS RELATIVES AUX METHODES DE COMPENSATION ECOLOGIQUE	44
III.1 Remarques préliminaires.....	44
III.2 Importance de la bonne caractérisation de l'état initial des milieux impactés et des sites de compensation.....	46
III.3 Utilisation de l'état initial dans la séquence ERC.....	48
III.4 Prospective d'évolution du milieu	49
III.5 Organisation de la compensation	50
III.5.1 Compenser les fonctions identifiées à l'échelle des bassins versants impactés avant même les fonctions intrinsèques aux zones humides	50
III.5.2 Compenser les quatre types de fonctions majeures des zones humides	51
III.5.3 Choisir des coefficients d'ajustement des besoins et réponses de compensation, à adapter au cas par cas	52
III.5.4 Prendre en compte le facteur temporel.....	53
III.5.5 Territorialiser les sites de compensation.....	53
III.5.6 Garantir la pérennité des mesures.....	54
III.5.7 Organiser le suivi des mesures.....	55
III.6 Application au cas particulier de Notre-Dame-des-Landes.....	55
IV. BIBLIOGRAPHIE	59
LISTE DES ACRONYMES	63
ANNEXES.....	63
ANNEXE 1 : Arrêté du 21 décembre 2012	64
ANNEXE 2 : Liste des membres du collège d'experts.....	66
ANNEXE 3 : Synthèse du plan d'échantillonnage adopté par cours d'eau.	67
ANNEXE 4 : Analyse des résultats présentés par les maîtres d'ouvrage dans le cadre l'étude des fonctions hydrologiques des zones humides.....	68
ANNEXE 5 : Analyse des résultats présentés par les maîtres d'ouvrage dans le cadre de l'étude des fonctions biologiques des zones humides	70
ANNEXE 6 : Classement, selon les maîtres d'ouvrage, des types d'habitats en fonction de leur « typicité » et de leur capacité d'accueil, aboutissant à une évaluation du critère « habitats naturels ».	73
ANNEXE 7 : Synthèse des suivis des mesures de compensation envisagés par AGO à l'échelle de la parcelle. DLE : dossier loi sur l'eau ; Proposition CDC : propositions de protocole de suivi de l'efficacité des mesures de compensation en date du 14 décembre 2012.	74
ANNEXE 8 : Questions posées par le collège d'experts aux deux maîtres d'ouvrage.....	76

RESUME SYNTHETIQUE DES AVIS DU COLLEGE

Les projets d'aéroport de Notre-Dame-des-Landes et de desserte routière se situent en quasi-totalité dans des zones humides, définies selon la réglementation actuelle ; il constitue l'un des premiers projets en France à devoir mettre en œuvre des mesures de compensation sur une superficie aussi vaste et aussi circonscrite dans l'espace. Le collège d'experts tient à souligner la difficulté et l'ampleur du travail mené par les maîtres d'ouvrage dans un tel contexte, pour assurer la compensation écologique des zones humides qui seront détruites ou impactées par l'aéroport ; il apprécie également la volonté d'innovation des acteurs ayant conduit au développement de la méthode de compensation proposée ; il s'est attaché à en analyser les principes, ainsi que les résultats de son application au cas des deux projets précités.

Après étude approfondie des dossiers « loi sur l'eau » soumis, visite sur le site, rencontres et discussions avec les auteurs de ce travail, échanges écrits entre experts et maîtres d'ouvrage, consultation de la littérature scientifique internationale spécialisée, audition d'associations de protection de la nature et analyse de dossiers de compensation écologique comparables en France et à l'étranger, le collège d'experts conclut que la compensation écologique pour le projet de Notre-Dame-des-Landes telle qu'elle est proposée dans le dossier « loi sur l'eau » amène à effectuer douze réserves, dont quatre d'ordre méthodologique, et huit spécifiques à l'application de la méthode au cas de Notre-Dame-des-Landes.

Concernant la méthode utilisée

- **R1. Non adéquation de la méthode avec la disposition 8B-2 du SDAGE Loire-Bretagne.**

En se fondant sur le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin Loire-Bretagne, les maîtres d'ouvrage proposent de compenser les surfaces impactées par les deux projets, par le maintien mutualisé des fonctions associées aux zones humides, et non par une simple compensation surfacique qui demanderait quant à elle l'application d'un ratio de 200 % au moins sur les surfaces détruites. Il s'agit *a priori* d'une démarche que le collège d'experts juge innovante en soi. Cependant, le SDAGE établit que la compensation par fonctions doit se faire « *dans le même bassin versant, (par) la création ou la restauration de zones humides équivalentes sur le plan fonctionnel et de la qualité de la biodiversité* ». Ces fonctions sont définies dans le paragraphe 8 du SDAGE comme « *jouant un rôle fondamental aux niveaux suivants* :

- elles assurent, sur l'ensemble des bassins des fonctions essentielles d'interception des pollutions diffuses (...) ;
- elles constituent un enjeu majeur pour la conservation de la biodiversité (...) ;
- elles contribuent, par ailleurs, à réguler les débits des cours d'eau et des nappes souterraines et à améliorer les caractéristiques morphologiques des cours d'eau (...) ».

Le collège interprète cette disposition du SDAGE comme une demande du respect du principe d'équivalence, à savoir la reconstitution, dans le même bassin versant, de zones humides équivalentes sur le plan fonctionnel, c'est-à-dire répondant à l'ensemble des fonctions biogéochimiques, hydrologiques ou biologiques perdues lors de la destruction des zones humides au droit du projet.

Or, la méthode mise en œuvre par les maîtres d'ouvrage consiste à évaluer les « besoins » de compensation en cumulant les fonctions biogéochimiques, hydrologiques et biologiques entre elles, sous forme d'Unités de Compensation, puis à faire de même pour évaluer la « réponse » de compensation à mettre en œuvre, à l'aide d'autres Unités de Compensation. L'absence de traçabilité des fonctions ainsi compensées rend difficile, en l'état actuel du dossier, toute vérification du respect du principe

d'équivalence, c'est-à-dire de savoir si chaque fonction perdue sur les surfaces impactées (y compris la qualité des milieux et la diversité spécifique) se trouve compensée par les surfaces recrées ou restaurées. Autant la mutualisation des fonctions compensées sur un même territoire est utile et souhaitable, autant la vérification effective des fonctions compensées une à une est nécessaire, ce qui n'est pas possible au regard de la méthode proposée. De ce fait, l'adéquation de cette méthode de compensation avec la disposition 8B-2 du SDAGE n'est pas garantie. Elle n'est pas non plus garantie tant que la compensation, qui doit se faire à proximité des zones humides détruites, selon les maîtres d'ouvrage, n'est pas réalisée dans le même bassin versant.

- **R2. Excessive complexité de la méthode utilisée.**

Bien que le sujet soit complexe, la méthode de calcul de la compensation proposée est, selon le collège, d'une complexité excessive et peu intelligible en l'état par les citoyens et les parties prenantes. Cette complexité limite la capacité du public à « *participer à l'élaboration des décisions publiques ayant une incidence sur l'environnement* », droit défini par la charte de l'environnement adossée à la Constitution et inscrit dans la convention d'Aarhus. Elle affaiblit de même la transparence de la démarche et n'a pas permis, lors de l'enquête publique, de faire apparaître un avis circonstancié dans les temps impartis. C'est une des raisons qui a conduit la Commission d'enquête publique du dossier « loi sur l'eau » à demander que cette partie du dossier soit soumise pour avis à un « collège d'experts indépendants ». Enfin, la complexité de la méthode proposée rend très difficile le futur suivi opérationnel et le contrôle des mesures de compensation.

- **R3. Nature et valeurs des coefficients de compensation injustifiés.**

La nature et les valeurs des coefficients d'ajustement proposés pour évaluer les besoins et réponses de compensation sont, selon le collège, injustifiés. Autant les valeurs des différents coefficients, que le nombre de classes, ou enfin que les sauts de valeurs le long de l'échelle totale apparaissent arbitraires. En outre, la correspondance entre les valeurs des coefficients d'ajustement relatifs au besoin et à la réponse de compensation (ou valeurs « miroir » des coefficients) est inappropriée. La nécessité de justifier les choix des coefficients et leurs valeurs s'imposait puisque la seule alternative aurait été de faire directement une compensation selon un ratio surfacique.

- **R4. Risque d'échec prévisible des mesures de compensation proposées et délai excessif de l'efficacité de leur mise en œuvre.**

La méthode de compensation proposée ne considère ni le risque d'échec, total ou partiel, des mesures concrètes proposées (travaux de génie écologique, possibilité de modification des usages,...), ni le temps nécessaire pour atteindre les objectifs fixés. Elle ne tient pas compte, en effet, du fait que la destruction des milieux est immédiate, tandis que la recréation ou la restauration des fonctions perdues peut demander dans certains cas des décennies pour être effective.

Les retours d'expériences en France et à l'étranger indiquent que, pour parvenir à une réelle compensation, il faut affecter aux surfaces impactées et à compenser des coefficients d'ajustement parfois élevés (jusqu'à un facteur de dix par exemple). L'argument selon lequel le suivi des mesures mises en œuvre sur la durée de la concession permettra d'assurer l'atteinte des objectifs de compensation est, aux yeux du collège, insuffisant. D'une part, ces objectifs sont fixés en termes d'Unités de Compensation, et non de rétablissement des fonctions une à une. D'autre part, il est évident que, sur le long terme, les systèmes écologiques vont évoluer sous l'effet des changements globaux et que des objectifs essentiellement établis selon le principe de stationnarité se révéleront inadéquats dans un futur proche (voir R12 ci-dessous). Cette réserve s'applique surtout au maintien de la qualité de la biodiversité, mais peut concerner aussi d'autres fonctions (biogéochimique ou hydrologique). Enfin, si ce suivi indique une compensation insuffisante, quelles en seraient les conséquences pour les acteurs impliqués ?

Concernant l'application de la méthode proposée au cas particulier des projets d'aéroport et de desserte routière de Notre-Dame-des-Landes

- **R5. Analyse non pertinente de la qualité physico-chimique des eaux et de la fonction biogéochimique des zones humides.**

Dans l'état initial, la qualité physico-chimique des eaux est mal évaluée. Un trop petit nombre de campagnes de mesure a été réalisé en tête de bassin, sur des ruisseaux situés en marge des deux projets (contrairement aux mares¹). Ils révèlent d'ailleurs la « bonne » à « très bonne qualité » des eaux du milieu. En outre, pour évaluer les impacts du projet sur la qualité des eaux, il est fait référence aux mesures de qualité disponibles sur le réseau de surveillance du bassin Loire-Bretagne, dont les stations se situent à plusieurs kilomètres en aval du projet, là où le réseau est déjà affecté par les activités humaines (rejets multiples issus des activités des collectivités locales implantées le long des cours d'eau, activité agricole, etc.). Les fréquences faibles des mesures sur ce réseau engendrent de plus des incertitudes, notamment sur la dynamique saisonnière des flux. Que cette qualité ne soit mesurée que sur 9 variables, alors que la norme de qualité environnementale impose un suivi sur 33 variables, est notoirement insuffisant aux yeux du collège. Enfin, l'analyse de la qualité des eaux ne peut pas être déconnectée de son étude quantitative, comme c'est le cas dans le dossier : une qualité d'eau doit toujours être reliée à un débit pour être interprétable.

Les lacunes de cet état initial et cette référence à des stations inappropriées ne permettent pas l'évaluation : (i) des impacts futurs des projets sur la qualité physico-chimique de l'eau ; (ii) des fonctions biogéochimiques des zones humides actuelles ; et (iii) des objectifs de compensation pour cette fonction. C'est en effet la bonne qualité de l'eau du site, qui conditionne la qualité des habitats et de la diversité spécifique, qu'il importe de maintenir ou compenser.

- **R6. Analyse insuffisante du fonctionnement hydrologique quantitatif.**

De même, un diagnostic argumenté du fonctionnement hydrologique de la zone impactée avec une quantification des entrées et des sorties fait défaut pour apprécier les fonctions hydrologiques associées aux zones humides, notamment leur rôle en tant que « soutien d'étiage » (qui est mis en avant dans les deux dossiers). Cette dernière fonction est par ailleurs surestimée pour les zones humides de cours d'eau du site. Le collège considère que la trop grande importance donnée à cette fonction biaise la pondération effectuée pour la compensation.

- **R7. Importance sous-estimée du ralentissement des crues.**

En revanche, la fonction de « ralentissement des crues » a été insuffisamment prise en compte. Le rôle sur le laminage des crues du chevelu dense de fossés, de haies et de ruisseaux jouxtant les zones humides et qui sera détruit (environ 20 % du linéaire sur la plateforme) aurait dû être mieux considéré, notamment aux niveaux des projets de réaménagements des cours d'eau et de compensation des atteintes aux zones humides.

De manière plus générale, une gestion des eaux stockées dans les bassins tampons « par l'amont » en cas de crue, pour éviter leur débordement, et « par l'aval » en période sèche, pour soutenir les étiages, aurait dû être davantage étudiée. Il est prévu de calibrer les ouvrages de stockage tout comme les ouvrages aval de franchissement hydraulique (buses, ponts cadres notamment) pour faire face à la crue centennale. Ceci apportera une plus-value pour les ouvrages existants mais sera peut-être insuffisant en ce qui concerne les ouvrages de stockage pour satisfaire les besoins en eau à l'étiage durant les périodes estivales. Le maintien d'une certaine variabilité hydraulique dans les cours d'eau impactés devrait être de surcroît respecté, par exemple au travers d'une gestion dynamique des ouvrages de

¹ Les trois mares analysées sont situées dans la zone du projet

contrôle situés à la sortie des réservoirs de tête, autorisant des lâches proportionnées aux événements hydro-pluviométriques de périodicité faible et moyenne.

- **R8. Caractérisation initiale insuffisante de la biodiversité.**

L'analyse de l'état initial du milieu est insuffisante quant aux inventaires des habitats et des communautés végétales et animales. La nature de la diversité spécifique dans les zones humides qui seront détruites ou impactées est insuffisamment caractérisée. En particulier, les habitats et cortèges floristiques sont incomplètement inventoriés et décrits, ainsi que les communautés animales et leurs connectivités (au sens de l'écologie du paysage, incluant la diversité des habitats et les connectivités fonctionnelles). Les interactions entre les espèces et les échanges de flux, qui sont cruciales pour le fonctionnement des systèmes écologiques en mosaïque, et qui sont conditionnées par la structure de l'écosystème (matrice, tache, corridor, barrière, zone tampon...), sont trop peu traitées dans le dossier. Ces insuffisances ne permettront pas d'évaluer de manière précise et comparative les résultats des actions de récréation ou de restauration d'une diversité spécifique équivalente à mettre en œuvre dans le cadre des mesures de compensation.

- **R9. Difficulté d'appréciation et incertitudes sur la faisabilité des mesures de génie écologique.**

L'appréciation de la pertinence des mesures proposées de génie écologique et d'adaptation par les pratiques agricoles est impossible dans l'état actuel du dossier. Les deux exemples fournis dans le *Mémoire en réponse d'AGO (ou DREAL) au Procès-Verbal de la commission d'enquête « loi sur l'eau » en date du 28 août 2012* aident cependant à se faire une idée de ce que seront les réalisations concrètes en matière de compensation.

Les mesures de maintien et de gestion de l'existant ne sont *a priori* pas toutes en adéquation avec la disposition 8B-2 du SDAGE Loire-Bretagne. Au total, soixante et un types de contrats, modifiables en cours d'exécution, sont annoncés dont neuf seulement sont actuellement explicités. Dix-neuf types de contrats (mentionnés « amélioration ») apparaissent en fait comme des contrats de maintien de l'existant, sans que le caractère menacé des parcelles visées n'ait été suffisamment argumenté. Bien que les maîtres d'ouvrage s'engagent à ce que ces mesures restent inférieures à 50 % des unités de compensation globales comptabilisées dans le cadre de la réponse de compensation, les exemples de travaux cités dans le dossier « loi sur l'eau » des maîtres d'ouvrage montrent un réel déséquilibre entre le nombre de sites pour lesquels le maintien ou la gestion de l'existant sont envisagés (71% des sites) et ceux pour lesquels une réelle restauration, réhabilitation ou gestion intensive est prévue (29%). Sachant que maintien à l'identique ne peut valoir compensation, ces mesures ne devraient pas être comptabilisées dans le cadre de la réponse de compensation.

En conséquence les réponses de compensation favorables aux zones humides sont surestimées, en comparaison de ce qui sera concrètement mis en œuvre sur le terrain pour ces milieux et des besoins de compensation estimés précédemment.

De surcroît, les garanties de faisabilité de la restauration de certains habitats oligotrophes, parmi les plus remarquables de ce territoire, ou de possibilité de compensation surfacique ne sont pas acquises et doivent être démontrées par les maîtres d'ouvrage. Certains habitats, comme les prairies humides oligotrophes, les landes humides ou les gazons oligotrophes de bordure de mares sont considérés, sur le domaine biogéographique atlantique, en état de conservation « défavorable/mauvais », ce qui remet en cause la faisabilité de la compensation pour ces habitats.

Sans ces informations, il n'est pas possible de se prononcer sur l'adéquation et la faisabilité des techniques de génie écologique proposées pour rétablir la « qualité de la biodiversité » du milieu.

• R10. Incertitudes sur la mise en œuvre des mesures de compensation

Les modifications des assolements (transformation de parcelles labourées en prairies permanentes), des pratiques agricoles (extensification pour aller vers l'oligotrophie), des éléments hydrologiques (mares, extensions de zones humides en parcelles agricoles) et des éléments paysagers qui seront effectivement acceptés par la profession agricole ne sont pas précisées. Aucune garantie n'est apportée que la continuité paysagère en termes de connectivité écologique actuelle des différents habitats détruits par le projet (zones humides, mares, haies), à l'origine de la forte valeur écologique de ce site, sera réellement restaurée au sein des territoires de compensation, donc en recomposant notablement les territoires d'exploitations autour du site impacté.

• R11. Insuffisance de l'engagement formel des maîtres d'ouvrage à l'obligation de résultat.

Les dates précises auxquelles doivent s'entendre les engagements pris par les maîtres d'ouvrage du point de vue de la mise en œuvre effective des mesures de compensation puis des résultats attendus (obligation de résultat) ne sont pas clairement indiquées. Les maîtres d'ouvrage s'engagent en effet à : (i) sécuriser les sites (sur le plan foncier) au bout de cinq ans (de 2013 à 2018) ; (ii) réaliser les travaux sur neuf ans (de 2013 à 2022) en donnant la priorité à la création des mares et à la plantation des haies ; (iii) rembourser en quatre ans 80 % de la « dette écologique » ; (iv) réajuster les actions selon les conclusions de l'observatoire environnemental, et réaliser un bilan tous les cinq ans. Ce calendrier ne fait toutefois référence qu'à des obligations de moyens, et aucun calendrier n'est donné en termes d'obligation de résultats. Le réajustement possible des moyens à mettre en œuvre en cas de non atteinte de ces objectifs n'est pas précisé non plus. L'incertitude sur la signature effective des contrats par les agriculteurs n'est pas abordée ; de plus, ce qu'il adviendrait si ces engagements ne pouvaient être tenus (refus par exemple des agriculteurs de signer des protocoles volontaires d'accord ou de mise à disposition des parcelles) n'est pas évoqué.

• R12. Absence de suivi satisfaisant des mesures de compensation.

Le suivi des mesures de compensation soulève deux questions principales.

La première est celle relative à l'hypothèse de « stationnarité » du milieu qu'affichent les maîtres d'ouvrage. Même si la réglementation n'impose pas la prise en compte des changements potentiels du milieu (climat, changement des pratiques agricoles, de l'usage du sol...), l'ensemble du milieu considéré s'inscrit dans une trajectoire dynamique à long terme. Les parcelles bénéficiant de travaux de récréation ou de restauration, et qui feront l'objet d'un suivi, subiront à la fois les effets des mesures de compensation mises en œuvre et ceux des changements globaux en cours qui sont indépendants de ces mesures. Cette question aurait dû *a minima* être posée dans le dossier, et des éléments de réponse apportés, comme par exemple l'usage qui sera fait dans le suivi de « sites témoins » mentionnés dans la réponse des maîtres d'ouvrage aux questions du collège, sites où l'effet de ces changements pourrait être observé simultanément. En l'absence de réflexion sur ce sujet, le risque encouru est grand de se trouver dans quelques années face à une situation qui sera qualifiée alors « d'imprévue », justifiant que les objectifs n'ont pu être atteints du fait de ces changements pourtant attendus (tels que les changements climatiques).

La seconde question concerne les méthodes d'évaluation des résultats et les moyens mis en œuvre pour parvenir à cette appréciation, qui ne sont pas spécifiés, mis à part un renvoi systématique à de futurs indicateurs en cours de définition ou à des « *protocoles de suivi d'efficacité des mesures compensatoires (...) en cours d'élaboration avec l'observatoire environnemental* ». Or, définir précisément ces méthodes avant même le démarrage des chantiers est capital. Cette étape permettra de spécifier les données nécessaires au suivi et sera mise à profit pour compléter l'état initial d'ores et déjà effectué, pour que l'on puisse sérieusement s'y référer avec un suivi à long terme. Par ailleurs, c'est au travers de la comparaison des résultats obtenus avec les objectifs initialement affichés qu'il sera possible de savoir si ces derniers ont réellement été atteints ou s'ils doivent être réajustés, et si le coefficient de « plus-value

écologique » prédéfini à dire d'experts pour quantifier les réponses de compensation doit être révisé. Ceci impose que l'observatoire environnemental, dont le rôle reste à expliciter dans le suivi et dans la prise de décision en matière de réajustement éventuel, soit explicitement défini bien avant d'engager les travaux de compensation.

REPONSES AUX QUESTIONS POSEES

La mission du collège d'experts a été définie comme suit par les articles 5 et 6 de l'arrêté préfectoral du 21 décembre 2012 :

- *Article 5 : Le collège d'experts scientifiques a pour mission d'évaluer la méthode de compensation des incidences sur les zones humides proposée dans le projet de plateforme aéroportuaire, du programme viaire d'accompagnement et de la desserte routière sur les points suivants :*

- *principes généraux de la méthode de compensation fonctionnelle et des techniques de génie écologique envisagées ;*
- *coefficients de compensation affectés aux zones humides détruites et coefficients attribués aux zones de compensation ;*
- *indicateurs proposés permettant d'évaluer l'atteinte des objectifs en matière de compensation écologique.*

- *Article 6 : Le rapport et les conclusions des travaux du collège, assortis d'éventuelles propositions, seront transmis au préfet de Loire-Atlantique par le président du collège d'experts.*

- **En ce qui concerne les principes généraux de la méthode de compensation fonctionnelle :**

Le collège conclut que cette méthode ne peut être validée en l'état du fait de sa non-adéquation avec le SDAGE Loire-Bretagne, et de la non prise en compte d'une part des risques d'échec inhérents à ce type de mesures, et d'autre part, des délais nécessaires à l'atteinte des objectifs fixés lors de leur mise en œuvre. Par ailleurs, son excessive complexité limite la capacité du public et des parties prenantes à formuler un avis sur les choix environnementaux, comme le prévoit la charte de l'environnement adossée à la Constitution. Enfin, cette méthode ne donne aucune justification ou validation scientifique externe aux coefficients de pondération choisis.

- **En ce qui concerne les techniques de génie écologique :**

Le collège conclut que les mesures proposées sont difficiles à apprécier dans l'état actuel du dossier, de même que les possibilités d'adaptation des pratiques agricoles. Il existe trop d'incertitudes sur l'application de ces techniques pour en garantir les résultats, ainsi que sur l'adhésion des agriculteurs potentiellement concernés par les mesures de compensation à mettre en œuvre.

- **En ce qui concerne les coefficients de compensation affectés aux zones humides détruites et ceux attribués aux zones de compensation :**

Le collège conclut qu'ils sont insuffisamment justifiés, tant sur le choix même de la nature de ces coefficients que de leurs valeurs, du nombre de classes ou des sauts de valeurs le long de l'échelle totale. Or le choix fait par les maîtres d'ouvrage d'utiliser une méthode de compensation fonctionnelle leur imposait de justifier le choix de ces coefficients et les valeurs retenues.

- **En ce qui concerne les indicateurs proposés permettant d'évaluer l'atteinte des objectifs en matière de compensation écologique**

Le collège conclut que les méthodes d'évaluation des moyens mis en œuvre et des résultats obtenus pour parvenir à cette appréciation de l'atteinte des objectifs ne sont pas spécifiées, mis à part un renvoi systématique à de futurs indicateurs en cours de définition ou à des « *protocoles de suivi d'efficacité des mesures compensatoires (...) en cours d'élaboration avec l'observatoire environnemental* ». Or ces méthodes doivent impérativement être définies avant le démarrage des chantiers. Enfin, ce suivi doit être

associé à des obligations de résultats selon un calendrier prévisionnel écrit et adapté aux différents types de mesures de compensation envisagées.

Le collège d'experts émet en outre des suggestions quant à la façon de concevoir la compensation des zones humides, en particulier pour Notre-Dame-des-Landes, en réponse à l'article 6 de l'arrêté préfectoral. Il propose la prise en compte hiérarchisée de l'ensemble des fonctions écologiques des zones humides, de leur dynamique temporelle, de l'écologie du paysage, etc. Il reconnaît la grande complexité du problème et la quasi-impossibilité de compenser « à l'identique » les milieux détruits. Le collège considère néanmoins qu'il faut rechercher des solutions concrètes, pragmatiques et efficaces, et ne pas renvoyer systématiquement les engagements et les prises de décisions à un futur observatoire pour prescrire des réorientations éventuelles des mesures de compensation.

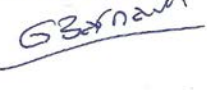
Ces conclusions ainsi que la totalité du contenu du rapport ont été adoptés à l'unanimité le 27 mars 2013 par l'ensemble des membres et membres associés du collège², réunis en séance à l'Université Pierre-et-Marie-Curie, qui ont signé ci-dessous ; le texte final a été mis en forme, complété par des annexes, un résumé exécutif et validé par tous par courrier électronique, avant transmission par le président du collège à Monsieur le Préfet de la région Pays de la Loire, Préfet de la Loire Atlantique, en date du 9 avril 2013.

Paris, le 9 avril 2013,

Gilles de Marsily

Benoit LESAFFRE

Marc BENOÎT

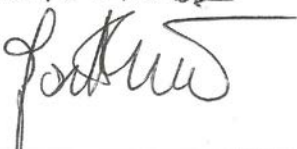
Geneviève BARNAUD

François Birgand

André Musy

Serge RULLER

Daniel Zinner

Christian Leveque

Josette GARNIER


² La signature de ce rapport par les deux Rapporteurs, dont la désignation à ce collège avait été proposée par leurs établissements publics d'appartenance, n'a pas été sollicitée par le collège, pour des raisons déontologiques.

AVANT-PROPOS

Par arrêté préfectoral en date du 21 décembre 2012, le Préfet de la région Pays de Loire, Préfet de la Loire Atlantique, a créé « *un collège d'experts scientifiques chargé d'évaluer la méthode de compensation des incidences sur les zones humides proposées dans le projet de réalisation de la plateforme aéroportuaire, du programme viaire d'accompagnement et de la desserte routière de l'aéroport de Notre-Dame-des-Landes* ». Cet arrêté figure en annexe 1 de ce rapport, et la liste des membres du collège en annexe 2.

L'objet du présent rapport est (1) de rappeler brièvement l'historique du projet, la mission du collège d'experts, sa place au sein des procédures réglementaires en cours, et de rendre compte du déroulement de ses travaux ; (2) de présenter l'évaluation qu'il a conduite de la méthode de compensation proposée par les deux maîtres d'ouvrage ; (3) de donner en conclusion ses réponses aux questions posées dans le rapport de la commission d'enquête publique et dans l'arrêté préfectoral du 21 décembre 2012 ; (4) de présenter ses suggestions en matière de méthode de la compensation des zones humides, en particulier à Notre-Dame-des-Landes.

• Historique des projets d'aéroport³ de Notre-Dame-des-Landes et de desserte routière associée

En 1965, la recherche d'un site remplaçant l'aéroport actuel de Nantes-Atlantique a débuté et dès 1970, le Comité Interministériel d'Aménagement du Territoire prévoyait de le transférer à Notre-Dame-des-Landes. Ce projet n'a pas été réalisé mais a été anticipé, en particulier par la création d'une zone d'aménagement différé (ZAD) et par des acquisitions foncières effectuées par le Conseil général de Loire Atlantique. Le remembrement de cette zone a été également exclu. C'est en particulier cette absence de remembrement qui confère aujourd'hui au site son cachet de bocage remarquable, autrefois très répandu mais désormais rare en Bretagne et Loire Atlantique. Au sein de ce bocage, les zones humides constituent en connexion avec les haies et les mares, des écosystèmes susceptibles de présenter des fonctions et enjeux exceptionnels, tant sur le plan biogéochimique, hydrologique, biologique, systémique que patrimonial. La compensation de la disparition de ces milieux représente donc un enjeu tout particulier sur ce site.

Dans les années 2000, le projet d'un nouvel aéroport est repris. Un débat public est organisé en 2003 à Nantes, Rennes, etc., et conduit à un avis favorable au projet. En 2006, l'étude d'impact de l'aménagement puis l'enquête publique sont menées et la Déclaration d'Utilité Publique est rendue le 9 février 2008. La concession de la réalisation et de l'exploitation de l'aéroport est confiée le 29 décembre 2010 pour une durée de 55 ans à la société Aéroport du Grand Ouest (AGO). En complément de l'étude d'impact et conformément à la réglementation, deux enquêtes publiques⁴ « loi sur l'eau⁵ » sont menées du 21 juin au 7 août 2012, à partir de dossiers établis conjointement par les deux maîtres d'ouvrage, AGO pour la plateforme aéroportuaire et le rétablissement des voiries associées (VC3 & programme viaire du Grand Ouest) et la DREAL des Pays de la Loire pour la desserte routière de l'aéroport.

A l'issue de cette enquête, deux réserves majeures sont formulées par la commission d'enquête publique dans ses conclusions motivées et avis en date du 24 octobre 2012. L'une d'entre elles concerne spécifiquement la méthode de compensation retenue à l'échelle du projet :

« Toutefois, la commission d'enquête formule deux réserves.

³ Dans le reste du rapport, le collège d'expert entend par projet "d'aéroport", l'aéroport lui-même ainsi que le programme viaire associé.

⁴ Enquêtes publiques conjointes prescrites par arrêtés préfectoraux du 15 mai 2012.

⁵ Demande d'autorisation au titre des articles L.214-1 et suivants du code de l'environnement.

La première : qu'un collège d'experts indépendants apporte une indispensable caution scientifique de la méthode de compensation retenue à l'échelle du projet, sur les trois points suivants :

- validation des principes généraux de la méthode de compensation fonctionnelle et des techniques de génie écologiques envisagées ;
- validation des coefficients de compensation affectés aux zones humides détruites et de ceux qui sont attribués aux zones de compensation ;
- validation des indicateurs proposés permettant d'évaluer l'atteinte des objectifs en matière de compensation écologique.

Ces validations devront intervenir au plus tard avant la réalisation des travaux de terrassement généraux relatifs à la plateforme aéroportuaire qui créeront un dommage irréversible à l'ensemble du site.

La seconde : qu'un cadre de référence technique, juridique et financier (protocole) soit conclu dans les meilleurs délais entre le maître d'ouvrage et la profession agricole, dans la mesure où il constitue une des garanties essentielles de l'effectivité de la compensation environnementale, et qu'il puisse faire l'objet d'éventuels ajustements résultant du processus de validation scientifique pour optimiser certains modes opératoires. Pour la commission, la signature du protocole et de conventions associées permettrait d'anticiper la mise en œuvre de mesures compensatoires et de disposer ainsi de retours d'expérience avant la réalisation des travaux de terrassement généraux dont elle a souligné supra qu'ils porteront une atteinte irréversible au site ».

• Mission du collège d'experts

Ces réserves ont conduit le préfet de région Pays de la Loire, préfet de Loire Atlantique, à créer un collège d'experts. Par communiqué du 24 novembre 2012, Mme Delphine BATHO, ministre de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, M. Stéphane LE FOLL, ministre de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt et M. Frédéric CUVILLIER, ministre délégué chargé des transports, de la mer et de la pêche ont indiqué que « *le comité scientifique qui sera mis en place dans le cadre de la procédure d'autorisation au titre de la loi sur l'eau sera composé avec toutes les garanties d'indépendance et de transparence, et présidé par un expert scientifique* ». La composition du collège a été rendue publique par communiqué de presse le 30 novembre 2012 puis publiée par arrêté en date du 21 décembre 2012 (annexes 1 et 2).

Dans la même période, le Premier ministre installait une *Commission du dialogue* chargée de « *rencontrer toutes les parties prenantes qui le souhaitent* » et de formuler des propositions. De même, le ministre de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt créait une *mission* chargée d'*identifier localement les moyens de minimiser l'impact du projet sur les surfaces agricoles*. Les rapports de la commission du dialogue et de la mission agricole sont attendus pour avril 2013, en cohérence avec le calendrier que s'est fixé le collège d'experts scientifiques. Ces trois instances ont alors jugé utile de se tenir informées de l'avancement de leurs travaux respectifs.

Les méthodes de compensation utilisées par les deux maîtres d'ouvrage étant identiques, le collège d'experts a analysé conjointement les deux projets, à partir des dossiers d'enquête publique « loi sur l'eau » de 2012 accessibles au public, et des compléments apportés en date du 28 janvier 2013, par les maîtres d'ouvrage suite aux questions posées par le collège (annexe 8).

• Déroulement des travaux du collège

Le collège d'experts s'est réuni de manière informelle une première fois le 17 décembre 2012 à l'Université Pierre-et-Marie-Curie (UPMC) sur le site de Jussieu à Paris 5^{ème}. Un exemplaire papier ou informatique des deux dossiers d'enquête publique « loi sur l'eau » a été remis à chacun des membres du collège.

Le 14 janvier 2013, le collège s'est rendu sur les sites concernés par les deux projets et a été reçu à Nantes par M. Christian de LAVERNEE, Préfet de la région Pays de la Loire, Préfet de la Loire Atlantique, et par M. Mikaël DORE, Sous-Préfet à la Préfecture de Loire Atlantique chargé de mission sur le dossier de l'aéroport de Notre-Dame-des-Landes. La visite des sites s'est déroulée le matin, en présence de M. le Sous-Préfet et des représentants des deux maîtres d'ouvrage et des bureaux d'étude. Un livret-guide de cette visite a été remis aux participants et de nombreuses questions ont été abordées sur le terrain. L'après-midi, le collège a tenu une réunion interne dans des locaux mis à disposition par la préfecture. Le lendemain 15 janvier, le collège a reçu à l'UPMC-Jussieu les représentants des maîtres d'ouvrage et des bureaux d'étude. Les deux dossiers (aéroport et desserte routière) ont été présentés aux experts. S'en est suivi un long échange sur la méthode de compensation utilisée. Le 21 janvier 2013, le collège a fait parvenir aux maîtres d'ouvrage une série écrite de questions sur cette méthode, en demandant une réponse pour le 28 janvier, ce qui fut fait (annexe 8).

Le 5 mars 2013, le collège a reçu, à leur demande, des représentants des associations de protection de la nature⁶, qui lui ont fourni un document intitulé « *Rapport à l'attention du collège des experts scientifiques-Projet d'aéroport à Notre-Dame-des-Landes* », daté du 28 février 2013. Il a également reçu ultérieurement d'autres documents sur ce sujet⁷ rédigés par d'autres associations ou personnalités, qu'il a examinés.

Le 18 mars 2013, il a reçu, toujours à l'UPMC-Jussieu, les représentants des maîtres d'ouvrage, dans le but de vérifier l'absence d'erreurs factuelles dans ses analyses avant de finaliser son rapport.

Les 29 janvier, 4, 15, 25 février, et 5, 11, 18, 27 mars, le collège s'est réuni à l'UPMC-Jussieu pour examen des documents remis, des réponses aux questions des maîtres d'ouvrage, comparaison avec d'autres projets, retours d'expériences et méthodes, rédaction du rapport, accord et mise au point final des conclusions. Le collège a aussi consulté trois juristes pour l'aider à l'interprétation de l'article 8B-2 du SDAGE Loire-Bretagne. En outre, des contacts ont eu lieu entre le président du collège et la commission du dialogue le 9 janvier et avec la mission agriculture le 16 janvier. Les trois instances se sont réunies avenue de Ségur le 25 février pour échanger à propos de leurs travaux, puis se sont tenues régulièrement informées de l'avancement de leur travail respectif.

Le présent rapport a été finalisé le 9 avril 2013 et remis le même jour par le président du collège à Monsieur le Préfet de la région Pays de la Loire, Préfet de la Loire Atlantique.

⁶ France Nature Environnement, France Nature Environnement Pays de la Loire, Bretagne Vivante, Ligue de Protection des Oiseaux

⁷ Lettre ouverte au Comité d'expertise scientifique dans le cadre de la Procédure d'autorisation au titre de la loi sur l'eau pour le projet d'« Aéroport du Grand Ouest » à Notre-Dame-Des- Landes, par les décompenseurs en lutte, 6 mars 2013 ; lettre de Mme Thérèse LEPAROUX, Administratrice du Cédpa, 8 mars 2013 ; lettre du Dr Loïc MARION, Chercheur CNRS à l'Université de Rennes 1, 19 mars 2013.

I. INTRODUCTION

Dès 1976⁸, la compensation au titre du code de l'environnement (CE) a été introduite en France et s'inscrit dans le cadre général de la séquence dite « Eviter, Réduire, Compenser » (ERC). A ce titre, la nécessité de compenser les atteintes à l'environnement est bien indiquée dans la réglementation nationale, à la fois (1) pour les projets soumis au régime des études d'impact⁹ (cf. articles L. 122-3, L. 122-1-IV et R. 122-14-I-1^{er} alinéa du CE) où 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* » (article R.122-14-II du CE) ; et (2) pour les projets soumis au régime de la loi sur l'eau¹⁰ (cf. articles L. 214-3, R. 214-6 et R. 214-32 du CE).

En revanche, les méthodes de compensation des atteintes aux milieux aquatiques en général et aux zones humides en particulier sont peu définies, seuls quelques grands principes étant indiqués.

- Au niveau national, où le respect des objectifs établis par la Directive cadre sur l'eau (2000) de non-dégradation supplémentaire de l'état des masses d'eau (cf. article R. 212-13 du CE) sous-entend de manière implicite que les mesures de compensation devraient être recherchées et mises en œuvre en priorité sur les mêmes « masses d'eau » que celles impactées par le projet. De même, la circulaire du 24 décembre 1999¹¹ indique que les mesures de compensation « *consistent généralement en l'acquisition amiable de terrains humides dégradés, de même fonctionnalité que ceux détruits ou altérés, en la réalisation de travaux de restauration et en leur remise gratuite à un conservatoire des espaces naturels afin de pérenniser cette sauvegarde. Les travaux de restauration pris en charge par le maître d'ouvrage comprennent généralement une maintenance pendant 3 à 5 ans des travaux. La surface à acquérir doit être suffisante pour restaurer des fonctionnalités identiques à celles des zones asséchées ou remblayées, ainsi que celles environnantes indirectement altérées* ».
- Au niveau régional, certains SDAGE et SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) précisent les méthodes et résultats attendus. Ainsi, les principes de compensation préconisés sont basés, dans leur très grande majorité, sur la nécessité (1) de mettre en œuvre les mesures à proximité des sites impactés ; (2) de respecter le principe dit « d'équivalence »¹² ; et (3) de comprendre par « compensation », la création ou la restauration des zones humides impactées par un projet. Néanmoins, les moyens à mettre en œuvre peuvent varier entre grands bassins versants, notamment pour ce qui concerne les ratios surfaciques de compensation. Sachant que les autorisations préfectorales à délivrer au titre de la « loi sur l'eau » doivent être compatibles avec les SDAGE (article L. 212-1 du CE) et les SAGE s'ils existent (article L. 212-5-2 du CE), ces documents de planification constituent l'aune à laquelle doivent être confrontées les méthodes de compensation proposées par les maîtres d'ouvrage.

Selon le SDAGE Loire-Bretagne promulgué en 2009, paragraphe 8 : « *Les zones humides du bassin Loire-Bretagne recouvrent une grande diversité de milieux (...). Elles ont considérablement régressé au cours des cinquante dernières années, ... (et) cette régression se poursuit. Les zones humides jouent pourtant un rôle fondamental à différents niveaux :*

⁸ Loi n° 76-629 sur la protection de la nature du 10 juillet 1976.

⁹ Nomenclature annexée à l'article R.122-2 du code de l'environnement.

¹⁰ Nomenclature annexée à l'article R.214-1 du code de l'environnement.

¹¹ Circulaire du 24 décembre 1999 relatif à la modification de la nomenclature relative à l'eau -Création, vidange de plans d'eau et protection des zones humides.

¹² Cf. MEDDE, 2012. Doctrine relative à la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur le milieu naturel, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, mars 2012, 8 p.

- elles assurent, sur l'ensemble des bassins des fonctions essentielles d'interception des pollutions diffuses (...);
- elles constituent un enjeu majeur pour la conservation de la biodiversité (...);
- elles contribuent, par ailleurs, à réguler les débits des cours d'eau et des nappes souterraines et à améliorer les caractéristiques morphologiques des cours d'eau (...).

Leur préservation, leur restauration et leur récréation, là où elles s'imposent, sont donc des enjeux majeurs ».

La disposition 8B-2 du SDAGE reprend ces principes en indiquant que « dès lors que la mise en œuvre d'un projet conduit, sans alternative avérée, à la disparition de zones humides, les mesures compensatoires proposées par le maître d'ouvrage doivent prévoir, dans le même bassin versant, la récréation ou la restauration de zones humides équivalentes sur le plan fonctionnel et de la qualité de la biodiversité. A défaut, la compensation porte sur une surface au moins égale à 200 % de la surface supprimée. La gestion et l'entretien de ces zones humides doivent être garantis à long terme ».

Les SAGE reprennent ces principes en y ajoutant une notion de plus-value écologique. Ainsi, le SAGE Vilaine promulgué en 2003 stipule que « *les mesures compensatoires à la dégradation de ces milieux par des travaux d'intérêt public devront prévoir la création ou la restauration de zones humides avec comme objectif que le bilan global de l'échange soit positif pour le milieu (en termes de surface et de biodiversité). Ces mêmes acteurs publics encourageront la mise en place de mesures de gestion adaptées, précédées et étayées par des études préalables...* ». Le SAGE Estuaire de la Loire promulgué en 2009 précise, pour les cas particuliers où le maître d'ouvrage doit compenser un aménagement portant sur un écosystème très important en surface et constitué principalement de zones humides, que le maître d'ouvrage « *pourra proposer une démarche de compensation (ainsi que ses éventuelles mesures correctives) privilégiant la récréation ou la restauration de fonctions écologiques majeures de cet écosystème et se traduisant par un bilan positif à l'échelle de ces fonctions majeures de l'écosystème. A défaut, l'objectif de compensation basé sur le doublement des surfaces détruites s'applique* ».

Le SDAGE Loire-Bretagne prévoit ainsi deux méthodes de compensation.

- En premier lieu, la compensation des fonctions majeures associées aux zones humides dans le respect du principe d'équivalence, à proximité du site impacté (au sein du même bassin versant, ce qui peut s'entendre comme la même « masse d'eau »). Celle-ci doit porter sur le plan fonctionnel ET sur la qualité de la biodiversité, et non pas « OU ». Les dispositions des SAGE Vilaine et Estuaire de la Loire sont moins claires à ce sujet mais en cas d'ambiguïté, retenons que c'est le SDAGE qui fait autorité¹³ ;
- A défaut, la compensation des atteintes aux zones humides à l'aide d'une méthode surfacique simple. Dans ce cas, le ratio surfacique de 200% au moins ne s'impose pas nécessairement au même bassin versant, mais au plus proche possible, au sein du même département, ou à défaut au bassin Loire-Bretagne tout entier.

Il n'est pas précisé si ces deux méthodes de compensation peuvent être utilisées conjointement, mais le collège considère raisonnable de le penser.

La réglementation et les grands principes étant connus, force est de constater que leur mise en œuvre concrète reste récente, les modalités d'application pratiques continuant d'être améliorées. Il n'existe pas de ce fait de méthode de compensation bien établie, fondée sur des éléments scientifiquement reconnus et objectifs, méthode vis-à-vis de laquelle il aurait suffi de comparer les propositions des maîtres d'ouvrage pour donner un avis. En cela, la fiche n°2 en date du 18 novembre 2010 d'aide à la lecture du

¹³ A noter que les territoires concernés par le projet d'aéroport et de desserte routière se situent à la fois sur le SAGE Vilaine pour 85% de la superficie, et sur le SAGE Estuaire de la Loire pour 15% de la superficie.

SDAGE Loire-Bretagne en application de la disposition 8B-2 sur les zones humides¹⁴ apporte quelques éléments de réponse pragmatiques sur le type de méthode à utiliser. De même, le groupe de travail sur la méthode de compensation des zones humides, mis en place par la DREAL et AGO et ouvert à l'administration en charge de l'instruction des deux dossiers « loi sur l'eau » (DDTM), a fait œuvre d'initiative, dont l'originalité est à souligner.

Dernièrement, la doctrine ERC publiée en mars 2012¹⁵ apporte des précisions sur le principe d'équivalence nécessaire à la mise en œuvre de mesures de compensation pertinentes. Ainsi, les mesures de compensation « *doivent permettre le rétablissement de la qualité environnementale du milieu naturel impacté, à un niveau au moins équivalent de l'état initial et si possible d'obtenir un gain net, en particulier pour les milieux dégradés, compte-tenu de leur sensibilité et des objectifs généraux d'atteinte du bon état des milieux ... (elles) sont définies à l'échelle territoriale pertinente et en tenant compte du temps de récupération des milieux naturels* ». La doctrine définit aussi les notions d'évitement, de réduction et de compensation : (1) « éviter » signifie que le maître d'ouvrage modifie son projet d'aménagement afin de supprimer totalement un impact négatif identifié sur l'environnement ; (2) si aucune alternative technique évitant cet impact n'est possible à un coût raisonnable, il convient autant que possible de le « réduire », tant en terme de durée et d'intensité que d'étendue, en mobilisant notamment les meilleures techniques disponibles (réduction de l'emprise au sol, densification du bâti, adaptation des ouvrages, etc.) ; et (3) la « compensation » intervient en dernier lieu, quand les deux autres types de mesures ont atteint leurs limites et qu'il reste des impacts résiduels significatifs du projet sur l'environnement.

Dans ce cadre, le travail d'évaluation de la pertinence des méthodes de compensation n'a de sens que si la séquence ERC a bien été respectée par le maître d'ouvrage et que de réelles mesures d'évitement et de réduction sont proposées.

Des retours d'expériences sur la mise en œuvre de la séquence ERC sont désormais disponibles à l'échelle internationale (Barnaud & Coïc, 2011). A titre d'exemple, les Etats-Unis affichent près de 40 ans d'expérience sur le sujet, la loi fédérale américaine portant sur la pollution des eaux obligeant les maîtres d'ouvrage à éviter, réduire, compenser les atteintes aux milieux aquatiques depuis 1972 (Clean Water Act., article 404). Dans ce cadre, les mesures de compensation relatives aux zones humides consistent concrètement en la restauration, la création, l'amélioration ou la préservation de ces milieux. Au cœur du dispositif se situe la recherche de « l'équivalence écologique » entre perte et gain de zones humides. Celle-ci est évaluée sur la base des surfaces et/ou fonctions impactées. Les retours relatifs au génie écologique mis en œuvre indiquent que :

- la restauration est plus efficace que les autres types de travaux, à condition de considérer la surface concernée, la localisation du site sur le bassin versant (prenant en compte le fonctionnement du bassin versant), le type de zone humide restaurée et l'état du site avant intervention ;
- les objectifs de restauration sont rarement atteints au plan fonctionnel (Moreno-Mateos *et al.*, 2012).

Aussi, les bilans institutionnels et techniques périodiques demandés par le Congrès des Etats Unis restent très mitigés sur la pertinence de ces mesures malgré les moyens mis en œuvre (BenDor et Riggsbee, 2011). L'objectif central affiché par la politique fédérale de 1989 à savoir « *No net loss of wetlands, net gain* » en superficie, en fonction et en valeur n'est toujours pas atteint (Maron *et al.*, 2012). Outre l'attention portée aux fonctions des zones humides, l'évaluation de la pertinence de ces mesures met en avant la nécessité d'intégrer l'approche « bassin versant » (critères de priorité et d'option de

¹⁴ Secrétariat Technique du Bassin Loire-Bretagne, 18/11/2010. *Fiche n°2 d'aide à la lecture de la disposition 8B-2 du SDAGE Loire-Bretagne*, p. 14.

¹⁵ Cf. MEDDE, 2012. Doctrine relative à la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur le milieu naturel, *Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement*, mars 2012, 8 p.

restauration) ainsi que le rôle des zones tampon (cf. National Wetlands Mitigation Action Plan)¹⁶. Des marges de progrès sont aussi attendues en matière de diagnostic (modélisation *versus* avis d'expert), de suivi et de transparence des démarches.

Au regard de ces éléments, les questions posées lors de l'enquête publique « loi sur l'eau » paraissent tout à fait légitimes. En parallèle, la participation du public aux choix environnementaux est désormais un objectif reconnu, en particulier depuis l'inclusion de la Charte de l'environnement dans la Constitution dont l'article 7 stipule que « *toute personne a le droit, dans les conditions et les limites définies par la loi ... de participer à l'élaboration des décisions publiques ayant une incidence sur l'environnement* ». Afin que cette disposition soit effective, le collège d'experts est convenu que la méthode de compensation à retenir devrait être aussi simple que possible, bien que la matière en soit intrinsèquement complexe.

Enfin, pour se prononcer sur la possibilité de mise en œuvre d'une méthode déjà utilisée avec succès ailleurs, le collège a souhaité avoir des éléments de comparaison avec d'autres méthodes de compensation actuellement appliquées par d'autres maîtres d'ouvrage en France, sur des projets récents d'ampleur équivalente. C'est le cas notamment de la Ligne à Grande Vitesse Bretagne – Pays de Loire (2012) et de l'autoroute A304 au Nord de Reims (2011). Ces projets sont d'ores et déjà autorisés au titre de la loi sur l'eau et impactent tous des zones humides sur de grandes surfaces.

Ce présent rapport d'expertise scientifique analyse quatre points : (1) l'état initial effectué et l'évaluation des fonctions et enjeux associés aux zones humides ; (2) les méthodes d'identification et de quantification des besoins et des réponses de compensation ; (3) les travaux de génie écologique envisagés (recréation, restauration, gestion, maintien, etc.) ; et (4) les modalités de suivi des mesures mises en œuvre.

¹⁶ Department of the Army (Civil Works), U.S. Environmental Protection Agency, Undersecretary of Commerce for Oceans and Atmosphere, U.S. Department of Commerce, Department of Interior, U.S. Department of Agriculture, U.S. Department of Transportation 2002. National Wetlands Mitigation Action Plan. December 24, 2002, 12 p.

II. PERTINENCE DE LA METHODE DE COMPENSATION PROPOSEE PAR LES MAITRES D'OUVRAGE

Au regard de la disposition 8B-2 du SDAGE Loire-Bretagne, deux méthodes peuvent être appliquées par les maîtres d'ouvrage, l'une fondée sur une approche essentiellement surfacique, l'autre basée sur la compensation, à proximité des sites impactés, des fonctions majeures associées aux zones humides.

Cette dernière approche, retenue par AGO et la DREAL des Pays de la Loire¹⁷, s'inscrit dans le cadre du respect du principe d'équivalence édicté par la doctrine ERC¹⁸. Elle nécessite de bien connaître les milieux et fonctions impactés par les projets, en l'absence de quoi les besoins de compensation risquent d'être mal évalués et les réponses de compensation inadaptées. Evaluer la pertinence et la fiabilité de la méthode de compensation et du génie écologique proposé demande donc au préalable de vérifier la rigueur et la représentativité de l'état initial effectué.

II.1 Etat initial et évaluation des fonctions et enjeux associés aux zones humides

Concernant la définition des zones humides, le collège¹⁹ s'est basé sur l'arrêté du 24 juin 2008 modifié le 1^{er} octobre 2009, qui fournit deux critères pour les caractériser et les délimiter : (1) la végétation, étudiée soit au regard de la nature des habitats présents au sein de la zone, soit au travers de la présence et de la densité d'espèces végétales hygrophiles ; (2) la pédologie via la présence de sols hydromorphes. Dans ce cadre, un seul de ces deux critères est suffisant pour identifier un site en zone humide. Dans les cas particuliers des projets d'aéroport et de desserte routière, deux protocoles ont été appliqués qui conduisent à identifier comme zones humides :

- 18,4% et 10% des superficies pour l'aéroport et la desserte routière, respectivement, selon le protocole « nature des habitats » ;
- et près de 100% des superficies des deux projets selon le protocole « étude des sols ».

Parmi les nombreuses fonctions associées aux zones humides, le collège d'experts s'est attaché à évaluer la méthode utilisée par les maîtres d'ouvrage de caractérisation des fonctions « majeures » associées à ces milieux. Cela comprend les fonctions intrinsèques aux zones humides (biogéochimiques, hydrologiques et biologiques), les fonctions relatives aux interrelations entre les zones humides et d'autres milieux naturels (déterminées selon l'approche systémique), et leur valeur patrimoniale.

A noter enfin que les remarques effectuées par le collège d'experts sur l'état initial concernent non seulement les zones humides impactées par les deux projets mais aussi les enveloppes de compensation.

¹⁷ Cas des mares, des haies, des habitats remarquables et de la fonction « soutien d'étiage » pour lesquels des ratios de compensation ont été appliqués par défaut (Cf. § II.2).

¹⁸ Cf. MEDDE, 2012. Doctrine relative à la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur le milieu naturel, *Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement*, mars 2012, 8 p.

¹⁹ Comme l'ont fait les maîtres d'ouvrage.

II.1.1 Fonctions biogéochimiques

• II.1.1.1 Etat initial

La méthode d'évaluation de la qualité physico-chimique des eaux superficielles est basée sur un maximum de deux campagnes ponctuelles effectuées en avril et en septembre 2010, comparées à des données de 2005 issues de l'Etude d'impact de 2006²⁰. Les prélèvements réalisés en cours d'eau ont été effectués en 2005 sur trois stations puis en 2010 sur cinq stations au maximum selon les conditions hydrologiques (annexe 3). Ils ont été complétés par trois prélèvements effectués dans des mares situées au droit des projets. Toutes les stations échantillonnées en cours d'eau sont situées en tête de bassin versant mais à au moins 2 kilomètres en aval de l'emprise des projets. Ainsi, aucune station d'échantillonnage n'est présente au droit des ruisseaux de l'Epine et des Culnoues, qui seront par ailleurs fortement impactés par le projet d'aéroport. En outre, seule la station du Gesvres a été échantillonnée lors de toutes les campagnes, les autres stations ayant été échantillonnées en 2010 une seule fois sur les deux campagnes prévues initialement.

L'effort d'échantillonnage est insuffisant et la représentativité des données trop faible pour appréhender à sa juste valeur l'état actuel et la variabilité interannuelle de la qualité de l'eau. L'interprétation qui résulte de ces résultats, en termes de classes de qualité de « très bonne à médiocre » ne peut de ce fait être accréditée.

Afin de disposer d'un état initial satisfaisant, il aurait été *a minima* pertinent d'adapter la période d'échantillonnage au régime hydrologique de ces cours d'eau et il aurait fallu :

- effectuer un suivi de la qualité des eaux sur tous les ruisseaux d'ordre 1 de Strahler situés sur les deux bassins versants impactés par les projets, à l'aide de mesures ponctuelles réalisées selon une fréquence adaptée (de bi-hebdomadaire à bimensuelle par exemple) pendant au moins deux années successives ;
- réaliser simultanément les prélèvements d'eau et des mesures ponctuelles du débit, l'évaluation de la qualité des eaux devant être proportionnée au débit pour permettre l'établissement d'indicateurs de flux et de concentrations pertinents. Ces mesures auraient dû être accompagnées de mesures en continu des débits au droit de cours d'eau directement impactés par les projets (cf. § II.1.2.) ;
- ajouter *a minima* une analyse des pesticides et de leurs métabolites à la liste des paramètres déjà pris en compte dans l'évaluation ponctuelle de 2010 ; selon la directive 2008/105/CE²¹ et l'arrêté du 25 janvier 2010²² définissant les normes de qualité environnementale (NQE) des milieux aquatiques, ce sont 33 substances prioritaires qui devraient être recherchées, dont les pesticides pour qualifier l'état des ressources en eau du territoire d'étude.

La collecte de ces données se justifie au regard notamment :

- du rôle de la qualité de l'eau comme déterminant principal de la qualité des zones humides ;
- de l'importance de résultats fiables pour estimer la capacité épuratrice potentielle des zones humides impactées par les deux projets (et qui ont été évaluées à dire d'experts par les maîtres d'ouvrage) ;

²⁰ Dossier de demande d'autorisation « loi sur l'eau », 2012. 2012. Annexe B2 : Etude d'impact intégrée au dossier d'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique du projet d'aéroport du Grand Ouest Notre-Dame-des-Landes, d'octobre 2006.

²¹ DIRECTIVE 2008/105/CE du 16 décembre 2008 établissant des normes de qualité environnementale dans le domaine de l'eau, modifiant et abrogeant les directives du Conseil 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE et modifiant la directive 2000/60/CE.

²² Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement.

- de la nécessité d'avoir un état « zéro » suffisamment complet permettant d'une part, de comparer ces données avec celles obtenues dans le cadre du suivi mis en œuvre en phase d'exploitation, et d'autre part d'évaluer l'impact éventuel des projets sur les milieux et l'efficacité des mesures de réduction mises en œuvre afin, le cas échéant, de les améliorer ;
- de l'opportunité de montrer, grâce à un état initial suffisamment complet, combien les mesures de compensation peuvent et devraient globalement améliorer la qualité de l'eau ;
- des forts enjeux associés à cette thématique de la qualité des eaux sur le bassin Loire-Bretagne et des risques élevés de pollutions chroniques, saisonnières et accidentelles inhérents à ce type de projets.

L'interprétation des quelques données brutes présentées dans les dossiers semble révéler une bonne qualité des eaux du milieu : pour le nitrate, les concentrations mesurées varient de 7,7 mg NO₃/l sur le ruisseau la Curette à 17,7 mgNO₃/l pour le Rouchais, ce qui est faible et typique de bassins versants occupés par des prairies peu fertilisées. Cette bonne qualité des eaux est aussi confirmée par la présence d'habitats humides remarquables en termes de diversité et de richesse des communautés végétales et animales (cf. § II.1.2.3). Cette qualité de l'eau est une garantie du bon fonctionnement du bocage actuel.

Toutefois, ces éléments ne ressortent pas clairement de l'analyse des maîtres d'ouvrage qui, outre leurs propres stations d'échantillonnage, se réfèrent aussi à des stations du réseau de contrôle de surveillance du bassin Loire-Bretagne pour évaluer la qualité des cours d'eau²³. Or, ces dernières, situées bien en aval des projets, sont d'ores et déjà altérées par les activités humaines (rejets multiples issus des activités des collectivités locales implantées le long des cours d'eau, activité agricole). Faire référence à ces stations est donc inapproprié car leur qualité physico-chimique est moins élevée que celle des cours d'eau situés au droit du projet. Dire ainsi que « *Les qualités ainsi observées sur la zone d'étude sont globalement similaires à celles des autres cours d'eau du département* » ne peut être validé.

Cette approche ne peut que conduire à sous-estimer, d'une part, la qualité actuelle des eaux et d'autre part, les impacts éventuels des projets sur ces milieux. L'évaluation des besoins de compensation pour cette fonction, ainsi que des impacts du projet sur le milieu ne peuvent donc pas être analysés en toute rigueur.

En outre, l'évaluation de la qualité des eaux souterraines des deux masses d'eau concernées (estuaire de la Loire et Vilaine) est de même insuffisante, car elle ne concerne pas la zone d'étude. La qualité des masses d'eau, évaluée en 2005, serait médiocre en raison des teneurs en pesticides et nitrates (estuaire de Loire) et nitrate (Vilaine). On peut regretter que l'étude piézométrique réalisée uniquement sur la zone de la desserte routière, n'ait pas fait l'objet de mesures de qualité de l'eau et que l'étude de la qualité des eaux de surface sur la zone de l'aéroport n'ait pas été accompagnée de mesures hydrologiques.

Au regard de ces éléments, l'évaluation des impacts du projet sur la qualité des eaux et sur les zones humides (de plateau ou associées aux cours d'eau) ne peut être effectuée en l'absence d'un état initial précis.

Les pollutions des eaux issues de la station d'épuration (STEP) et des sept bassins de rétention des eaux pluviales (ou de nettoyage) seront de nature et de qualité différentes (réseau séparatif prévu). Néanmoins, elles affecteront négativement les fonctions des zones humides, malgré la biodégradabilité des produits prévus²⁴ et les traitements envisagés (stockage, filtres à sable, membrane pour la STEP), par une modification des habitats (modifications du transport sédimentaire), des espèces (oligotrophie menacée) et des processus biogéochimiques (rétention, élimination, transformation des polluants). Le devenir des boues produites tant par la STEP que par les bassins de décantation reste imprécis même si les cas de non-conformité sont évoqués. Des épandages de boues insuffisamment contrôlés sont de

²³ Cf. réponse d'AGO et de la DREAL en date du 28 janvier 2013 aux questions posées par le collège d'expert (Annexe 8).

²⁴ Les produits de transformations issus de cette biodégradation ne sont pas indiqués.

nature, au même titre que les traitements de fertilisation et de pesticides, à détériorer la qualité des eaux, et en conséquence le fonctionnement des zones humides.

Outre les variables physico-chimiques classiquement analysées dans les milieux naturels, un état initial adapté et un suivi de variables telles que les 33 éléments prioritaires des Normes de Qualité Environnementales auraient dû être envisagés. Les pollutions émergentes telles que les médicaments, les pathogènes etc. devraient aussi être considérées dans l'état initial pour mieux évaluer une éventuelle pollution « nouvelle » au droit des projets.

• II.1.1.2 Evaluation des enjeux

Les enjeux relatifs aux fonctions biogéochimiques des zones humides ont été classés selon qu'elles sont associées au plateau, aux cours d'eau ou à des points d'eau. En déclinant les principales fonctions retenues (régulation des nutriments, rétention des toxiques, interception des matières en suspension), c'est le niveau maximum d'enjeu qui a été retenu par les maîtres d'ouvrage : fort pour les zones humides de cours d'eau, moyen pour celles de plateau, faible pour celle des points d'eau. Ce diagnostic générique est relativement pertinent, mais il a tendance à sous-estimer les enjeux associés aux zones humides de plateau, qui, si leur capacité épuratrice s'exprime peu dans l'immédiat compte tenu de la bonne qualité physico-chimique des eaux actuelles produites par le fonctionnement global de ces zones humides, devraient être plus sollicitées dès lors qu'elles seront alimentées par les eaux de ruissellement/infiltration sortant des surfaces imperméabilisées (même en passant par des bassins) et les effluents de STEP (même traités).

Le projet va affecter profondément les fonctions des zones humides. A titre d'exemples :

- l'élimination du nitrate en N_2 inerte (dénitrification) peut être fortement altérée par des modifications de l'hydrologie et de la qualité de l'eau ; un assèchement des zones humides réduirait les conditions d'anoxie de sorte qu'une dénitrification incomplète conduirait à des émissions de N_2O , oxyde nitreux, puissant gaz à effet de serre ;
- parmi toutes les substances prioritaires des Normes de Qualité Environnementales, les pesticides (et métabolites) des milieux hydriques constituent actuellement les paramètres les plus dégradants des ressources en eau en France avec des conséquences éco-toxicologiques sur les organismes inféodés à ces milieux et peu pris en compte dans l'état initial.

Or, l'alimentation hydrique (en quantité et qualité) des zones humides, existantes ou futures – à créer ou à restaurer – doit garantir une eau de qualité compatible avec les enjeux associés à la biodiversité dans les zones de compensation. A titre d'exemple, la restauration ou le maintien de prairies humides oligotrophes nécessite une eau d'excellente qualité à très bas niveau de nutriments, ce qui en fait un enjeu fort au niveau de ces zones humides. Il est donc fondamental que les eaux superficielles et souterraines qui traversent ces milieux soient connues et analysées à une fréquence pertinente, en qualité et en quantité, pour évaluer en toute rigueur, d'une part les fonctions effectives de ces milieux et leurs enjeux associés, et d'autre part, l'efficacité éventuelle d'un projet de récréation/restauration.

II.1.2 Fonctions hydrologiques

• II.1.2.1 Etat initial

Du point de vue hydrologique, trois types de zones humides ont été identifiés par les maîtres d'ouvrage, à savoir les zones humides de plateau, les zones humides de cours d'eau et les points d'eau. Mais force est de constater que le diagnostic hydrologique qui en résulte, tant sur les zones impactées que sur le périmètre de compensation, est incomplet. De nombreuses lacunes apparaissent en effet dans l'état initial, dont l'absence de mesures concrètes permettant le calcul de débits sur les cours d'eau directement impactés par les projets, de schéma de redistribution du bilan hydrique, d'analyse de la capacité de rétention des eaux du sol, de quantification des pluies et de leurs apports aux débits, etc. (cf. annexe 4). Ces lacunes ne permettent pas de valider la pertinence de l'analyse du fonctionnement hydrologique

présentée et de l'évaluation des impacts (directs et indirects) des deux projets sur ce fonctionnement des têtes de bassin versant. Dans l'immédiat, de nombreuses questions restent posées quant au fonctionnement hydrologique des zones humides de plateau et de cours d'eau (ex : relations nappe perchée / nappe sous-jacente), aux modalités de rétention de l'eau dans les sols, au régime hydrologique des cours d'eau, aux connexions des mares avec les milieux adjacents, etc. (cf. annexe 4).

Or, au regard des forts enjeux hydrologiques généralement associés aux milieux situés en tête de bassin-versant, une étude plus approfondie du fonctionnement et des fonctions hydrologiques de ces zones aurait dû être entreprise. Qualifier et quantifier, sur la base de données concrètes de terrain, les différents compartiments hydrologiques des zones humides qui, soit seront impactées par les deux projets, soit serviront à la compensation, aurait permis :

- de mieux appréhender les interrelations entre les zones humides, de plateau notamment, les fossés et ruisseaux de tête de bassin versant (qui jouent certainement un rôle de drainage) ;
- de mieux estimer leur rôle en termes de régulateur hydraulique (gestion et laminage des crues, soutien d'étiage) et les enjeux associés ;
- d'évaluer l'ensemble des impacts qu'engendrera leur imperméabilisation sur le fonctionnement hydrologique global du bassin versant et de garantir la pertinence des mesures de correction proposées (notamment en terme de gestion hydraulique) ;
- de mieux estimer le besoin de compensation et d'identifier les sites de compensation au regard de leur fonctionnement hydrologique.

• II.1.2.2 Evaluation des enjeux

Les enjeux relatifs aux fonctions hydrologiques des zones humides formulés par les maîtres d'ouvrage appellent les commentaires suivants :

- pour les zones humides de plateau, ces derniers sont estimés « faibles à moyens » ce qui est quelque peu surprenant. En effet, la dynamique de l'eau contenue dans les premiers horizons de sol de ces milieux joue un rôle crucial pour le développement de ces zones humides. L'importance de la nappe perchée temporaire dans le premier mètre du sol est ignorée du fonctionnement hydrologique de ces zones humides dans l'état initial (section C). En revanche, elle est mieux intégrée dans la partie génie écologique (section F).

Dans ces sols hydromorphes, les écoulements verticaux sont faibles mais non nuls et les écoulements horizontaux de surface et de sub-surface majoritaires. En l'absence de drainage souterrain, les excédents pluviométriques sont évacués soit vers le chevelu de petits fossés drainants, soit vers des dépressions locales où ils sont stockés temporairement. Ce point aurait dû être abordé au moyen de relevés topographiques fins associés à des profils en long. Ce type de fonctionnement, présent sur de larges ensembles de parcelles sur le site de Notre-Dame-des-Landes, est sensible à toute modification de surface réduisant le stockage ou facilitant l'évacuation de l'eau. La qualification de cet enjeu en « faible » est en conséquence inappropriée.

Il est à noter également que dans l'argumentaire développé par les maîtres d'ouvrage, ceux-ci mentionnent que ces fonctions hydrologiques « *tout comme celle de régulation des débits solides des cours d'eau s'exercent plutôt à proximité directe des cours d'eau* ». Or, ce qui est vrai pour la régulation des débits solides ne paraît pas *a priori* valide pour les débits de crue qui ne sont pas contrôlés uniquement par les phénomènes se produisant à proximité des cours d'eau ;

- pour les zones humides proches des cours d'eau, les maîtres d'ouvrage indiquent un enjeu moyen à fort mais qui a été « *revu à la baisse pour être adapté au contexte local compte tenu de la très petite taille des cours d'eau présents sur le site d'étude* ». Même si cette conclusion est *a priori* plausible, l'argumentaire développé à ce propos est insuffisant dans le contexte de Notre-Dame-des-Landes. Le fait que ces cours d'eau se situent au droit du substrat plus profond des micaschistes sains dont la nappe n'a pas été étudiée, interpelle sur l'évaluation du fonctionnement de ces zones humides et des enjeux associés. Même si l'analyse géologique indique que le toit de

la nappe des micaschistes est généralement plus profond que le niveau des cours d'eau, le fait que l'essentiel des zones humides se situent au droit de ce substrat aurait dû *a priori* susciter une analyse plus approfondie ;

- concernant les zones humides liées à un point d'eau, le collège souscrit à l'évaluation des enjeux faite par les maîtres d'ouvrage bien qu'elle se fonde plus sur une appréciation que sur une analyse approfondie.

Ainsi, l'absence d'une analyse pédologique rigoureuse du secteur ainsi que de données quantitatives sur les débits et de suivis piézométriques sur quelques années hydrologiques, ne permet pas aux maîtres d'ouvrage d'évaluer précisément les fonctions hydrologiques des zones humides, qu'elles soient de plateau ou liées aux cours d'eau.

L'interprétation des résultats qui découlent des analyses paraît erronée. Ainsi, la fonction de soutien d'étiage identifiée par les maîtres d'ouvrage sur les zones humides de cours d'eau est surestimée. En revanche, les fonctions hydrologiques des zones humides de plateau ont été sous-évaluées.

Pour un chantier d'une telle envergure, il est regrettable que les maîtres d'ouvrage n'aient pas jugé bon d'engager une étude plus approfondie pour mieux cerner le fonctionnement hydro-géo-pédologique des zones ainsi impactées. L'argumentaire développé à ce propos basé sur le fait que « *de telles études, longues et complexes, relèvent du domaine de la recherche et de l'expérimentation* » ne peut justifier l'absence d'un minimum de campagnes de mesure qui auraient été à même d'étayer les conclusions présentées.

Enfin, les maîtres d'ouvrage concluent que pour toute la zone d'étude, seule la régulation des débits d'étiage au niveau des zones humides de cours d'eau représente une fonction hydrologique majeure. On peut rester dubitatif devant une telle conclusion, la régulation des crues de fréquence moyenne constituant une fonction hydrologique plus importante et présentant par conséquent des enjeux plus élevés que celle du soutien à l'étiage dont il est question. En outre, la fonction de soutien à l'étiage serait plus facile à compenser par l'alimentation en eau en tête de réseau depuis les dispositifs d'écêtement des crues construits pour collecter les eaux de pluies tombées sur les surfaces imperméabilisées. Ce point n'est guère développé dans les dossiers soumis.

II.1.3 Fonctions biologiques

• II.1.3.1 Etat initial

▪ ***Typologie des zones humides et cortèges d'espèces végétales associés***

L'identification et la caractérisation des différents types d'habitats humides présents au droit des deux projets constituent une étape essentielle dans l'analyse de leur composition spécifique et dans l'évaluation de leurs fonctions majeures. Dans l'étude présentée, les habitats humides ont été identifiés selon une approche phytosociologique classique, consistant en la réalisation de relevés floristiques de communautés végétales sur des zones homogènes²⁵. L'analyse et la comparaison de ces relevés permet ensuite de les associer à des groupements végétaux correspondant à des unités de la typologie CORINE Biotopes et le cas échéant, de la directive Habitat/Faune/Flore (document EUR 27).

Vingt-trois relevés seulement ont été effectués en zones humides (onze en prairies et douze dans d'autres habitats humides) et quatorze dans des habitats non humides (cf. analyse détaillée des résultats présentés en annexe 5).

- Concernant les milieux prairiaux, le nombre de relevés réalisés est insuffisant pour bien caractériser les habitats et leurs relations avec les paramètres agro-écologiques. L'effort d'échantillonnage à

²⁵ Un phytosociologue expérimenté réalise sans difficultés une dizaine de relevés par journée de terrain dans ces types de milieux.

déployer pour une bonne caractérisation des habitats aurait dû être bien supérieur. On considère en général qu'une bonne caractérisation d'un habitat nécessite au moins cinq (et de préférence dix) relevés pour prendre en compte la variabilité floristique de l'habitat. Une approche plus détaillée aurait permis de caractériser les « séries évolutives herbagères » en plus des simples habitats CORINE Biotopes (cf. de Foucault, 1980 – cas du bocage virois en Basse-Normandie). Cette approche permet en effet de prédire les évolutions possibles des communautés végétales après modification des pratiques agricoles.

- Concernant les « autres milieux » humides, un à deux relevés phytosociologiques uniquement ont été réalisés par unité ce qui est aussi très en-deçà de l'effort d'échantillonnage nécessaire à leur caractérisation et empêche d'évaluer précisément la variabilité et la richesse des cortèges floristiques présents.

Enfin, aucun relevé phytosociologique n'a été réalisé à notre connaissance dans les peupleraies, alors qu'une des actions de restauration proposée est de les convertir en mégaphorbiaies. Une analyse détaillée de leurs cortèges floristiques aurait été nécessaire afin (1) d'en évaluer la richesse (ou pauvreté) floristique, à l'image d'études de ce type réalisées sur celles de Champagne-Ardenne (Berthelot *et al.*, 2011); et (2) d'estimer sur cette base, la faisabilité et la pertinence des travaux de génie écologique envisagé. Il est vraisemblable en effet que ces peupleraies présentent une variabilité de composition floristique non négligeable, liée au gradient hydrique, entre celles de plateau et celles de fond de vallée.

Par ailleurs, aucune analyse des mosaïques de végétation, illustrant les complexes et la structuration de ces unités dans le paysage (synassociations), n'est présentée dans les dossiers.

- Ainsi, telle que présentée dans les deux dossiers loi sur l'eau, la caractérisation des zones humides à l'aide des relevés phytosociologiques présente des lacunes tant au niveau de l'effort d'échantillonnage déployé que de l'interprétation des résultats, lacunes qui sont préjudiciables à une évaluation appropriée des fonctions et donc des enjeux associés à ces milieux.

Malgré cela, les relevés réalisés attestent de l'existence d'habitats patrimoniaux remarquables, certains reconnus d'intérêt communautaire comme les prairies hygrophiles oligo-mésotrophes (habitat EUR 27 n° 6410), les landes humides acides (habitat EUR 27 n° 4020), les gazons amphibies oligotrophes (habitat EUR 27 n° 3110), qui comportent des cortèges floristiques remarquables et originaux. Ces trois types d'habitats oligotrophes sont en forte régression sur l'ensemble du territoire Français et ont été évalués comme étant en état de conservation « défavorable/mauvais » dans le domaine biogéographique atlantique lors de l'évaluation de l'état de conservation des habitats réalisé en 2007 par le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN). On se situe vraisemblablement pour ces trois types d'habitats oligotrophes à la limite des potentialités de restauration de tels milieux et donc à la limite de l'acceptabilité de leur destruction.

▪ ***Inventaires floristiques et faunistiques***

L'étude des groupes floristiques et faunistiques a été principalement ciblée sur les espèces protégées, en liaison avec la demande de dérogation à l'interdiction de destruction de ces espèces au titre de l'article L.411-2 CE. Si le nombre de jours de prospection et les saisons sont adaptés à la majorité des groupes faunistiques étudiés, des lacunes fortes apparaissent (1) dans l'étude de la flore : cas notamment des espèces végétales identifiées comme déterminantes ZNIEFF en Pays-de-la-Loire et présentes dans la zone impactée. Leur liste aurait dû être dressée et leur distribution précisée dans la zone du projet ; et (2) dans l'étude des peuplements aquatiques (cf. annexe 5). A ce titre, le choix des cours d'eau, la représentativité des stations et l'effort d'échantillonnage déployé sont tout aussi discutables que pour l'étude de la qualité physico-chimique de l'eau (cf. § II.1.1.1.). Ne pas inventorier les cours d'eau directement impactés par les projets ne peut que conduire à biaiser l'évaluation des fonctions biologiques et enjeux associés à ces milieux, eux-mêmes interconnectés avec les zones humides adjacentes.

En l'état, l'étude a permis d'identifier au droit des deux projets, plus de 100 espèces protégées au niveau national dont nombre d'entre elles sont inféodées aux zones humides. Parmi ces dernières, nous

distinguons : trois espèces d'insectes (dont deux Lépidoptères potentiellement présents), dix amphibiens, dix reptiles, au moins sept oiseaux²⁶ et quinze mammifères dont treize chiroptères²⁷. Ces résultats attestent de la richesse faunistique des habitats présents et confirment le rôle joué par ces zones humides en tant que réservoir de biodiversité. Ainsi, la destruction définitive ou la dégradation de ces milieux peut : (1) affecter une des phases du cycle de vie de ces espèces (reproduction, croissance, migration) et altérer l'état de conservation des populations présentes ; ou, (2) engendrer la disparition totale de la population au droit des projets.

La hiérarchisation des espèces entre elles a été effectuée selon deux approches distinctes. Ainsi :

- l'évaluation de leur « *valeur patrimoniale* » (basée sur l'inscription des espèces en liste rouge ou à l'annexe II de la Directive Habitat/Faune/Flore) conduit à distinguer trois amphibiens, dont le triton marbré, le pélodyte ponctué et le triton crêté. Mais d'autres espèces auraient pu être ajoutées, dont l'agrion de mercure, le damier de la Succise, le chabot, la lamproie de Planer, le murin à oreilles échancrées et la barbastelle d'Europe ;
- l'évaluation du « *niveau d'intérêt des populations locales* » (basée sur le statut de protection, le statut de rareté, le degré de menace UICN, le bilan des observations) conduit à sélectionner au moins neuf espèces inféodées aux zones humides présentant des enjeux « forts » (grenouille agile, salamandre tachetée, triton palmé, couleuvre à collier, spatule blanche, murin de Natterer, pipistrelle commune, pipistrelle de Kuhl, oreillard roux), et trois présentant des enjeux « majeurs » (triton marbré, lézard vivipare, barbastelle d'Europe).

Au regard de ces éléments, on peut regretter que l'attention en termes d'échantillonnage et d'analyse ait été davantage ciblée sur le groupe des amphibiens que sur d'autres groupes d'espèces (odonates, lépidoptères, reptiles, poissons, chiroptères, etc.). A noter que le « niveau d'intérêt des populations locales » associé à certaines espèces protégées n'a pu être déterminé faute de données suffisantes, ce qui aurait mérité d'augmenter l'effort de prospection : cas notamment pour les lépidoptères, les poissons et certains mammifères (loutre).

• II.1.3.2 Evaluation des enjeux

La méthode d'évaluation des enjeux relatifs aux fonctions biologiques des zones humides (ou fonction *biodiversité* dans les rapports) est basée sur l'étude (1) d'un critère *habitat naturel* qui conjugue les notions de *typicité* des habitats naturels en tant que zone humide et de *capacité d'accueil* pour la faune ; et (2) d'un critère *espèces présentes*.

▪ **Concernant l'enjeu « habitats naturels »**

La détermination de la *typicité des habitats naturels* a été réalisée à partir de la liste des habitats caractéristiques des zones humides issue de la typologie CORINE biotopes et stipulée dans l'arrêté ministériel du 24 juin 2008 (modifié au 1^{er} octobre 2009) qui précise les critères de définition et de délimitation des zones humides. Si cette typologie paraît fondée car basée sur des critères objectifs, le caractère humide des habitats de l'arrêté qualifiés de « *pro parte* » et donc leur « typicité » aurait dû être vérifié au cas par cas. Par ailleurs, cette évaluation est établie uniquement sur le niveau hydrique des zones humides, sans prendre en compte d'autres paramètres comme leur niveau trophique qui influe grandement sur la richesse et la diversité de la flore de ces milieux dont dépendent de nombreuses espèces animales (lépidoptères, par exemple). Ce critère aurait dû être ajouté.

²⁶ Spatule blanche, oedicnème criard, grèbe castagneux, héron cendré, martin pêcheur d'Europe, bouscarle de Cetti, cisticole des joncs, (source : MNHN)

²⁷ Murin de Daubenton, murin à moustache, murin d'Alcathoe, murin de Natterer, murin à oreilles échancrées, noctule de Leisler, pipistrelle commune, pipistrelle de Nathusius, pipistrelle de Kuhl, sérotine commune, barbastelle d'Europe, oreillard roux, oreillard gris (source : MNHN)

La *capacité d'accueil* des habitats pour la faune inféodée aux zones humides a été évaluée à dire d'experts²⁸. Dans ce cadre, cinq groupes d'espèces ont été utilisés (insectes, amphibiens, reptiles, oiseaux et chiroptères) mais toutes les espèces à enjeux forts ou majeurs précitées n'ont pas été utilisées (cas de nombreuses espèces de chiroptères notamment), ce qui peut conduire à sous-estimer la capacité d'accueil de plusieurs habitats pour certaines espèces.

Au droit des deux projets, la proportion surfacique de chaque type d'habitat qui résulte de cette analyse est de 17 % pour fort, 39 % pour moyen, 22 % pour faible et 22 % pour quasi nul. Sachant que la dernière unité correspond aux zones urbanisées et aux routes, on peut s'étonner de ce résultat dans une zone rurale.

▪ **Concernant l'enjeu « espèces présentes »**

Chaque groupe d'espèces informe sur des capacités d'accueil particulières des habitats : offre trophique (territoire de chasse privilégié pour certaines espèces), existence de conditions favorables à la reproduction (plante hôte, niches spécialisées), à la croissance ou à l'abri (nature et densité des structures arborées), etc.

Dans le cas des deux projets, la démarche des maîtres d'ouvrage a été ciblée sur le cortège des amphibiens uniquement. Ces derniers sont en effet souvent utilisés pour des diagnostics environnementaux, car (1) certaines espèces sont des indicateurs de changements de conditions des milieux (qualité des eaux, pollution, eutrophisation, variation du climat, hydro-périodicité) ; et/ou (2) jouent le rôle d'espèces « parapluies », leur présence dans un habitat donné (mare en général) servant d'indicateur de la capacité d'accueil de cet habitat pour d'autres espèces (Boissinot & Grillet, 2010). L'utilisation d'espèces « parapluies » pour évaluer les fonctions et enjeux associés à certains habitats est pertinente dans son principe. En outre, les amphibiens ayant besoin de plusieurs types de milieux pour effectuer leur cycle de vie, leur présence et abondance reflètent effectivement des propriétés liées à la nature et à la structure de la mosaïque d'habitats qui constitue l'écosystème (Roy, 2002).

Néanmoins, il convient de s'assurer que les espèces cibles choisies (1) reflètent bien le comportement et les besoins en termes d'habitats de l'ensemble des autres groupes d'espèces protégées et/ou à forte valeur patrimoniale présents au droit du projet (dont plus particulièrement les espèces à enjeux forts à majeurs) et (2) permettent ainsi une estimation exhaustive des enjeux associés aux fonctions biologiques des zones humides. A défaut, les enjeux associés à d'autres types d'habitats humides que ceux plus particulièrement utilisés par les amphibiens seront sous-estimés.

Parmi les espèces ou groupes d'espèces qui auraient dû être pris en compte dans l'évaluation de ces enjeux, nous distinguons :

- les espèces végétales de zones humides identifiées comme déterminantes ZNIEFF en Pays-de-la-Loire et présentes dans la zone impactée (cf. liste en annexe 5) ;
- d'autres espèces animales que les amphibiens, dont les lépidoptères et odonates par exemple, taxons non retenus par les maîtres d'ouvrage. Selon eux, ces espèces présentent un « *intérêt moindre sur la zone d'étude* », leurs habitats étant considérés comme « *déjà pris en compte via la pondération des habitats naturels selon leur typicité humide et leur capacité d'accueil des espèces inféodées aux zones humides* ». Le raisonnement est identique pour les oiseaux, les chauves-souris et les reptiles qui « *sont déjà pris en compte à travers les habitats d'espèces des amphibiens et la pondération des habitats naturels* ». Or, il est difficile d'affirmer que ces espèces ont un intérêt moindre que les amphibiens sur la zone d'étude, au regard : (1) des forts enjeux associés à certaines d'entre elles (cf. § ci-dessus) ; (2) de la différence d'effort d'échantillonnage déployé entre ces espèces et les amphibiens. De même, assimiler les besoins et comportements d'espèces aussi différentes que les oiseaux, les chauves-souris et les reptiles à ceux des amphibiens paraît abusif.

²⁸ Cf. réponse d'AGO et de la DREAL en date du 28 janvier 2013 aux questions posées par le collège d'expert (Annexe 8).

C'est ainsi que les fonctions biologiques associées aux prairies humides ou aux réseaux de fossés, de ruisseaux ou de haies jouxtant des zones humides ont été sous-estimées, ces habitats étant plus particulièrement utilisés par les odonates, les lépidoptères, la couleuvre à collier, le lézard vivipare ou les chiroptères (cf. § II.1.4.). Aussi, la mutualisation des besoins en termes d'habitats de ces espèces à enjeux forts ou majeurs, avec ceux des amphibiens, ne garantit pas une estimation exhaustive de l'enjeu « espèces présentes » associé aux zones humides.

Les critères utilisés pour évaluer les enjeux relatifs aux fonctions biologiques des zones humides sont pertinents dans leurs principes. Toutefois, des lacunes ont été relevées qui concernent l'état initial (tant au niveau de la flore que de la faune), la détermination de la typicité des habitats naturels (qui ne tient pas compte des aspects trophiques) et le choix incomplet des espèces cibles à considérer pour évaluer tant la capacité d'accueil des habitats pour la faune que les enjeux « espèces présentes ». Ces options méthodologiques aboutissent à une sous-estimation des enjeux associés à la fonction « biodiversité » de certains habitats humides, tant en termes de surface que d'amplitude.

II.1.4 Approche systémique

Les fonctions biogéochimiques, hydrologiques et biologiques intrinsèques aux zones humides, peuvent se démultiplier dès lors que ces dernières sont situées à proximité spatiale d'autres milieux naturels avec lesquels des interrelations s'établissent (Forman & Godron, 1986). Des synergies peuvent se mettre en place qui, selon l'échelle spatiale considérée, sont à l'origine de nouvelles fonctions ou d'un renforcement des fonctions liées à l'un des milieux (Whigham, 1999). Par ailleurs, le rôle crucial de la disposition des espaces et des milieux, soit leur hétérogénéité spatiale, dans l'évaluation de leurs fonctions est mis en avant par l'écologie du paysage (Burel et Baudry, 1999). De même, des relations existent entre diminution de l'hétérogénéité des habitats, perte de diversité spécifique et capacité d'expression de certaines fonctions écologiques, en particulier la résilience et la productivité (Loreau *et al.*, 2003). Connaître les processus spatiaux entre écosystèmes est, de ce fait, essentiel pour prédire les effets des changements du paysage à la fois sur le fonctionnement et les fonctions des écosystèmes et sur la biodiversité²⁹. Il existe en effet une forte corrélation entre la structure et l'organisation du paysage et les services écosystémiques.

Au droit des deux projets, les propriétés de la mosaïque d'habitats observée où les zones humides sont fortement connectées à un remarquable réseau de mares, de haies de bordures, de fossés et de ruisseaux de tête de bassin versant, méritent d'être prises en compte dans l'évaluation des fonctions et des enjeux associés aux zones humides ainsi que lors du suivi de l'efficacité des mesures de compensation. Ce serait en accord avec l'approche systémique des écomplexes qui sous-tend que « *la totalité est plus que la somme des parties* » (Blandin, 2007).

Dans le dossier loi sur l'eau d'AGO, le patrimoine naturel général est présenté. Deux ZNIEFF de type 1 (« Bois et landes de Rohanne et des Fosses Noires ») et 2 (« Zone bocagère relictuelle d'Héric et Notre-Dame-des-Landes ») sont référencées au droit de l'emprise du projet. Ces dernières confirment tout l'intérêt du système bocager en tant que réservoir de biodiversité, mais l'information qui en résulte n'est pas complètement exploitée par les maîtres d'ouvrage. Ainsi, les relations « intérieur-bordures » entre habitats sont abordées et participent pour une part, à l'évaluation des enjeux associées aux zones humides (prise en compte des haies et des mares dans l'évaluation des enjeux hydrologiques et biologiques, respectivement) et au choix des actions de génie écologique au sein des enveloppes de compensation (via des Entités Spatiales de Paysages). Néanmoins, celles-ci sont définies de façons restrictives, seuls quelques critères étant retenus. Sachant que bien d'autres fonctions majeures sont susceptibles d'apparaître ou de se démultiplier au droit de cette mosaïque d'habitats compte tenu de leur forte proximité et connectivité, les différents types d'association d'habitats, leurs interrelations et les

²⁹ Le principe consistant à raisonner à l'échelle, d'une part, du bassin versant lors de l'évaluation des fonctions et des enjeux associés à des milieux impactés par un projet, et, d'autre part, de la localisation et de la détermination des sites de compensation, sert de fil conducteur dans certains pays pour la mise en œuvre de mesures de compensation (Tiner, 2002).

fonctions qui en découlent et qui constituent la dimension complexe de chaque unité écosystémique, auraient mérité d'être mieux prise en compte.

Une étude spécifique et approfondie de ces fonctions aurait dû être réalisée, par le biais notamment d'indicateurs classiquement utilisés en écologie du paysage pour caractériser ces unités : niveau de connectivité des habitats entre eux, diversité interne de chaque unité (indice de Shannon), etc. (Burel et Baudry, 1999). L'examen de chacun des enjeux associés aux zones humides aurait dû être intégré au travers d'une approche systémique. A défaut, l'évaluation de fonctions physiques et biologiques particulières, liées aux interrelations spatiales avec les autres habitats, est amputée et conduit à une sous-estimation des fonctions et enjeux associés des zones humides.

II.1.5 Valeur sociétale

Il est habituel de parler des fonctions et services écologiques des zones humides, mais aussi de leur valeur sociétale (Millenium Ecosystem Assessment, 2005). Les zones humides en territoire agricole résultent en majorité d'activités humaines et sont intégrées au patrimoine culturel (Fustec *et al.*, 2000 ; Baumgartner, 2007). Au droit des deux projets, les milieux concernés sont fortement anthropisés par les populations humaines qui y vivent et qui ont d'ailleurs contribué à leur façonnement (Burel et Baudry, 1995). En outre, les paysages bocagers sont appréciés des populations urbaines qui y voient une forme d'héritage naturel. Rappelons que l'on demande la participation du public dans les prises de décision concernant les dossiers « loi sur l'eau », et que les aspects esthétiques et patrimoniaux jouent un rôle important dans la représentation que se font les citoyens de la qualité de leur environnement et dans la motivation du public à protéger ou non ces milieux. Le paysage bocager qui est le résultat d'activités humaines a donc de la valeur en tant que tel. Cette question est abordée succinctement dans l'état initial, mais aurait mérité d'être mieux prise en compte à la fois dans l'évaluation des fonctions et enjeux associés aux zones humides puis dans le choix des enveloppes de compensation. A noter que cette valeur sociétale est très corrélée à l'aspect paysager développé dans le chapitre précédent.

II.2 Evaluation des besoins et réponses de compensation

II.2.1 Principes de globalisation et de mutualisation des mesures de compensation envisagées

Afin d'évaluer les besoins et réponses de compensation pour les zones humides, les maîtres d'ouvrage procèdent en trois étapes successives (Figure 1) :

- dans un premier temps, une évaluation des impacts résiduels du projet sur les fonctions biogéochimiques et hydrologiques d'une part et biologiques d'autre part des zones humides est effectuée séparément ; ces données sont ensuite regroupées, en retenant le niveau d'impact le plus fort, afin d'estimer les « impacts résiduels globaux » à compenser ;
- dans un second temps, les besoins de compensation sont évalués sur la base de ces « impacts résiduels globaux » ;
- enfin, les réponses de compensation sont envisagées en globalisant aussi les fonctions à compenser, sans réelle possibilité de les distinguer entre elles.

Ainsi, la possibilité de vérifier que les fonctions majeures à compenser, préservée au début de l'évaluation des impacts résiduels des projets sur les zones humides, est perdue au profit d'une estimation « globale » des impacts. Cette approche, qui semble en première analyse plutôt pragmatique car facilitant la tâche des deux maîtres d'ouvrage, présente néanmoins les défauts suivants :

- compensation partielle de certaines fonctions des zones humides qui seront de ce fait, soit définitivement perdues soit insuffisamment recréées ou restaurées sur le territoire concerné ;
- perte de lisibilité des fonctions perdues et réellement compensées, qui : (1) rend impossible à l'avenir le suivi et le contrôle clairs et transparents des fonctions réellement compensées au regard de celles impactées ; et (2) éloigne le public et les élus d'une compréhension de l'intérêt de ces mesures et des conséquences que peuvent avoir sur le territoire les compensations partielles ou totales.

Outre la globalisation des fonctions à compenser, l'évaluation est effectuée sur la base d'une unité adimensionnelle – à savoir l'Unité de Compensation Globale (UCG).

L'addition des besoins et offres en compensation *via* la conversion en UCG induit des sommations partielles de fonctions qui masquent les fonctions réellement compensées de même que l'emprise des futures mesures de compensation sur le territoire. En définitive, il en résulte une inadéquation de la méthode et des mesures de compensation envisagées avec la disposition 8B-2 du SDAGE Loire-Bretagne, par l'impossibilité de comparer explicitement les fonctions perdues et reconstituées. A noter que si le SAGE « Estuaire de la Loire » semble admettre cette approche, il ne concerne que 15% environ de l'emprise de l'aéroport.

Enfin, la mutualisation des sites de compensation au titre des différentes fonctions à compenser et des différentes procédures (loi sur l'eau et espèces protégées), réglementairement admis, induit une territorialisation globale de la compensation. Ainsi, les effets bénéfiques des mesures de compensation pourront se concentrer sur certaines parties du territoire uniquement situées autour des projets d'aéroport et de desserte routière. A ce titre, les retours d'expériences observés notamment à l'étranger montrent une certaine inefficacité de cette approche pour réellement compenser l'ensemble des fonctions perdues sur les territoires impactés. Plus précisément, le niveau d'eau estival d'un petit plan d'eau, par exemple, détermine la qualité de certains compartiments par rapport à d'autres (Mitsch et Gosselink, 2000). Une profondeur d'eau de 15 cm bénéficie à certaines espèces d'oiseaux, alors que la diversité végétale et d'autres espèces animales pourront être favorisées par un niveau d'eau supérieur ou inférieur.

Dans l'immédiat, la vérification explicite des fonctions compensées n'est pas prévue ni possible. Il est de ce fait illusoire de vérifier que chaque fonction perdue, tant sur le plan physique que sur celui de la qualité de la biodiversité, sera réellement compensée ; le suivi, le contrôle et la lisibilité des opérations par les acteurs concernés seront de ce fait irréalisables. Aussi, la méthode de compensation telle qu'envisagée par les maîtres d'ouvrage n'est pas en adéquation avec la disposition 8B-2 du SDAGE Loire-Bretagne.

L'approche développée comprend des exceptions. Ainsi, les impacts des projets sur les habitats remarquables, les mares et les haies seront compensés en gardant la traçabilité des mesures de compensation mises en œuvre. Les maîtres d'ouvrage justifient cette différence de méthode entre habitats par le fait qu'ils souhaitent « *assurer la recréation / restauration de certains milieux à caractère ponctuel ou patrimonial afin d'apporter des garanties sur leur restitution et leur pérennité après la réalisation du projet* »³⁰. Or, ces mêmes garanties ne sont-elles pas souhaitables et demandées pour l'ensemble des habitats ?

II.2.2 Coefficients d'ajustement et ratios de compensation

• II.2.2.1 Evaluation des besoins de compensation

Au cours des deux étapes successives d'évaluation des besoins de compensation définies ci-dessus, les surfaces de zones humides impactées par les projets sont ajustées deux fois puis pondérées une fois (Figure 1).

³⁰ Cf. réponse d'AGO et de la DREAL en date du 28 janvier 2013 aux questions posées par le collège d'expert (Annexe 8).

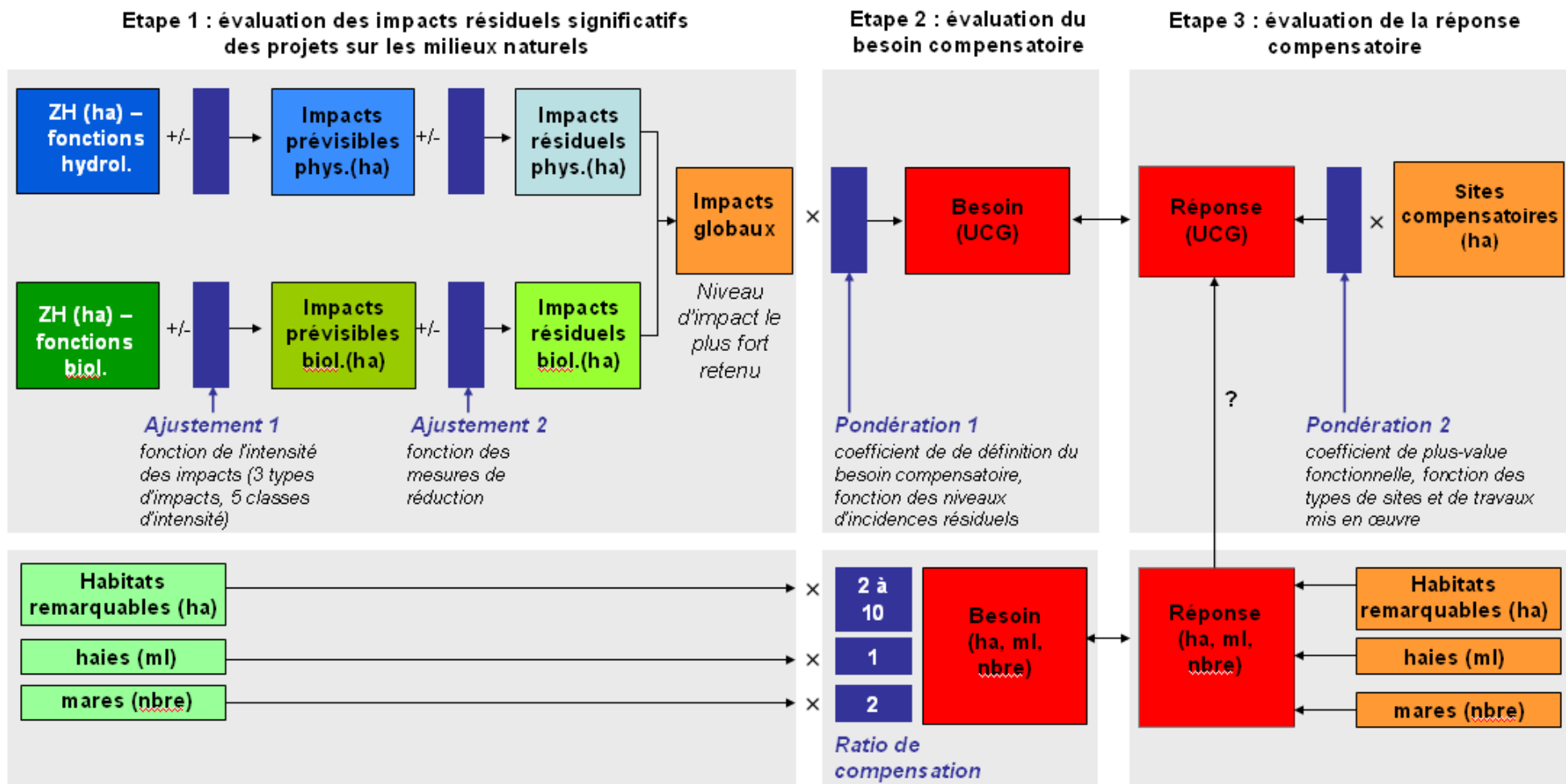


Figure 1 : Synthèse de la méthode d'évaluation des besoins et réponses de compensation sur les zones humides.
ha : hectare; nbre : nombre; ml : mètre linéaire.

Un premier ajustement des surfaces de zones humides impactées est effectué par combinaison croisée des enjeux associés à leurs fonctions (évalués en trois classes : fort, moyen, faible) avec l'intensité des impacts des deux projets sur ces fonctions (évaluée en cinq classes : forte, assez forte, modérée, faible, nulle). Celui-ci aboutit à la distribution des surfaces « *impactées prévisibles* » en sept classes d'incidences. Dans ce cadre, les trois types d'impacts pris en compte sont pertinents : (1) destruction par artificialisation ; (2) altération par assèchement et rabattement des aquifères (déblais) ; et (3) risques liés à l'altération de la qualité des milieux et à la destruction d'individus en phase chantier. En revanche, l'évaluation est effectuée à dire d'experts et présuppose que toutes les fonctions et enjeux associés aux zones humides ont bien été identifiés. Or, au regard des lacunes de l'état initial, le risque d'erreur d'appréciation et d'oubli est élevé.

En outre, plus les évaluations effectuées sont subdivisées en un grand nombre de classes, plus l'information est diluée et difficile à vérifier au cas par cas. Pour l'aéroport, l'intensité des impacts se limite toutefois aux deux classes les plus élevées (incidences fortes et assez fortes)

Un deuxième ajustement est effectué par combinaison croisée de l'intensité des impacts prévisibles avec les mesures de réduction mises en œuvre. Ceci permet de diminuer le niveau d'incidence des impacts précédemment évalués, sur certaines zones humides bénéficiant de mesures de réduction. Il en résulte une distribution des surfaces de zones humides en sept classes « *d'impacts résiduels* », avec des déclassements de « faible » à « quasi-nul » ou de « fort » à « assez fort à fort ». Ces surfaces déclassées sont faibles au niveau de l'emprise de l'aéroport (0,3 ha au total) mais relativement élevées au niveau de la desserte routière, soit :

- 26,09 ha pour les fonctions hydrologiques associées aux zones humides de plateau (2 ha) et de cours d'eau (24,09 ha) ;
- 5,8 ha pour les fonctions biologiques associées aux zones humides de plateau (1,89 ha) et de cours d'eau (3,91 ha).

Si la prise en compte des mesures de réduction est pertinente dans son principe pour ajuster l'évaluation des incidences des projets sur les zones humides, certaines des mesures retenues susceptibles d'être favorables aux zones humides sont discutables, ces dernières étant :

- soit anecdotiques pour les zones humides au regard des surfaces concernées (création de trois mouillères et d'une mare) ;
- soit difficilement traduisibles en termes de surface (rétablissement de la continuité écologique par l'installation d'un passage mixte agricole/grande faune et de grillages « petite faune ») ;
- soit pertinentes pour ce qui est de la réduction des impacts sur les fonctions biologiques des zones humides, bien que fonctionnelles à long terme uniquement (mise en place de haies divergentes pour le remaillage bocager) ;
- soit susceptibles d'avoir des résultats aléatoires (mise en œuvre de mesures de précaution et de suivi en phase chantier) ; au regard des aléas de chantier, il aurait été plus rationnel d'ajuster les surfaces réellement impactées par les travaux une fois le chantier terminé, que de diminuer les surfaces « *a priori* » non impactées par le chantier avant le démarrage des travaux puis de les réajuster le cas échéant ;
- soit favorables à certains milieux en particulier mais dont l'impact positif sur les zones humides situées en aval de la desserte routière reste à démontrer ; c'est le cas en particulier des rétablissements de la continuité hydraulique au droit des cours d'eau et de certains fossés ; en effet, pour être réellement favorable aux zones humides, chaque petit fossé et ruisseau constituant le chevelu de ces têtes de bassin versant nécessiterait d'être rétabli séparément et non concentré dans un même thalweg. Or, il est possible que cela ne soit pas le cas, compte tenu : (1) de la densité du chevelu présent au droit du projet comparé au nombre d'ouvrages hydrauliques envisagés sur la desserte routière (25 ouvrages pour 11,5 km de linéaire de desserte routière), et

(2) des travaux de dérivation des fossés et thalweg envisagés sur un linéaire total de 2,2 km environ.

Enfin, une pondération des surfaces est effectuée une fois les impacts résiduels globalisés, *via* un coefficient de « *définition du besoin compensatoire* ». Ce dernier, déterminé en fonction des « *niveaux d'incidences résiduels* » du projet sur les zones humides : (1) ajuste le besoin de compensation en fonction du niveau d'incidence du projet sur les zones humides (plus les impacts sont forts, plus le coefficient est élevé) ; et (2) permet de passer d'une évaluation surfacique à une unité adimensionnelle (ou Unité de Compensation Globale - UCG).

Les valeurs attribuées à ce coefficient (comprises entre 0,25 et 2) et leur saut le long de l'échelle d'évaluation ne sont pas fondés et auraient dû être mieux justifiés. Au regard des résultats obtenus, il y a finalement peu de différences entre les impacts résiduels significatifs des projets sur les zones humides et l'évaluation des UCG³¹.

A noter que cette approche développée pour les zones humides, n'est pas appliquée aux habitats remarquables, ni aux mares ni aux haies, pour lesquels des ratios de compensation sont directement attribués, indépendamment de l'intensité des incidences des projets sur ces milieux, des éventuelles mesures de réduction mises en œuvre et du niveau résiduel d'incidences. Dans ce cas, l'évaluation du besoin de compensation est effectuée sur la base de ratios de compensation. Bien que leurs valeurs soient aussi peu explicites que celles du coefficient précédemment évoqué, elles sont relativement similaires aux valeurs d'ores et déjà appliquées dans d'autres projets et sont lisibles par tous car exprimées respectivement en surface, en nombre ou en mètre linéaire. Comme évoqué précédemment, on ne peut que regretter que cette méthode simple et pragmatique n'ait pas été appliquée à l'ensemble des zones humides.

• II.2.2.2 Evaluation des réponses de compensation

La mise en équivalence des besoins et réponses de compensation constitue une réelle difficulté. A ce titre, le collège d'experts ne nie pas l'intérêt du passage par des unités intermédiaires telles que les Unités de Compensation. Néanmoins, il serait préférable que ces dernières ne soient pas adimensionnelles et soient référencées plus concrètement afin de rendre la méthode compréhensible à l'ensemble des parties prenantes.

Afin d'évaluer la réponse de compensation, les surfaces des sites compensés sont pondérées par un « *coefficient de plus-value fonctionnelle* », déterminé en fonction des types de sites et du génie écologique mis en œuvre. Le choix de ce coefficient et de ses valeurs est discutable au regard de l'état actuel des connaissances sur le sujet. En effet, les résultats des travaux de génie écologique mis en œuvre sur les différents sites de compensation ne sont pas garantis et la plus-value fonctionnelle engendrée encore relativement méconnue. Ceci est plus particulièrement le cas pour les fonctions biogéochimique et biologique, les méthodes de génie écologique étant encore en phase de consolidation et les retours d'expériences trop peu nombreux en France. En revanche, des estimations auraient été possibles dans le cas des fonctions hydrologiques. Ainsi, sur la base d'un bilan hydrologique des zones humides, les volumes contribuant potentiellement au soutien d'étiage auraient dû être directement quantifiés pour définir le besoin de compensation, sans passer par l'artifice des unités de compensation.

Ainsi, l'évaluation de la plus-value fonctionnelle basée à dire d'experts reste encore trop spéculative pour que ce coefficient puisse être utilisé pour pondérer les surfaces des sites de compensation (cf. aussi remarques § II.2.3.1).

En revanche, trois autres facteurs auraient dû être pris en compte pour évaluer la réponse de compensation.

³¹ On passe de 516,5 (+ 4,7) ha à 559,8 (+ 5,18) UCG à compenser pour l'aéroport, et de 194,37 ha à 175,23 UCG à compenser pour la desserte routière, soit un total de 710,37 ha et de 734,8 UCG à compenser.

- Le risque d'échec des travaux de génie écologique proposés. Il peut être quantifié comme le montrent les travaux réalisés dans d'autres pays (Robb, 2002), au regard (1) de la nature et de l'état des sites de compensation avant travaux de récréation/restauration ; (2) des travaux de génie écologique mis en œuvre ; et (3) des objectifs à atteindre. A titre d'exemple, la récréation de biodiversité par extensification des pratiques agricoles dans des prairies auparavant intensifiées présente *a priori* plus de risques d'échec que l'interruption du drainage. Dans ce cadre, une pondération des surfaces compensées par ce risque relatif d'échec aurait dû être envisagée, soit sur la base de valeurs inférieures à 1 (dans le cadre de la méthode par unités de compensation - UCG), soit sur la base de ratios surfaciques supérieurs à 1.
- Le décalage temporel entre les impacts et la mise en œuvre concrète des mesures de compensation (qui sera étalée sur 10 ans) et/ou la durée nécessaire à la récréation ou à la restauration effective des fonctions impactées par les projets. Certains travaux pourront certes être réalisés rapidement, mais leurs effets sont susceptibles d'être très décalés dans le temps. Là aussi, une pondération des surfaces compensées par la durée nécessaire au rétablissement des fonctions impactées aurait dû être appliquée, et ce sur la base également de valeurs inférieures à 1 (avec la méthode par UCG) ou de ratios surfaciques supérieurs à 1.
- L'éloignement géographique des sites de compensation avec les sites impactés. En effet, le SDAGE précise que la méthode de compensation par fonctions doit être mise en œuvre sur le même bassin versant que celui impacté et la fiche d'aide à l'application de la disposition 8B-2 du SDAGE³² spécifie que par « bassin versant », il convient de privilégier la même masse d'eau ainsi que les notions de proximité et de maintien de corridors écologiques. A défaut, « *la compensation porte sur une surface au moins égale à 200 % de la surface supprimée* ». Dans ce cadre, un ratio minimal de 2 devrait être appliqué dès lors que les sites de compensation sont situés en dehors des bassins versant des quatre masses d'eau directement impactées par les projets. Ainsi, les enveloppes de compensation situées sur les bassins versants de l'étier de Cordemais, de l'Isac, du Gesvres, de l'Hocmard et leurs affluents ne sont pas concernées par ce ratio surfacique minimal. En revanche, il importe de prouver qu'il a bien été appliqué sur les bassins versants de la Farinelais, de la Remauda, du Cens et de leurs affluents.

Enfin, la pertinence de « l'effet miroir » évoqué par les maîtres d'ouvrage pour justifier le choix des valeurs données aux deux coefficients de pondération (besoin de compensation et plus-value fonctionnelle) reste à démontrer. La correspondance des deux échelles n'est pas justifiée de manière satisfaisante et on peut *a priori* la contester en remarquant que le besoin de compensation résulte en général d'une suppression complète alors que la réponse de compensation résulte en général d'une amélioration de l'existant, aux résultats incertains. De ce fait, on s'attendrait *a priori* à ce que les valeurs des coefficients appliqués à la réponse de compensation soient inférieures à celles appliquées au besoin de compensation (dans le cadre de la méthode par UCG) ou que les ratios surfaciques soient supérieurs. Par exemple, la destruction totale d'une prairie méso-hygrophile à *Oenanthe silaifolia* est évaluée avec le même coefficient de 2 que la restauration d'une telle prairie à partir d'une terre arable. Or, la destruction sera totale et immédiate, alors que la restauration sera toujours partielle, incertaine et lente. Cette différence aurait requis un coefficient de correction entre les deux opérations de l'ordre de 5 à 10, sur la base des évaluations prenant en compte des risques d'échec et faites de longue date outre-Atlantique (Robb, 2002).

II.2.3 Génie écologique

En France, les techniques qualifiées de génie écologique datent des années 1970 (Gosselin, 2004, 2008). En l'état actuel des connaissances, elles s'appuient sur les principes de l'ingénierie écologique décrits par Mitsch (2012), qui résultent de trois décennies de recherche, de test et de transfert (Barnaud et Chapuis, 2004). Au départ, centrée sur des principes d'écologie et de trajectoire écosystémique avec le minimum d'action anthropique, la communauté scientifique a depuis élargi ses champs d'investigations

³² Secrétariat Technique du Bassin Loire-Bretagne, 2010. *Fiche n°2 d'aide à la lecture de la disposition 8B-2 du SDAGE Loire-Bretagne*, p. 14.

aux niveaux international et national³³, notamment en proposant des méthodes prenant en compte la restauration des milieux à l'échelle de bassins versants. Il ressort de ces analyses que les délais de mise en œuvre de ces actions, bien que variables selon l'écosystème considéré, sont en général longs, que l'obtention des résultats escomptés n'est jamais garantie et que les risques d'échec vis-à-vis d'un objectif défini initialement sont par conséquent assez élevés (Mistch et Jørgensen, 2004). Les chances de succès sont essentiellement conditionnées par une formulation précise des objectifs, la nature et l'état des sites de compensation, et les techniques de génie écologique mises en œuvre.

Ainsi, la copie conforme de ce qui a été détruit ne saurait être un objectif affiché raisonnable, même avec les meilleures techniques de génie écologique possibles. En revanche, la mise en œuvre de travaux de restauration visant autant que possible à se rapprocher de l'objectif « *pas de perte nette de fonctions écologiques* » reste envisageable, en intégrant des coefficients d'ajustement de ces mesures, liés notamment au risque d'échec des travaux de génie écologique.

Au regard des nombreuses incertitudes relatives au succès ou à l'échec des mesures de compensation, l'évaluation à l'avance de l'efficacité des mesures envisagées est difficile. Néanmoins, il est possible de prévoir en partie les effets des interventions, si les moyens mis en œuvre pour se rapprocher des objectifs affichés sont pertinents.

• II.2.3.1 Nature des techniques de génie écologique envisagées et plus-value associée

Les techniques de génie écologique envisagées par les maîtres d'ouvrage sont similaires à celles généralement proposées pour restaurer ou gérer des milieux naturels. Au total, neuf types de mesures sont listés par les maîtres d'ouvrage au titre de la compensation des atteintes aux zones humides.

- Certaines ont bien pour cible la restauration par reconversion ou réhabilitation de zones humides, en adéquation à la disposition 8B-2 du SDAGE qui évoque uniquement « *la récréation ou la restauration de zones humides* » : reconversion de peupleraie en boisements alluviaux (RPBA), en mégaphorbiaies (RPM) ou en prairies naturelles (RPPN), et reconversion de terres arables en prairies naturelles (RTA) - sous réserve que les prairies « naturelles » évoquées soient bien des zones humides.
- Certaines sont favorables aux zones humides mais constituent plus des mesures de maintien, d'amélioration et/ou de gestion de l'existant que de réelles mesures de restauration : gestion conservatoire de prairies naturelles (GPN) ; restauration et gestion conservatoire d'habitats remarquables dont des mégaphorbiaies (RGM) et des landes (RGL).
- Enfin, d'autres participent éventuellement à l'amélioration des fonctions majeures des zones humides mais ne constituent pas des mesures ciblées sur les habitats humides au sens réglementaire du terme : création et renforcement de réseaux de haies bocagères (CRHB) ; création et entretien de mares (CEM). A ce titre, les modalités de création d'un réseau fonctionnel de mares semblent bien maîtrisées. On peut toutefois regretter que la création de ces milieux ne s'accompagne pas d'un équipement adapté à la protection des travaux de compensation sur les projets de desserte routière voire du programme viaire associé à l'aéroport, (mise en place de clôtures, de dispositifs de collecte - par cornière ou caniveau - et de traversée sous chaussée double sens ; SETRA, 2005). Il est probable que les aménagements prévus au sein des ouvrages hydrauliques soient insuffisants pour permettre aux amphibiens notamment, de franchir les routes sans danger.

Trois remarques découlent de ces propositions.

- Les mesures de maintien et de gestion de l'existant ne sont *a priori* pas toutes en adéquation avec la disposition 8B-2 du SDAGE Loire-Bretagne. A ce titre, les maîtres d'ouvrage s'engagent à ce que ces mesures ne soient pas majoritaires et restent inférieures à 50 % des UCG comptabilisées dans

³³ Création en 1992 d'un journal dédié: Ecological Engineering, The Journal of Ecosystem Restoration. Programme de recherche IngECOTech - Ingénierie écologique (CNRS, Cemagref), 1^{er} appel d'offres 2007.

le cadre de la réponse de compensation³⁴. Néanmoins, au regard des exemples de travaux envisagés sur 59 sites de la zone Nord Est de l'aéroport sous maîtrise foncière du concessionnaire, on note un réel déséquilibre entre les mesures de maintien de l'existant ou de simple gestion (71% des sites) et celles relatives à la restauration, réhabilitation ou gestion intensive de sites (29%)³⁵.

- Les mesures relatives aux haies ne sont *a priori* pas comptabilisées dans l'évaluation des besoins de compensation (car traitées séparément à l'aide d'un ratio linéaire) mais semblent être prises en compte dans l'évaluation des réponses de compensation, un coefficient de plus-value fonctionnelle étant attribué à la mesure relative à la création et au renforcement de réseaux de haies bocagères. Ce point nécessiterait d'être clarifié.

Sur le principe, la prise en compte de ces habitats et mesures dans l'évaluation des réponses de compensation est pertinente, notamment au regard de leur participation aux fonctions résultant de l'approche systémique effectuée à l'échelle des bassins versants. Ceci d'autant plus que dans l'Ouest français, l'ensemble « talus-fossés-haies » est connu et étudié comme étant l'élément structurant du fonctionnement des zones humides rurales. Mais dans ce cadre, il importerait de s'assurer qu'ils sont aussi comptabilisés dans les besoins de compensation.

- Enfin, si le coefficient de plus-value fonctionnelle devait être conservé par les maîtres d'ouvrage dans leur méthode d'évaluation de la réponse de compensation malgré sa faible pertinence (cf. § II.2.2.2.), il devrait au minimum accorder une plus-value supérieure à la restauration/recréation de zones humides par rapport aux autres types de mesures. Or, force est de constater que ce n'est pas le cas (cf. tableau indiquant les coefficients attribués par types de milieux compensés et types de mesures envisagées³⁶). A titre d'exemples, les coefficients relatifs aux mesures de récréation/restauration de zones humides (RTA et RPPN) sont similaires à ceux attribués aux mesures de gestion (GPN) ou de récréation de haies bocagères (CRHB - à noter que cette dernière mesure est identifiée dans les dossiers comme ciblant uniquement les espèces protégées). Il en est de même pour les mesures de restauration/gestion conservatoire d'habitats remarquables (RGM) et celles relatives à la récréation/restauration de mégaphorbiaies (RPM).

Les conséquences de l'ensemble de ces éléments font que les réponses de compensation favorables aux zones humides sont surestimées, en comparaison de ce qui sera concrètement mis en œuvre sur le terrain pour ces milieux, et des besoins de compensation estimés précédemment.

• II.2.3.2 Modalités de choix des sites de compensation

L'approche par échelle emboîtée développée par les maîtres d'ouvrage est pertinente (détermination d'enveloppes de compensation au sein desquelles les sites de compensation sont choisis).

Concernant le choix de ces enveloppes, il convient de cibler des territoires à forte probabilité de présence de zones humides dont les fonctions sont susceptibles d'être similaires aux fonctions majeures à compenser, conditions déterminant la réussite des restaurations et créations à réaliser. Dans le cas des deux projets d'aéroport et de desserte routière, ce choix a été effectué à proximité des sites impactés, en adéquation avec la disposition 8B-2 du SDAGE. En revanche, il cible des zones humides de cours d'eau et des points d'eau uniquement. Ceci est *a priori* pertinent pour ce qui concerne la compensation des fonctions associées à ces milieux, mais empêche toute compensation des fonctions biogéochimiques et hydrologiques spécifiques aux zones humides de plateau dont les enjeux ont été sous-estimés, selon le collège.

Concernant le choix des sites au sein de ces enveloppes, il importe de l'effectuer sur la base d'un état initial comprenant un minimum de données sur les composantes physiques et biologiques de ces milieux et du bassin versant environnant. En l'absence de quoi, le suivi des résultats ainsi que la réussite du

³⁴ Cf. réponse d'AGO et de la DREAL en date du 28 janvier 2013 aux questions posées par le collège d'expert (Annexe 8).

³⁵ Cf. dossier loi sur l'eau d'AGO – PIECE F – pages 141 et suivantes.

³⁶ Cf. dossier loi sur l'eau d'AGO – PIECE F – page 99.

génie écologique mis en œuvre ne peuvent être garantis. Or, les éléments présentés dans les dossiers ne permettent pas dans l'immédiat de vérifier la pertinence des sites choisis.

- Atteindre autant que possible les objectifs fixés par les maîtres d'ouvrage en matière (1) de récréation/restauration, maintien ou gestion d'habitats tels que les prairies humides oligotrophes, les landes humides, les gazons amphibies oligotrophes voire les mares à Fluteau nageant ; et (2) de restauration de la richesse et de la diversité faunistique, nécessite en priorité que les techniques de génie écologique envisagées soient mises en regard de la qualité physico-chimique de l'eau présente au droit des sites de compensation. Cette qualité d'eau constitue une des conditions majeures de réussite des travaux. Si le sol peut effectivement jouer un rôle de filtre épuratoire, le régime hydrologique ainsi que la qualité physico-chimique de l'eau du sol déterminent la qualité de l'écosystème dans son ensemble. Aucune donnée physico-chimique n'étant disponible et le respect de cette condition n'apparaissant pas dans les dossiers, la réussite des mesures envisagées ne peut être validée.
- De même, évaluer les potentialités d'évolution dynamique des cortèges floristiques présents au droit des zones humides restaurées demande d'analyser en détail la composition et la diversité floristique. Or, dans les dossiers, celle-ci a été effectuée trop sommairement pour que cette estimation soit possible. Ainsi :
 - o dans le cas particulier de la création de mégaphorbiaies à partir de peupleraies, les trois relevés réalisés sur les mégaphorbiaies ne donnent qu'une vague caractérisation des cortèges floristiques présents sur ces milieux, mais permettent apparemment d'en distinguer deux types : les mégaphorbiaies eutrophes appauvries à *Oenanthe crocata* et les mégaphorbiaies mésotrophes à richesse plus élevée. En revanche, aucun relevé phytosociologique de peupleraie n'est présenté dans les dossiers. Il est donc impossible d'en évaluer la biodiversité et il paraît difficile, dans ces conditions, de s'assurer que les formations herbacées restaurées après coupe des peupliers correspondront bien aux mégaphorbiaies détruites ;
 - o dans le cas de la création de « boisements alluviaux » à partir de peupleraies, la plus-value de leur richesse floristique par rapport aux peupleraies ne pourra pas être évaluée sur la base des deux relevés effectués sur ces habitats (cf. relevés phytosociologiques³⁷).
- Enfin, l'étude de la faune inféodée à ces habitats a été quasiment restreinte au seul groupe des amphibiens (10 espèces concernées). Un réseau de mares fonctionnelles est envisagé dans les enveloppes de compensation où d'ailleurs un premier repérage a été réalisé à ce sujet. En revanche, il n'en est pas de même de la reconstitution d'habitats favorables à d'autres groupes d'espèces dont les chiroptères, les macroinvertébrés de tête de bassin (lépidoptères, odonates), etc.

• II.2.3.3 Efficacité des mesures envisagées au regard des fonctions à compenser

Afin de compenser l'ensemble des fonctions majeures associées aux zones humides, il importe avant toute chose de raisonner à l'échelle du bassin versant selon une approche systémique avant de passer à celle de la zone humide et de ses fonctions intrinsèques. Il s'agit en effet de recréer les connexions qui existaient entre les différents habitats détruits ou impactés et d'éviter toute démarche qui conduirait à obtenir un patchwork de sites répartis sur le territoire, sans cohérence entre eux. A titre d'exemple, les travaux récents sur la restauration dite passive de têtes de bassin impactés par le piétinement des troupeaux (Normandie) ont montré l'importance de la prise en compte de la disposition du réseau de haies. En effet, la capacité de recolonisation par les arbres des berges de cours d'eau (présence de la banque de graine) est influencée par la structure du bocage proche ainsi que par les pratiques agricoles appliquées dans les parcelles en bordure des ruisseaux (Forget *et al.*, 2013). C'est bien cette démarche

³⁷ Réponse d'AGO et de la DREAL en date du 28 janvier 2013 aux questions posées par le collège d'experts (annexe 8).

qui est retenue par les deux maîtres d'ouvrage, avec la récréation/restauration sur un territoire restreint, d'un ensemble d'habitats (haies, mares, habitats humides).

Il convient ensuite de s'assurer que les zones humides choisies permettront de compenser correctement les fonctions intrinsèques à ces milieux. Ceci impose de remplir différentes conditions dont certaines paraissent insuffisamment traitées par les maîtres d'ouvrage.

Dans le cas particulier de la compensation des fonctions hydrologiques associées aux zones humides (notamment de plateau), force est de constater qu'elles seront difficiles à compenser en raison de leurs spécificités qui rendent quasiment impossible leur transposition aux sites de compensation :

- la récréation/restauration du chevelu hydrographique dense et fortement interconnecté présent au droit des deux projets (constitué d'un réseau de fossés et de cours d'eau) paraît infaisable sur un autre bassin versant, alors qu'elle est essentielle pour assurer l'ensemble des fonctions hydrologiques associées aux zones humides ;
- la restauration par reconversion de zones humides situées sur des zones agricoles intensives et drainées sera difficile à mettre en œuvre, car les travaux envisagés seront *a priori* mal acceptés pour les exploitants agricoles (mise en place d'une gestion extensive de ces zones, voire mise en friche ; suppression du drainage et maintien d'une forte saturation des sols). Elle prendra de surcroît du temps (plusieurs années), surtout en termes de contrôle des nutriments, avant que les milieux ainsi renaturés aient un fonctionnement proche de celui des milieux impactés. Ainsi, les résultats escomptés seront assez éloignés du fonctionnement initial des sites impactés, et cela sans compter sur les effets possibles du changement climatique qui risquent de déprécier encore cette situation.

La seule manière serait de corriger ou de compenser les atteintes à ces fonctions au droit même des deux projets et en aval immédiat, partiellement du moins :

- au niveau des cours d'eau, par une réflexion générale sur les modalités de préservation et/ou de reconstitution du réseau de fossés et de cours d'eau. A titre d'exemple : au niveau du projet d'aéroport, plus de 1,6 km de cours d'eau sera supprimé et 1,1 km sera busé ou dérivé (le linéaire de fossés détruit n'est pas précisé). Des mesures de réduction sont proposées par les maîtres d'ouvrage, imposées par ailleurs en application de l'arrêté de prescriptions générales relatif à la rubrique 3.1.2.0. de la nomenclature loi sur l'eau (mise en place de dispositifs de dissipation d'énergie en aval immédiat de la buse installée sur le ruisseau de la Noue ; reconstitution des conditions morphologiques du ruisseau de l'Epine). Quelques mesures de compensation sont aussi envisagées (reméandrage, reprofilage de berge, plantation de ripisylve) mais sur des tronçons situés plus en aval et sur des linéaires apparemment très inférieurs au linéaire total impacté. La recherche de mesures d'évitement et de réduction aurait dû être approfondie et la proposition d'autres projets de restauration hydro-morphologique de cours d'eau situés en aval immédiat des projets aurait dû être envisagée ;
- au niveau des zones humides, par la limitation des impacts des projets sur le fonctionnement hydrologique naturel de ces milieux. Le maintien d'une certaine variabilité hydraulique dans les cours d'eau impactés demandant des lâches proportionnées aux événements hydro-pluviométriques de plus faible périodicité aurait dû être envisagé (via une gestion des eaux stockées dans les dispositifs d'écêtement des crues « par l'amont » en cas de crue, pour éviter leur débordement, et « par l'aval » en période sèche, pour soutenir les étiages). Il est vrai que le SDAGE limite les débits d'exutoire (3 l/s/ha pour la pluie décennale au niveau de la desserte routière, et 6 l/s/ha pour la pluie centennale au niveau de l'aéroport) mais une adaptation aurait dû être prévue, du moins pour les débits inférieurs à ces seuils. Les maîtres d'ouvrage prévoient en effet de calibrer ces dispositifs tout comme les ouvrages aval de franchissement hydrauliques (buses, ponts-cadres notamment) pour faire face à la crue centennale. Ceci apportera une plus-value pour les ouvrages existants, mais sera insuffisant pour satisfaire les besoins à l'étiage durant les périodes estivales.

Dans le cas particulier de la compensation des fonctions biologiques, un volet important des techniques de génie écologique correspond à la recréation de prairies dites « naturelles », soit à partir de prairies gérées de manière intensive, soit à partir de cultures. A ce titre, de nombreuses études scientifiques réalisées sur ces actions de restauration de prairies à biodiversité élevée (« *species-rich meadows* »), tant en France qu'à l'étranger, attestent du caractère très lent et souvent partiel de telles restaurations (Bakker, 1989 ; Bakker & Berendse, 1999 ; Berendse *et al.*, 1992 ; Muller *et al.*, 1998 ; Pywell *et al.*, 2002 ; Vécrin *et al.*, 2002, 2007 ; Vécrin & Muller, 2003 ; etc.), dépendant de la présence à proximité d'habitats « sources » et de l'importance de la « banque de graines » du sol. Or, les maîtres d'ouvrage n'évoquent pas ces difficultés et affichent une confiance jugée excessive par le collège dans la réussite de ces opérations (exception faite des travaux relatifs aux mares où il est indiqué dans le dossier AGO que l'obtention d'un réseau de mares « *fonctionnel dès 2014 n'est pas garantie, les mares nouvelles devant vieillir et évoluer suffisamment pour devenir accueillantes* »). Cette incertitude sur la trajectoire écologique suivie par tel ou tel milieu et sur les délais d'obtention de sites fonctionnels confirme la nécessité d'intégrer les notions de risque d'échec et de durée dans l'évaluation de la réponse de compensation.

En outre, la cohérence des actions proposées nécessiterait d'être vérifiée. Dans certains cas, il est proposé de s'opposer, par reprise d'une fauche, à une dynamique d'évolution naturelle d'une prairie en déprise agricole vers une mégaphorbiaie et une forêt humide (avec une plus-value fonctionnelle de 0,5 UCG/ha) ; dans d'autres cas, la réhabilitation d'une mégaphorbiaie ou d'une forêt humide à partir d'une peupleraie est envisagée (avec une plus-value fonctionnelle de 1 UCG/ha ou 0,5 UCG/ha).

Au regard de ces éléments, l'efficacité à terme des mesures de compensation proposées, avec des plus-values fonctionnelles significatives dans des délais définis, n'est pas garantie.

II.2.4 Mise en œuvre des mesures de compensation

Au niveau international, différentes modalités de mise en œuvre des mesures de compensation sont utilisées par les maîtres d'ouvrage. Aux Etats-Unis, la compensation se fonde sur l'émission de permis d'aménagement. Elle peut être réalisée par :

- le titulaire du permis et à proximité (*Permittee-responsible mitigation*, PRM) ;
- l'achat de crédits dans des banques de compensation en général éloignées (*Mitigation banking*) ;
- le financement d'un fonds de remplacement (*In lieu fee mitigation*, ILF).

La seconde option est privilégiée depuis 2008 car estimée plus sûre quant aux résultats fonctionnels par la taille des sites restaurés, l'antériorité des systèmes restaurés, la garantie de pérennité, le coût, etc. De 1980 à 2009, sur les 519 banques de compensation recensées, 431 sont qualifiées d'actives, les autres étant soldées (88), en attente (182), inactives (36) ou pas caractérisées (60) (Wilkinson et Thompson, 2006 ; Madsen *et al.*, 2010). Ce type de compensation par achat de crédits commence à se développer en France, sous l'impulsion du ministère en charge de l'écologie³⁸ et de la Caisse des Dépôts et Consignation « Biodiversité ». Dans l'immédiat, l'option à privilégier consiste à intégrer les besoins de compensation (surface, fonctions), dès la conception d'un projet d'aménagement. Faute de ces dispositifs, les mesures de compensation doivent s'insérer dans l'environnement proche des emprises avec des difficultés d'ordre écologiques, foncières, socio-économiques évidentes.

Au droit des deux projets, il a été jusqu'ici difficile de définir une méthode de mise en œuvre des mesures de compensation dans l'attente d'un accord global avec la Chambre d'Agriculture, préalable à toute négociation individuelle avec les agriculteurs. Ceci a eu apparemment comme conséquences de retarder l'élaboration d'un plan d'action détaillé et d'empêcher l'évaluation de la faisabilité de la compensation proposée. Toutefois, les négociations avec les agriculteurs sur des pratiques alternatives ne constituent pas la totalité de la mise en œuvre des mesures de compensation et le travail aurait dû être plus avancé sur les enveloppes de compensation envisagées.

³⁸ Appel à projet d'opérations expérimentales d'offre de compensation (MEDDTL, 26 septembre 2011).

En outre, parmi les différentes modalités possibles de sécurisation foncière des sites, la maîtrise foncière a semble-t-il été peu envisagée jusqu'ici, alors qu'elle permet de garantir le respect des engagements pris par les maîtres d'ouvrage en termes de mise en œuvre concrète de l'ensemble des techniques de génie écologique envisagées et de pérennité de ces mesures sur le long terme. Ainsi, quelles emprises les maîtres d'ouvrage pourraient-ils obtenir et par quels moyens ? Lors du réaménagement foncier par exemple, des opportunités de négociations sont possibles qu'il aurait été bon d'anticiper. Aussi, dans le cadre du plan d'action, le collège regrette :

- que les possibilités de maîtrise foncière des sites n'aient pas été plus anticipées ;
- que les mesures applicables aux cours d'eau et à d'autres sites que les terrains agricoles n'aient pas été examinées plus rapidement et de manière approfondie en parallèle des négociations avec la Chambre d'Agriculture.

II.2.5 Pérennité des mesures

La DREAL et AGO se donnent un délai de 10 ans pour mettre en œuvre l'ensemble des mesures de compensation envisagées.

L'un des enjeux de la durabilité de ces actions est la durée des contrats passés entre les maîtres d'ouvrage et les exploitants ou autres acteurs ruraux, qui planteraient des mesures sur leurs territoires. Ces engagements doivent être conçus tout d'abord pour être compatibles avec le temps nécessaire à la recréation des milieux. Le collège a vu que cette période varie de quelques années (cas de recréation de mares), à quelques décennies (cas de recréation de prairies oligotrophes). Cette durée devrait donc être de l'ordre de grandeur des baux ruraux classiquement mobilisés par les agriculteurs dans leur activité professionnelle. Ainsi, tant pour des raisons écologiques que d'usages du droit foncier actuel, la mise en place de baux de 9 ou 18 ans selon le type de restauration/recréation en jeu dans la parcelle concernée devrait être privilégiée.

D'autre part, le collège incite les maîtres d'ouvrage à créer des sites de compensation « tampons » chez des acteurs volontaires permettant de disposer d'une réserve de compensation en cas d'échecs, soit d'opération de restauration, soit de désistement d'agriculteurs.

En outre, les systèmes écologiques ne sont pas statiques mais évoluent dans le temps et dans l'espace en fonction de facteurs climatiques, économiques et sociaux. La notion de trajectoire non rectiligne sert en écologie de la restauration à bâtir des scénarios intégrant les facteurs majeurs de changement. Elle permet d'intégrer l'existence de séquences, de boucles de rétroaction, de connexions étroites entre processus physiques et écosystémiques, ainsi que des obstacles éventuels à l'origine de blocages à une étape donnée (Zedler et Callaway, 1999). Par ailleurs, ce qui se passe après les opérations de restauration dépend de plusieurs points : l'ampleur des modifications physiques, les types de création ou d'amélioration des conditions des habitats, la reconnexion de la zone restaurée aux écosystèmes adjacents, les possibilités de recolonisation et de reproduction des espèces, le rétablissement des interactions biotiques ainsi que la reprise des processus écologiques (Robson *et al.*, 2011).

Au droit des projets, les écosystèmes présents sont issus d'activités anthropiques (anthroposystèmes ; Lévêque & Van der Leeuw, 2003). Ils ont été créés et gérés pour des usages agricoles qui sont caractéristiques des pratiques agricoles d'il y a quelques décennies du fait du gel des aménagements dans l'attente de la construction de l'aéroport. On sait que le climat pourrait se modifier sensiblement dans les prochaines décennies (le programme Explore 2070 du MEDD prévoit une baisse des débits moyens interannuels des fleuves de -15 % et - 40 % à l'horizon 2046-2065). On sait aussi que les pratiques des agriculteurs peuvent évoluer en fonction de contraintes économiques et réglementaires. Dans un tel contexte, les questions relatives aux possibilités de respect des objectifs et d'organisation et de planification du suivi à long terme, ne sont pas triviales.

Or, l'état initial et l'évaluation des mesures de compensation s'appuient sur le principe de stationnarité³⁹, ce qui ne permet pas de prendre en compte la dynamique temporelle des systèmes écologiques⁴⁰ dans la démarche adoptée concernant les mesures de compensation. En d'autres termes, on fait l'hypothèse que les systèmes évolueront dans le sens souhaité, toutes choses égales par ailleurs. En réalité, si l'on se réfère simplement aux projections climatiques, on a toutes les chances de se trouver dans un contexte différent dans quelques décennies, ce qui aurait pu être exploré par des scénarios à partir de la littérature existante. Quelle signification donner alors à la restauration des fonctions majeures associées aux zones humides selon ces scénarios ?

Outre les aléas liés au climat, il y a des incertitudes fortes concernant l'adhésion des agriculteurs aux mesures agro-environnementales proposées dans ce cadre. Même si les textes réglementaires ne le mentionnent pas explicitement, il est difficile de ne pas tenir compte des évolutions des pratiques agricoles dans la définition des objectifs et la planification du suivi.

Il peut être objecté que le suivi de stations témoins permettra de répondre à cette question (cf. II.3.2). De fait, il sera possible de vérifier que ces dernières ont évolué en parallèle dans un contexte de changements globaux. Pour le moins cette question aurait dû être abordée.

II.3 Evaluation des indicateurs d'atteinte des objectifs en matière de compensation

II.3.1 Objectifs des suivis et notion d'obligation de résultat

Des suivis sont envisagés par les maîtres d'ouvrage, mais tels que présentés dans les dossiers loi sur l'eau, leurs objectifs varient entre les deux projets. Ainsi :

- le suivi envisagé par la DREAL sur 30 ans au niveau des sites de compensation de la desserte routière permettra uniquement de s'assurer du respect des obligations de moyens (bonne mise en œuvre des mesures de compensation sur le terrain) ;
- le suivi envisagé par AGO sur 55 ans au niveau des sites de compensation de l'aéroport vise à la fois le respect des obligations de moyens et de résultats, sans toutefois convaincre le collège. Dans ce cadre, celui-ci sera effectué à deux échelles spatiales distinctes : (1) celle de la parcelle, afin d'évaluer l'évolution dans le temps des sites de compensation et dans certains cas, le bon respect des cahiers des charges (cf. annexe 7) ; et (2) celle d'enveloppes de compensation, afin « *d'apprécier la restauration des fonctionnalités des zones humides au sein des enveloppes de compensation et des fonds de thalwegs et des réseaux de mares renforcés* ».

Au regard toutefois des réponses apportées par les maîtres d'ouvrage aux questions posées par le collège d'experts⁴¹, ce point a été précisé. Ainsi, les objectifs semblent avoir été harmonisés entre les deux projets et la notion d'obligation de résultat est précisée. Les maîtres d'ouvrage indiquent que « *Toutefois, les mesures et les situations étant variées, l'appréciation de la restauration des fonctionnalités majeures des zones humides se fera à une échelle plus globale. C'est une plus-value écologique qui est recherchée sur chaque site de compensation, plutôt que l'atteinte d'un niveau particulier de qualité biologique ou fonctionnelle* ».

³⁹ Cf. réponse d'AGO et de la DREAL en date du 28 janvier 2013 aux questions posées par le collège d'expert (Annexe 8).

⁴⁰ Incluant la variabilité interannuelle.

⁴¹ Cf. Réponse d'AGO et de la DREAL en date du 28 janvier 2013 aux questions posées par le collège d'experts (annexe 8).

Ainsi, la notion d'obligation de résultat semble être plus entendue comme une obligation d'amélioration de l'existant que comme la recréation/restauration effective des fonctions perdues et de la qualité de la biodiversité. Cette approche mériterait d'être précisée car telle qu'indiquée, elle n'est pas en adéquation avec la disposition 8B-2 du SDAGE Loire-Bretagne qui demande « *la recréation ou la restauration de zones humides équivalentes sur le plan fonctionnel et de la qualité de la biodiversité* ». A noter dans ce cadre que si les objectifs de résultats affichés par les maîtres d'ouvrage rejoignent pour une part les remarques du collège sur la difficulté à recréer à l'identique ce qui a été détruit, cela ne doit pas devenir un moyen de s'exonérer de ses obligations. Il importe donc de viser le respect du principe d'équivalence et de se donner des objectifs à atteindre plus précis que la simple « plus-value écologique ». Les ambitions du SDAGE imposent de fortes tensions aux projets de grande ampleur, mais selon le Code de l'Environnement, c'est le SDAGE qui doit faire loi.

II.3.2 Méthode

L'étape de conception des méthodes de suivi et d'évaluation des mesures de compensation est capitale au regard de la nécessité d'avoir un retour d'expérience pertinent sur la mise en œuvre de telles mesures et pour rendre crédible, valider et valoriser les mesures ainsi mises en œuvre. Elle mérite de ce fait d'être prise en compte très tôt, lors des réflexions préliminaires à la définition des objectifs des travaux de recréation/restauration (Bazin & Barnaud, 2002). En effet, comparer sur le long terme les sites de compensation par rapport aux sites dits « témoin » pour vérifier si les objectifs ont été atteints, est le seul moyen de réajuster les techniques et pérenniser les résultats.

Or, dans les dossiers loi sur l'eau, les méthodes d'évaluation des moyens mis en œuvre et des résultats obtenus pour parvenir à cette appréciation ne sont pas spécifiées en détail, mis à part un renvoi systématique à de futurs indicateurs en cours de définition ou à des « *protocoles de suivi d'efficacité des mesures compensatoires (...) en cours d'élaboration avec l'observatoire environnemental* ». Ces méthodes, indicateurs et protocoles auraient dû être d'ores et déjà définis dans les dossiers loi sur l'eau et appliqués bien avant le démarrage des travaux de génie écologique, ceci afin notamment de compléter les lacunes relevées au sein de l'état initial. En l'absence d'un état initial satisfaisant, il sera en effet difficile, voire impossible dans certains cas, d'évaluer la réelle plus-value écologique des mesures de compensation ainsi mises en œuvre.

Dans les réponses apportées par les maîtres d'ouvrage aux questions posées par le collège d'experts⁴², des précisions sont fournies sur le nombre et la nature des indicateurs envisagés pour suivre l'efficacité des mesures de compensation. Si cette liste de paramètres à suivre paraît relativement complète, il est impossible d'en évaluer la pertinence en l'absence de protocoles détaillés définitivement choisis (cf. annexe 7). De surcroît, les stations témoins envisagées pour le suivi des prairies naturelles sont effectivement essentielles pour évaluer la plus-value écologique engendrée par les travaux de génie écologique et pour analyser les évolutions à long terme du milieu. On peut toutefois regretter que celles-ci ne ciblent qu'un seul type de zone humide et que leur mise en place n'ait pas été plus anticipée.

Suivant les résultats de ces suivis, les maîtres d'ouvrage s'engagent à mettre en œuvre des actions correctives en lien avec l'observatoire environnemental et validées par un comité scientifique. En cas d'échec d'une mesure, des actions complémentaires ayant pour objectif de maintenir la réponse au besoin de compensation et les engagements spécifiques pris seront envisagées.

Bien que pertinents, ces engagements n'ont de sens que si des échéances d'atteinte des objectifs sont fixées, étant entendu qu'on ne peut rentrer dans un système consistant à reporter indéfiniment l'atteinte des objectifs (jusqu'à la fin de la concession par exemple). Ce suivi devrait en outre permettre de valider ou de réajuster les valeurs attribuées aux coefficients de plus-value fonctionnelle.

Enfin, le collège recommande que le réaménagement foncier enclenché à l'occasion de la mise en œuvre du projet soit exigeant sur les évolutions des fonctions écologiques. En particulier, il serait dommageable

⁴² Cf. réponse d'AGO et de la DREAL en date du 28 janvier 2013 aux questions posées par le collège d'expert (annexe 8).

que ce réaménagement entraîne des dégradations écologiques dans une zone de compensation potentielle. De plus, les évolutions d'urbanisme probables dans le territoire entre l'agglomération de Nantes et l'aéroport risquent de densifier progressivement les bâtis et de créer des pressions sur des zones qui, actuellement sont prévues pour la compensation écologique. Ces deux effets induits, potentiellement très impactants pour les fonctions associées aux zones humides, nécessiteraient qu'un suivi foncier particulièrement rigoureux soit mis en place en complément de celui proposé, afin d'évaluer en continu toute évolution d'usages des sols.

III. SUGGESTIONS RELATIVES AUX METHODES DE COMPENSATION ECOLOGIQUE

Cette partie du rapport constitue une réponse à l'article 6 de l'arrêté du 21 décembre 2012 du Préfet de la Région Pays de la Loire, Préfet de la Loire Atlantique, qui précise que « *le rapport et les conclusions des travaux du collège, assortis d'éventuelles propositions, sont transmis au Préfet de la Loire Atlantique par le président du collège d'experts* ».

Les suggestions ci-dessous ont été établies sur la base de la disposition 8B-2 du SDAGE Loire-Bretagne, et devront être adaptées en conséquence pour toute utilisation pour une autre localisation géographique ; elles considèrent toutefois qu'une compensation « mixte » est possible entre les compensations purement surfaciques et purement fonctionnelles, ce que ce SDAGE n'indique pas clairement.

III.1 Remarques préliminaires

Avant de réfléchir aux méthodes de compensation des atteintes aux zones humides et aux modalités de leur mise en œuvre dans le cadre des projets d'aéroport et de desserte routière de Notre-Dame-des-Landes, il est utile de s'interroger sur les grands principes qui régissent la notion de compensation, dans un cadre général qui bien sûr dépasse ces projets. Cette réflexion du collège d'experts n'est toutefois que celle de spécialistes des sciences de la nature et des techniques agricoles, ce dernier ne comportant ni juristes ni politologues ; elle ne fournit donc que des suggestions, car il n'est pas dans les attributions du collège d'experts de définir une méthode générale de compensation, rôle appartenant d'abord aux pouvoirs publics. Nous tentons seulement d'apporter un éclairage en la matière.

La compensation s'inscrit dans le cadre général de l'application de la séquence « ERC » (éviter, réduire, compenser) pour lequel il existe un corps de doctrine important établi récemment par le MEDDE⁴³. Elle admet implicitement que des espaces naturels sont substituables entre eux, hypothèse qui fait cependant l'objet de débats. La doctrine ERC admet ainsi que "tout n'est pas compensable". Cette démarche est proche, sinon calquée sur celle de la politique du *Wetland Mitigation* étatsunien, en application depuis la loi de 1972.

Cette démarche a aussi un coût et interpelle les écologues à la fois sur les objectifs de la restauration et sur la nature des compensations. Au-delà du discours théorique sur les fonctions et services écosystémiques, il existe en effet beaucoup d'incertitudes sur les résultats attendus concrètement des opérations de restauration. Une méta-analyse (Moreno-Mateos *et al*, 2012), portant sur 621 actions de restauration ou création de zones humides dans le monde, montre que dans de nombreux cas la récupération est lente, souvent incomplète en raison de blocages à des stades successifs, voire impossible pour certains habitats de zones humides (tourbières par exemple). Cette étude indique également les conditions agissant sur les probabilités de réussite des travaux de récréation/restauration de fonctions : les caractéristiques de l'environnement, la taille d'un seul tenant de la zone restaurée (plus de 100 ha), la nature des échanges hydrologiques (qualité, quantité) entre le site restauré et les principaux éléments hydrologiques (eau de nappe, de surface...). Il faut laisser du temps aux systèmes réhabilités, et même dans ces conditions, la trajectoire future des écosystèmes restaurés n'est pas toujours maîtrisée, celle-ci pouvant dépendre de facteurs de contrôle indépendants des travaux de génie écologique mis en œuvre et aux interactions complexes. Les systèmes restaurés évolueront par exemple selon des facteurs sociétaux, économiques, climatiques, etc., et cette évolution ne permettra certainement pas de récupérer un fonctionnement équivalent à celui des systèmes détruits ou impactés.

⁴³ Cf. MEDDE, 2012. Doctrine relative à la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur le milieu naturel, *Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement*, mars 2012, 8 p.

Les mesures de compensation doivent, selon l'avis du collège, répondre à plusieurs critères :

- être intelligibles par le public et les parties prenantes et faire preuve en conséquence d'un certain pragmatisme (bon sens) et de réalisme ;
- afficher clairement la (les) méthodes de compensation utilisées. S'appuyer pour cela sur un état initial détaillé et un argumentaire scientifique ;
- s'inscrire dans le cadre conceptuel d'espaces naturels ou anthropisés qui sont en cours d'évolution, sous l'influence de mécanismes naturels (climat...) ou sociétaux. Il ne sert à rien, par exemple, de vouloir compenser certaines fonctions si on peut prévoir raisonnablement qu'elles auront disparu dans quelques décennies ;
- être mises en place le plus tôt possible, théoriquement avant le démarrage des travaux ;
- permettre le suivi et le contrôle des mesures proposées et mises en œuvre afin que le succès de la recreation ou de la restauration de telle ou telle fonction, ou de tel ou tel milieu, puisse être évalué selon un calendrier qui doit être précisé.

Aux États-Unis, la conservation et la restauration des zones humides sont devenues un véritable marché permettant l'obtention d'autorisations par les aménageurs, avec des banques de compensation, des crédits, des ratios, etc. (Geniaux, 2002). Le succès mitigé des échanges « surface contre surface » de zones restaurées, créées ou améliorées, a conduit à mettre en place une coordination des échanges par un système bancaire. Par analogie aux bourses sur le carbone, le *Mitigation Banking* est un mécanisme qui consiste à échanger des crédits et des débits en termes de fonctions des zones humides sur la base d'un prix principalement fixé au regard du coût de la restauration ou de la création de ces fonctions. L'aménageur peut faire l'acquisition de « crédits » ou « d'unités » auprès de ces banques. Le nombre de crédits ou d'unités à acquérir est issu d'un calcul confrontant les pertes anticipées suite à l'aménagement proposé et les gains obtenus par la banque de sites (Quétier *et al.*, 2011).

Cette dernière méthode, jugée très pragmatique, présente néanmoins quelques inconvénients : les zones de compensation, localisées en principe dans la même hydro-écorégion que celles détruites ou impactées, peuvent toutefois en être éloignées, ce qui affecte l'organisation des territoires quant à de multiples enjeux spatiaux et sociaux. En outre, les remarques précédentes concernant les incertitudes vis-à-vis des trajectoires futures restent valables, quelles que soient les modalités de mise en œuvre des mesures de compensation. En d'autres termes :

- il est irréaliste de penser que l'on peut compenser par des systèmes à l'identique, sauf cas vraiment très particuliers ;
- une partie des incertitudes concernant les compensations réside dans la dynamique temporelle naturelle des systèmes écologiques eux-mêmes et des interactions entre espèces autochtones et/ou exogènes⁴⁴ ;
- un autre problème réside dans la difficulté d'anticiper d'autres évolutions, résultant des changements climatiques (modification du régime hydrologique ...) ou sociétaux (modification de la politique agricole et ses incidences sur la société ...) ;
- les temps de régénération des habitats et de recolonisation et d'adaptation des espèces animales sont très variables, de quelques semaines ou années pour certaines, à des décennies pour d'autres. En outre, la raréfaction de certains milieux suite à la destruction ou à l'altération d'un grand nombre de zones humides au cours des derniers siècles conduit à une situation réellement relictuelle de certains habitats dont les potentialités de restauration n'en deviennent que plus faibles.

Pour le collège d'experts, la compensation des zones humides doit s'opérer à quatre niveaux, et ce dès lors que le maître d'ouvrage fait le choix d'une méthode basée sur la compensation des fonctions, *via* la recreation ou la restauration :

⁴⁴ Sachant que nombre d'espèces exogènes verront leur aire de répartition modifiée en cas de réchauffement climatique, comme on le prévoit.

- de la qualité des habitats et de la diversité spécifique des zones humides, ce qui implique également d'assurer la connectivité écologique⁴⁵ des territoires de compensation (fonctions évaluées selon l'approche « systémique ») ;
- des fonctions biogéochimiques ;
- des fonctions hydrologiques (notamment en termes de régulation des crues et de soutien des étiages) ;
- et de la valeur patrimoniale des espaces et des paysages.

Ce dernier point n'est pas directement intégré dans la loi sur l'eau de 2006, qui a étendu l'ensemble juridique « eau » aux milieux aquatiques, ce que certains SDAGE ont utilisé de façon extensive en demandant une compensation de la « qualité de la biodiversité ». Cette loi ne prend donc pas en compte directement le critère de patrimonialité, mais le citer nous semble nécessaire dans le cadre de cette réflexion. En effet, le public, qui est en dernier ressort le bénéficiaire ultime des efforts que consent la société pour la protection de la nature, attache sans doute autant sinon plus d'importance à la qualité et à l'authenticité paysagère des territoires compensés qu'à leurs fonctions écologiques. Cette dimension ne doit en conséquence pas être sous-estimée. De plus, l'évolution à long terme (climat, société) des mesures de compensation doit également être considérée, même si cet aspect n'est pas formellement explicité dans les textes légaux existants⁴⁶.

III.2 Importance de la bonne caractérisation de l'état initial des milieux impactés et des sites de compensation

La manière d'appréhender cette caractérisation dépend fortement du contexte (surface, fonctions et enjeux associés à la zone humide ; nature, intensité et durée des impacts du projet ...). Si la rigueur dans la caractérisation de l'état initial s'impose toujours, et plus particulièrement dans le cadre de l'approche fonctionnelle, le niveau de description peut cependant varier au regard de la nature et de l'ampleur des impacts du projet. Bien que non explicitement cités dans la réglementation, les enjeux socio-économiques devraient être pris en considération, car ils ont une incidence sur l'acceptabilité des mesures de compensation.

En règle générale, l'état initial doit se faire en trois étapes successives.

Etape 1. Décrire l'état actuel et futur du territoire et les aménagements prévus. Dans ce cadre, il est nécessaire :

- d'élargir la zone d'étude bien au-delà de l'emprise directe du projet, afin de caractériser notamment ses impacts indirects sur les milieux récepteurs aval (cours d'eau, zones humides) et d'identifier les zones de compensation potentielles ;
- d'inventorier puis de cartographier sur la base de données existantes, l'ensemble des zones humides présentes au sein de l'aire considérée, incluant une caractérisation de leurs fonctions majeures (biogéochimiques, hydrologiques, biologiques, patrimoniales, etc.) et les services écosystémiques induits ;
- d'anticiper les aménagements futurs qui pourraient suivre le projet actuel, particulièrement ceux de grande envergure (urbanisation, implantation de sites industriels, etc.) et qui doivent être conçus

⁴⁵ Parfois qualifiée de continuité paysagère.

⁴⁶ Voir cependant Conventions de Ramsar, Résolution XI.14 Les changements climatiques et les zones humides : implications pour la convention de Ramsar sur les zones humides CdP 11 11e Session de la Conférence des Parties contractantes (Bucarest, Roumanie, 6 au 13 juillet 2012) http://www.ramsar.org/cda/en/ramsar-documents-cops/main/ramsar/1-31-58_4000_0__

dans leur principe relativement longtemps à l'avance, afin d'identifier le plus tôt possible, les impacts cumulés et induits par le projet dans une région donnée.

A ce stade, l'évaluation des fonctions associées aux zones humides est réalisée à partir de données disponibles et de jugements d'experts. On obtient alors une (ou des) carte(s) des zones humides non exhaustives, auxquelles sont associées des fonctions spécifiques très grossièrement évaluées. Si l'on s'inscrit dans les niveaux reconnus d'évaluation des zones humides tels que prévus aux Etats-Unis, cette approche, qui fournit une photographie générale des zones humides d'un territoire donné, correspond bien à cette première étape de caractérisation ; elle sert aussi à orienter les programmes en faveur de ces zones, et est utile à la mise en œuvre des autres étapes.

Etape 2. Compléter le pré-inventaire des zones humides précédemment effectué à l'aide de données concrètes de terrain, puis conforter les connaissances obtenues avec un diagnostic de l'état général des zones humides (nature, composition, structure) à l'aide d'indicateurs assez simples et à un niveau de résolution relativement grossier (situation sur le bassin versant ; topographie ; modalités d'alimentation, de circulation et de restitution de l'eau ; relations avec la nappe et les cours d'eau ; nature des habitats humides présents ; espèces végétales et animales observées ; proximité avec d'autres milieux naturels ; usages anthropiques ; etc.), de façon (1) à disposer rapidement d'un inventaire exhaustif et d'une typologie des zones humides impactées par le projet ; et (2) à définir, au cas par cas, la nature des habitats humides présents et leurs fonctions potentielles.

Une fois cet inventaire effectué, il importe de bien préciser la nature, l'ampleur et la durée des impacts du projet sur ces zones humides et le(s) milieu(x) récepteur(s), et ne pas se limiter aux seules zones humides directement impactées par le projet (artificialisées, drainées, ennoyées, etc.). La prise en compte des impacts indirects que les aménagements vont créer (terrain naturel affecté par des zones de déblais, ou alors situé en dehors de la zone de construction mais impacté par des rabattements de nappe, par exemple) sont des questions pertinentes à considérer. A ce titre, une étude holistique devrait être effectuée en premier lieu sur l'ensemble du système impacté, par photo-interprétation (données visibles et infra-rouge), afin :

- de reconnaître des ensembles et des sous-ensembles « naturels » homogènes ;
- d'identifier leur inter-connectivité et leurs fonctions réciproques (au moyen d'analyses discriminantes, par exemple par ascendance hiérarchique) ;
- d'analyser leurs interrelations avec les milieux économiques et sociétaux, en lien notamment avec l'agriculture, qui est souvent fortement concernée tant par les impacts directs ou indirects des aménagements, que par les mesures de compensation.

Etape 3. Diagnostic du fonctionnement global en menant une analyse quantitative à l'aide de mesures approfondies (fonctionnement hydrologique des zones humides, caractéristiques pédologiques des sols ; régime hydrologique et caractéristiques physico-chimiques des cours d'eau ; composition et structure des communautés végétales et animales présentes ; etc.). Ces études concernent, pour chaque sous-ensemble caractéristique identifié :

- des analyses agro-pédologiques (cartographie et sondages), morphologiques et géologiques (cartographie) afin d'identifier notamment les fonctions biogéochimiques des zones humides ;
- un relevé de l'état hydrique (quantité, qualité), par mesures et estimations des bilans hydrologiques, et de leur variabilité saisonnière, annuelle et interannuelle, permettant d'estimer leurs fonctions hydrologiques ;
- un relevé de l'état des fonctions biologiques (faune et flore, habitats), par espèce et par échantillonnage statistique ; ce relevé doit fournir une estimation de la variabilité annuelle et interannuelle naturelle de la diversité spécifique des zones humides, de leurs caractéristiques biologiques (site privilégié de reproduction ou d'alimentation pour la faune ; corridor de déplacement ; aire de repos ; etc.), et des tendances naturelles d'évolution du milieu en l'absence d'aménagement (notion de trajectoire) ;

- un relevé des fonctions associées aux zones humides et aux autres habitats naturels jouxtant ces milieux selon une approche systémique ;
- un relevé de la fonction économique et sociétale, par type de production économique (industrie laitière par exemple), et par type d'activité (récréation par exemple, pêche, randonnée, etc.).

De telles analyses fournissent des informations détaillées sur le fonctionnement et les fonctions majeures des zones humides, de même que sur certains aspects relatifs à l'état de l'écosystème, aux relations de cause à effet (menaces) et au potentiel de restauration des milieux naturels.

Si à l'une ou l'autre de ces trois étapes, il est constaté que la compensation purement fonctionnelle n'apparaît pas possible, la démarche pourrait combiner les compensations fonctionnelle et surfacique.

III.3 Utilisation de l'état initial dans la séquence ERC

La caractérisation de l'état initial doit impérativement précéder et accompagner la séquence ERC (éviter, réduire, compenser) et ne pas se limiter à définir les besoins de compensation.

En effet, l'état initial permet d'identifier :

- Les zones les plus sensibles et/ou à plus forts enjeux du point de vue écologique (habitats, espèces protégées, diversité spécifique, etc.) ou anthropique (alimentation en eau, expansion des crues, valeur récréative ou patrimoniale, etc.), sur lesquels il importe d'éviter autant que possible ou de réduire tout impact d'un projet, par exemple en déplaçant les aménagements initialement prévus en dehors ou au sein de la zone à aménager (lettre E de la séquence), en réduisant la surface de la zone impactée (lettre R de la séquence), etc. La compensation (lettre C de la séquence) doit rester une action de dernier recours, une fois épuisés l'évitement et la réduction. L'étude doit ainsi justifier la nécessité de compenser les impacts résiduels significatifs du projet sur ces milieux, en démontrant l'absence d'alternatives techniques possibles.
- La nature, l'ampleur et la durée des impacts d'un projet sur les milieux naturels et de ce fait, les mesures de correction à mettre en œuvre afin de réduire ces impacts. Dans le cas d'un projet portant atteinte à des zones humides, les mesures proposées doivent permettre d'atténuer les impacts sur les fonctions biogéochimiques, hydrologiques ou biologiques de ces milieux, qui par ailleurs conditionnent l'état des zones humides : bassins d'écroulement des crues, restauration des conditions morphologiques des cours d'eau, traitement des eaux usées, etc. Ces mesures ne relèvent pas de la compensation, mais de la réduction et nécessitent que les fonctions impactées par le projet soient bien identifiées. Les zones humides qui seront détruites ou altérées (drainées, remblayées, ennoyées, ...) en phase chantier comme d'exploitation, doivent alors être identifiées et caractérisées de manière exhaustive.
- Les territoires où la compensation pourrait être effectuée, tout particulièrement si cette compensation est fonctionnelle. A noter que les potentialités de restauration de la biodiversité dépendront grandement de l'existence à proximité de ces sites de compensation, d'habitats identiques « sources », permettant la colonisation des milieux recréés ou restaurés par les cortèges floristiques et faunistiques typiques de ces habitats. Ces territoires doivent donc (1) être choisis à proximité de la zone impactée (même masse d'eau, même bassin-versant...) ; (2) être proches les uns des autres afin de rétablir entre eux une connectivité écologique ; (3) être choisis en fonction de leur niveau de dégradation, de la nature des travaux à effectuer (recréation, restauration, gestion conservatoire, etc.) et/ou des risques de menace de destruction à court ou moyen terme. En outre, le maître d'ouvrage doit considérer que les espaces agricoles sont une composante essentielle de la mosaïque paysagère et clairement indiquer la compatibilité (ou l'impact) des aménagements prévus avec (sur) le maintien de l'activité économique.

Afin d'engendrer une réelle plus-value écologique de ces actions sur les milieux, ces territoires de compensation potentielle ne doivent pas être des zones où seul un maintien de l'existant serait suffisant, mais des zones où de véritables mesures de récréation ou restauration seront effectives.

De même, afin de garantir la bonne mise en œuvre de ces mesures, l'état du foncier (possibilité d'acquisition par le maître d'ouvrage pour y imposer des règles d'exploitation, ou de passer des conventions tant avec les propriétaires du foncier que les exploitants titulaires de baux), doit être établi par le maître d'ouvrage avant le début des travaux. En tout dernier ressort, il est nécessaire aussi d'identifier d'autres enveloppes de compensation potentielles, même distantes du projet, où la compensation serait possible, mais en appliquant des ratios surfaciques supérieurs (au moins 200 % dans le cadre du SDAGE Loire-Bretagne). De la qualité de l'état initial dépend également la conception du système de suivi et donc l'interprétation ultérieure des résultats des mesures compensatoires. La connaissance des gains ou pertes de fonctions des zones humides engendrés par les mesures s'appuie sur ce diagnostic.

III.4 Prospective d'évolution du milieu

L'hypothèse que le milieu est stationnaire n'est pas réaliste. Le maître d'ouvrage devrait donc (1) se documenter sur les évolutions potentielles, par exemple climatiques (grâce aux projections des climatologues et de la littérature scientifique), ou sociétales (tendances d'évolutions de l'activité économique, de l'urbanisme, des attentes de la société civile en matière d'environnement, de loisirs, etc.); (2) résumer les évolutions potentielles du(des) milieu(x) sous forme de quelques scénarios ; et (3) évaluer l'impact que ces évolutions pourraient avoir sur le projet, sur les milieux altérés par l'aménagement et sur ceux utilisés au titre de la compensation. Il importerait aussi de préciser quels sont les sites témoins mis en place à l'extérieur de l'emprise du projet, afin d'observer l'évolution des sites impactés et des sites de compensation, et d'en tirer les conséquences en termes de réorientation éventuelle des territoires de compensation, du génie écologique mis en œuvre, etc. L'objectif est de garantir que la compensation sera gérée avec une vision à long terme, et d'éviter que les éventuels échecs soient mis à la charge d'une évolution « imprévue » de l'environnement.

Dans ce contexte, il est important de distinguer les sites dits de « référence » (cible) des sites « témoins ». Les premiers correspondant à une gamme de milieux humides représentatifs des types dominants de zones humides à différents niveaux de fonctionnement (bon, moyen, altéré) incluant ainsi la variabilité de processus naturelle et anthropique, ceci dans une hydro-écorégion donnée (Smith *et al.*, 1995 ; Rheinhardt *et al.*, 1997). La détermination de l'objectif à atteindre lors de la restauration se fait au sein de cette gamme, les systèmes en état de fonctionnement « optimal » servant de repères par rapport aux possibilités de restauration des fonctions altérées. Cette démarche assez lourde est appliquée dans certains Etats aux Etats-Unis. Dans la majorité des autres pays où des programmes de restauration de zones humides sont réalisés, il est fait appel à la notion de site « alternatif » ou de « remplacement » dans la mesure où il n'existe plus de milieux naturels, les marais actuels résultant d'activités humaines (Mitsch et Gosselink, 2000). L'objectif est alors de choisir un niveau donné de « récupération » des fonctions en intégrant les conditions écologiques et socio-économiques. Les « témoins » se réfèrent à des sites existants avec le même type de caractéristiques écologiques que celles obtenues après la restauration, et dans un état semblable. Ils évoluent sous l'effet de facteurs de changements similaires à ceux agissant sur les sites restaurés, d'où la nécessité de proximité. Ils servent de curseur pour estimer les effets d'une part de la restauration et d'autre part de modifications plus générales (climat, pratiques agricoles, etc.). Cette approche est nécessaire à l'évaluation des résultats des mesures de compensation et doit être considérée lors de l'établissement du suivi.

A titre d'exemple, il vient d'être indiqué par des études à l'Université de Coblence-Landau⁴⁷ que les amphibiens sont très sensibles à certains pesticides ; compenser des mares détruites par des mares

⁴⁷ Toxicologie, pesticides contre amphibiens. *Pour la Science*, N°425, Mars 2013, p. 12.

créées dans des territoires où l'évolution prévisible de l'agriculture pourrait conduire à l'emploi de tels pesticides serait donc à déconseiller fortement, à moins de prévoir en parallèle une évolution des pratiques agricoles locales. Toute évolution n'est bien sûr pas prévisible, mais l'absence de tentative de prévisions constitue une lacune. Faute d'une vision prospective de l'évolution des milieux écologiques et des correctifs utilisables pour l'orienter, on peut craindre de se retrouver dans une situation qui sera utilisée pour justifier le fait que les objectifs de compensation n'ont pas été atteints.

III.5 Organisation de la compensation

D'un point de vue réglementaire, les finalités de la compensation sont (1) de compenser les impacts résiduels significatifs d'un projet, si les mesures d'évitement et de réduction des impacts ne les ont pas supprimés totalement ; et (2) de maintenir voire rétablir la qualité environnementale des milieux naturels. A cette fin, plusieurs méthodes peuvent être envisagées, la méthode fonctionnelle, la méthode surfacique ou une combinaison des deux.

La méthode fonctionnelle permet en général de réduire les surfaces à compenser tout en compensant autant que possible la perte de certains habitats, fonctions et services rendus par les zones humides sur un territoire donné par la création/restauration d'habitats, fonctions et services rendus proches. Elle sert de « garde-fou » pour éviter de compenser des prairies humides par des mares, par exemple.

La méthode surfacique est plus simple, pragmatique, lisible et facile à contrôler, mais consommatrice de territoire.

Dans ce cadre, la combinaison des deux méthodes paraît au collège une option à regarder. Néanmoins, les SDAGE incitent d'avantage les maîtres d'ouvrage à compenser les impacts résiduels de leurs projets à l'aide de l'approche "fonctionnelle", fondée sur le respect du principe d'équivalence. Aussi, dès lors que le maître d'ouvrage fait le choix de la méthode fonctionnelle, l'introduction d'une hiérarchie dans la manière de raisonner la compensation paraît au collège d'experts une approche prometteuse. C'est cette approche qui est proposée ci-dessous.

III.5.1 Compenser les fonctions identifiées à l'échelle des bassins versants impactés avant même les fonctions intrinsèques aux zones humides

En premier lieu, il paraît essentiel de développer une approche systémique en tenant compte des fonctions présentes sur le bassin versant, avant même de s'attacher à compenser les fonctions intrinsèques aux zones humides. En effet :

- si une eau d'excellente qualité en tête de bassin conduisant à un type de végétation, de communautés animales et bactériennes, est remplacée par une eau plus chargée en substances minérales ou organiques, alors ces peuplements bactériens, animaux et végétaux seront modifiés dans leur composition, structure et dynamique ;
- si un site similaire à celui impacté (tant en termes de superficie, que de nature des habitats présents, de situation sur le bassin versant, etc.) existe à proximité du site impacté, sa restauration serait de nature à progressivement compenser la zone détruite. En revanche, si ce même site se situe plus à l'aval et se trouve découpé en une série de petites surfaces séparées les unes des autres, la compensation des fonctions identifiées à l'échelle du bassin versant sera peu ou pas réalisable, ce qui aura des répercussions immédiates sur l'efficacité de la compensation des fonctions intrinsèques aux zones humides. C'est pourquoi une telle alternative n'est acceptable qu'à condition d'augmenter sensiblement la surface de compensation ;
- enfin, au niveau hydraulique, la création/restauration des connectivités entre différents habitats (haies, mares, zones humides, réseau de fossé et de cours d'eau) est également essentielle pour garantir l'efficacité des mesures de génie écologique envisagées et la réelle compensation des atteintes aux fonctions biogéochimiques, hydrologiques et biologiques des zones humides.

Ces exemples militent donc autant pour chercher à garantir dans la zone de compensation une connectivité maximale des aires de compensation, que pour maintenir une diversité de fonctions hydro-bio-géochimiques dont l'expression dépend en partie du potentiel d'échanges.

Afin de comprendre et d'intégrer les multiples enjeux associés à des projets de restauration, Verhoeven *et al.* (2008) ont proposé l'identification « d'*Operational Landscape Units* » (OLU) en territoire agricole néerlandais, qui permettent la prise en compte simultanée des connexions hydrologiques (inondation, écoulement souterrain) et biologiques (dispersion, transport des organismes). Les éléments clés pour délimiter ces unités paysagères opérationnelles sont : la définition des objectifs de la restauration, l'identification des mécanismes spatiaux à l'échelle du paysage, la connaissance des usages historiques et présents, la gestion des cours d'eau. Il s'agit d'un moyen de rendre les gestionnaires de ressources naturelles conscients de l'importance des processus spatiaux et de la connectivité des milieux naturels entre eux au sein d'un paysage et, s'il est correctement appliqué, d'obtenir des projets de restauration plus efficaces.

Notons également qu'augmenter la connectivité est la meilleure manière de tenir compte de la valeur patrimoniale de ces sites qui, comme la continuité paysagère, ne figure pas explicitement dans la réglementation, mais est importante pour les citoyens.

III.5.2 Compenser les quatre types de fonctions majeures des zones humides

L'identification des fonctions à compenser selon une approche systémique étant terminée à l'échelle du bassin versant, la première fonction intrinsèque aux zones humides à traiter est la fonction biologique. En effet, c'est cette dernière qui déterminera majoritairement les besoins en superficies de compensation. Essentiellement basée sur les notions d'habitats, de diversité spécifique végétale et animale et de rôle joué en termes d'accueil pour la faune (aire de repos ; site de reproduction, d'alimentation et/ou de croissance, corridor de déplacement ; etc.), la compensation de cette fonction dépendra des superficies utilisables à proximité spatiale du site impacté, notamment des surfaces de zones humides disponibles à renaturer/restaurer car dégradées, mises en cultures, etc. Dans ce cadre, la maîtrise foncière des sites de compensation augmente les chances de réussite des travaux de génie écologique envisagés. A défaut, la signature de contrats avec les propriétaires ou bailleurs imposant le respect d'un cahier des charges est possible mais présente de nombreuses difficultés notamment en termes de pérennité des mesures mises en œuvre, de suivi et de contrôle. La nature des travaux de génie écologique envisagés doit en outre être analysée, précisée et adaptée au cas par cas.

La seconde fonction à considérer est la biogéochimie étroitement associée à l'hydrologie (rôle des zones humides en termes d'épuration des eaux notamment). La raison en est qu'elle s'applique à toutes les zones à compenser, quel que soit leur type, et qu'elle dépend également des surfaces que le maître d'ouvrage parviendra à acquérir ou convertir. Elle concerne également des aménagements de rives des cours d'eau permettant des échanges nappes-rivières pouvant favoriser les phénomènes d'autoépuration. Il semble cependant que cette seconde fonction soit, en termes de surfaces nécessaires, moins contraignante que la première. Cette fonction peut par ailleurs être superposée (mutualisée) à la fonction biologique, car les sites de compensation restaurés/renaturés afin de reconstituer des fonctions biologiques pourront réduire certaines pressions anthropiques (pollutions agricoles, urbaines, etc.).

La troisième fonction à prendre en compte est la fonction hydrologique associée aux zones humides (rôle de régulateur hydraulique du réseau de petits fossés et des cours d'eau). Dans ce cadre, les mesures spécifiques au soutien d'étiage ou à la régulation des crues pourront être différentes entre elles et ne concerneront pas forcément les mêmes types de milieux. Elles n'auront de ce fait, pas les mêmes impacts sur les milieux naturels et les usages. Concernant le soutien d'étiage, les mesures s'appliquent surtout à des linéaires de cours d'eau et fossés à déterminer d'abord dans les zones en contrat avec les agriculteurs ou autres usagers. Ainsi les zones humides à recréer/restaurer en bordure des fossés et cours d'eau pour assurer un soutien d'étiage auraient tout intérêt à l'être en bordure de parcelles acquises ou sous contrat. De même, des petits fossés assurant le stockage et la réduction des débits de pointe devraient être recréés d'abord sur des parcelles où des haies sont réimplantées et à proximité de

ces dernières. En outre, les eaux de ruissellement collectées dans des réservoirs de stockage devraient être gérées à la sortie de ces réservoirs de façon à pouvoir maîtriser les crues, de moyenne importance aux faibles fréquences, tout comme les étiages, même sévères durant les périodes estivales. Cette fonction hydraulique est cependant difficile à compenser.

Enfin, la dernière fonction à considérer a trait à la valeur patrimoniale des milieux impactés. Nous utilisons ici ce terme de « patrimoine » à défaut d'un terme plus approprié, qui a ici un sens différent de celui généralement attribué au caractère « patrimonial » de certains habitats ou espèces, terme souvent utilisé en écologie. Le caractère patrimonial des territoires découle ici de l'écologie des paysages et relève de la qualité paysagère d'un site. Cette notion n'est pas prise en compte à l'heure actuelle par la réglementation⁴⁸. Or, certains paysages agricoles sont le résultat d'une activité anthropique qui a créé de nombreux habitats favorables à la diversification biologique et écologique des milieux. Pour le public, ces paysages correspondent à une certaine représentation de la nature qui a tendance à disparaître en raison de l'évolution des pratiques agricoles. Sachant qu'une participation du public aux prises de décision en matière de gestion des eaux et des milieux aquatiques est de plus en plus demandée (c'est la question centrale de la gouvernance imposée par la DCE, par exemple), le collège considérerait judicieux de mettre explicitement la valeur patrimoniale des sites en évidence et d'en faire un objectif important des mesures de compensation, tout à fait complémentaire de la préservation des fonctions associées aux zones humides. En effet, en recréant ou restaurant un paysage comme le bocage, les fonctions biologiques, biogéochimiques et hydrologiques associées à ces milieux sont de fait recrées ou restaurées.

Assurer la meilleure connectivité possible du périmètre de compensation et concevoir cette connectivité suivant la hiérarchie de fonctions proposée ci-dessus paraissent de nature à optimiser le rapport coût/bénéfice à la fois pour les maîtres d'ouvrage et pour les autres usagers, dont les agriculteurs, et finalement à maximiser les services écosystémiques rendus par les zones humides.

Un même territoire de compensation peut permettre de compenser plusieurs des fonctions listées ci-dessus. Il faut donc quantifier la plus-value des mesures de restauration mises en œuvre pour chacune des fonctions ciblées, ce qui permet de mieux expliquer et justifier les choix techniques effectués en matière de sites de compensation et de génie écologique. Il faut aussi préciser le degré d'équivalence entre les sous-ensembles détruits et ceux nouvellement créés (justification par exemple d'un mode de compensation, non strictement équivalent, mais jugé tout aussi important) ; il faut enfin identifier les impacts résiduels « locaux » non compensés selon les critères retenus pour l'analyse holistique, c'est-à-dire reconnaître l'incapacité de tout vouloir compenser à l'endroit où les milieux naturels présents seront détruits ou affectés.

III.5.3 Choisir des coefficients d'ajustement des besoins et réponses de compensation, à adapter au cas par cas

Selon le collège d'experts, le choix des coefficients d'ajustement des besoins et réponses de compensation relève de la responsabilité des maîtres d'ouvrage. Ils ne peuvent en effet être établis qu'au cas par cas et non de façon générale pour n'importe quel site. Mais, la nature de ces coefficients et leurs valeurs doivent préalablement être soumis à l'avis d'une instance scientifique indépendante, comme le Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel (CSRPN), assisté en tant que de besoin par le Conseil National de la Protection de la Nature (CNPN), suivant l'importance des dossiers. Par ailleurs, les services de l'Etat auraient avantage à s'entourer des conseils d'organismes spécialisés (Onema, Oncofs, etc.) pour formuler leurs avis sur la pertinence des méthodes de compensation proposées par les maîtres d'ouvrage dans le cadre de l'instruction des dossiers.

Parmi les coefficients d'ajustement potentiels, on peut citer à titre d'exemple :

⁴⁸ La question de la patrimonialité est cependant abordée dans la disposition 8B-2 du SDAGE Loire-Bretagne, pour les zones humides présentant un enjeu patrimonial avec des ratios de compensation proposés variant de 2 à 2,5/1, en fonction de la localisation de la zone restaurée par rapport à l'écosystème impacté.

- pour pondérer les surfaces impactées par le projet et évaluer le besoin de compensation : la nature et l'ampleur des impacts résiduels du projet sur les zones humides ; les enjeux environnementaux identifiés lors de l'état initial (site classé, protégé ou identifié à "fort enjeu environnemental" du fait d'un classement Natura 2000, d'un arrêté préfectoral de protection de biotope (APPB), de la présence d'habitats ou d'espèces protégées - ou à forte valeur patrimoniale - menacées d'extinction, etc.) ; les objectifs de la Directive Cadre sur l'Eau d'état chimique et écologique des cours d'eau situés au droit ou en aval des zones humides impactées, etc. ;
- pour pondérer et évaluer la réponse de compensation : l'écart entre l'état du site impacté et l'état du site de compensation ; le risque lié à une sous-estimation des impacts résiduels du projet (si l'efficacité des mesures d'évitement et de réduction n'est pas complètement assurée, les impacts résiduels du projet peuvent être plus élevés que prévu) ; le risque d'échec des travaux de génie écologique ; le décalage temporel entre les impacts et la compensation ; le décalage spatial entre les impacts et leur compensation, etc.

En outre, le choix des coefficients à affecter aux zones humides détruites ou impactées, ou encore aux zones créées ou restaurées, doit relever d'une logique surfacique. On compense des surfaces par d'autres surfaces, chacune pondérée par des coefficients d'ajustement.

III.5.4 Prendre en compte le facteur temporel

Les temps nécessaires à la mise en œuvre des mesures de compensation et celui relatif au développement des objets écologiques sont très souvent négligés. La compensation telle qu'elle est conçue actuellement par les maîtres d'ouvrage, fait en général l'hypothèse que, dès son installation, un objet écologique de compensation fonctionne comme celui qu'il remplace. Or, la maturité des écosystèmes détruits doit être prise en compte comme un élément important de sa valeur. Ainsi, une haie mature détruite n'est compensée par une haie plantée qu'après plusieurs décennies, de sorte qu'elle a beaucoup plus d'intérêt écologique qu'une jeune rangée de scions venant d'être plantée. Avant de pouvoir estimer le succès ou l'échec de la restauration ou la création de zones humides d'eau douce herbacées, il faut compter plutôt 15 à 20 ans que 5 ans, celle des zones humides boisées ou tourbeuses nécessitant encore beaucoup plus de temps (Mitsch et Wilson, 1996). L'analyse de projets réalisés dans le New England de 1999 à 2000 montre que le taux d'échec pour la récupération des fonctions est élevé, le suivi de l'évolution des sites souvent inconsistant et peu fiable (Lichko et Calhoun, 2003).

Il faut donc améliorer cette comptabilité en introduisant une actualisation des biens écologiques compensés. La prise en charge des niveaux de maturité des fonctions des zones humides doit donc être systématiquement introduite dans les calculs de compensation. Cette différence de valeur oscille énormément en fonction des objets écologiques, entre des valeurs faibles, de l'ordre de 3 (une mare peut être considérée comme mature au bout de trois années après sa création) à plus de quelques dizaines d'années (quelques décennies sont nécessaires pour évoluer d'une haie juvénile plantée à une haie mature).

Ainsi les calculs de compensation doivent prendre en compte cette maturité des objets à compenser. Cette manière de procéder est aussi compatible avec la gestion patrimoniale des biens et services utilisée dans d'autres domaines des activités humaines.

III.5.5 Territorialiser les sites de compensation

Le collège propose, comme certains SDAGE, de territorialiser les compensations au plus proche des dégradations. Cette territorialisation implique des changements profonds d'usages des sols au plus proche des territoires impactés par les projets, qui s'ajoutent aux changements provoqués par les aménagements inhérents aux projets eux-mêmes.

Si les milieux à compenser sont des milieux qui ont bien été créés et sont gérés par l'homme (le bocage puis les mares en sont des illustrations), leur valeur écologique n'en est pas moins reconnue et remarquable (Davies *et al*, 2008).

Si l'on veut recréer ou restaurer au plus près des territoires impactés, il faut donc accepter :

- que l'emprise des projets va désormais bien au-delà de la simple emprise des aménagements initialement prévus puisqu'il faut ajouter à cela l'emprise des mesures de réduction et de compensation ;
- qu'on va chercher à recréer/restaurer des milieux naturels et/ou agricoles correspondant à des systèmes agricoles et/ou à des pratiques en rupture avec l'agriculture actuelle à forte productivité ;
- que ces milieux seront entretenus sur le long terme par des systèmes/pratiques agricoles, acceptées par les agriculteurs ou autres usagers, et pour lesquelles ils reçoivent une indemnisation ;
- que la réussite de ces mesures passe par une estimation du coût d'investissement et de fonctionnement des mesures, à prendre en compte par le maître d'ouvrage dans la durée.

En simplifiant, dans le cas particulier d'un projet impactant un milieu bocager, on peut imaginer recréer de tels milieux bocagers avec un maillage dense et une mosaïque de parcelles en prairies humides comportant des mares, des haies, etc., sachant que la restauration de tels milieux prendra du temps. Dans ce contexte, et pour répondre aux critères évoqués plus haut (compréhension, pragmatisme, traçabilité), les compensations exprimées en termes de surfaces (ou linéaires) paraissent être les plus appropriées, notamment dans des territoires agricoles.

En écologie, on reconnaît que deux grands principes de la restauration sont de recréer de la diversité d'habitats, ainsi que de prendre en compte leur variabilité temporelle. L'argumentation scientifique qui sous-tend cette proposition est simple et robuste : les milieux de bocage correspondent à des paysages hétérogènes de prairies, bosquets, linéaires de haies, etc., autant d'habitats dont il a été montré que l'intrication était favorable à l'accueil d'une grande diversité d'espèces. La présence de milieux humides et de mares renforce encore cette capacité et qualité d'accueil. Le paysage de bocage peut être appréhendé comme une mosaïque de milieux ponctuels reliés par des corridors (écologie du paysage), et donc comme un habitat fonctionnel pour beaucoup d'espèces. Il semble également que cette structure en réseaux offre des possibilités de maintien et développement d'espèces habituellement sensibles aux changements climatiques, grâce aux propriétés des métapopulations.

Ces divers arguments plaident pour des compensations exprimées en termes de surfaces, affectées de coefficients d'ajustement dont le choix revient au maître d'ouvrage, mais qui doivent être validés par une entité scientifique indépendante (voir propositions au § III-5-2). Cette démarche est certes contraignante, mais elle garantit le maintien d'une activité économique paysanne. Des projets d'aménagement de tels territoires, discutés en amont et chiffrés, doivent être mis à disposition des parties prenantes, les agriculteurs, les acteurs du tourisme vert ainsi que les populations urbaines intéressées par ces milieux bocagers.

Il faut donc privilégier la compensation dans les mêmes masses d'eau, par sécurisation foncière à l'intérieur de la DUP, ou hors DUP dans un même objectif de sécurisation par acquisition foncière, si elle est possible, ou éventuellement par contrats à long terme, qui peut se combiner à l'acquisition foncière. Mais il pourrait aussi être nécessaire de rechercher des territoires potentiels de compensation même plus distants, où la compensation serait envisageable, mais en appliquant des ratios surfaciques adaptés (au moins 200 % dans le cadre du SDAGE Loire-Bretagne). Toutefois, cette possibilité ne devrait être utilisée qu'en dernier ressort, si toutes les autres n'ont pu être mises en œuvre, ou en cas d'échec des mesures de compensation mises en œuvre sur place.

III.5.6 Garantir la pérennité des mesures

Les propositions de compensation doivent fournir les critères qui permettront de garantir la pérennité de ces compensations (obligation de résultats dans la durée), point prioritaire dans l'appréciation de leur adéquation au projet. Il faut s'assurer de la possibilité réelle « d'utiliser » les zones identifiées pour la compensation (par achat, par contrat de gestion avec les propriétaires et/ou les exploitants, ...).

La meilleure garantie de pérennité est obtenue lorsque les compensations sont apportées, dès la phase initiale du projet, sur des superficies dont le maître d'ouvrage est déjà propriétaire et qui seraient affectées de manière permanente à la compensation. Maximiser ces superficies, par une meilleure utilisation du foncier disponible, ou par acquisition, est un critère majeur. La priorité est en effet de réaliser ces compensations sur site, en respectant l'équivalence des fonctions.

Ce choix de l'acquisition foncière pourrait ne pas suffire pour répondre à la totalité du besoin de compensation. La compensation sans maîtrise foncière suppose que le maître d'ouvrage prenne des engagements clairs en termes de contrats de longue durée, de l'ordre de celle d'un bail rural à long terme (18 ans), et que soient prévus dès la signature leurs renouvellements. Les contrats de restauration de zones humides (excluant donc le maintien) pourraient être souscrits par des agriculteurs volontaires, mais aussi par des collectivités ou des particuliers détenteurs d'un foncier adéquat (par exemple un pâturage extensifs pour chevaux, ovins, etc.).

III.5.7 Organiser le suivi des mesures

Un engagement formel des maîtres d'ouvrage à suivre la bonne application des mesures de compensation sur le long terme est impératif, ainsi que d'organiser la surveillance de l'évolution de ces milieux et la mise en œuvre de mesures correctives ou complémentaires en cas de dysfonctionnement (sans rechercher nécessairement l'équivalence avec les milieux détruits).

Il ressort des publications scientifiques (Mistch et Jorgensen, 2004) que le délai de mise en place des actions de génie écologique est long, et que le risque d'échec vis-à-vis d'un objectif défini initialement est grand.

Dans ce cadre, la conception du système de suivi est une étape très importante du dispositif de compensation puisqu'il sert à déterminer le succès de la restauration d'écosystèmes humides et à vérifier le respect des engagements initiaux des maîtres d'ouvrage. Les protocoles de suivi doivent être élaborés avant même de réaliser l'état initial des sites de compensation, ceci afin d'obtenir des éléments de comparaison fiables, avant/après travaux de génie écologique. Difficiles à construire, ils nécessitent au préalable de clarifier chaque terme employé et bien entendu le choix des métriques en précisant leur limites pour permettre une mise en œuvre efficace et une information transparente du public (Kentula, 2000). Une façon de faire face aux incertitudes liées aux pratiques de restauration consiste à utiliser au mieux les acquis scientifiques (principes, tests des hypothèses, modèles). Il est recommandé d'adopter une démarche de gestion adaptative, avec une évaluation systématique des résultats des différentes mesures de compensation pour appliquer les besoins d'actions correctives identifiés. Il paraît judicieux au collège que la communauté de recherche scientifique puisse participer aux opérations de suivi.

III.6 Application au cas particulier de Notre-Dame-des-Landes

Le complexe de zones humides de Notre-Dame-des-Landes est-il compensable dans l'absolu ? Si on entend par compenser « *recréer ou restaurer des surfaces équivalentes sur le plan fonctionnel* », la tâche est probablement irréalisable. Le site occupe en effet une position de plateau en tête de bassin, avec un fonctionnement hydrologique et biogéochimique particulier qui a engendré, dans un espace bocager aménagé et géré de manière extensive par l'homme depuis quarante ans, des habitats remarquables, occupés par des espèces non pas exceptionnelles mais à forte valeur patrimoniale, dont l'ensemble présente une grande originalité. En outre, le SDAGE Loire-Bretagne indique que « *la sensibilité des têtes de bassin et l'influence essentielle de ces secteurs dans l'atteinte des objectifs de bon état à l'aval*

justifient d'identifier précisément ces zones et de définir des mesures de restauration spécifiques lorsque c'est nécessaire »⁴⁹.

Aussi, créer ou restaurer un tel complexe d'écosystèmes à l'identique ne paraît pas possible, par l'absence de territoires équivalents disponibles avec la même position géographique. A titre d'exemple : parmi les habitats humides présents, trois d'entre eux au moins sont reconnus « d'intérêt communautaire » (prairies hygrophiles oligo-mésotrophes, landes humides acides, gazons amphibies oligotrophes) et sont en forte régression sur l'ensemble du territoire français. Evalués comme étant en état de conservation « défavorable/mauvais » dans le domaine biogéographique atlantique lors de l'évaluation de l'état de conservation des habitats réalisé en 2007 par le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN) (Bensettiti et Trouvilliez, 2009), ils se situent vraisemblablement à la limite des potentialités de restauration et donc à la limite de l'acceptabilité de leur destruction.

La délimitation en France des zones humides est précisée aujourd'hui par l'arrêté du 24 juin 2008 modifié le 1^{er} octobre 2009. Leur caractérisation, basée sur des critères botaniques ou pédologiques, rend la comparaison difficile avec les autres pays, car on ne parle pas nécessairement des mêmes habitats. D'autre part, les textes et guides méthodologiques antérieurs à 2009 ne sont souvent pas adaptés avec cette nouvelle définition. Dans le cas par exemple de la *Fiche d'aide à la lecture de la disposition 8B-2 du SDAGE Loire-Bretagne*, la description des fonctions majeures associées aux zones humides s'appuie sur une liste couramment admise antérieurement (2002). A l'époque, la définition réglementaire des zones humides n'était pas accompagnée de ces trois méthodes et la pratique la plus courante était de se baser sur le seul critère de la végétation. Les cartes du réseau hydrographique, d'habitats (CORINE Biotope) et de localisation d'espèces « indicatrices » comme les amphibiens ne suffisent pas à déterminer les fonctions majeures associées à ces milieux, même en y intégrant les paramètres de connectivité entre éléments aux sens de l'écologie du paysage.

Néanmoins, si l'intérêt général majeur, au sens de la DCE, imposait l'utilisation de ce site pour y construire un aéroport (question qui ne relève pas de la mission du collège d'experts), il faudrait alors compenser au mieux les impacts sur les zones humides.

Toutefois, le collège ne peut pas valider telle quelle la méthode de compensation proposée, pour les raisons qui ont été données précédemment, pas plus que son application à ce site.

La démarche que le collège propose est alors la suivante :

1. Caractériser rigoureusement et avec les mêmes méthodes, l'état initial des sites impactés et de leur environnement proche, ainsi que des territoires envisagés pour la compensation. Se documenter sur l'histoire de ces milieux et de leurs usages est utile pour comprendre l'état actuel, et fournir des informations sur leur évolution potentielle (notion de trajectoire). Cet état initial doit être utilisé pour les étapes E et R (Eviter et Réduire) de l'ERC.
2. Appliquer préalablement à toute recherche de compensation et avec la plus grande rigueur, la séquence ERC, c'est-à-dire Eviter et Réduire avant de vouloir Compenser. Si par exemple des dispositions constructives venaient à être modifiées, le choix des espaces construits et la minimisation des surfaces impactées doivent être effectués au regard des fonctions et enjeux associés aux milieux concernés.
3. Développer une méthode de compensation permettant de vérifier, suivre et contrôler la compensation effective des fonctions associées aux zones humides pour assurer la lisibilité de cette compensation.

⁴⁹ Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) du bassin Loire-Bretagne 2010-2015 Orientations fondamentales et dispositions du SDAGE : 1) Protéger les milieux aquatiques : le bon fonctionnement des milieux aquatiques est une condition clef du bon état de l'eau. Chapitre 11 - Préserver les têtes de bassin versant.

4. Estimer les surfaces détruites ou impactées à compenser, dans un premier temps sur le critère de la conservation des habitats humides et de la diversité spécifique.
5. Définir les objectifs d'état final à atteindre puis les suivis précis qui seront mis en place sur les sites de compensation (où, quand, comment, combien). Déterminer les échéances d'atteinte des objectifs et les actions de correction qui seront éventuellement mises en œuvre pour assurer le succès de la compensation (obligation de résultats).
6. Etablir des scénarios d'évolution potentielle tant des espaces détruits ou impactés que des sites de compensation ; en déduire les trajectoires d'évolution possible et définir d'emblée les mesures d'adaptation nécessaires, pour accompagner le changement, sans s'y opposer. Mettre en place des sites témoins pour, d'une part, suivre l'évolution naturelle de milieux similaires à ceux restaurés mais non soumis à des travaux de génie écologique et, d'autre part, vérifier la pertinence des travaux de génie écologique mis en œuvre ainsi que des prédictions effectuées en termes de trajectoires d'évolution possible de sites compensés ; évaluer les fonctions de ces milieux restaurés pour décider de leur intérêt éventuel avant de tenter de modifier ces évolutions.
7. Rechercher d'abord au sein de la DUP les espaces disponibles pour une compensation de chacun de ces habitats. Déterminer le type de mesures de récréation/restauration à mettre en œuvre (nouveaux usages ou pratiques, techniques de génie écologique, etc.) pouvant être appliqué. Evaluer la qualité des milieux qui seraient ainsi reconstitués, leur connectivité, le temps nécessaire à obtenir cette compensation et les risques d'échecs.
8. Comparer les surfaces détruites ou impactées avec les surfaces au sein de la DUP qui peuvent être utilisées pour la compensation de chacun des habitats impactés. Cette comparaison demandera d'utiliser des coefficients d'ajustement par habitat, tenant compte : de la qualité des milieux détruits et restaurés ; du temps nécessaire à la récréation ; de l'incertitude de succès ; de l'effet potentiel des changements ; des mesures de génie écologiques proposées ; etc. Ces coefficients, qui s'appliqueront à des surfaces, devront au préalable avoir été soumis à l'avis du Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel des Pays de la Loire, assisté en tant que de besoin par le Conseil National de la Protection de la Nature. Par ailleurs, les services de l'Etat auraient avantage à s'entourer des conseils d'organismes spécialisés (Onema, Oncofs, etc.) pour formuler leurs avis sur ces propositions de compensation dans le cadre de l'instruction des dossiers.
9. Calculer le déficit de compensation, qui devra être recherché hors du périmètre de la DUP, une fois ces territoires épuisés. Identifier des territoires potentiels de compensation à proximité immédiate du projet, où des mesures d'acquisition foncière sont possibles pour y appliquer la même démarche que sur les parcelles de la DUP ; comparer les surfaces ainsi identifiées avec le déficit de compensation, en affectant les mêmes coefficients d'ajustement que ceux utilisés au sein de la DUP, tenant compte en outre de l'éloignement géographique de ces milieux ; déterminer la connectivité écologique de ces territoires avec les zones de compensation à l'intérieur de la DUP.
10. Si le déficit de compensation n'est toujours pas comblé, identifier de même des territoires où un accord amiable avec des agriculteurs ou autres détenteurs de foncier pourrait être trouvé ; préciser les mesures de restauration qui seront alors mises en œuvre, la connectivité écologique des parcelles utilisées, et les coefficients qui y seront affectés pour la compensation ; établir des projets de conventions avec ces agriculteurs ou détenteurs de foncier sur des durées longues (cf. les 18 ans d'un bail à long terme) qui garantissent l'acceptabilité par la profession des mesures d'adaptation co-construites ; préciser les mesures de suivi qui seront mises en place et la façon de garantir le résultat ; indiquer les mesures qui seraient éventuellement mises en œuvre si les conventions amiables étaient rompues ou non renouvelées ; constituer éventuellement des « réserves de compensation » pour prévenir des cas de rupture de conventions ou de résultats décevants des mesures mises en place.

11. Evaluer le degré de succès ou d'échec de la compensation des autres fonctions affectées par le projet (biogéochimiques, hydrologiques, écosystémiques, etc.) par les zones sélectionnées jusqu'ici sur le seul critère habitat-biodiversité. Si ces autres fonctions ne sont pas compensées par mutualisation sur les surfaces choisies, les fonctions quantité et qualité des eaux étant primordiales pour des zones humides, il est impératif de proposer des mesures d'adaptation en priorité sur les territoires de compensation déjà choisis, dont la propriété foncière est acquise (génie écologique complémentaire, mesures de réduction des impacts, en améliorant le traitement ou de la gestion des eaux, par exemple). C'est à ce stade que peuvent être traitées les mesures de compensation non surfaciques, comme la création de mares, de haies, de corridor de connectivité écologique, etc.
12. Si le déficit de compensation n'est toujours pas comblé, identifier, en dernier ressort, les autres territoires au sein du bassin Loire-Bretagne où la compensation à 200 % au moins pourrait être mise en œuvre pour combler ce déficit. Préciser, comme ci-dessus, la façon dont sera mise en œuvre la compensation par acquisition foncière. Indiquer si ces territoires pourraient également être utilisés au cas où les mesures visées en (9) ou (10) ne pourraient être souscrites.
13. Evaluer les coûts de chacune de ces mesures, dans chacun des cas identifiés, en investissement initial et coût annuel, prenant en compte les compensations financières éventuellement nécessaires auprès des agriculteurs et autres acteurs contractants, et les éventuelles réserves financières à constituer pour pouvoir adapter les évolutions des systèmes compensés aux changements globaux potentiels.

IV. BIBLIOGRAPHIE

- Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement.
- Bakker J.P. & Berendse F., 1999. Constraints in the restoration of ecological diversity in grassland and heathland communities. *TREE*, 14, 63-68.
- Bakker J.P. 1989. Nature management by grazing and cutting. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Barnaud G. & Coïc B., 2011. Mesures de compensation et correctives liées à la destruction des zones humides : revue bibliographique et analyse critique des méthodes. Convention ONEMA – MNHN, 119 p.
- Barnaud, G. & Chapuis, J.-L. 2004. Ingénierie écologique et écologie de la restauration : spécificités et complémentarités. Ingénieries Eau - agriculture - territoires, N° spécial : 123-138. (Baumgartner, 2007). Nature et culture en accord parfait. Dossier Biotopes et Sites Marécageux. Environnement, 1: 30.
- Baumgartner, H., 2007. Nature et culture en accord parfait. Dossier Biotopes et Sites Marécageux. Environnement, 1 : 30
- Bazin, P. & Barnaud, G. 2002. Du suivi à l'évaluation : à la recherche d'indicateurs opérationnels en Ecologie de la restauration. In Actes du colloque du Programme national de recherche "Recréer la nature". Rev. Ecol. Terre Vie, suppl. 9 : 201-224.
- BenDor T.K & Riggsbee J.A., 2011. A Survey of entrepreneurial risk in U.S. wetland and stream compensatory mitigation markets. *Environmental Science & Policy*, 14 : 301 - 314.
- Bensettiti F. & Trouvilliez, J. 2009. Rapport synthétique des résultats de la France sur l'état de conservation des habitats et des espèces conformément à l'article 17 de la directive habitats . Rapport SPN 2009/12, MNHN-DEGB-SPN, Paris, 48 p.
- Berendse, F., Oomes, M.J.M., Altena, H.J. & Elberse, W.T.H., 1992. Experiments of restoration of species-rich meadows in the Netherlands. *Biological Conservation*, 62, 59-65.
- Berthelot A., Chevalier R., Archaux F., & Gaudin S. 2011. Biodiversité floristique dans les peupleraies cultivées de Champagne-Ardenne. *Revue forestière française*, 2011, 63, n° 1, pp. 33-44.
- Blandin, P. 2007. L'écosystème existe-t-il ? Le tout et la partie en écologie. In : Martin, T., (coord.), Le tout & les parties dans les systèmes naturels. Vuibert, Paris : 21-46.
- Boissinot, A. & Grillet, P., 2010. Conservation des bocages pour le patrimoine batrachologique. *Le Courrier de la Nature*, 252 : 26-33.
- Burel, F. & Baudry, J. 1995. Social, aesthetic and ecological aspects of hedgerows in rural landscapes as a framework for greenways. *Landscape and Urban Planning*, 33: 327-340.
- Burel, F. & Baudry, J. 1999. Écologie du paysage. Concepts, méthodes et applications, Paris, TEC & DOC, 362 p.
- Circulaire du 24 décembre 1999 relatif à la modification de la nomenclature relative à l'eau - Création, vidange de plans d'eau et protection des zones humides.

- Davies, B. *et al.*, 2008. Comparative biodiversity of aquatic habitats in the European agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 125 : 1-8.
- de Foucault B., 1980. Les prairies permanentes du bocage Virois (Basse-Normandie, France). Typologie phytosociologique et essai de reconstitution des séries évolutives herbagères. *Documents Phytosociologiques*, N.S., Lille, 5, 5 - 109.
- Directive 2008/105/CE du 16 décembre 2008 établissant des normes de qualité environnementale dans le domaine de l'eau, modifiant et abrogeant les directives du Conseil 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE et modifiant la directive 2000/60/CE.
- Enquête publique n°E12000127 / TA44 /PAGO / Loi sur l'eau / Aéroport-voiries / 21 juin – 7 août 2012.
- Forget, G., Carreau, C. Le Cœur, D. & Bernezl. 2013. Ecological Restoration of Headwaters in a Rural Landscape (Normandy, France): A Passive Approach Taking Hedge Networks into Account for Riparian Tree Recruitment. *Restoration Ecology*, 21 : 96–104.
- Forman, R.T.T. & M. Godron, 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley and Sons, Inc., New York, NY, USA. 620 p.
- Fustec, E. *et al.*. 2000. *Fonctions et valeurs des zones humides*. Dunod, Paris, 426 p.
- Geniaux G. 2002, Le Mitigation Banking : un mécanisme décentralisé au service des politiques de no net loss, In *Les difficultés de mise en oeuvre de la directive Habitats sous les regards croisés de sociologues, juristes, économistes et géographes*, 30 janvier 2001. INRA, Actes et Communications de l'INRA, 19 : 57-71.
- Gosselin F., 2004. Intégrer recherche scientifique en écologie et gestion dans le cadre de l'ingénierie écologique : intérêts et limites. *Ingénieries EAT*, n° spécial 2004 : 113-120.
- Gosselin, F., 2008. Redefining ecological engineering to promote its integration with sustainable development and tighten its links with the whole of ecology. *Ecol Eng* 32: 199–205.
- Kentula, M.E. 2000. Perspectives on setting success criteria for wetland Restoration. *Ecological Engineering* 15 : 199–209.
- Lévêque C. & Van der Leeuw S. (éditeurs scientifiques), 2003. *Quelles natures voulons-nous ? Pour une approche socio-écologique du champ de l'environnement*. Elsevier, Paris. 324 pp.
- Lichko, L.E. & Calhoun, A.J.K. 2003. An Evaluation of Vernal Pool Creation Projects in New England: Project Documentation from 1991–2000. *Environmental Management*, 32 : 141-151.
- Loi n° 76-629 sur la protection de la nature du 10 juillet 1976.
- Loreau, M., Mouquet, N. & Gonzalez, A. 2003. Biodiversity as spatial insurance in heterogeneous landscapes. *PNAS*, 100 : 12765–12770.
- Madsen, B., Nathaniel, C. & Brands, M.K., 2010. *State of Biodiversity Markets Report : Offset and Compensation Programs Worldwide*. Ecosystem Marketplace. 73 p. + annexes.
- Maron M., Hobbs R J., Moilanen A., Matthews J W., Christie K., Gardner T A., Keith D A., Lindenmayer D B., & McAlpine C A., 2012. Faustian bargains ? Restoration realities in the context of biodiversity offset policies. *Biological Conservation*, 155 : 141-148.
- MEDDE, 2012. Doctrine relative à la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur le milieu naturel, *Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement*, mars 2012, 8 p.

- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being : Synthesis. Island Press, Washington, DC. 137 p.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-Being: Wetlands And Water Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC., 68 p.
- Mitsch W. J., 2012. What is ecological engineering ? *Ecological Engineering*. 45. 5-12.
- Mitsch, W.J. & Gosselink, J.G. 2000. Wetlands. Third ed., Wiley, New York, 920 p.
- Mitsch, W.J. & Wilson, R.F. 1996. Improving the success of wetland creation and restoration with know-how, time, and self-design. *Ecological Applications*, 6 : 77-83.
- Mitsch, W.J., & Jørgensen, S.E., 2004. Ecological Engineering and Ecosystem Restoration. John Wiley & Sons, Inc., New York, 411 p.
- Moreno-Mateos D, Power ME, Comín FA & Yockteng R (2012) Structural and Functional Loss in Restored Wetland Ecosystems. *PLoS Biol* 10 : 1-9. e1001247.
- Muller S., Dutoit T., Alard D. & Grevilliot F., 1998. Restoration and rehabilitation of species rich grasslands in France : a review. *Restoration Ecology*, 6,1, 94-101.
- Pywell F.F. *et al.*, 2002. Restoration of species-rich grassland on arable land : assessing the limiting processes using a multi-site experiment. *Journal of Applied Ecology*, 39, 294-309.
- Quétier, F. & Lavorel, S. 2011. Assessing ecological equivalence in biodiversity offset schemes: Key issues and solutions. *Biological Conservation*, 144 : 2991–2999
- Rheinhardt, R. D., Brinson, M. M. & Farley, P. M. 1997. Applying reference wetland data to functional assessment, mitigation, and restoration. *Wetlands*, 17: 195-215.
- Robb J.T., 2002. Assessing wetland compensatory mitigation sites to aid in establishing mitigation ratios. *Wetlands*, 22, 2, 435-440.
- Robson, B.J., Mitchell, B.D. & Chester, E.T. 2011. An outcome-based model for predicting recovery pathways in restored ecosystems: The Recovery Cascade Model. *Ecological Engineering*, 37 : 1379-1386.
- Roy, D. 2002. Amphibians as environmental sentinels. *J Biosci.* 27 : 187-188.
- Secrétariat Technique du Bassin Loire-Bretagne, 2010. Fiche n°2 d'aide à la lecture de la disposition 8B-2 du SDAGE Loire-Bretagne, Secrétariat Technique du Bassin Loire-Bretagne, 14 p.
- SETRA, 2005. Aménagements et mesures pour la petite faune – Guide technique : 265 p.
- Smith, D. Ammann, A., Bartoldus, C. & Brinson, M. 1995. An approach for assessing wetland functions using hydrogeomorphic classification, reference wetlands, and functional indices. Technical report; WRP-DE-9, Wetlands Research Program, U.S. Army Corps of Engineers, 41 p. + annexes.
- Tiner, R. (ed.) 2002. Watershed-Based Wetland Planning And Evaluation. A Collection of Papers from the Wetland Millennium Event. Proceedings of a Symposium at the Wetland Millennium Event, August 6-12, 2000, Quebec, Canada. Association of State Wetland Managers, Society of Wetland Scientists, 141 p.
- Vécrin M.P. & Muller S., 2003. Top-soil translocation as a technique in the re-creation of species-rich meadows. *Applied Vegetation Science*, 6, 271-278.

- Vécrin M.P., Grevilliot F. & Muller S., 2007. The contribution of persistent soil seed banks and flooding to restoration of alluvial meadows. *Journal for Nature Conservation*, 15: 59-69
- Vécrin M.P., Van Diggelen R., Grevilliot F. & Muller S., 2002. Restoration of species-rich flood-plain meadows from abandoned arable fields in NE France. *Applied Vegetation Science*, 5, 263-270.
- Verhoeven, J.T.A., Soons, M.B., Janssen, R. & Omtzigt, N. 2008. An Operational Landscape Unit approach for identifying key landscape connections in wetland restoration. *Journal of Applied Ecology*, 45 : 1496–1503.
- Whigham, D.F. 1999. Ecological issues related to wetland preservation, restoration, creation and assessment. *The Science of the Total Environment* 240 : 31-40
- Wilkinson, J. & Thompson, J. 2006. 2005 Status Report on Compensatory Mitigation in the United States. Environmental Law Institute, 104 p.
- Zedler, J.B. & Callaway J.C., 1999, Tracking wetland restoration : do mitigation sites follow desired trajectories? *Restoration Ecol.*, 7 : 69-73.

LISTE DES ACRONYMES

AGO	Aéroport du Grand Ouest
CE	Code de l'Environnement
CNPN	Conseil National de la Protection de la Nature
CORINE	Coordination de l'information sur l'environnement, commission chargée de l'environnement par l'Union européenne
CRSPN	Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel
DCE	Directive Cadre Européenne sur l'Eau
DDTM	Direction Départementale des Territoires et de la Mer
DREAL	Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
DUP	Déclaration d'Utilité Publique
ERC	Eviter, Réduire, Compenser
EUR	Européen
IRSTEA	Institut de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture
MEDD	Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable
MNHN	Muséum national d'Histoire naturelle
N₂O	Oxyde nitreux
NO₃	Nitrate
NQE	Norme de Qualité Environnementale
ONCFS	Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage
ONEMA	Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques
SAGE	Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
STEP	Station des Traitement des Eaux
UCG	Unité de Compensation Globale
UICN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UPMC	Université Pierre et Marie Curie, Paris VI
VC3	Voie Communale n°3
ZAD	Zone d'Aménagement Différé
ZNIEFF	Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

ANNEXE 1 : Arrêté du 21 décembre 2012



PREFET DE LA LOIRE-ATLANTIQUE

PREFECTURE
DIRECTION DE LA COORDINATION ET DU MANAGEMENT
DE L'ACTION PUBLIQUE

Arrêté portant création d'un collège d'experts scientifiques
Dans le cadre de la procédure d'autorisation au titre de la loi sur l'eau concernant
le projet d'aéroport du Grand Ouest

LE PREFET DE LA REGION PAYS DE LA LOIRE
PREFET DE LA LOIRE-ATLANTIQUE

Officier de la Légion d'Honneur
Officier de l'Ordre National du Mérite

- VU le code de l'environnement, et notamment les articles L.214-1 et suivants relatifs à la loi sur l'eau ;
- VU les dossiers de demande d'autorisation au titre de la loi sur l'eau pour la réalisation de la plateforme aéroportuaire, du programme viaire d'accompagnement et de la desserte routière de l'aéroport de Notre-Dame-des-Landes ;
- VU les rapports et les conclusions de la commission d'enquête établis à l'issue de l'enquête publique prescrite par arrêté préfectoral du 15 mai 2012 qui s'est déroulée du 21 juin au 7 août 2012 ;

ARRETE

Article 1^{er} : Il est créé un collège d'experts scientifiques chargé d'évaluer la méthode de compensation des incidences sur les zones humides proposée dans le projet de réalisation de la plateforme aéroportuaire, du programme viaire d'accompagnement et de la desserte routière de l'aéroport de Notre-Dame-des-Landes.

Article 2 : Ce collège est constitué des membres suivants :

- Monsieur Ghislain de MARSILY, professeur émérite à l'Université Pierre et Marie Curie, membre de l'Académie des Sciences, Président.
- Madame Geneviève BARNAUD, professeur du Muséum National d'Histoire Naturelle ;
- Monsieur Marc BENOIT, directeur de recherche de l'INRA ;
- Madame Josette GARNIER, directrice de recherche CNRS-Université Pierre et Marie Curie ;
- Monsieur Christian LEVEQUE, directeur de recherche émérite, Institut de recherche pour le développement ;
- Monsieur Patrick MEIRE, professeur à l'Université d'Anvers (Belgique) ;
- Monsieur Serge MULLER, professeur à l'Université de Lorraine, rapporteur au Conseil National de la Protection de la Nature (CNP) et membre du Conseil Scientifique du Patrimoine National et de la Biodiversité (CSPNB) ;

6, QUAI CEINERAY – BP33515 – 44035 NANTES CEDEX 1
TELEPHONE : 02.40.41.20.20 – COURRIEL : prefecture@loire-atlantique.gouv.fr
SITE INTERNET : www.loire-atlantique.gouv.fr
Horaires d'ouverture : du lundi au vendredi – de 9 H 00 à 16 H 15

- Monsieur André MUSY, professeur honoraire, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (Suisse) ;
- Monsieur Daniel ZIMMER, directeur de recherche IRSTEA, ancien directeur du conseil mondial de l'eau.

Article 3 : Messieurs François BIRGAND, professeur associé de l'Université de Caroline du Nord (USA) et Benoît LESAFFRE, vice-président du pôle recherche d'enseignement supérieur de Paris-Est, sont membres associés à ce collège d'experts.

Article 4 : Madame Véronique de BILLY, ingénieur-docteur à l'ONEMA, et Monsieur Julien TOURNEBIZE, ingénieur-docteur à l'IRSTEA, sont rapporteurs de ce collège d'experts.

Article 5 : Le collège d'experts scientifiques a pour mission d'évaluer la méthode de compensation des incidences sur les zones humides proposée dans le projet de plate-forme aéroportuaire, du programme viaire d'accompagnement et de la desserte routière sur les points suivants :

- Principes généraux de la méthode de compensation fonctionnelle et des techniques de génie écologique envisagées ;
- Coefficients de compensation affectés aux zones humides détruites et coefficients attribués aux zones de compensation ;
- Indicateurs proposés permettant d'évaluer l'atteinte des objectifs en matière de compensations écologique.

Article 6 : Le rapport et les conclusions des travaux du collège, assortis d'éventuelles propositions, sont transmis au préfet de la Loire-Atlantique par le président du collège d'experts.

Article 7 : Le préfet de la Loire-Atlantique veille à ce que le collège d'experts ait accès à tous documents, données, analyses nécessaires à la réalisation de sa mission.

Article 8 : Le secrétaire général de la préfecture de la Loire-Atlantique est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Nantes, le 21 DEC. 2012

Le PREFET



Christian GALLIARD de LAVERNÉE

ANNEXE 2 : Liste des membres du collège d'experts

Le Professeur Patrick MEIRE, Université d'Anvers (Belgique), ayant dû démissionner dès le mois de janvier du collège pour raisons de santé et n'ayant de ce fait participé à aucune réunion, les membres effectifs du collège ont été :

Membres :

- Madame Geneviève BARNAUD, professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle ;
- Monsieur Marc BENOIT, directeur de recherche à l'INRA ;
- Madame Josette GARNIER, directrice de recherche au CNRS-Université Pierre-et-Marie-Curie ;
- Monsieur Christian LEVEQUE, directeur de recherche émérite, Institut de recherche pour le développement, Président de l'Académie d'Agriculture de France ;
- Monsieur Ghislain de MARSILY, professeur émérite à l'Université Pierre-et-Marie-Curie, membre de l'Académie des Sciences, Président du collège ;
- Monsieur Serge MULLER, professeur à l'Université de Lorraine, vice-président du comité permanent du Conseil National de la Protection de la Nature (CNPN) et membre du Conseil Scientifique du Patrimoine Naturel et de la Biodiversité (CSPNB) ;
- Monsieur André MUSY, professeur honoraire, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (Suisse) ;
- Monsieur Daniel ZIMMER, directeur de recherche IRSTEA, ancien directeur du conseil mondial de l'eau.

Membres Associés :

- Monsieur François BIRGAND, professeur associé à l'Université de Caroline du Nord (USA) ;
- Monsieur Benoît LESAFFRE, vice-président du pôle de recherche et d'enseignement, Université Paris-Est.

Rapporteurs :

- Madame Véronique de BILLY, ingénieur-docteur à l'ONEMA ;
- Monsieur Julien TOURNEBIZE, ingénieur-docteur à l'IRSTEA.

ANNEXE 3 : Synthèse du plan d'échantillonnage adopté par cours d'eau.

	Cours d'eau échantillonnés	Situation par rapport aux projets	2005	Avril 2010	Septembre 2010
Qualité physico-chimique de l'eau	Le Beaudouet (ruisseau de Goujonnière, affluent de l'Isac)	Aval desserte routière	Oui	oui	Non (assec)
	Le Plongeon (ruisseau du Plongeon, affluent de l'Isac)	Aval aéroport	Oui	oui	Non (assec)
	Le Gesvres	Aval aéroport	Oui	oui	oui
	Le Rouchais (affluent du Gesvres)	Aval aéroport	Non	oui	Non (assec)
	Le Ruisseau de la Curette (affluent de l'Hocmard)	Aval desserte routière	Non	Non (assec)	oui
Qualité physico-chimique des sédiments	Le Beaudouet (ruisseau de Goujonnière, affluent de l'Isac)	Aval desserte routière	Oui	oui	oui
	Le Plongeon (ruisseau du Plongeon, affluent de l'Isac)	Aval aéroport	Oui	oui	oui
	Le Gesvres	Aval aéroport	Oui	oui	oui
	Le Rouchais (affluent du Gesvres)	Aval aéroport	Non	oui	Non (assec)
	Le Ruisseau de la Curette (affluent de l'Hocmard)	Aval desserte routière	Non	Non (assec)	oui
IBD	Le Beaudouet (ruisseau de Goujonnière, affluent de l'Isac)	Aval desserte routière	Non	oui	Non (assec)
	Le Plongeon (ruisseau du Plongeon, affluent de l'Isac)	Aval aéroport	Non	oui	Non (assec)
	Le Gesvres	Aval aéroport	Oui	oui	oui
	Le Rouchais (affluent du Gesvres)	Aval aéroport	Non	oui	Non (assec)
	Le Ruisseau de la Curette (affluent de l'Hocmard)	Aval desserte routière	Non	Non (assec)	Non
IBGN	Le Beaudouet (ruisseau de Goujonnière, affluent de l'Isac)	Aval desserte routière	Oui	oui	Non (assec)
	Le Plongeon (ruisseau du Plongeon, affluent de l'Isac)	Aval aéroport	Oui	oui	Non (assec)
	Le Gesvres	Aval aéroport	Oui	oui	oui
	Le Rouchais (affluent du Gesvres)	Aval aéroport	Non	oui	Non (assec)
	Le Ruisseau de la Curette (affluent de l'Hocmard)	Aval desserte routière	Non	Non (assec)	Non (assec)
IPR	Le Beaudouet (ruisseau de Goujonnière, affluent de l'Isac)	Aval desserte routière	Non	Non (rupture d'écoulement)	
	Le Plongeon (ruisseau du Plongeon, affluent de l'Isac)	Aval aéroport	Non	Non (rupture d'écoulement)	
	Le Gesvres	Aval aéroport	Oui	oui	
	Le Rouchais (affluent du Gesvres)	Aval aéroport	Non	Non (rupture d'écoulement)	
	Le Ruisseau de la Curette (affluent de l'Hocmard)	Aval desserte routière	Non	Non (rupture d'écoulement)	

ANNEXE 4 : Analyse des résultats présentés par les maîtres d'ouvrage dans le cadre de l'étude des fonctions hydrologiques des zones humides

Ci-après quelques points pertinents soulevés à la lecture des dossiers soumis et sans prétendre à une exhaustivité :

- **Dans le cas des zones humides de plateau :**

Les questions relatives aux relations hydrauliques potentielles entre les différentes nappes restent posées. Ainsi, la nappe perchée temporaire est-elle connectée avec la nappe sous-jacente (dans les schistes altérés) ? Cette nappe perchée est typique d'un sol hydromorphe dont une partie de l'excédent d'eau hivernal est capté par le chevelu hydrographique dense existant avant d'être soit évacué soit stocké par ce même chevelu. Il est par ailleurs indiqué que la nappe de l'altérite de schistes n'est pas ou peu connectée à la nappe des micaschistes sains plus profonds. Or, d'après la carte géologique, les cours d'eau se situent dans les micaschistes sains et une bonne partie des zones humides de cours d'eau sont situées davantage sur les schistes sains que sur les schistes altérés. Ceci semble indiquer que la recharge des cours d'eau s'effectue, à certaines périodes de l'année du moins, par la nappe des schistes non altérés. Un schéma de redistribution du bilan hydrique aurait permis de mieux appréhender (1) le fonctionnement hydrologique de ces zones et leur lien avec les fossés et ruisseaux de tête de bassin versant (qui jouent certainement un rôle de drainage) ; (2) le rôle de ces zones dans la gestion et le laminage des crues; et (3) l'impact qu'aura l'imperméabilisation de ces zones sur le fonctionnement hydrologique globale du bassin versant.

- **Dans le cas des zones humides de cours d'eau :**

Dans le cas général et ici en particulier, il est certes assez difficile de quantifier et de comprendre la distribution spatiale des flux de recharge des cours d'eau, mais au regard des forts enjeux associés à ce type de zones humides, une analyse du fonctionnement hydrologique (issue de mesures effectives de hauteurs d'eau, donc de débits, caractéristiques du contexte, et sur plusieurs années hydrologiques) aurait dû être effectuée. Ceci aurait permis de vérifier la pertinence des choix techniques proposés par les maîtres d'ouvrage en matière de dispositifs d'écêtement des crues et de traitement des eaux, d'ouvrages de franchissements hydrauliques des cours d'eau et d'équipement des remblais.

- **Concernant la rétention en eau des sols :**

Dans les zones humides de plateau, la dynamique des eaux du sol permet de conserver un état humide propice au développement d'autres fonctions (biogéochimiques et biologiques notamment), du moins durant une partie de l'année. La capacité de rétention des eaux du sol (en termes de réserve du sol ou de « RFU » par exemple) et cette dynamique de remplissage/vidange des réserves auraient dû être appréciées car elles engendrent des fonctions différentes. Dans les dossiers, il est précisé par exemple que l'excédent climatique entre novembre et mars est de 340 mm. Que devient cet excédent en termes de remplissage de la RFU du sol, de stockage dans le compartiment sol, de transfert par la surface et en sub-surface ? S'infiltre-t-il en profondeur vers l'aquifère des schistes sains et/ou contribue-t-il aux écoulements de surface en fonction de la reprise évapotranspiratoire ?

- **Concernant les débits caractéristiques des cours d'eau directement impactés par le projet et situés en tête du réseau hydrographique (QMNA₅, module, Q₁₀, Q₁₀₀) :**

Ils ont tous été estimés sur la base de données issues de la station située sur le Cens au lieu-dit « pont d'Orvault » (commune d'Orvault). Sachant (1) que cette station est située à plus d'une dizaine de kilomètres environ et sur un autre bassin versant que ceux impactés par les projets, (2) que les données brutes disponibles sur cette station sont représentatives d'une période courte (6 ans) et ancienne (de 1970 à 1975), et (3) que si l'on souhaite restaurer ou recréer les fonctions hydrologiques affectées ou détruites, une connaissance minimale des flux, de leurs interrelations et de leurs incidences sur d'autres

fonctions majeures des zones humides (érosion des berges ou du lit mineur des cours d'eau, maintien des habitats aquatiques par exemples) est nécessaire, une série substantielle de mesures hydrologiques au droit des deux projets, ainsi qu'une modélisation hydrologique auraient dû être effectuées.

- **Au niveau des mares :**

Leurs connexions avec les milieux adjacents (nappe et sols) tout comme leurs liens avec les cours d'eau semblent limitées en raison de la très faible conductivité hydraulique du milieu. En conséquence, elles sont sans influence au niveau des rétentions ou apports éventuels aux cours d'eau. Ce constat est-il toutefois généralisé ou localisé ? Une analyse fine des sols aurait pu lever cette ambiguïté.

- **S'agissant des précipitations et eaux évacuées des futures zones artificialisées :**

Une meilleure quantification des pluies et de leurs apports aux débits aurait dû être réalisée, afin de vérifier notamment la pertinence des calculs effectués en matière de dimensionnement des dispositifs d'écroulement des crues et d'adapter, le cas échéant, les traitements préconisés (eau claire / eau usée). Il en va de même pour les modifications probables du fonctionnement hydraulique souterrain dans le sous-sol situé sous les zones artificialisées, en dehors de la desserte routière, pour laquelle le cas du rabattement de nappe induit est évalué et compensé. Cette quantification (volume / débit) tout comme le fonctionnement hydraulique ci-dessus sont essentielles à connaître car ils permettent de mieux apprécier les effets de la construction sur les zones adjacentes et de mieux gérer les apports d'eau dans les réseaux hydrauliques restaurés ou recréés.

- **Quant à la régulation des crues et des étiages :**

Vu sa position en tête de bassin et vu l'état du bocage, la zone impactée joue très certainement un rôle important dans la régulation des crues (notamment de petite et moyenne fréquence). Cette fonction hydrologique aurait dû être davantage analysée et intégrée dans la logique de compensation. Sous-estimée dans l'état initial, elle est de surcroît peu développée dans les mesures préconisées au sein des enveloppes de compensation.

ANNEXE 5 : Analyse des résultats présentés par les maîtres d'ouvrage dans le cadre de l'étude des fonctions biologiques des zones humides

Cas des relevés phytosociologiques de zones humides transmis par les maîtres d'ouvrage

Ces relevés phytosociologiques ne figurent pas dans les dossiers soumis à enquête publique mais ils ont été communiqués au collège d'expert ultérieurement⁵⁰.

Au total, 23 relevés phytosociologiques ont été réalisés dans les zones humides du projet (dont 11 dans des prairies et 12 dans d'autres habitats de zones humides), auxquels s'ajoutent 14 relevés effectués dans des zones non humides. Ces deux tableaux ont été transmis au collège d'experts par les maîtres d'ouvrage. Ces relevés n'étant pas numérotés, ils l'ont été ci-dessous « par défaut », en numérotant les colonnes dans leur ordre d'apparition, de 1 à 11 pour le premier tableau, et de 1 à 26 pour le second tableau.

Le tableau des prairies a été subdivisé en deux grands ensembles :

- Les prairies hygrophiles, correspondant aux 7 premiers relevés. Ceux-ci ont été rapportés par les auteurs à deux grandes unités de CORINE Biotopes, l'unité 37.3 (« prairies humides oligotrophes ») pour les 3 premiers relevés et l'unité 37.2 (« prairies humides eutrophes ») pour les 4 relevés suivants. Toutefois l'analyse des cortèges floristiques ne permet guère de différencier les relevés 4, 5 et 6 des 3 premiers et conduirait, malgré l'ambiguïté de l'unité 37.22 de CORINE Biotopes, à les rapprocher de l'unité 37.3. Seul le relevé n°7 (G44) se rapporte clairement à l'unité de prairie méso-eutrophe. Le nombre d'espèces dans ces relevés est assez faible, variant de 13 à 24 (moyenne de 18,5).
- Les prairies mésophiles, correspondant aux 4 derniers relevés du tableau (n° 8 à 11). Le relevé n° 8 par sa composition floristique se rapproche toutefois des prairies hygrophiles eutrophes (code CORINE 37.2). Les 3 autres correspondent, pour les relevés n° 9 et 11 à une unité de pâture mésophile (code CORINE 38.1) et pour le relevé n° 10 à une unité de prairie de fauche mésophile de basse altitude (code CORINE 38.2). La superficie de ce relevé n° 10 est toutefois très faible (4 m²), ce qui explique un nombre d'espèces réduit (11 espèces), alors que pour les trois autres, il varie de 13 à 16 espèces.

Le second tableau rassemble les 26 autres relevés, réalisés dans tous les autres types d'habitats présents. Les 12 premiers ont été rapportés à des habitats de zones humides *sensu lato* (comprenant les habitats aquatiques) :

- les 4 premiers relevés correspondent à des habitats d'eau douce stagnante, rapportés pour les deux premiers relevés à l'unité 22.313 (« gazons amphibies des bordures d'étangs acides en eaux peu profondes »), caractérisés par la présence de *Potamogeton polygonifolius* et *Myriophyllum alterniflorum*, pour le troisième relevé à l'unité 22.42 (« végétation enracinée immergée »), caractérisée par *Potamogeton cf. pectinatus* et *Myriophyllum spicatum*, et pour le 4^{ème} à l'unité 22.431 (« tapis flottants de végétaux à grandes feuilles »), caractérisé par *Callitriche sp.* ;
- le 5^{ème} relevé, dominé par *Glyceria fluitans*, et comportant une seule autre espèce (*Ranunculus flammula*) a été rattaché à l'unité 53.1 (« roselière ») ; ce classement est une erreur, ce relevé devant être rattaché à l'unité 53.4 (formation de petits hélophytes) ;
- les 3 relevés suivants (n° 6, 7 et 8) correspondent à des mégaphorbiaies (code CORINE 37.71), d'une part la mégaphorbiaie eutrophe (relevés n° 6 et 7), dominée par *Oenanthe crocata* avec un cortège floristique appauvri (les deux relevés présentent 4 et 9 espèces), et d'autre part la

⁵⁰ Cf. annexe n°1 de la réponse des maîtres d'ouvrage aux questions posées par le collège d'experts, p. 161 à 163.

mégaphorbiaie mésotrophe (relevé n° 8) caractérisée par *Cirsium palustre*, accompagné d'*Eupatorium cannabinum*, *Angelica sylvestris*, etc. (22 espèces notées dans le relevé) ;

- les relevés n° 9 et 10 représentent les landes humides (code 31.12), caractérisées par *Calluna vulgaris*, *Ulex minor*, *Molinia caerulea* et surtout *Erica tetralix* et *ciliaris* ;
- les relevés n° 11 et 12 sont censés représenter les forêts humides, puisqu'ils ont été rapportés à l'habitat 44.92 des « saussaies marécageuses », le n°11 étant dominé par *Salix atrocinerea* et le n°12 par *Alnus glutinosa* ; toutefois l'absence totale de toute espèce hygrophile dans le cortège appauvri de cette aulnaie ne permet pas de lui attribuer le qualificatif d'aulnaie marécageuse.

Concernant ces « autres milieux » humides, 1 à 2 relevés phytosociologiques ont été réalisés par unité, ce qui est très en deçà de l'effort d'échantillonnage nécessaire à leur caractérisation et empêche d'évaluer précisément l'ensemble spécifique normal et la variabilité des cortèges floristiques présents. Les 14 autres relevés de ce tableau n'ont pas été rapportés à des unités de zones humides, mais à des habitats de roncier, ptéridaie, fruticée, clairière, hêtraie (malgré l'absence du hêtre), chênaie, châtaigneraie, bétulaie et tremblaie.

Cas de l'étude de la faune et de la flore

• Concernant la flore :

L'étude s'est limitée aux deux espèces protégées présentes et potentiellement impactées par le projet (*Luronium natans* et *Myrica gale*). Aucune synthèse des autres espèces végétales hygrophiles n'est présentée, même si des informations apparaissent dans les relevés phytosociologiques, dans les présentations d'habitats et dans les fiches synthétiques des cours d'eau et zones humides. Une attention particulière aurait au moins dû être portée aux espèces de zones humides identifiées comme déterminantes ZNIEFF en Pays-de-la-Loire et présentes dans la zone impactée. Leur liste aurait dû être dressée (*Baldellia ranunculoides*, *Carex binervis*, *C. laevigata*, *C. paniculata*, *Epilobium palustre*, *Erica ciliaris*, *Juncus tenageia*, *Nardus stricta*, *Orchis laxiflora*, *Serratula tinctoria*, etc) et leur distribution précisée dans la zone du projet.

• Concernant la faune :

La présentation des méthodes d'inventaire de chaque groupe faunistique est lacunaire dans les deux dossiers « loi sur l'eau ». En revanche, les dossiers « espèces protégées » évoquent en détail les investigations menées sur le terrain par groupe d'espèces. Ces derniers ont été inventoriés au cours d'une année seulement, exception faite des amphibiens qui ont fait l'objet d'investigations sur 3 années (prospections en 2002, 2005/2006 et 2011), complétées en 2012 par un inventaire dans les enveloppes de compensation. Malgré cette différence d'effort d'échantillonnage entre groupes d'espèces présents, pour les espèces protégées le nombre de jours de prospection et les saisons sont adaptés à la majorité d'entre elles.

Seuls, les peuplements aquatiques (poissons et macro-invertébrés benthiques) n'ont pas été recensés au sein de l'emprise des projets. Des prélèvements ont néanmoins été réalisés en 2005 et en 2010 à proximité ou au niveau des mêmes stations que celles utilisées pour la physico-chimie, à savoir très en aval. Dans le cas particulier des poissons, une seule station (le Gesvre) parmi les 5 prévues au départ a pu être échantillonnée. Le choix des cours d'eau, la représentativité des stations et l'effort d'échantillonnage ainsi déployé sont tout aussi discutables que pour l'étude de la qualité physico-chimique de l'eau (cf. § II.1.1.1.). Il aurait été *a minima* pertinent d'adapter la période d'échantillonnage au régime hydrologique de ces cours d'eau. En effet :

- ces milieux temporaires ne sont pas dénués d'intérêt pour certaines espèces aquatiques protégées et/ou à forte valeur patrimoniale qui peuvent les recoloniser dès lors qu'ils sont en eau et s'y abritent, s'y nourrissent voire s'y reproduisent en période de plus hautes eaux (entre l'automne et le printemps) : cas notamment de certains odonates, de l'anguille, du chabot, de la lamproie de Planer, de la truite fario, etc. ;
- parmi les quatre espèces de poissons protégées au niveau national et/ou inscrites à l'annexe 2 de la Directive Habitat/Faune/Flore susceptibles d'être présentes, l'une est directement inféodée aux zones humides (brochet), et d'autres le sont indirectement du fait de leur sensibilité à la qualité physico-chimique de l'eau et du substrat (cas de la truite fario, du chabot et de la lamproie de Planer notamment).

Ne pas inventorier ces cours d'eau ne peut que conduire à biaiser l'évaluation des fonctions biologiques et enjeux associés à ces milieux, eux-mêmes interconnectés avec les zones humides adjacentes. Néanmoins, à défaut de prélèvements effectués au droit des projets, c'est la caractérisation hydro-géomorphologique des cours d'eau présents au droit des projets qui sert à estimer, à dire d'experts, leur capacité d'accueil pour les poissons. Il en résulte que les effets négatifs de la variation des niveaux d'eau combinés à des apports d'effluents agricoles sur la capacité d'accueil de ces ruisseaux sont soulignés de même que l'intérêt de ces chevelus pour la ponte et l'alimentation des poissons est mentionné.

ANNEXE 6 : Classement, selon les maîtres d'ouvrage, des types d'habitats en fonction de leur « typicité » et de leur capacité d'accueil, aboutissant à une évaluation du critère « habitats naturels ».

Typicité des habitats	Capacité d'accueil pour la faune inféodée aux zones humides	Critère « habitats naturels »
11 types d'habitats « très typiques », identifiés comme caractéristiques de zones humides dans l'arrêté	13 types d'habitats à « forte » capacité d'accueil	Fort (13 types d'habitats)
3 types d'habitats « partiellement typiques », considérés comme « pro parte » dans l'arrêté ministériel	8 types d'habitats à capacité d'accueil « moyenne »	Moyen (8 types d'habitats)
18 types d'habitats « très peu caractéristiques » de zones humides, car terrestres mais considérés comme « pro parte » dans l'arrêté ministériel	11 types d'habitats à « faible » capacité d'accueil	Faible (11 types d'habitats)
1 type d'habitat « non typique » de zones humides (zones urbanisées et route)	1 type d'habitat à capacité d'accueil « nulle »	Quasi-nul (1 type d'habitat)

ANNEXE 7 : Synthèse des suivis des mesures de compensation envisagés par AGO à l'échelle de la parcelle. DLE : dossier loi sur l'eau ; Proposition CDC : propositions de protocole de suivi de l'efficacité des mesures de compensation en date du 14 décembre 2012.

Type de mesure ou de milieux	Fréquence du suivi	Composantes physiques	Composantes biologiques – cas de la faune	Composantes biologiques – cas de la flore	Composantes agro-économiques
reconversion de peupleraie en boisements alluviaux (RPBA)	DLE : annuel Proposition CDC : tous les 5 ans ; tous les ans ou tous les 2 ans (si présence flore à fort enjeux de conservation)	aucun suivi	DLE : aucun suivi	strate herbacée, physiologie du boisement, nature des essences ligneuses présentes	
reconversion de peupleraie en mégaphorbiaies (RPM) ; restauration et gestion conservatoire de mégaphorbiaies (RGM)	DLE : tous les 3 ans (sur les parcelles contractualisées) Proposition CDC : tous les 5 ans ; tous les ans ou tous les 2 ans (si présence flore à fort enjeux de conservation)	aucun suivi	DLE : aucun suivi	état de conservation et typicité de l'habitat naturel, vérification de la présence des espèces de plantes indicatrices, évaluation de la dynamique d'évolution, cartographie de l'habitat	
reconversion de peupleraie en prairies naturelles (RPPN) ; reconversion de terres arables en prairies naturelles (RTA) ; gestion conservatoire de prairies naturelles (GPN)	DLE : - Option 1 : tous les 3 ans (sur parcelles concernées par les mesures) - Option 2 : non précisé Proposition CDC : tous les 3 ans pendant 15 ans Tous les 4 ans jusqu'à 2022 (3 années de suivi), une année de suivi tous les 5 ans ensuite	DLE : degré d'humidité, degré trophique du sol Proposition CDC : analyse de sols (NPK, MO)	DLE : aucun suivi Proposition CDC : suivi insectes et chiroptères (sur 10 prairies témoins et 40 prairies naturelles sous contrat)	DLE : étape préalable : élaboration sur 3 ans, d'un état de référence par réalisation d'une typologie des prairies naturelles (expertises phytosociologiques et agronomiques et combinaison de facteurs abiotiques associés au mode de gestion) suivi option 1 : expertises phytosociologiques et botaniques (caractérisation de l'habitat, liste d'espèces végétales, présence d'espèces remarquables) et comparaison avec les listes de références ; suivi option 2 : recherche d'espèces indicatrices par relevé simple de végétation, contrôle du respect du cahier des charges	- DLE : aucun - proposition CDC : rendement fauche et pâture des prairies converties, calculs de marge par hectare pour les différents types de contrats, analyses de sols

Type de mesure ou de milieux	Fréquence du suivi	Composantes physiques	Composantes biologiques – cas de la faune	Composantes biologiques – cas de la flore	Composantes agro-économiques
				Proposition CDC : suivi à effectuer sur 10 prairies temporaires témoins et 40 prairies naturelles sous contrat	
restauration et gestion conservatoire de landes (RGL)	DLE et proposition CDC : tous les 4 ans (sur les parcelles concernées par un expert botaniste et phytosociologue)	DLE : Aucun suivi	DLE : Aucun suivi	DLE : état de conservation et typicité de l'habitat naturel, présence d'espèces de plantes indicatrices par la réalisation de quadrat de végétation, évaluation de la dynamique d'évolution, cartographie de l'habitat	
création et renforcement de réseaux de haies bocagères (CRHB)	DLE : Non précisé	DLE : Aucun suivi	DLE : Aucun suivi	DLE : contrôle de la plantation des haies selon les préconisations (essences utilisées, type de haies), développement des différentes strates de végétation, vérification de la réalisation effective de l'entretien des haies et de la création d'arbres têtards	
création et entretien de mares (CEM)	DLE : 3 passages annuels (suivi batracologique) 6 années de suivi sur 15 ans (années 1, 2, 3, 5, 10 et 15)	DLE : fonctionnement hydrologique (alimentation en eau, période d'assèchement habituelle), température, taux d'hygrométrie, vent	DLE et proposition CDC : amphibiens : colonisation des mares puis évolution du cortège - suivi qualitatif et quantitatif	DLE : analyse de la végétation aquatique disponible	
tout type d'habitats humides	proposition CDC : 5 suivis en 10 ans puis tous les 5 ans		proposition CDC : suivi des reptiles		
ensemble du bocage	proposition CDC : tous les 5 ans		proposition CDC : suivi des oiseaux		
ensemble du bocage	proposition CDC : tous les 5 ans		proposition CDC : suivi des chiroptères		

ANNEXE 8 : Questions posées par le collège d'experts aux maîtres d'ouvrage et réponses fournies

Questions posées aux deux maîtres d'ouvrages, A.G.O. et DREAL Pays de Loire, par le Collège d'experts scientifiques chargé par le Préfet de la région Pays de la Loire, Préfet de la Loire-Atlantique, d'évaluer la méthode de compensation sur les zones humides¹ (par Arrêté Préfectoral du 21 décembre 2012)

28 janvier 2013

Le Collège d'expert désigné ci-dessus a visité le site le 14 janvier 2013 puis a auditionné les deux Maîtres d'Ouvrages (DREAL et AGO) sur le contenu du projet le 15 janvier. A la suite de cette réunion, le Collège d'expert a souhaité les interroger par écrit sur un ensemble de questions techniques, qui sont détaillées ci-dessous. Le Collège souhaite recevoir des réponses brèves à ces questions, argumentées par des références aux dossiers « loi sur l'eau » (ou autre), ou par des annexes jointes aux réponses.

Remarque : Pour toutes les questions relatives aux sources bibliographiques, une liste des sources utilisées pour l'établissement des dossiers « Loi sur l'eau et espèces protégées » est jointe en annexe.

1. PRINCIPES GENERAUX DE LA METHODE DE COMPENSATION FONCTIONNELLE ET DES TECHNIQUES DE GENIE ECOLOGIQUE

1.a. La méthodologie utilisée tend à globaliser les impacts sur le plan fonctionnel et sur celui de la biodiversité des zones humides (ZH) et donc les besoins en termes de compensation. Dès lors, comment peut-on s'assurer que, conformément aux dispositions du SDAGE, la compensation mise en œuvre restaurera des fonctions et une qualité équivalentes ? Une méthodologie similaire gardant la traçabilité de l'information a-t-elle été envisagée et testée (ex : évaluation des UC nécessaires à la compensation des fonctionnalités physiques d'une part, et à la compensation des fonctionnalités biologiques d'autre part) ?

La disposition 8B-2 du SDAGE Loire-Bretagne prévoit que « dès lors que la mise en œuvre d'un projet conduit, sans alternative avérée, à la disparition de zones humides, les mesures compensatoires proposées par le maître d'ouvrage doivent prévoir, dans le même bassin versant, la création ou la restauration de zones humides équivalentes sur le plan fonctionnel et de la qualité de la biodiversité. A défaut, la compensation porte sur une surface égale à au moins 200 % de la surface supprimée. La gestion et l'entretien de ces zones humides doivent être garantis à long terme ».

L'état initial et plus particulièrement l'analyse des zones humides impactées a permis de mettre en évidence qu'une même parcelle présentait à la fois une fonctionnalité hydrologique et biologique du fait de la mosaïque des milieux bocagers impactés. Cela a notamment permis d'envisager de globaliser les impacts.

Par ailleurs, l'analyse de la plus-value des mesures compensatoires définies dans les dossiers au regard des fonctionnalités majeures impactées sur le plan hydrologique et la qualité de la biodiversité est présentée au chapitre G.6.1.2 (« Plus-value fonctionnelle des mesures mises en œuvre pour les zones humides ») de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport et au chapitre 4.3.5.1.2 du dossier loi sur l'eau de la desserte routière (pages 186-187).

Les mesures compensatoires prévues présentent toutes un réel intérêt pour la compensation des fonctionnalités majeures impactées que sont la régulation de la qualité de l'eau (rétention des toxiques, régulation des nutriments, interception des matières en suspension) et la qualité de la biodiversité. Ainsi, cela

¹ Sur la base des dossiers loi sur l'eau de la desserte routière (maître d'ouvrage : DREAL) et de la plateforme aéroportuaire de Notre-Dame-des-Landes, VC3 & programme viaire du Grand Ouest (maître d'ouvrage : Aéroport du Grand Ouest - AGO) - versions en date du 6 avril 2012.

permet également de globaliser les compensations à la fois sur le plan fonctionnel et sur celui de la qualité de la biodiversité.

Toutefois, les mesures compensatoires prévues présentant un intérêt variable pour la restauration de la fonctionnalité de soutien d'étiage, un panel de mesures spécifiques a été défini comme contribuant de manière plus significative à la restauration de cette fonctionnalité assurée de manière forte par les zones humides de fonds thalwegs et de cours d'eau impactées :

- ✓ Interruption des dispositifs de drainage lors de la reconversion de terres arables en prairies naturelles (fiche RTA) ou lors de la reconversion de peupleraies en prairies naturelles (fiche RPPN) ;
- ✓ Restauration d'un couvert végétal favorable au soutien d'étiage par :
 - augmentation de la densité du couvert végétal lors de la reconversion de peupleraies (cf. fiches RPM, RPPN, RPBA),
 - diminution de la « pression » sur le couvert végétal (absence de fauche et de pâturage aux périodes de fortes précipitations, par exemple) lors de la reconversion de terres arables en prairies naturelles,
 - augmentation de la proportion d'espèces «denses et rigides» (prairies humides extensives et mégaphorbiaies) ;
- ✓ Restauration d'une microtopographie pouvant ralentir les flux horizontaux superficiels ;
- ✓ Renforcement de la connexion des zones humides latérales aux cours d'eau dès lors que la taille du cours d'eau est suffisante et en cas de topographie relativement plane :
 - au niveau des zones enveloppes de compensation prioritaires définies autour du site du projet aéroportuaire et de sa desserte routière, ce type de situation semble a priori peu fréquent, les cours d'eau étant généralement de petite taille et encaissés. La connexion latérale serait favorisée par un travail des berges en pente douce, avec réduction de la largeur du lit mineur.
 - plus en aval, en dehors des zones enveloppes prioritaires de compensation, ce type de situation sera plus fréquent, et des mesures de reméandrage du cours d'eau pourront être appliquées. Des actions de ce type (travail des berges avec réduction du lit mineur, reméandrage) seront examinées en concertation avec les syndicats de bassin compétents.

Compte tenu de la nature des milieux présents sur le site, de la nature des mesures compensatoires prévues, et par souci de lisibilité de la démarche, il n'a pas été envisagé à ce jour de méthodologie similaire définissant un besoin compensatoire pour les fonctions physiques des zones humides d'une part et pour les fonctions biologiques des zones humides d'autre part.

1.b. Indiquer pourquoi l'unité de compensation est en UCG et non surfacique. Quelle en est la plus value (d'autant que pour les habitats remarquables et certaines fonctionnalités des ZH – soutien d'étiage par exemple – l'utilisation d'une unité surfacique s'est avérée nécessaire) ?

L'unité de compensation a été introduite dans le cadre de la démarche de compensation fonctionnelle prévue par le SDAGE Loire-Bretagne.

L'unité de compensation est une unité surfacique pondérée qualitativement suivant :

- ✓ d'une part, l'intérêt fonctionnel des milieux impactés et l'intensité des impacts du projet, en vue de la définition du besoin compensatoire ;
- ✓ d'autre part, la plus-value fonctionnelle apportée par les mesures compensatoires.

Outre le recours aux unités de compensation, la démarche fixe un cadre d'application et de validité dont les principes sont décrits aux chapitres G.5.1 (« Besoin compensatoire : cadre général de recherche) et G.6.2 (« Principes de mise en œuvre des mesures compensatoires ») de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport et aux chapitres 4.3.4.1 (pages 173-181) et 4.3.5.2 (pages 191-193) du dossier loi sur l'eau de la desserte routière.

L'intérêt de cette démarche est de veiller à la restauration des fonctionnalités majeures impactées par le projet en prenant en considération la plus-value écologique apportée par les mesures compensatoires, à la différence d'une démarche générale surfacique pouvant présenter certains biais (plus-value variable des mesures non

prise en compte, localisation des mesures ne permettant pas de répondre aux fonctions des zones humides impactées par le projet).

Dans le cadre des réflexions menées en lien avec le groupe de travail mis en place localement, il a néanmoins été jugé nécessaire d'assurer la récréation / restauration de certains milieux à caractère ponctuel ou patrimonial afin d'apporter des garanties sur leur restitution et leur pérennité après la réalisation du projet. Des seuils ont ainsi été définis pour :

- ✓ les habitats remarquables suivant leur patrimonialité (ratios surfaciques de 2 à 10) ;
- ✓ les mares (ratio de 2 pour 1) ;
- ✓ les haies (ratio de 1 pour 1) ;
- ✓ les zones humides assurant plus spécifiquement la fonction de soutien d'étiage (ratio de 1 pour 1).

Les seuils minimaux de compensation de ces milieux sont présentés aux chapitres G.5.2.2.3 (« Quantification du besoin compensatoire spécifique aux habitats remarquables »), G.5.2.2.4 (« Quantification du besoin spécifique aux mares ») et G.5.2.2.5 (« Quantification du besoin spécifique aux linéaires de haies ») de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport et au chapitre 4.3.4.2.2 du dossier loi sur l'eau de la desserte routière (pages 183-185).

1.c. La dynamique temporelle des milieux, et en particulier celle liée à l'évolution du climat et à la diminution probable du débit des cours d'eau, est-elle prise en compte dans l'évaluation des besoins/réponses compensatoires ? Ou le travail a-t-il été réalisé selon le principe de stationnarité, en se basant seulement sur la situation actuelle ?

Le travail a été réalisé selon le principe de stationnarité, en se basant sur la situation actuelle conformément à la démarche usuelle d'établissement d'un état initial nécessaire dans le cadre d'un dossier loi sur l'eau.

1.d. Au regard de ces éléments, la compatibilité de la méthodologie de compensation avec le SDAGE et les deux SAGE est-elle vérifiable ? Si oui, comment ?

Analyse de la compatibilité avec le SDAGE :

- ✓ Aéroport : chapitre B de la pièce G
- ✓ Desserte routière : chapitre 6.1 (page 233)

Analyse de compatibilité avec la disposition 8B2 du SDAGE (traitant spécifiquement de la compensation) :

- ✓ Aéroport : chapitre B de la pièce G (page 8/20 – 1ère ligne du tableau)
- ✓ Desserte routière : chapitre 6.1 (page 235 – 2^{ème} ligne du tableau)

Analyse de la compatibilité avec l'article 2 du SAGE Estuaire (traitant spécifiquement de la compensation) :

- ✓ Aéroport : chapitre C de la pièce G (page 11/20 – 2ème ligne du tableau)
- ✓ Desserte routière : chapitre 6.2 (page 236)

Analyse de la compatibilité avec l'article 95 du SAGE Vilaine (traitant spécifiquement de la compensation) :

- ✓ Aéroport : chapitre D de la pièce G (page 19/20 – avant dernière ligne du tableau)
- ✓ Desserte routière : chapitre 6.3 (page 241)

Eléments de cadrage de la démarche en fonction des prescriptions du SDAGE et des SAGE :

- ✓ Aéroport : chapitre G.5.1.1 et G.5.1.2.1 de la pièce F
- ✓ Desserte routière : chapitre 4.3.4.1.1 (page 173)

Les commissions locales de l'eau du SAGE Estuaire de la Loire et du SAGE Vilaine ont été consultées dans le cadre de l'instruction du dossier et ont rendu un avis favorable avec réserves, respectivement le 11 juillet 2012 et le 3 juillet 2012.

En vue de la préparation des arrêtés préfectoraux, AGO et la DREAL ont fait part des suites données aux avis des CLE au service police de l'eau de la DDTM, respectivement par courrier du 1^{er} octobre 2012 et du 27 septembre 2012 (Cf. Annexes).

De même, la méthodologie de compensation envisagée permet-elle d'assurer la régularité des deux projets avec les objectifs DCE d'état écologique et chimique des masses d'eaux impactées ?

La DCE définit un objectif de non dégradation de l'état des masses d'eau ainsi qu'un objectif de bon état à obtenir.

Il ressort de la démarche de compensation envisagée, deux orientations sur ce thème :

- ✓ une gestion des eaux du projet (eaux pluviales, eaux usées...) avec une régulation quantitative et des traitements appropriés pour éviter toute dégradation des milieux aval et tout déclassement des objectifs de qualité.
- ✓ un principe de mise en œuvre des mesures compensatoires au plus près des impacts, sur les mêmes bassins versants avec pour objectif de maintenir l'état écologique des milieux aval du fait de leur plus value sur la régulation de la qualité de l'eau (nutriments, toxiques et matières en suspension).

Cette démarche de compensation prend donc en compte les enjeux de la DCE sur le territoire concerné.

1.1 Etat initial et enjeux associés aux ZH

1.1.1. Afin d'appréhender les conditions initiales des milieux impactés tant du point de vue hydrologique que biologique et de la qualité des eaux, l'état des lieux a-t-il été effectué récemment (2009-2012) et simultanément au droit et en aval des deux projets (aéroport et dessertes routières) ?

Sur le volet hydrologique, l'état initial des milieux récepteurs a été défini à partir :

- ✓ des données issues de l'étude d'impact qui a servi de base à l'enquête publique de 2006,
- ✓ de l'étude « Etat zéro » diligentée par la DDTM de Loire Atlantique en 2010 (« Etude Asconit ») sur 5 cours d'eau. Cette étude est basée sur des prélèvements réalisés en avril 2010 (campagne de moyennes eaux) et en septembre 2010 (campagne de basses eaux). Cette étude qui avait pour objectif spécifique de caractériser l'état zéro des milieux récepteur a donc servi de base aux données présentées dans le dossier Loi sur l'Eau.

Conformément au dossier des Engagements de l'Etat (pris au terme de la DUP), une nouvelle campagne de prélèvement a été effectuée avant le début des travaux en septembre 2012 sur les cinq points retenus dans « l'état zéro » qui se situent en aval du projet d'aéroport et de la desserte routière.

La synthèse provisoire des résultats obtenus a été fournie pour validation à l'observatoire de l'environnement. Des campagnes de mesures de la qualité des eaux sur les cours d'eau au droit des emprises du projet d'aéroport et de la desserte routière sont prévues en 2013.

Les études préalables à la DUP de 2006 ont été mises à profit pour caractériser les enjeux globaux liés à la biodiversité des milieux. Ces études ont été actualisées par des inventaires de terrain au cours de l'année 2011 sur un périmètre d'étude de 3000 ha avec un effort de prospection permettant de répondre aux exigences réglementaires et à hauteur des enjeux du site.

Cas des composantes physiques des ZH

1.1.2. Rappeler la définition de « cours d'eau » du SAGE Vilaine qui a été utilisée

La description de la méthodologie d'inventaire est présentée au chapitre F.3.1.1., Pièce C, page 24/171 pour l'aéroport. La même méthode a été utilisée dans le cadre du dossier de la desserte routière.

Une reconnaissance à pied par cheminement le long des talwegs a été systématiquement effectuée sur l'aire d'étude afin de caractériser les cours d'eau présents.

La description des cours d'eau impactés par la desserte routière est présentée au chapitre 2.3.1 page 29 à 33 du dossier et dans le volume annexe A.3 (fiches descriptives des ruisseaux et des talwegs). Pour l'aéroport, les fiches descriptives sont présentées dans le chapitre F.3.1.3 du dossier de l'aéroport.

Les inventaires réalisés ont largement complété les données disponibles sur les cartes IGN 1/25 000 (traits bleus pointillés) et utilisées pour l'élaboration de l'étude d'impact qui ne faisait apparaître comme cours d'eau que le seul ruisseau de l'Epine.

L'Epine était donc le seul ruisseau reconnu comme cours d'eau sur le périmètre, ce qui explique que celui-ci soit spécifiquement cité dans les « Engagements de l'Etat ».

1.1.3. Une analyse de la typologie des horizons pédologiques par grands types de ZH a-t-elle été effectuée ? Les données brutes relatives à la description des horizons pédologiques sont-elles disponibles ? Si oui, est-il possible de les recevoir ?

Dans le cadre de l'identification des zones humides, des sondages pédologiques ont été réalisés sur les emprises projet, selon un maillage de un sondage par hectare pour la plateforme et de un sondage tous les 100 mètres pour la desserte routière.

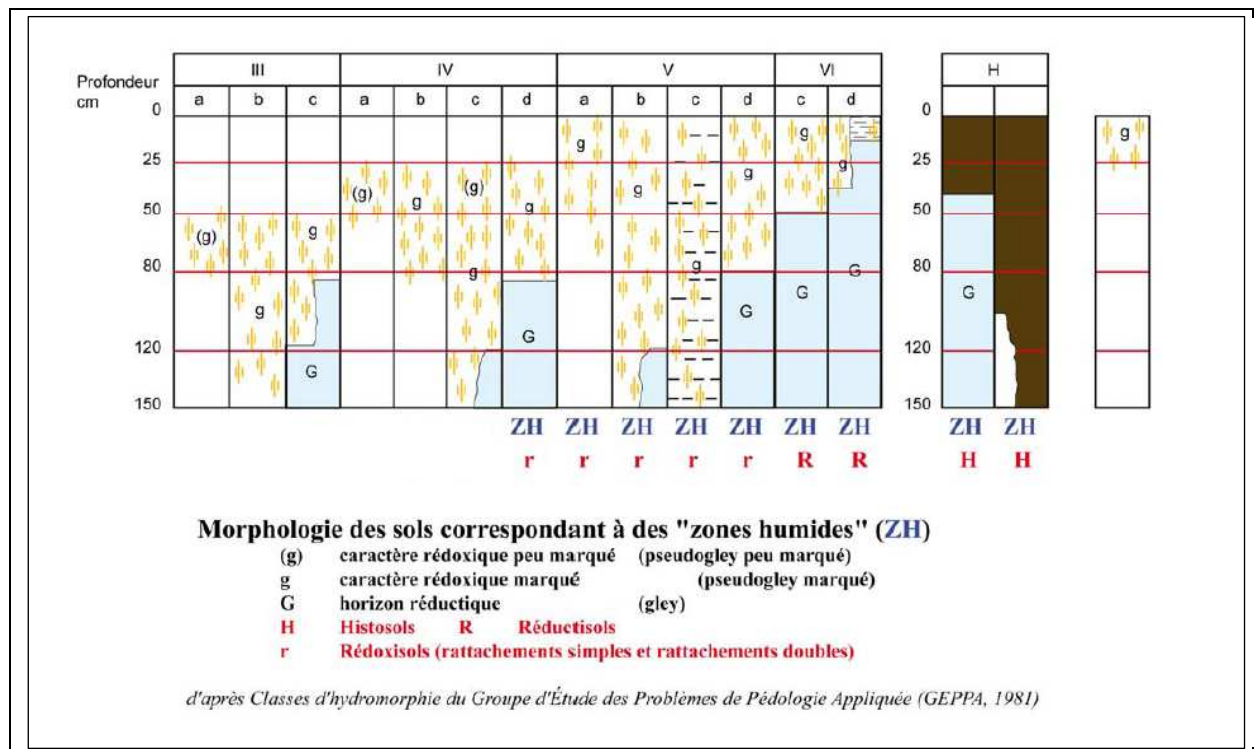
Les profondeurs d'apparition des traits rédoxiques et des traits ou horizons réductiques ont été relevées, permettant de rattacher les sondages à une ou plusieurs classes de la classification GEPPA (référentiel utilisé dans l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par celui du 1er octobre 2009 de définition et de délimitation des zones humides, et dans la circulaire du 18 janvier 2010). Selon les profondeurs des sondages (parfois un sol induré ne permettait pas de réaliser un sondage complet jusqu'à 120 cm), il a été possible de rattacher les sondages à une ou plusieurs classe(s) du référentiel du GEPPA.

Rappel des critères d'identification d'un sol caractéristique de zone humide inscrits dans l'arrêté du 1^{er} octobre 2009 :

Les sols des zones humides correspondent :

1. A tous les histosols, car ils connaissent un engorgement permanent en eau qui provoque l'accumulation de matières organiques peu ou pas décomposées ; ces sols correspondent aux classes d'hydromorphie H du GEPPA modifié ;
2. A tous les réductisols, car ils connaissent un engorgement permanent en eau à faible profondeur se marquant par des traits réductiques débutant à moins de 50 centimètres de profondeur dans le sol ; Ces sols correspondent aux classes VI c et d du GEPPA ;
3. Aux autres sols caractérisés par :
 - des traits rédoxiques débutant à moins de 25 centimètres de profondeur dans le sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur. Ces sols correspondent aux classes V a, b, c et d du GEPPA ;
 - ou des traits rédoxiques débutant à moins de 50 centimètres de profondeur dans le sol, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et des traits réductiques apparaissant entre 80 et 120 centimètres de profondeur. Ces sols correspondent à la classe IV d du GEPPA.

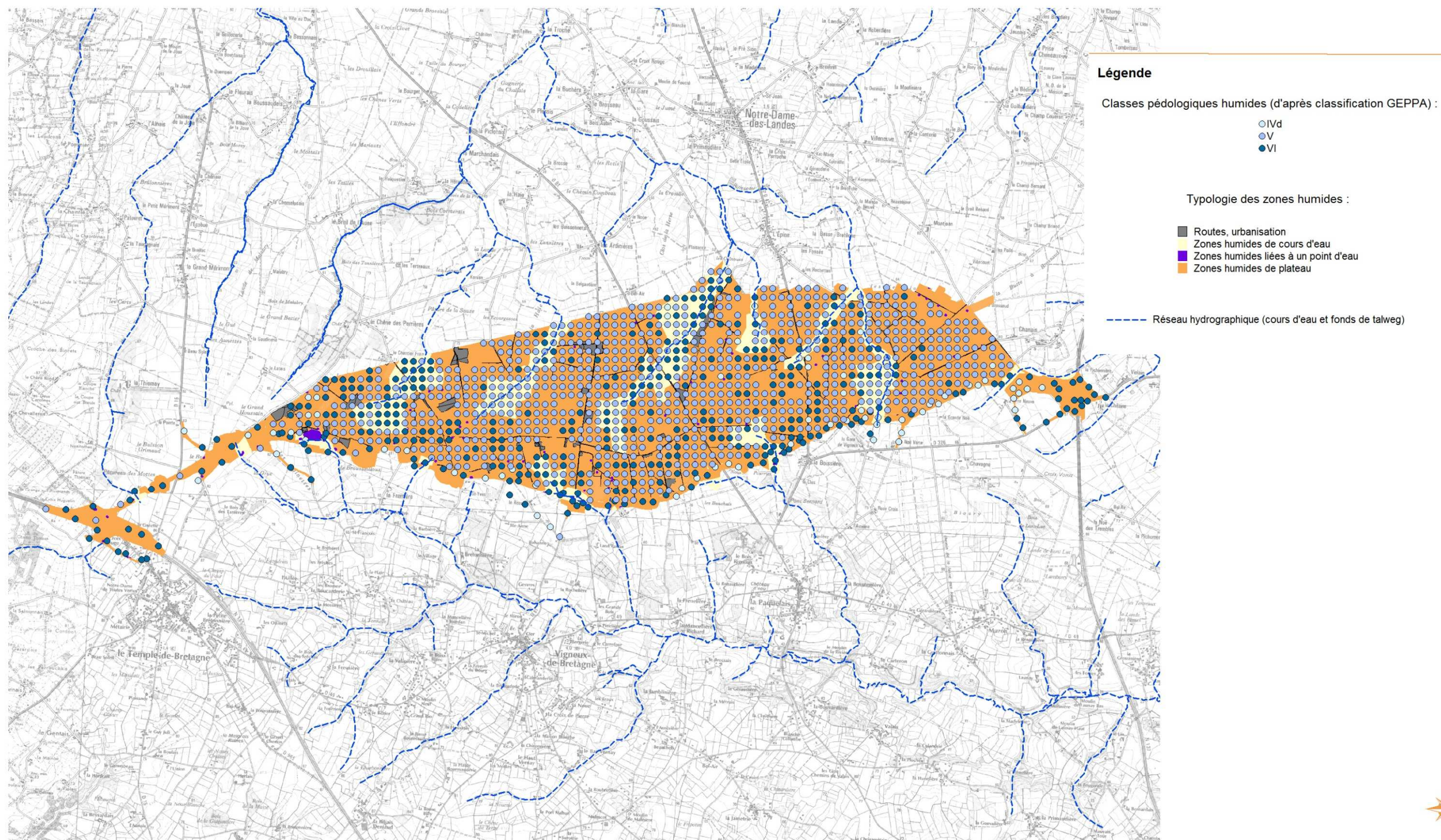
Rappel de l'illustration des sols caractéristiques de zones humides présentée dans l'annexe 4 de la circulaire du 18 janvier 2010 d'après « Classes d'hydromorphie » du GEPPA :



La cartographie ci-dessous indique, pour chaque point pédologique, la (les) classe(s) pédologique(s) concernées. Sur l'aire d'étude, les classes IVd, V et VI ont été identifiées (pas d'histosols observés).

Zones humides - Résultat du critère Pédologie - Classes de sol (d'après classification GEPPA)

Futur Aéroport du Grand Ouest et sa desserte routière : Loi sur l'Eau - Zones humides - critère pédologie

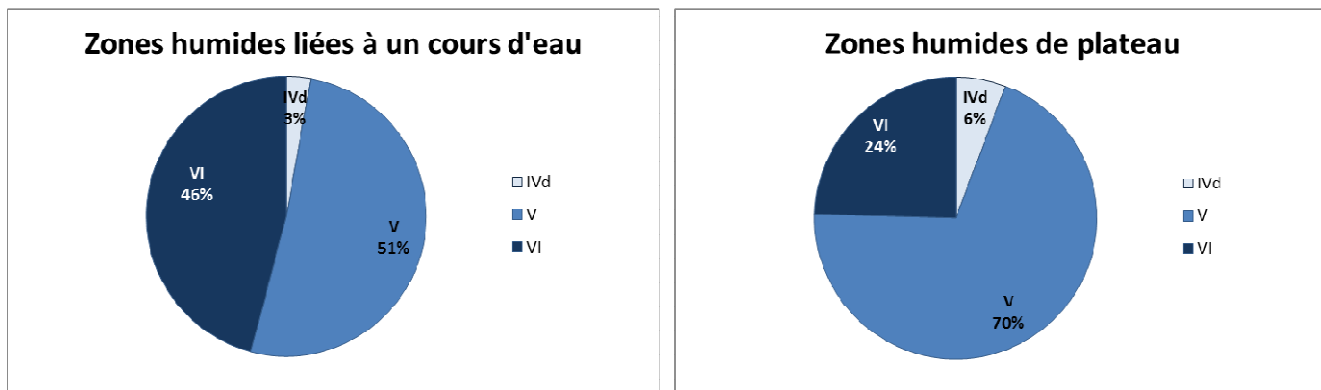


0 800 m



Les graphiques ci-dessous indiquent la répartition des classes de sols humides par type de zones humides (zones humides liées à un cours d'eau et zones humides de plateau).

Les zones humides liées à un point ne sont pas caractérisées par les sondages pédologiques (uniquement 4 sondages réalisés au niveau de ce type de zone humides : 2 classes V et 2 classe VI).



Les résultats montrent que les classes de sols « les plus humides » (classe VI) sont présents en plus grande proportion sur les zones humides liées aux cours d'eau.

1.1.4. La profondeur d'altération des schistes et les caractéristiques de la couche aquifère profonde ont-elles été analysées ? Des suivis piézométriques et de qualité de l'eau de la nappe profonde ont-ils été réalisés ? Si oui, pourraient-ils être mis à notre disposition ?

La nature du sous-sol et des aquifères a été étudiée par le Laboratoire régional des ponts et chaussées d'Angers du CETE de l'Ouest, dans le cadre des études géotechniques et hydrogéologiques des déblais du projet de la desserte routière.

Le descriptif fourni au chapitre D.2 (« l'hydrogéologie ») de la pièce C du dossier loi sur l'eau de l'aéroport et au chapitre 2.2 du dossier loi sur l'eau de la desserte routière (page 26) est directement tiré du rapport d'étude du LRPC d'Angers référencé 42.11.44.103-3118 de mai 2011 (Cf. Annexes).

La limite de l'aquifère des altérites se situe entre 5 et 11 mètres de profondeur. Cette profondeur a été déterminée à partir des sondages géotechniques réalisés dans l'emprise de la desserte routière.

Remarque : La nappe contenue dans l'aquifère des altérites est alimentée par les infiltrations météoriques. Il s'agit donc de la nappe phréatique sensu stricto. Toutefois, cette qualification de « nappe » est généralement associée à un aquifère plus productif en terme de perméabilité que dans le cas présent.

L'aquifère des schistes sains est plus profond : il est situé entre 50 et 70 mètres. Dans le cadre des études réalisées, seules les données issues des travaux de forage réalisés sur la commune de Fay-de-Bretagne par le Conseil général de la Loire-Atlantique en 2002 sur le site du circuit automobile étaient disponibles. « Fay de Bretagne – Forage d'eau 0451-5x-003 – Rapport de fin de travaux – Frédéric FAISSOLLE, CG 44, 2002 » (Cf. Annexes).

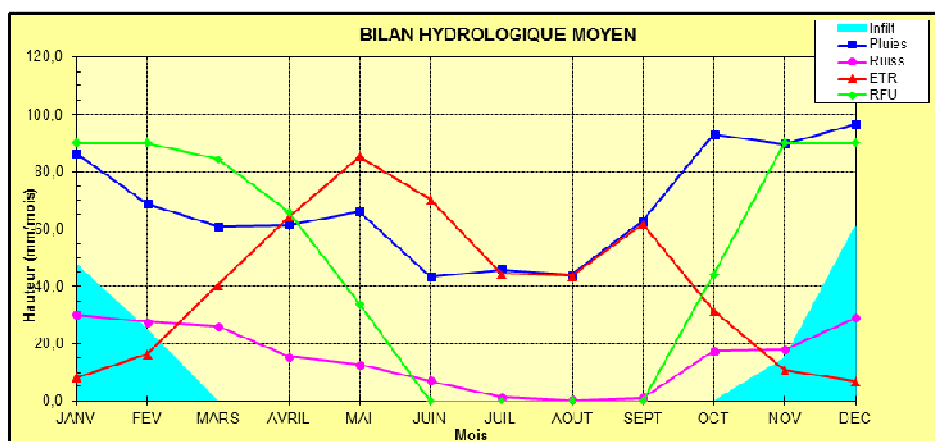
La connexion hydraulique entre les deux aquifères est très partielle, compte tenu de l'épaisseur argileuse assez importante les séparant au droit du présent projet. Dans la pratique, on peut considérer qu'il n'y a pas de relation fonctionnelle directe entre les deux niveaux aquifères, la nappe de surface étant directement connectée aux infiltrations météoriques et aux conditions asséchantes estivales.

1.1.5. Indiquer si un schéma de fonctionnement hydrologique et hydrogéologique des ZH et un bilan hydrique ont été effectués. Si oui, ces derniers prennent-ils en compte les variations saisonnières de fonctionnement des ZH ? Sont-ils disponibles ?

Sur le secteur d'étude, en fonction de la nature et de l'occupation des sols, le bilan hydrologique moyen permet, à partir d'une lame d'eau de 820 mm/an, d'estimer le taux d'évapotranspiration réelle à une valeur de l'ordre de 55 à 60 %, le solde se répartissant entre ruissellement de surface, recharge de la réserve du sol (RFU) et alimentation des nappes souterraines.

En moyenne annuelle, la lame d'eau efficace se décompose en :

- ✓ ruissellement de surface : ~ 20 à 25 %,
- ✓ infiltration : ~ 15 à 20 %.



Légende :

RFU : réserves du sol
ETR : évapo transpiration
Ruiss : ruissellement
Infiltr : infiltration

Les périodes d'infiltration et de recharge de nappe (stockage au sein des altérites, après restauration de la Réserve Facilement Utilisable du sol) sont centrées sur la période hivernale (octobre à mars).

La lame d'eau infiltrée représente de l'ordre de 150 mm/an.

1.1.6. Préciser les connections hydrologiques potentielles entre les mares et le fonctionnement hydrologique des ZH et cours d'eau ;

Les connexions hydrologiques entre les mares sont limitées par la présence de formations à dominante argileuse en surface de faible perméabilité, limitant ainsi les échanges de sub-surfaces (cf. chapitre D.2 « l'hydrogéologie » p.13-14 de la pièce C de l'état initial du dossier de l'aéroport et chapitre 2.2 du dossier de la desserte routière).

Les apports en eau des nappes se font par ruissellement de surface et par drainage hypodermique. Les seuls liens éventuels avec les cours d'eau ne peuvent se faire que par débordement des mares en période de hautes eaux. Les liens mares/cours d'eau sont inexistants en période d'étiage.

1.1.7. Détailler les modalités de caractérisation du régime hydrologique des cours d'eau impactés. Les périodes et linéaires d'à sec des cours d'eau ont-ils été analysés ? Un complément à ces informations La caractérisation du régime hydrologique des cours d'eau a été réalisée par extrapolation des débits spécifiques (l/s/km²) mesurés sur les stations de jaugeage en service depuis plusieurs années sur des bassins versants proches et de même configuration.

Les cours d'eau concernés par le projet ne sont pas instrumentés et il était nécessaire de disposer, outre des débits d'étiage, d'estimations relatives au module et aux débits de hautes eaux.

Les reconnaissances de terrains réalisées en cours d'étude (printemps/été 2011) ont permis de caractériser les écoulements des cours d'eau à ces périodes.

Ces observations montrent les tendances à l'assec de ces têtes de bassin versant. Les reprises d'écoulement locales peuvent cependant traduire des drainages préférentiels de la nappe superficielle.

Suite à une recommandation de la commission d'enquête (Cf. Annexes), il est prévu un suivi piézométrique des connexions entre la nappe superficielle et les cours d'eau, avant travaux, en phase travaux et pendant 5 ans après la mise en service. Une corrélation sera effectuée avec la pluviométrie, les observations d'assez et les résultats du réseau « ONDE » (Observatoire National Des Etiages) mis en place par l'ONEMA à l'échelle du département de Loire Atlantique.

1.1.8. Selon vous, est-ce plutôt les ZH ou les nappes qui jouent le rôle de soutien d'étiage ? En effet, compte tenu de la description du milieu fournie, il semble peu probable que le soutien d'étiage du débit des cours d'eau soit effectué par le niveau d'altérites peu perméables qui sert de support aux ZH, mais plutôt par la nappe située dans les schistes fissurés sous-jacents. Est-ce le cas ? Si oui, une reconnaissance a-t-elle été conduite sur le fonctionnement de cette nappe, sur la façon dont elle est drainée par les cours d'eau, et sur l'impact des travaux sur ce fonctionnement ?

En raison de la profondeur (50 à 70 m) de l'aquifère des schistes sains, les cours d'eau ne sont généralement pas en relation directe avec cette nappe comme décrit dans le chapitre D.2 du dossier de l'aéroport et dans le chapitre 2.2.3. du dossier de la desserte routière (page 26).

Dans le cadre des études réalisées, seules les données issues des travaux de forage réalisés sur la commune de Fay-de-Bretagne par le Conseil général de la Loire-Atlantique en 2002 sur le site du circuit automobile étaient disponibles. Cf. annexe: « Fay de Bretagne – Forage d'eau 0451-5x-003 – Rapport de fin de travaux – Frédéric FAISSOLLE, CG 44, 2002 ».

L'alimentation des cours d'eau est en réalité assurée par la nappe perchée des altérites. Cette réalimentation est principalement assurée de manière diffuse par les zones humides connectées aux cours d'eau. Ce rôle de régulation hydraulique a justifié le classement de ces zones humides connectées au cours d'eau avec un fort niveau d'enjeu pour la fonction de soutien d'étiage.

Pour cette même fonction, les zones humides de plateau ont quant à elles été affectées d'un niveau d'enjeu plus faible en raison de leur éloignement par rapport au lit mineur des cours d'eau et de contextes locaux peu favorables (faible perméabilité des sols induisant des écoulements subhorizontaux peu soutenus, nappe peu productive et particulièrement réactive à la pluviométrie). Les niveaux d'enjeux pour la fonctionnalité de régulation des débits en période d'étiage des zones humides de plateau ont ainsi été qualifiés de faibles (voire nuls pour les secteurs drainés). La réalimentation des cours d'eau à partir des zones humides connectées est principalement efficace en période printanière, lorsque les ruissellements de surface se tarissent progressivement et avant que le niveau de nappe ne se trouve sous le niveau du lit des cours d'eau.

1.1.9. Comment avez-vous évalué la qualité actuelle des eaux produites par ces cours d'eau de tête de bassin ? Comment s'établit la qualité moyenne des cours d'eau en regard des cours d'eau similaires du Grand Ouest ?

Comme signalé à la réponse 1.1.1., la qualité initiale des eaux a été évaluée à partir des données de l'état initial de 2010 (5 stations de prélèvements).

Conformément aux Engagements de l'Etat, un suivi spécifique de la qualité des eaux a débuté en 2012. L'observatoire environnemental a réalisé une synthèse des premiers résultats disponibles. Il apparaît qu'en situation actuelle, aucun des points éloignés ne respecte l'objectif du bon état des cours d'eau.

La carte de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne présentée ci-après permet de visualiser la qualité des cours d'eau du secteur d'étude (qualité moyenne à médiocre). Les qualités ainsi observées sur la zone d'étude sont globalement similaires à celles des autres cours d'eau du département.

Bassin Loire-Bretagne

Département : LOIRE-ATLANTIQUE

Etat ou potentiel écologique et niveau de confiance de l'état

Cours d'eau

Etat	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais	Niveau de confiance de l'état
						Élevé
						Moyen
						Faible

Plans d'eau, estuaires et eaux côtières

Niveau de confiance de l'état	Etat ou potentiel écologique
Élevé (É)	Très bon (vert clair)
Moyen (M)	Bon (vert moyen)
Faible (f)	Moyen (jaune)
	Médiocre (orange)
	Mauvais (rouge)
	Information non disponible (gris)

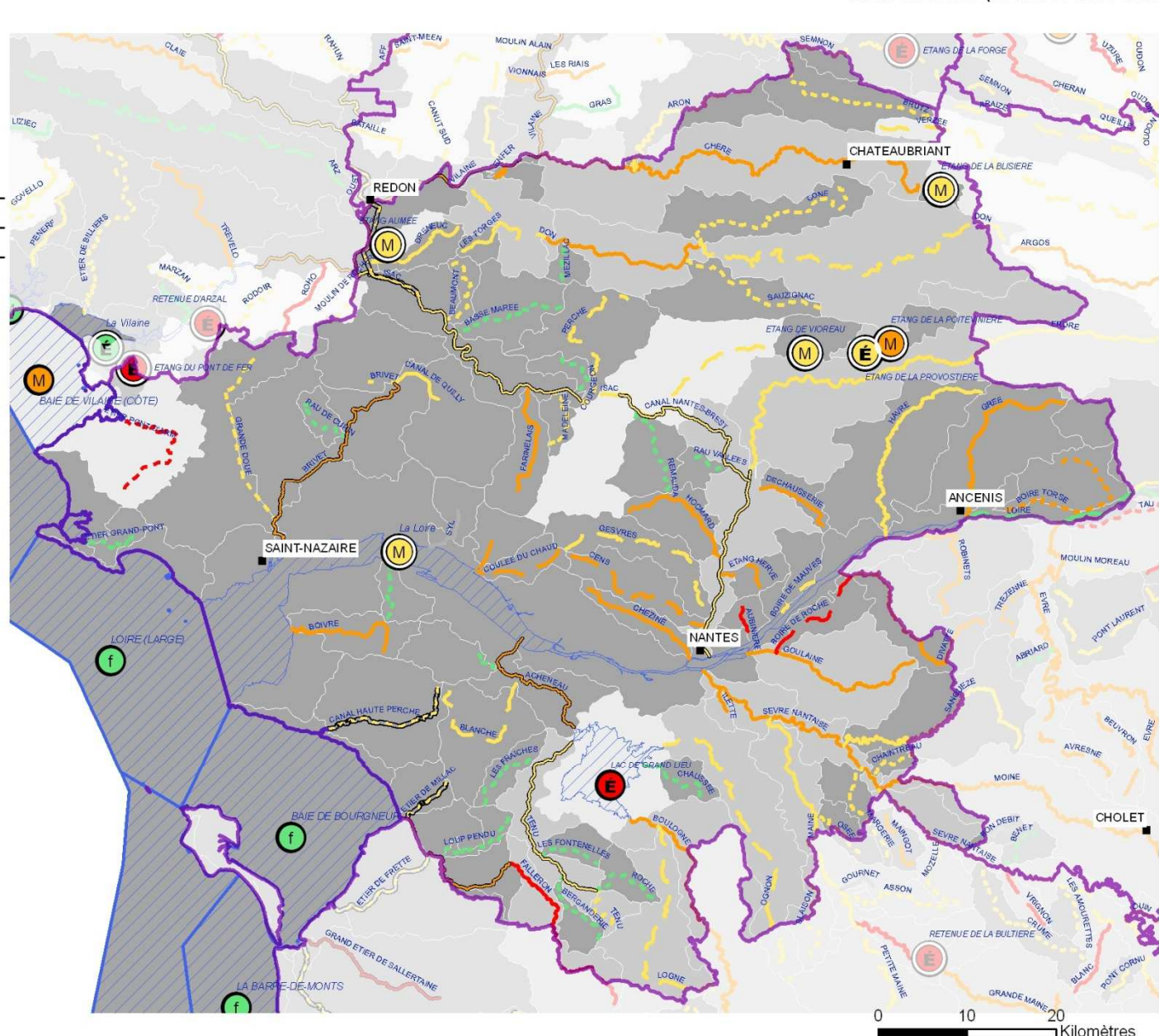
MEFM MEA	MEFM MEA
MEN	Masse d'eau surfacique

Echéances des objectifs

	2015
	2021
	2027
	objectif moins strict
■	villes principales
	limite départementale

Etat écologique 2010 des eaux de surface

Cours d'eau (données 2009-2010)
Plans d'eau (données 2006 à 2010)
Eaux littorales (données 2007 à 2010)





Cas des composantes biologiques des ZH

1.1.10. Des compléments aux inventaires initiaux sont-ils envisagés (notamment ceux demandés par le CNPN) : flore, insectes aquatiques, poissons, mammifères ...? Si oui, une réévaluation des enjeux associés aux ZH est-elle envisageable et envisagée au regard de ces nouveaux résultats ?

S'agissant de la qualité de l'état initial, AGO et la DREAL tiennent à souligner les moyens importants mis en œuvre sur un large périmètre (près de 3000 ha) pour qualifier le plus précisément possible les enjeux du périmètre impacté et ce, dans la continuité des études antérieures déjà denses (au titre de l'enquête publique de 2006 préalable à la DUP et des compléments à l'état initial de 2008 et 2010).

Les maîtres d'ouvrage rappellent que les dossiers ont été considérés comme complets et réguliers par le service instructeur le 14 mai 2012. Ils ont fait l'objet d'un avis favorable des Commissions Locales de l'Eau (CLE) du SAGE Vilaine et du SAGE Estuaire de la Loire respectivement le 3 juillet 2012 et le 11 juillet 2012. La CLE du SAGE Vilaine a notamment souligné la qualité de l'état initial réalisé. Il en est de même pour la commission d'enquête qui a jugé que le diagnostic de l'état initial est satisfaisant.

Ainsi, des compléments aux inventaires initiaux ne sont pas prévus sur les zones d'emprise des travaux du futur aéroport et de la desserte routière.

Toutefois des compléments d'expertises sur les amphibiens ont été réalisés au sein des enveloppes de compensation, en vue des opérations de transferts.

Concernant les amphibiens, AGO et la DREAL ont lancé en 2012 une mission ayant pour objectif la réalisation d'expertises au sein de 250 points d'eau situés dans les enveloppes de compensation, pour ensuite définir les secteurs ou points d'eau les plus favorables à la création de mares ou au déplacement d'individus.

En préparation des opérations de transplantation du flutreau nageant, AGO a lancé en 2012 une mission d'expertise visant à expertiser finement les 2 stations présentes sur le site, à suivre les 6 mares situées proximité de la zone de travaux et à rechercher des mares favorables au transfert dans la zone Nord-est.

1.1.11. Préciser l'approche phytosociologique qui a conduit à l'identification des habitats CORINE Biotopes ; si des relevés ont été réalisés à cet effet et sont disponibles pour préciser les cortèges floristiques des habitats identifiés, serait-il possible de les recevoir ?

Dans un premier temps, un relevé de la composition floristique des secteurs présentant une végétation homogène a été effectué sur le terrain. Puis, en se basant sur les espèces végétales caractéristiques de chaque groupement phytosociologique, les habitats naturels ont ainsi été déterminés selon la typologie CORINE Biotopes.

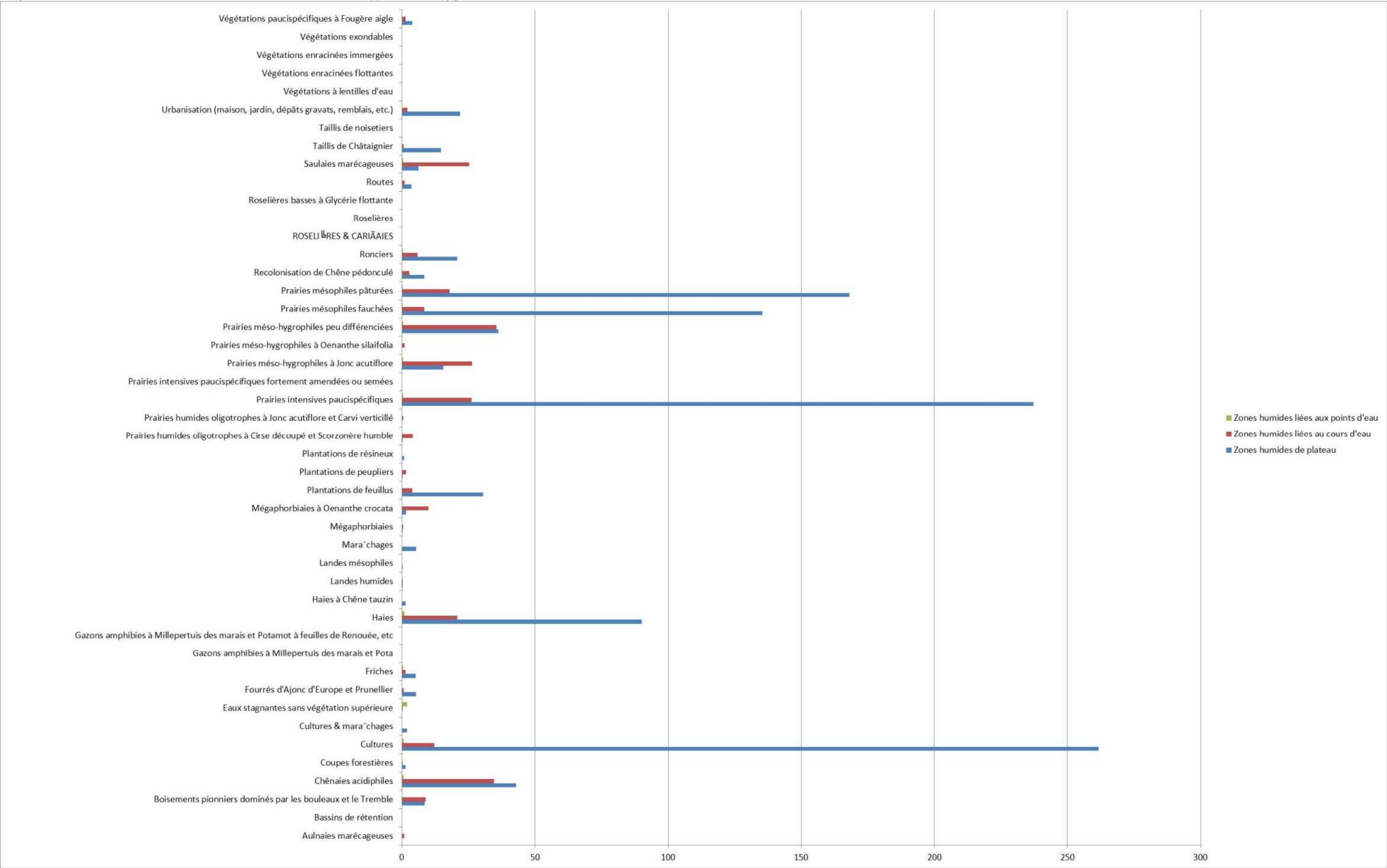
Chaque habitat élémentaire identifié a fait l'objet d'un relevé phytosociologique présenté en annexe.

1.1.12. Indiquer la proportion des différents habitats naturels élémentaires par grands types de ZH. Les variations de richesse biocénotique (au moins floristique) et de l'état de conservation (au sens de la directive HFF) de ces habitats dans la zone de projet ont-elles été caractérisées, de même que leurs relations avec les paramètres édapho-climatiques et les pratiques agricoles ?

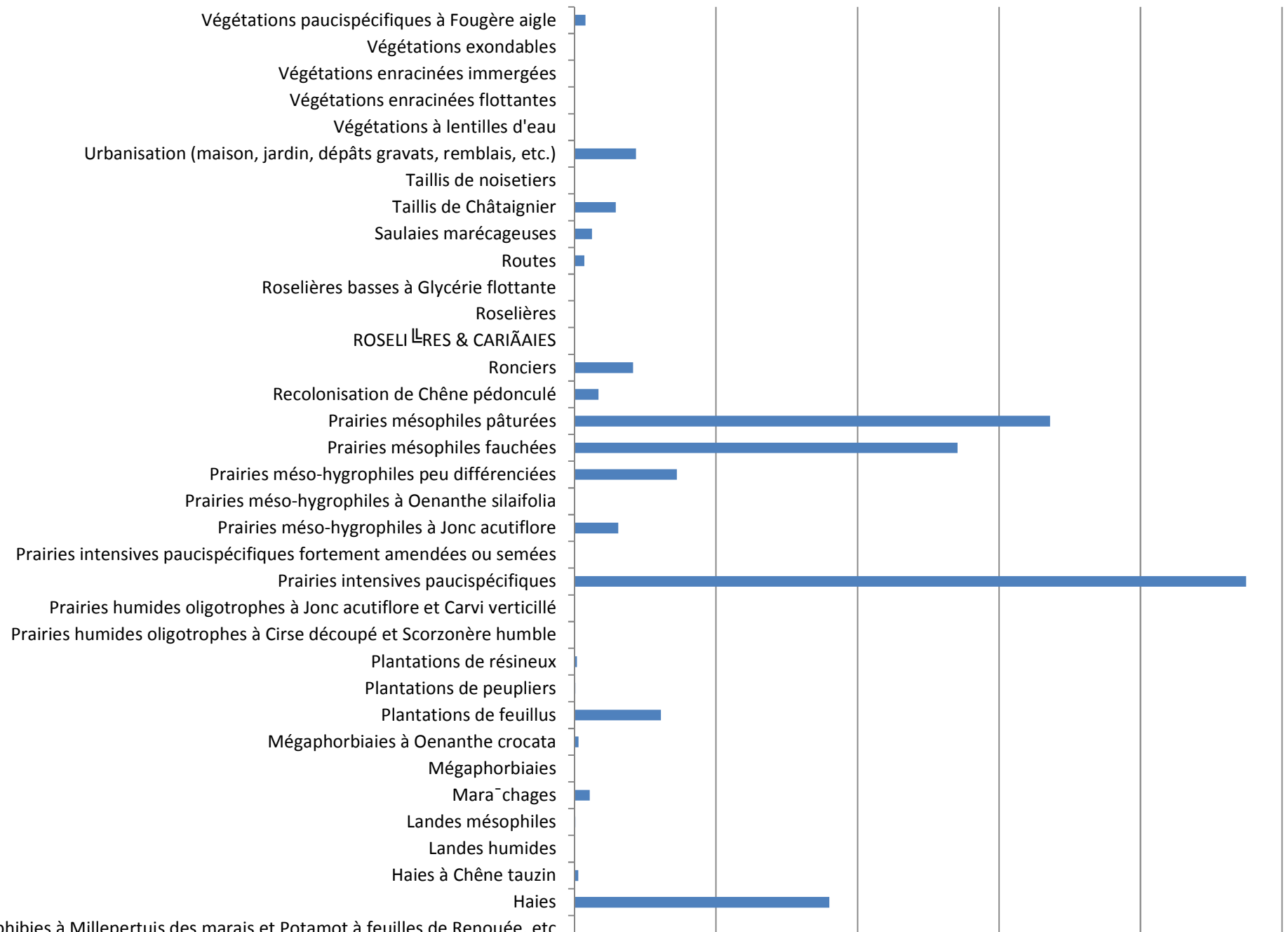
La proportion des habitats naturels élémentaires par grands type de ZH est présentée au sein des graphiques suivants.

Concernant les variations de richesse biocénotique (au moins floristique) et de l'état de conservation (au sens de la directive HFF) de ces habitats dans la zone de projet, les maîtres d'ouvrages ne disposent de données.

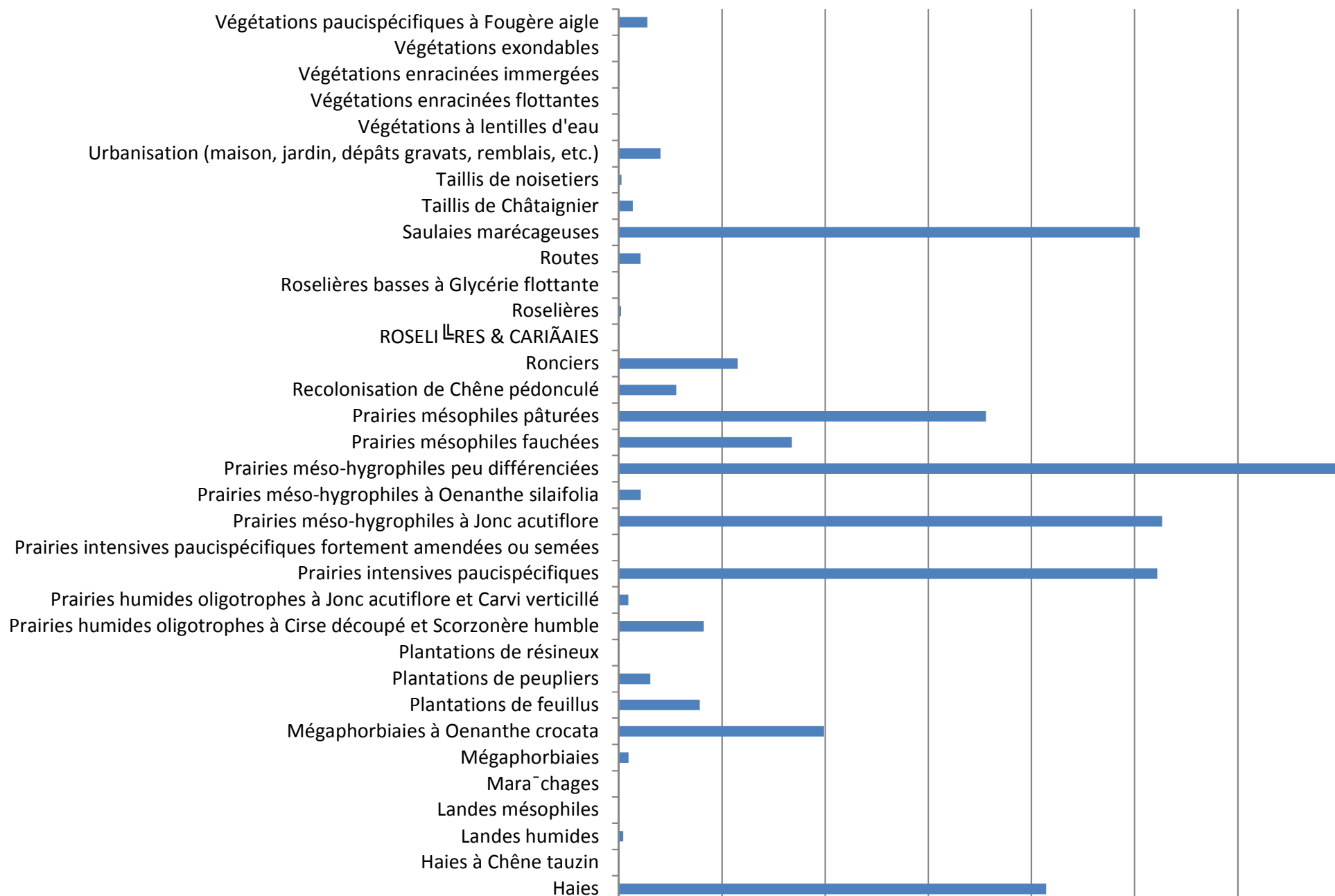
Répartition des habitats naturels au sein des différents types de zones humides



Habitats naturels au sein des zones humides de plateau (en ha)

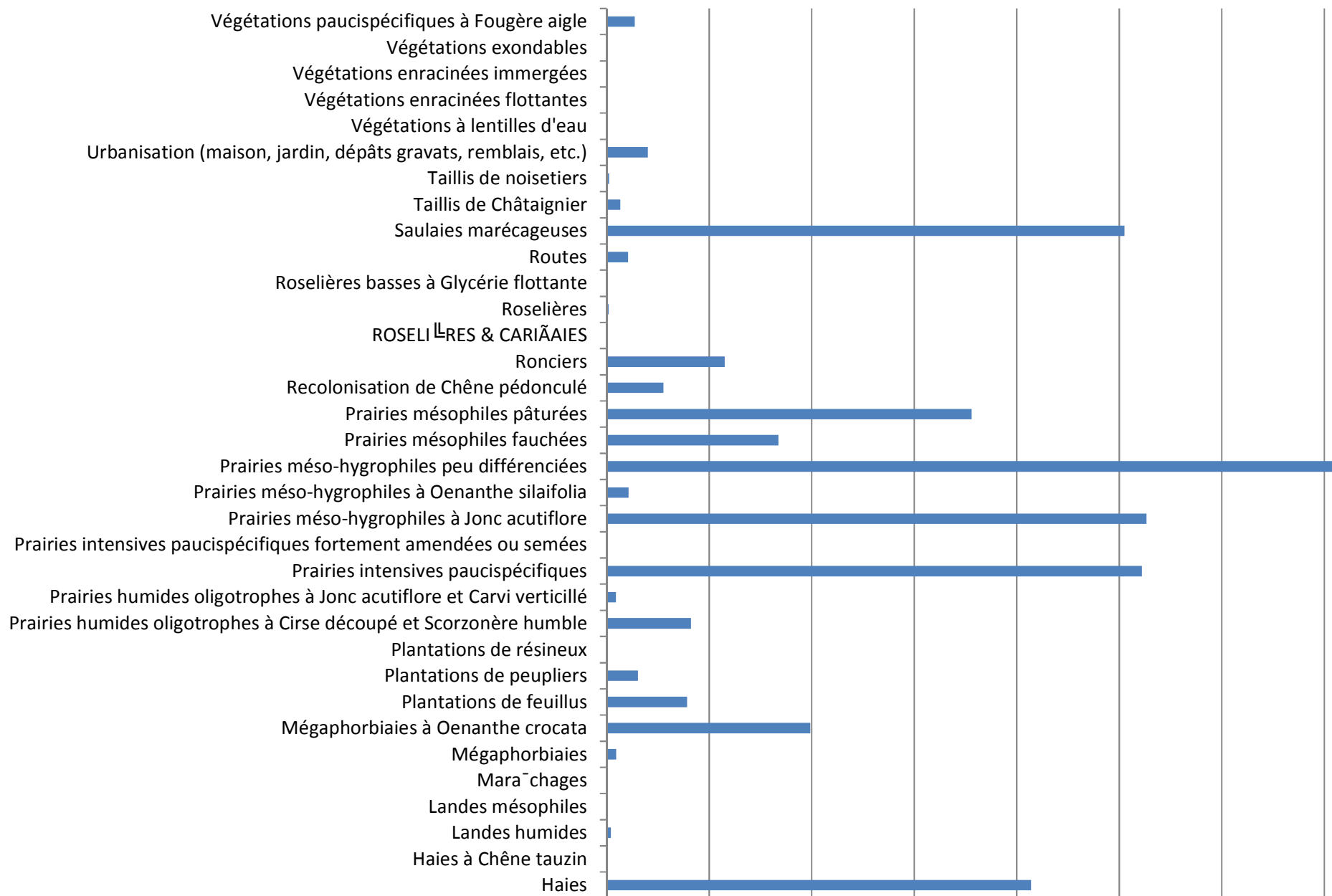


Habitats naturels au sein des zones humides liées au cours d'eau (en ha)



Gazons amphibies à Millonportuis des marais et Potamogeton à feuilles de Renouée, etc.

Habitats naturels au sein des zones humides liées aux points d'eau (en ha)



Fonctionnalités et enjeux associés aux ZH

1.1.13. Quels rôles les ZH de plateau ont-elles sur le régime hydrologique des ruisseaux de tête de bassin versant situés dans l'emprise des deux projets ?

Les zones humides de plateau ont été caractérisées pour la quasi-totalité d'entre elles au regard des paramètres pédologiques.

La nappe superficielle est susceptible d'être sub-affleurante en période hivernale. La battance de la nappe caractérise un sol hydromorphe sans que les liens entre les zones humides de plateau et les cours d'eau soient avérés.

Le rôle des zones humides dans l'alimentation des cours d'eau est détaillé à la réponse 1.1.8.

1.1.14. Indiquer les critères et sources bibliographiques qui ont conduit à établir la liste et les classes d'enjeux physiques associés à chaque type de ZH ;

La méthodologie ayant conduit à l'établissement de la liste et des classes d'enjeux physiques associés à chaque type de zone humide est présentée aux chapitres suivants :

- ✓ DLE Plateforme Futur aéroport du Grand Ouest – Pièce C – chapitre L.3.1 et L.3.2 p.121 à 127.
- ✓ DLE Desserte routière du Futur aéroport du Grand Ouest – chapitre 2.7.2.1 et 2.7.2.2 p.99 à 107

La liste et les classes des enjeux ont été principalement établies à l'aide de la fiche d'aide à lecture de la disposition 8B2 du SDAGE jointe en annexe (Secrétariat technique du bassin Loire-Bretagne, 14p) et des sources bibliographiques suivantes :

- ✓ BAUDOT B., ND. - Les zones humides et la ressource en eau : guide technique inter-agences. - Paris : Ministère de l'écologie, Les agences de l'eau. Classeur non paginé (études sur l'eau n° 89).
- ✓ FUSTEC E., LEFEUVRE JC. et coll. – Fonctions et valeurs des zones humides, Dunod, Paris, 2000, 426 p

Sur cette base, le groupe de travail local a travaillé à l'adaptation de certains niveaux d'enjeux « théoriques » au contexte du site, en fonction des connaissances des différents experts de la zone d'étude et de son hydrogéologie.

1.1.15. Indiquer pourquoi le choix de deux critères uniquement (typicité des habitats humides et habitats de reproduction « amphibiens ») a été effectué pour évaluer les enjeux biologiques associés aux ZH. Préciser les sources bibliographiques qui ont amené à effectuer ce choix. Clarifier la notion de « typicité des ZH » : définition, critères d'évaluation de chaque habitat, sources bibliographiques, etc. Préciser pourquoi l'évaluation de la capacité d'accueil des ZH pour la faune a été ciblée sur le groupe des amphibiens uniquement, d'autres groupes d'espèces étant tout autant inféodés aux ZH et pourquoi la zone tampon autour des mares est limitée à 100 m ;

Le niveau d'enjeu de la fonction biodiversité des zones humides est défini selon 2 critères :

- ✓ Le critère « habitat naturel »
- ✓ Le critère « espèces présentes ».

S'agissant spécifiquement du critère « habitat naturel », celui-ci a été évalué sur la base de 2 sous critères :

- ✓ **La typicité des habitats naturels** en tant que zone humide, évaluée selon le cortège de végétation présent ;
- ✓ **La capacité d'accueil pour les espèces animales** présentes ou potentiellement présentes inféodées aux zones humides : odonates (dont l'Agrion de Mercure, l'Orthétrum bleuissant), lépidoptères (dont le Damier de la Succise, le Sphinx de l'Epilobe), orthoptères (dont le Conocéphale des roseaux, le Criquet ensanglanté, le Criquet vert échine) amphibiens, reptiles (dont le Lézard vivipare, la Couleuvre à collier), oiseaux (dont le Cisticole des joncs) et chiroptères (dont le Murin de Daubenton) ;

En France, aucun cadre méthodologique national d'évaluation de la fonctionnalité des zones humides n'a encore été proposé et l'analyse critique de méthodes « standardisées » appliquées à l'étranger est encore en cours (MNHN). Le choix des critères utilisés est basé sur des ressources bibliographiques en pièce jointe générales de connaissance du fonctionnement des zones humides, des habitats naturels et des exigences écologiques des espèces rencontrés dans ce type de milieu.

Définition de la « typicité des zones humides » pour la qualification du critère habitat naturel

La typicité des habitats naturels et leur capacité d'accueil d'une faune et d'une flore inféodées aux zones humides ont été croisées pour aboutir à un coefficient final de « typicité zone humide ».

Cette notion représente la capacité d'une zone réputée humide selon les paramètres physiques à présenter un cortège floristique adapté à ces paramètres (habitats naturels composés d'une végétation hygrophile). La présence d'espèces animales inféodées aux zones humides dépend en grande partie de celle d'un cortège végétal caractéristique de zone humide.

Le tableau ci-dessous présente les critères de hiérarchisation de la typicité des habitats naturels en tant que zone humide :

Niveau de typicité de l'habitat naturel en tant que zone humide	Critères de hiérarchisation utilisés
Habitats naturels très typiques de zone humide	Il s'agit des habitats identifiés sur l'aire d'étude considérés comme caractéristiques de zone humide dans la liste de l'annexe II de l'arrêté du 24 juin 2008 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement.
Habitats naturels partiellement typiques de zone humide	Il s'agit des habitats aquatiques identifiés sur l'aire d'étude considérés comme « pro parte » dans la liste de l'annexe 2.
Habitats naturels très peu caractéristiques de zone humide	Il s'agit des habitats terrestres identifiés sur l'aire d'étude considérés comme « pro parte » dans la liste de l'annexe 2
Habitats non typiques de zones humides	Il s'agit des zones urbanisées et des routes

Le tableau ci-dessous présente les critères de hiérarchisation de la capacité d'accueil des habitats naturels pour les espèces inféodées aux zones humides et connues sur l'aire d'étude.

Habitats naturels identifiés dans l'aire d'étude	Odonates	Lépidoptères	Orthoptères	Amphibiens	Reptiles	Oiseaux (Cisticole des joncs)	Chiroptères (Murin de Daubenton)	Capacité d'accueil finale
Gazons amphibies à Millepertuis des marais et Potamot à feuilles de Renouée	Milieu de vie pour la phase larvaire Zone de reproduction et d'alimentation pour les adultes			Milieu de vie pour la phase larvaire Zone de reproduction et d'alimentation pour les adultes	Milieu de vie de la Couleuvre à collier		Zone d'alimentation pour le Murin de Daubenton	Capacité d'accueil forte
Végétations enracinées flottantes	Milieu de vie pour la phase larvaire Zone de reproduction et d'alimentation pour les adultes			Milieu de vie pour la phase larvaire Zone de reproduction et d'alimentation pour les adultes	Milieu de vie de la Couleuvre à collier		Zone d'alimentation pour le Murin de Daubenton	Capacité d'accueil forte
Roselières basses à Glycérie flottante	Milieu de vie pour la phase larvaire Zone de reproduction et d'alimentation pour les adultes			Milieu de vie pour la phase larvaire Zone de reproduction et d'alimentation pour les adultes	Milieu de vie de la Couleuvre à collier		Zone d'alimentation pour le Murin de Daubenton	Capacité d'accueil forte
Roselières	Zone d'alimentation pour les adultes		Milieu de vie pour le Conocéphale des roseaux, le Criquet ensanglanté	Zone d'alimentation pour les adultes	Milieu de vie de la Couleuvre à collier	Milieu de vie du Cisticole des joncs		Capacité d'accueil forte
Prairies méso-hygrophiles peu différenciées	Zone d'alimentation pour les adultes	Habitat favorable au développement des plantes hôtes du Damier de la Succise ou du Sphinx de l'Epilobe	Milieu de vie pour le Conocéphale des roseaux, le Criquet ensanglanté	Zone d'alimentation pour les adultes	Milieu de vie du Lézard vivipare, de la Couleuvre à collier	Milieu de vie du Cisticole des joncs		Capacité d'accueil forte
Prairies méso-hygrophiles à Jonc acutiflore	Zone d'alimentation pour les adultes	Habitat favorable au développement des plantes hôtes du Damier de la Succise ou du Sphinx de l'Epilobe	Milieu de vie pour le Conocéphale des roseaux, le Criquet ensanglanté	Zone d'alimentation pour les adultes	Milieu de vie du Lézard vivipare, de la Couleuvre à collier	Milieu de vie du Cisticole des joncs		Capacité d'accueil forte
Mégaphorbiaies à Oenanthe crocata	Zone d'alimentation pour les adultes	Habitat favorable au développement des plantes hôtes du Sphinx de l'Epilobe	Milieu de vie pour le Conocéphale des roseaux, le Criquet ensanglanté	Zone d'alimentation pour les adultes	Milieu de vie du Lézard vivipare, de la Couleuvre à collier	Milieu de vie du Cisticole des joncs		Capacité d'accueil forte
Prairies humides oligotrophes à Cirse découpé et Scorzonère humble	Zone d'alimentation pour les adultes	Habitat favorable au développement des plantes hôtes du Damier de la Succise ou du Sphinx de l'Epilobe	Milieu de vie pour le Conocéphale des roseaux, le Criquet ensanglanté	Zone d'alimentation pour les adultes	Milieu de vie du Lézard vivipare, de la Couleuvre à collier	Milieu de vie du Cisticole des joncs		Capacité d'accueil forte
Aulnaies marécageuses				Milieu de vie pour la phase larvaire (si présence d'eau stagnante sur une période prolongée) Zone d'alimentation pour les adultes, zone de reproduction (si présence d'eau stagnante sur une période prolongée)	Milieu de vie du Lézard vivipare, de la Couleuvre à collier			Capacité d'accueil forte
Landes humides	Zone d'alimentation pour les adultes			Zone d'alimentation pour les adultes	Milieu de vie du Lézard vivipare, de la Couleuvre à collier			Capacité d'accueil forte

Habitats naturels identifiés dans l'aire d'étude	Odonates	Lépidoptères	Orthoptères	Amphibiens	Reptiles	Oiseaux (Cisticole des joncs)	Chiroptères (Murin de Daubenton)	Capacité d'accueil finale
Saulaies marécageuses				Milieu de vie pour la phase larvaire (si présence d'eau stagnante sur une période prolongée) Zone d'alimentation pour les adultes, zone de reproduction (si présence d'eau stagnante sur une période prolongée)	Milieu de vie du Lézard vivipare, de la Couleuvre à collier			Capacité d'accueil forte
Végétations à lentille d'eau	Milieu de vie moins favorable pour la phase larvaire (absence de végétation) Zone d'alimentation pour les adultes, zone de reproduction moins favorable (absence de végétation)			Milieu de vie pour la phase larvaire Zone de reproduction et d'alimentation pour les adultes	Milieu de vie du Lézard vivipare, de la Couleuvre à collier		Zone d'alimentation pour le Murin de Daubenton	Capacité d'accueil forte
Végétations enracinées immergées	Milieu de vie pour la phase larvaire Zone de reproduction et d'alimentation pour les adultes			Milieu de vie pour la phase larvaire Zone de reproduction et d'alimentation pour les adultes	Milieu de vie de la Couleuvre à collier		Zone d'alimentation pour le Murin de Daubenton	Capacité d'accueil forte
Eaux stagnantes sans végétation supérieure	Milieu de vie moins favorable pour la phase larvaire (absence de végétation) Zone d'alimentation pour les adultes, zone de reproduction moins favorable (absence de végétation)			Milieu de vie moins favorable pour la phase larvaire (absence de végétation) Zone d'alimentation pour les adultes, zone de reproduction moins favorable (absence de végétation)	Milieu de vie moins favorable à la Couleuvre à collier		Zone d'alimentation pour le Murin de Daubenton	Capacité d'accueil moyenne
Chênaies acidiphiles				Zone d'hivernage pour les adultes	Lisières potentiellement fréquentées par le Lézard vivipare		Présence potentielle d'arbres à cavité (mais indépendant du caractère humide)	Capacité d'accueil moyenne
Boisements pionniers dominés par le Bouleau et le Tremble				Zone d'hivernage pour les adultes	Lisières potentiellement fréquentées par le Lézard vivipare			Capacité d'accueil moyenne
Recolonisation de Chêne pédonculé				Zone d'hivernage pour les adultes	Lisières potentiellement fréquentées par le Lézard vivipare			Capacité d'accueil moyenne
Haies (dont haies à Chêne tauzin)				Zone d'hivernage pour les adultes	Lisières potentiellement fréquentées par le Lézard vivipare		Présence potentielle d'arbres à cavité (mais indépendant du caractère humide)	Capacité d'accueil moyenne
Prairies mésophiles fauchées	Zone d'alimentation pour les adultes			Zone d'alimentation pour les adultes	Lisières potentiellement fréquentées par le Lézard vivipare			Capacité d'accueil moyenne

Habitats naturels identifiés dans l'aire d'étude	Odonates	Lépidoptères	Orthoptères	Amphibiens	Reptiles	Oiseaux (Cisticole des joncs)	Chiroptères (Murin de Daubenton)	Capacité d'accueil finale
Prairies mésophiles pâturées	Zone d'alimentation pour les adultes			Zone d'alimentation pour les adultes	Lisières potentiellement fréquentés par le Lézard vivipare			Capacité d'accueil moyenne
Friches	Zone d'alimentation pour les adultes			Zone d'alimentation pour les adultes	Milieus potentiellement fréquentés par le Lézard vivipare, la Couleuvre à collier			Capacité d'accueil moyenne
Coupes forestières								Capacité d'accueil faible
Plantations de peupliers								Capacité d'accueil faible
Plantations de résineux								Capacité d'accueil faible
Plantations de feuillus								Capacité d'accueil faible
Taillis de Châtaignier								Capacité d'accueil faible
Fourrés d'Ajonc d'Europe et Prunellier								Capacité d'accueil faible
Végétations paucispécifiques à Fougère aigle								Capacité d'accueil faible
Ronciers								Capacité d'accueil faible
Prairies intensives paucispécifiques								Capacité d'accueil faible
Maraîchages								Capacité d'accueil faible
Cultures								Capacité d'accueil faible
Urbanisation et routes								Aucune capacité d'accueil

Le tableau ci-dessous présente le croisement de ces deux analyses et le coefficient final de « typicité zone humide » associé.

Habitat identifié sur l'aire d'étude	Typicité de l'habitat naturel en tant que zone humide (fonction du cortège de végétation)	Capacité d'accueil pour les espèces animales inféodées aux zones humides	Coefficient final de « typicité zone humide »
Gazons amphibies à Millepertuis des marais et Potamot à feuilles de Renouée	Habitats naturels très typiques de zone humide	Capacité d'accueil forte	3
Végétations enracinées flottantes	Habitats naturels très typiques de zone humide	Capacité d'accueil forte	3
Roselières basses à Glycérie flottante	Habitats naturels très typiques de zone humide	Capacité d'accueil forte	3
Roselières	Habitats naturels très typiques de zone humide	Capacité d'accueil forte	3
Prairies méso-hygrophiles peu différenciées	Habitats naturels très typiques de zone humide	Capacité d'accueil forte	3
Prairies méso-hygrophiles à Jonc acutiflore	Habitats naturels très typiques de zone humide	Capacité d'accueil forte	3
Mégaphorbiaies à Oenanthe crocata	Habitats naturels très typiques de zone humide	Capacité d'accueil forte	3
Prairies humides oligotrophes à Cirse découpé et Scorzonère humble	Habitats naturels très typiques de zone humide	Capacité d'accueil forte	3
Aulnaies marécageuses	Habitats naturels très typiques de zone humide	Capacité d'accueil forte	3
Landes humides	Habitats naturels très typiques de zone humide	Capacité d'accueil forte	3
Saulaies marécageuses	Habitats naturels très typiques de zone humide	Capacité d'accueil forte	3
Végétations à lentille d'eau	Habitats naturels partiellement typiques des zones humides	Capacité d'accueil forte	3
Végétations enracinées immergées	Habitats naturels partiellement typiques des zones humides	Capacité d'accueil forte	3
Eaux stagnantes sans végétation supérieure	Habitats naturels partiellement typiques des zones humides	Capacité d'accueil moyenne du fait de l'absence de végétation	2
Chênaies acidiphiles	Habitats naturels très peu caractéristiques des zones humides	Capacité d'accueil moyenne	
Boisements pionniers dominés par le Bouleau et le Tremble	Habitats naturels très peu caractéristiques des zones humides	Capacité d'accueil moyenne	
Recolonisation de Chêne pédonculé	Habitats naturels très peu caractéristiques des zones humides	Capacité d'accueil moyenne	2
Haies (dont haies à Chêne tauzin)	Habitats naturels très peu caractéristiques des zones humides	Capacité d'accueil moyenne	2
Prairies mésophiles fauchées	Habitats naturels très peu caractéristiques des zones humides	Capacité d'accueil moyenne	2
Prairies mésophiles pâturées	Habitats naturels très peu caractéristiques des zones humides	Capacité d'accueil moyenne	2
Friches	Habitats naturels très peu caractéristiques des zones humides	Capacité d'accueil moyenne	2
Coupes forestières	Habitats naturels très peu caractéristiques des zones humides	Capacité d'accueil faible	1
Plantations de peupliers	Habitats naturels très peu caractéristiques des zones humides	Capacité d'accueil faible	1
Plantations de résineux	Habitats naturels très peu caractéristiques des zones humides	Capacité d'accueil faible	1
Plantations de feuillus	Habitats naturels très peu caractéristiques des zones humides	Capacité d'accueil faible	1
Taillis de Châtaignier	Habitats naturels très peu caractéristiques des zones humides	Capacité d'accueil faible	1
Fourrés d'Ajonc d'Europe et Prunellier	Habitats naturels très peu caractéristiques des zones humides	Capacité d'accueil faible	1
Végétations paucispécifiques à Fougère aigle	Habitats naturels très peu caractéristiques des zones humides	Capacité d'accueil faible	1
Ronciers	Habitats naturels très peu caractéristiques des zones humides	Capacité d'accueil faible	1
Prairies intensives paucispécifiques	Habitats naturels très peu caractéristiques des zones humides	Capacité d'accueil faible	1
Maraîchages	Habitats naturels très peu caractéristiques des zones humides	Capacité d'accueil faible	1
Cultures	Habitats naturels très peu caractéristiques des zones humides	Capacité d'accueil faible	1
Urbanisation et routes	Habitats non typiques de zones humides	Aucune capacité d'accueil	0

Une analyse des rayons de dispersion a été pris en compte au sein du critère « espèces présentes ».

La zone tampon de 100 mètres autour des mares a permis l'identification des complexes fonctionnels théoriques utilisés pendant la période de reproduction (ou lors des migrations journalières). En effet, la distance théorique moyenne de déplacement journalier des espèces d'amphibiens pendant la période de reproduction a été évaluée à 100 m. Cette distance est basée sur les données concernant les espèces les moins mobiles (tritons, notamment Triton crêté – D'après Miaud, 1990 ; Kupfer et Kneitz, 2000 ; Jehle, 2000).

De plus les complexes fonctionnels utilisés pour l'hivernage (ou lors des migrations saisonnières) ont également été pris en compte dans l'analyse. La distance théorique maximale « classique », pour les différentes espèces rencontrées, de migration saisonnière a été évaluée à 250 m, en se basant principalement sur le Triton crêté (d'après Miaud, 1990 ; Willockx, 1991 ; Kupfer et Kneitz, 2000 ; Jehle, 2000), la Salamandre tachetée (Denoël, 1996b) ou la Grenouille agile (Lodé, 1993, ACEMAV, 2003). Enfin, un rayon de 900m correspondant à une distance de migration annuelle acceptable pour la majorité des espèces à capacité de dispersion assez importante est pris en compte. Cette analyse est détaillée au chapitre L.3.3.1.2 du dossier de l'aéroport et au chapitre 2.7.2.3.2.2 du dossier de la desserte routière.

1.1.16. Les fonctionnalités physiques et biologiques liées à la mosaïque d'habitats naturels que constitue l'ensemble ZH/haies/mares ont-elles été évaluées (notamment leurs rôles hydrologiques et de corridor écologique) ? Idem pour les services rendus à la société par ce système bocager (protection contre les inondations et les processus d'érosion, maintien d'une bonne qualité physico-chimique de l'eau, diversité et qualité du paysage, etc.). Ces fonctionnalités et services rendus ont-ils participé à l'évaluation des enjeux physiques et biologiques associés aux ZH situées au droit des deux projets et en aval ? Si oui, préciser comment.

Afin d'évaluer les enjeux associés aux zones humides sur le volet biodiversité, le sous critère « espèces présentes » tient compte de l'organisation fonctionnelle en réseau des mares et de son intégration au sein des zones humides (cf réponse à la question 1.1.15).

Chaque élément du territoire tel que les haies, les boisements et les friches ont été pris en compte pour évaluer d'une part l'enjeu hydrologique des zones humides du site et d'autre part la typicité des habitats naturels en tant que zone humide sur le volet biodiversité. Ainsi, la mosaïque de milieux et les fonctionnalités associées ont été prises en considération dans l'évaluation des enjeux.

Les services rendus tels que la régulation qualitative et quantitative sont en réalité intégrés à l'analyse de chaque fonctionnalité hydrologique (régulation des débits de crue : enjeu faible à nul/régulation des nutriments : enjeu faible à fort...). S'agissant de la qualité du paysage, cet item ne relève pas spécifiquement d'un dossier d'incidences au titre de la Loi sur l'eau.

1.1.17. La notion de « patrimonialité » de ce paysage bocager est-elle prise en compte dans l'évaluation des enjeux environnementaux associés au site ?

L'analyse de la « patrimonialité » du paysage bocager n'a pas été menée dans le cadre des dossiers loi sur l'eau étant donné qu'elle ne relève pas des objectifs en matière d'évaluation des incidences au titre de la loi sur l'eau.

1.2 Evaluation des impacts résiduels du projet sur les ZH et des besoins compensatoires

1.2.1. Parmi les impacts pris en compte pour évaluer les besoins compensatoires, les deux dossiers évoquent : (1) la destruction par artificialisation ; (2) l'altération par assèchement et/ou rabattement de l'aquifère ; et (3) les risques d'altération de la qualité des milieux et de destruction des individus en lien avec les travaux, lors de la reconstitution des talwegs notamment. D'autres impacts, qui nous auraient échappés dans les deux dossiers, ont-ils été pris en compte et quantifiés ? Si oui, préciser lesquels en distinguant les impacts sur les composantes et fonctionnalités physiques des ZH, de ceux relatifs aux composantes et fonctionnalités biologiques.

Il y a bien trois types d'impact comme décrit au chapitre G.2 (« Effets prévisibles ») de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport et au chapitre 4.3.1 du dossier loi sur l'eau de la desserte routière (pages 156-158).

En complément, il existe un risque d'altération des mares situées à proximité immédiate des emprises de travaux, au cours de la phase travaux. A cet effet, pour les mares concernées, un balisage spécifique sera installé avant les travaux et un suivi annuel des populations d'amphibiens est mis en place pendant la durée des travaux et pendant 2 ans après la mise en service.

1.2.2. Sachant que la disposition 8B-2 du SDAGE évoque la compensation des impacts engendrant uniquement une « destruction » de ZH, tous les impacts du projet sur les ZH doivent-ils, selon vous, être comptabilisés pour évaluer les besoins compensatoires ? Si non, quels impacts engendrent selon vous une « destruction » de ZH ou une « altération sans obligation de compensation » ?

La disposition 8B-2 du SDAGE Loire-Bretagne prévoit que « dès lors que la mise en œuvre d'un projet conduit, sans alternative avérée, à la disparition de zones humides, les mesures compensatoires proposées par le maître d'ouvrage doivent prévoir, dans le même bassin versant, la création ou la restauration de zones humides équivalentes sur le plan fonctionnel et de la qualité de la biodiversité. A défaut, la compensation porte sur une surface égale à au moins 200 % de la surface supprimée. La gestion et l'entretien de ces zones humides doivent être garantis à long terme ».

Les impacts pris en compte dans le dossier loi sur l'eau (et intégrés à l'évaluation du besoin compensatoire) relèvent en très grande majorité d'impact par destruction directe (zones sous aménagements). Les impacts indirects au niveau du rabattement de nappe (en dehors des emprises de la desserte routière) ont également été intégrés car ceux-ci peuvent conduire à la disparition de zones humides par assèchement ou dégradation du cortège floristique caractéristique. Concernant l'aéroport, le rabattement reste circonscrit à la zone travaux.

Cas des composantes physiques des ZH

1.2.3. Préciser les modalités de calcul des rabattements de nappe dans la partie en déblais des pistes et justifier le choix de la formule de Dupuit en symétrie radiale, alors qu'il s'agit d'un ouvrage de géométrie longitudinale ; s'agit-il de la nappe des altérites ou de celle des schistes fissurés ?

L'aquifère concerné par la réalisation des déblais de l'aéroport et de la desserte routière est celui des altérites de sub-surface, l'aquifère des schistes sains étant plus profond (entre 50 et 70 mètres).

La modélisation des rabattements proposée dans l'étude hydrogéologique des déblais de la desserte routière réalisée par le LRPC d'Angers s'appuie sur les hypothèses de Dupuit-Forchheimer. Pour la définition du rabattement de la nappe, l'approche simplifiée de Dupuit peut s'appliquer suivant deux configurations :

- ✓ modèle "nappe cylindrique" : cas d'un écoulement linéaire vers une tranchée ou un canal (écoulement dans un plan vertical perpendiculaire à la tranchée) ;
- ✓ modèle "nappe à filets convergents" : écoulement vers un puits ou un ouvrage ponctuel (bassin rectangulaire par exemple) = formule de Dupuit "classique".

En théorie, le modèle "nappe cylindrique" (linéaire) est le plus proche de l'effet du drainage dans les déblais. Toutefois, il ne tient pas compte de la largeur de la plate-forme drainée qui, dans le cas présent, est sensiblement plus importante que la hauteur d'eau rabattue (de l'ordre de 40 m pour 2 à 5 m) pour des longueurs de déblais comprises entre 200 et 800 m. De fait, on se trouve dans une configuration intermédiaire entre un modèle "linéaire" et un modèle "ponctuel", notamment pour les petits déblais.

Par ailleurs, le manque de données de terrain, lié aux difficultés rencontrées lors des campagnes sur site, a conduit à une précision limitée sur la connaissance des aquifères, notamment : cote du substratum étanche par déblai, variations du niveau des nappes superficielles (1 seule année de suivi) et variations des valeurs de perméabilité. Le volume de données restreint a nécessité de retenir des hypothèses de modélisation prudentes.

Or, en prenant les mêmes hypothèses d'aquifères, la comparaison des modèles "linéaire" et "ponctuel" montre que ce dernier définit une zone d'influence sensiblement plus importante que le modèle "linéaire". En majorant les zones d'influence du déblai, le modèle "ponctuel" est donc plus sécuritaire.

Cette sécurité permet d'une part de prendre en compte les incertitudes du modèle de terrain et, d'autre part, d'intégrer la largeur réelle de la plateforme. Le calcul a été mené par tranches de largeur unitaire 1 m, chacune des tranches étant intégrée par profil de déblai (tous les 20 mètres).

En conclusion, le choix d'appliquer le modèle "ponctuel", bien qu'étant imparfaitement représentatif du caractère linéaire du drainage, a été retenu par défaut, en considérant que :

- ✓ il permet de mieux prendre en compte la largeur réelle la plateforme drainée, notamment compte-tenu des faibles dimensions de certains déblais (rapport longueur / largeur et faible rabattement) ;
- ✓ il tend à majorer la zone d'influence théorique du rabattement, ce qui nous semble nécessaire compte-tenu des incertitudes et du nombre limité de données de terrain accessibles.

1.2.4. Indiquer si les impacts sur les ZH situées en aval immédiat des deux projets ont-été caractérisés et quantifiés (ex : modification potentielle de leurs modalités d'alimentation en eau et de leur fonctionnement hydrologique). Si oui, les surfaces de ces ZH indirectement impactées ont-elles été quantifiées et associées au calcul des besoins compensatoires ?

Les effets prévisibles en lien avec le volet hydrologie sont analysés au chapitre G.2.2.1 (« volet hydrologie ») de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport et au chapitre 4.3.1.3.1 (page 157) du dossier loi sur l'eau de la desserte routière.

Il convient de distinguer :

- ✓ **les zones humides à l'aval immédiat des secteurs en remblai** dont l'impact est très peu probable, tant du point de vue de l'alimentation par les eaux de ruissellement que des circulations des eaux souterraines, compte tenu des caractéristiques du site (secteur en tête de bassin versant à faibles pente, faible perméabilité matériaux de sub-surface, circulation des eaux souterraines limitées en zone humide de plateau). En conséquence, il n'y a pas lieu de prendre en compte les effets indirects des remblais du projet sur les zones humides de plateau périphériques dans l'analyse des impacts résiduels et du calcul du besoin compensatoire ;
- ✓ **les zones humides à l'aval immédiat des secteurs en déblai** pour lesquelles un impact maximal a été modélisé du fait du rabattement de l'aquifère lié à la mise en place d'un drainage de la plate-forme. Pour la desserte routière, cet impact représente une surface cumulée de 34,3 ha en dehors des emprises de travaux, prise en compte dans l'analyse des impacts résiduels et du calcul du besoin compensatoire. Pour l'aéroport le périmètre maximal de rabattement de nappe est inclus dans les emprises de travaux et ne conduit pas à augmenter le besoin compensatoire.
- ✓ **les zones humides à l'aval immédiat des cours d'eau** impactés dont les caractéristiques n'ont pas vocation à évoluer, celles-ci étant situées au droit de zones de remblai (cf supra). Par ailleurs, l'alimentation des talwegs et des cours d'eau impactés est restituée par la mise en place de busage (pour l'aéroport) pour le ruisseau de la Noue ou d'ouvrages hydrauliques dimensionnés pour la crue centennale avec reconstitution du fond de talweg (pour la desserte routière).

1.2.5. Dans le cas particulier des cours d'eau situés au droit ou en aval des deux projets, préciser si ont été caractérisés et quantifiés les impacts des deux projets sur :

1.2.5.1. Leur régime hydrologique (ex : augmentation des temps de transfert ; modification de l'intensité et de la fréquence des crues et des étiages ; etc.). Si oui, ces impacts ont-ils été estimés au regard des valeurs de débits moyens interannuels (modules) et/ou des débits de crue et d'étiage ? En outre, les impacts des dispositifs de stockage et de traitement des eaux sont-ils intégrés dans cette évaluation et si oui comment ? A ce titre, préciser le fonctionnement prévu pour la restitution des eaux pluviales et usées du futur aménagement aéroportuaire en lien avec ces cours d'eau qui aujourd'hui sont alimentés par un chevelu hydrologique et hydraulique dense et fortement interconnecté. La restitution prévue en aval de ces dispositifs tient-elle compte des capacités hydrauliques d'accueil des cours d'eau concernés et peut-elle être modulée hydrauliquement (ce qui permettrait de mieux réguler le soutien à l'étiage, en complément des rôles éventuels des nappes souterraines) ?

La gestion des eaux pluviales issues des aires imperméabilisées sera assurée par la mise en œuvre de bassins de rétention telle que définie dans le chapitre B de la pièce D du dossier de l'aéroport et chapitre 3.2 du dossier de la desserte routière.

Ces bassins de rétention sont positionnés de manière à respecter les bassins versants naturels initiaux et ainsi les surfaces de bassins versants drainées vers les cours d'eau.

Le dimensionnement des bassins de rétention intègre :

- ✓ les modifications de l'imperméabilisation des sols,
- ✓ une pluie de référence (100 ans),
- ✓ des débits spécifiques fixés à 3 l/s/ha pour la pluie décennale, en compatibilité avec la disposition 3D-2 du SDAGE Loire-Bretagne et, pour l'aéroport, 6 l/s/ha pour la pluie centennale conformément au dossier des engagements de l'Etat.

De plus, l'objectif premier des bassins de rétention de pluvial est bien de réguler les sur-débits pour les événements exceptionnels.

En période de forte pluie, l'écêtement consiste à diminuer le débit maximal (pic de crue) en le stockant temporairement en amont du point de rejet, minimisant ainsi les impacts possibles de la crue sur le régime hydraulique. De ce fait, les eaux de ruissellement des surfaces imperméabilisées sont récupérées dans des bassins avant rejet vers le milieu naturel.

La fonction d'écêtement est assurée par des bassins disposant d'un volume de stockage suffisant pour « amortir » la crue. Un écêtement efficace est obtenu en ajustant à la fois le débit de fuite et le volume des ouvrages. Il conduit ainsi à des volumes stockés relativement importants, justifiés notamment par la durée et l'intensité des pluies.

La quantité d'eau recueillie au sol avec ou sans bassin est invariable. Seul le mode d'écoulement vers l'exutoire varie. Le bassin de rétention permet de contenir une augmentation rapide du ruissellement induit par l'imperméabilisation du projet. Dans tous les cas, le débit de fuite des bassins est inférieur ou égal au ruissellement naturel. Les bassins de rétention contribueront à réguler les débits de pointe. Ils permettent un écêtement efficace et le maintien d'un débit de rejet quasi identique entre la situation avant et après projet.

Le débit régulé des bassins permet ainsi une restitution adaptée à la sensibilité du milieu sans pour autant augmenter le débit en période de crue. A l'étiage, en cas de forte pluie, la restitution des eaux collectées se fait de manière progressive.

On notera que pour les pluies de faible période de retour, les débits de fuite imposés aux ouvrages sont inférieurs aux débits spécifiques naturels. L'impact sur les débits de crues sera donc sans objet.

Il n'existe pas de dispositif rustique existant permettant d'augmenter les débits de fuite en période d'étiage. De plus, si tel était le cas, la disposition 3.D.2 du SDAGE imposant un débit spécifique à 3 l/s/ha ne serait alors plus nécessairement respectée.

Pour les pluviométries courantes, les bassins tampon auront tendance à uniformiser les débits restitués au milieu récepteur.

Le rejet des eaux usées issues des installations aéroportuaires transitera après traitement de type membranaire vers une saulaie qui assurera, en amont du ruisseau des Culhoues, une dispersion/diffusion des effluents. L'objet de cette saulaie n'est pas impérativement d'assurer un zéro rejet vers le milieu récepteur, mais de garantir une dispersion des rejets. Ceux-ci pourront après infiltration/percolation assurer un rôle de soutien d'étiage du cours d'eau. Cf chapitre F de la pièce D pour le dossier de l'aéroport.

1.2.5.2. Leurs conditions morphologiques (ex : augmentation des processus d'érosion du lit mineur et/ou des berges ; modification de la composition et de la structure du substrat ; augmentation des concentrations en polluants ; etc.). Si oui, préciser comment ;

L'impact des projets au droit des cours d'eau est détaillé dans le chapitre D.1.1 de la pièce D du dossier de l'aéroport et au chapitre 4.2.2.1 du dossier de la desserte routière (pages 148 à 152).

Le dimensionnement des ouvrages de rétention vise à restituer les eaux de ruissellement de manière adaptée à la sensibilité du milieu. Par ailleurs, les travaux d'aménagement et de renaturation des cours d'eau prévus ont pour objectif de circonscrire les éventuelles modifications morphologiques à l'aval immédiat des exutoires pluviaux.

Concernant la desserte routière, plusieurs petits cours d'eau et talwegs seront rectifiés afin d'assurer leur rétablissement hydraulique dans les conditions suivantes :

- ✓ d'une part pour éviter un biais trop important de l'ouvrage par rapport à la route et donc pour éviter d'augmenter inutilement la longueur des ouvrages de franchissement ;
- ✓ et d'autre part pour redessiner le lit mineur de rus ou talwegs qui se situeraient sous le projet.

Les rectifications de petits cours d'eau et de talwegs seront cependant limitées à l'emprise de la desserte routière.

Suite aux avis des CLE (cf. Annexes) et à une recommandation de la commission d'enquête, un suivi de la morphologie des cours d'eau en aval immédiat de la plateforme et de la desserte routière sera réalisé 1 an avant le début des travaux de terrassements généraux. Ce suivi sera mené jusqu'à 5 ans après la mise en service de la plateforme aéroportuaire et de la desserte routière.

Ces suivis auront pour objectif de visualiser si malgré les mesures de réduction mises en place, les rejets viennent perturber par érosion ou envasement la morphologie des cours d'eau récepteurs.

Le suivi sera réalisé par des visites de terrain donnant lieu à l'établissement d'une fiche synthétique récapitulant les observations faites sur :

- ✓ les éléments de morphologie générale du cours d'eau (largeur moyenne, profondeur, pente moyenne, hauteur moyenne des berges, faciès d'écoulement) ;
- ✓ la granulométrie (% de recouvrement : rochers, blocs, pierres et galets, granulats grossiers, sables, limons) ;
- ✓ la végétation aquatique (% de recouvrement: algues, bryophytes, plantes vasculaires) ;
- ✓ la nature et la présence des écoulements d'eau ;
- ✓ schéma du profil du cours d'eau en long et en travers ;
- ✓ photographies réalisées lors des visites de terrain ;
- ✓ évolutions constatées de la morphologie du cours d'eau depuis l'année de début de suivi.

Le linéaire sera suivi sur une longueur de 200 mètres pour chaque cours d'eau, dont 50 mètres en amont du point de rejet du cours d'eau, si la configuration de celui-ci le permet. Le suivi consistera en une visite annuelle, réalisée, préférentiellement, en début de période estivale.

1.2.5.3. Leurs caractéristiques physico-chimiques et l'évolution de leur état chimique au regard des objectifs DCE. Si oui, préciser comment. Les dispositifs de traitements de l'eau sont-ils déjà dimensionnés pour le maximum de passagers qui pourraient être à terme accueillis sur le site ? Préciser la zone de rejet. Une possible affluence saisonnière est-elle prise en compte ? Quelle destination et quels traitements sont réservés aux boues d'épuration ?

Les impacts potentiels des ouvrages sur la qualité des eaux des cours d'eau au regard des objectifs d'atteinte du bon état ont été déterminés pour :

- ✓ les rejets des eaux pluviales (cf. chapitre E.1.1.1., pièce F, page 28/171 pour le dossier loi sur l'eau de l'aéroport / chapitre 4.2.1.3, pages 143-148 pour le dossier loi sur l'eau de la desserte routière),
- ✓ les ouvrages de traitement des eaux usées issues des installations aéroportuaires (cf. chapitre E.1.1.2., pièce F, page 31/171 du dossier loi sur l'eau de l'aéroport),

Concernant le point spécifique de la station d'épuration des eaux usées, il est précisé (chapitre F.1., pièce D, page 30/35 du dossier loi sur l'eau de l'aéroport) que l'ouvrage sera conçu pour répondre à la phase 5 000 000 de passagers. La phase à terme 9 000 000 de passagers étant très éloignée dans le temps (40 ans), il est totalement illusoire de concevoir une station pour cette échéance :

- ✓ surdimensionnement des ouvrages par rapport aux charges reçues à la mise en service ; ce surdimensionnement nuit au fonctionnement des ouvrages,
- ✓ vieillissement prématuré des ouvrages de génie civil et des organes électro-mécaniques.

La station d'épuration a donc été dimensionnée pour la phase intermédiaire à 5 000 000 de passagers.

Les charges hydrauliques et organiques à traiter sont présentées au chapitre F.1.1., pièce D, page 30/35 du dossier loi sur l'eau de l'aéroport.

Le dimensionnement des ouvrages intègre, comme il se doit, la notion de pointe.

Le devenir des boues de la station d'épuration est traité au chapitre F.3.3., pièce D, page 35/35 du dossier loi sur l'eau de l'aéroport.

Conformément aux Engagements de l'Etat, la filière de valorisation des boues retenue est l'épandage agricole.

Le plan d'épandage réglementaire des boues sera arrêté à la mise en service des ouvrages.

1.2.6. Les impacts résiduels des deux chantiers ont-ils été pris en compte (cas des prélèvements d'eau, de l'augmentation potentielle des surfaces ou linéaires impactés compte tenu de la circulation des engins et des aléas propres à ce type de chantier ?). Une réévaluation des impacts résiduels des deux projets sur les ZH est-elle envisagée en fin de chantier ?

Il n'y a pas de circulation de chantier prévue sur les zones humides situées en dehors des emprises de travaux. Les emprises de travaux seront implantées sur site préalablement aux travaux et un balisage sera spécifiquement mis en place au droit des habitats naturels remarquables et des mares situés à proximité immédiate.

Par ailleurs, le coordonnateur environnemental chargé du contrôle extérieur des travaux d'une part, ainsi que les référents environnement des entreprises d'autre part, seront responsables de veiller au respect de ces dispositions qui seront rendues contractuelles.

Pour l'aéroport, la réalisation des terrassements nécessite l'usage d'eau en phase chantier. Aucun prélèvement ne sera réalisé au sein des nappes superficielles. Il est prévu de réaliser des forages profonds pour répondre en partie à ces besoins.

Un dossier complémentaire « Loi sur l'eau » sera déposé pour la rubrique 1.1.2.0. (Prélèvements temporaires) une fois les débits exploitables connus, c'est à dire au terme des essais de pompage.

Toutefois, une première analyse des effets des pompages est présentée au chapitre J.2.2 (« Aspect quantitatif : prélèvements dans les eaux souterraines ») de la pièce F du dossier Loi sur l'eau d'AGO.

Concernant la phase chantier, une surveillance sera réalisée au niveau des zones humides accueillant des habitats remarquables ainsi qu'au niveau des mares à proximité immédiate de l'emprise de travaux. L'ensemble de ce suivi est décrit la pièce H (« moyens de surveillance ») du dossier Loi sur l'eau d'AGO.

Cas des composantes biologiques/biogéochimiques des ZH

1.2.7. Indiquer si les impacts sur les ZH situées en aval immédiat des deux projets ont-été caractérisés et quantifiés (ex : modification sensible des cortèges floristiques, évolution de la capacité d'accueil pour la faune, modification du fonctionnement biogéochimique, émissions de GES, etc.) ;

Les effets prévisibles en lien avec le volet biodiversité sont analysés au chapitre G.2.2.2 de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport et au chapitre 4.3.1.3.2 (page 158) du dossier loi sur l'eau de la desserte routière.

Les impacts potentiels sur les cortèges floristiques des zones humides situées immédiatement en aval du projet peuvent être liés à l'assèchement du milieu du fait du rabattement de la nappe de sub-surface dans les secteurs de déblais. Pour la desserte routière, cela représente une surface maximale cumulée de 34,3 ha en dehors des emprises de travaux. Pour l'aéroport, le périmètre maximal de rabattement de nappe est inclus dans les emprises travaux.

Pour la desserte routière, concernant l'évolution de la capacité d'accueil pour la faune, différentes mesures d'atténuation sont intégrées à la réalisation du projet de desserte routière, comme présenté au chapitre 4.3.2.2 du dossier loi sur l'eau de la desserte routière (pages 158-163), à savoir la création de deux passages supérieurs mixtes agricole / faune, la création d'ouvrages hydrauliques adaptés à la petite faune, la création d'ouvrages spécifiques à la petite faune et le remaillage bocager par la plantation de 8,1 km de haies en limite d'emprise routière. Ces mesures visent à restaurer des corridors écologiques pour la faune et donc à maintenir la capacité d'accueil des zones humides situées à proximité du projet.

S'agissant de l'aéroport, la dérivation du ruisseau de l'Epine présentée au chapitre C.1.2.4 de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport permettra de retrouver voire d'améliorer les fonctionnalités hydrologiques et biologiques initiales.

S'agissant du risque d'altération des mares situées à proximité immédiate des emprises de travaux, au cours de la phase travaux, un balisage spécifique sera installé avant les travaux et un suivi annuel des populations d'amphibiens est mis en place pendant la durée des travaux et pendant 2 ans après la mise en service.

Une analyse plus poussée des impacts indirects sur les réseaux de mares favorables aux amphibiens et aux secteurs favorables aux reptiles a été menée dans le cadre des dossiers de demande de dérogation pour la destruction d'habitats et d'espèces protégées. Ces impacts indirects ont plus spécifiquement été pris en compte pour le calcul du besoin compensatoire associé aux espèces protégées.

L'analyse des fonctionnalités des zones humides a porté sur l'aspect hydrologique et biodiversité, fonctionnalités soulignées dans la fiche d'aide à la lecture de la disposition 8B-2 du SDAGE. Les impacts liés aux émissions de GES ne relèvent pas du périmètre d'une étude d'incidences réalisée dans le cadre d'un dossier de demande d'autorisation au titre de la loi sur l'eau. Il s'agit d'une problématique liée à la qualité de l'air et au climat.

1.2.8. Dans le cas particulier des cours d'eau situés au droit ou en aval des projets : indiquer si les impacts de deux projets sur leur état écologique ont été caractérisés et quantifiés (destruction de la ripisylve ; perte sèche de linéaire de cours d'eau fonctionnels ; perte de luminosité ; altération de leur capacité d'accueil, de la continuité écologique ; etc.) ;

L'analyse des impacts sur les cours d'eau est menée parallèlement à celle de l'impact sur les zones humides.

L'étude d'incidences sur l'état écologique des cours d'eau et la description des mesures spécifiquement prises sont réalisées dans un chapitre dédié des dossiers, à savoir :

- ✓ chapitre C.1 de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport ;
- ✓ chapitre 4.2 (pages 142-156) du dossier loi sur l'eau de la desserte routière.

Les ripisylves ont été prises en compte dans l'évaluation des fonctionnalités hydrologiques des zones humides.

Concernant l'aéroport, les mesures sur les cours d'eau sont décrites dans le chapitre C.1.2 de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport et dans les fiches techniques correspondantes dans le chapitre C.1.2.5 de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport. Ces mesures sur les cours d'eau se situent entre la sortie d'emprise travaux et la limite de la concession.

Concernant la desserte routière, les précisions suivantes sont apportées :

- ✓ il n'y a pas de perte sèche de cours d'eau, ceux-ci étant rétablis par des ouvrages hydrauliques dimensionnés pour la crue centennale au sein desquels le lit du cours d'eau se reconstituera naturellement ;
- ✓ dès lors que cela s'avère nécessaire et que la configuration du terre-plein central le permet, les ouvrages hydrauliques aménagés pour la petite faune sont équipés de puits de lumière afin de limiter la perte de luminosité et donc l'attractivité de ces ouvrages pour la petite faune ;
- ✓ les caractéristiques des ouvrages hydrauliques sont décrites au chapitre 3.2.1 du dossier loi sur l'eau de la desserte routière (page 127).

1.2.9. Désherbage : indiquer la liste des produits phytosanitaires destinés à être utilisés au niveau de la signalétique en précisant leur période d'application. La gestion des effluents (fond de cuve, zone de remplissage) est elle prise en compte ? Des sources, mares ou cours d'eau seront-ils situés à proximité de ces zones traitées ? Préciser les modalités de réalisation des traitements mécaniques sur le reste des surfaces à désherber.

Concernant l'aéroport, comme précisé dans le chapitre E.2.1.1.2 de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport, l'application de produits phytosanitaires n'est potentiellement effectuée, pour des impératifs de sécurité aérienne, qu'aux pieds des balisages (traitement ciblé). La surface cumulée traitée est limitée à quelques centaines de m². Les molécules susceptibles d'être utilisées sont des molécules classiques de désherbage (glyphosate). Pour le glyphosate, les doses maximales autorisées sont limitées à 2 880 g/ha/an, soit 8 l/ha pour une spécialité commerciale titrant 360 g/l. A titre d'information, la liste des produits phytosanitaires susceptibles d'être utilisés et leur période d'utilisation sont indiqués dans ce tableau :

Glyphocal	Tout au long de l'année sauf décembre et janvier
Aikido	Février mars
Amon_EV	Février mars

NB : Il convient de préciser que cette liste est susceptible d'évoluer à l'aune des connaissances techniques de ces produits et de l'évolution réglementaire à venir.

Parallèlement, AGO est à la recherche de produits dont les substances ne sont pas des molécules de synthèse chimique mais des molécules organiques naturelles. Des tests ont été réalisés avec le produit Finalsan (dont la substance active est de l'acide pélargonique).

Ces produits sont appliqués dans des conditions météorologiques optimales pour augmenter l'efficacité du traitement et réduire les risques de pollution :

- ✓ un vent inférieur à 10 km/h
- ✓ tôt le matin ou en fin de journée (moments de la journée où l'humidité relative de l'air est la plus élevée)
- ✓ pas de prévision de pluie importante à court terme

Dans la mesure où l'arrêté préfectoral du 9 février 2007 interdit de traiter à proximité d'un cours d'eau à moins de 5 m, à proximité de fossés, collecteurs d'eau pluviale à moins de 1 m, et aucune application directe sur avaloirs, caniveaux et bouches d'égouts, AGO se conforme à cet arrêté et ne traite pas à proximité des sources, mares, et cours d'eau.

La gestion des effluents est bien prise en compte par le prestataire d'entretien des espaces verts qui fait collecter les emballages vides vers un centre de traitement spécialisé dans le cadre de la filière ADIVALOR, coordonnée et organisée par la Chambre d'Agriculture de Loire Atlantique.

Les autres surfaces à désherber sont traitées au moyen de débroussailleuses : rotofil et réciprocatrice.

Concernant la desserte routière, comme précisé au chapitre 7.3.1 du dossier loi sur l'eau (page 255), le gestionnaire (DIR Ouest) proscrit d'une manière générale l'utilisation des produits phyto-pharmaceutiques. Le projet a en effet été conçu de manière à faciliter l'entretien mécanique ou manuel.

Toutefois, de manière ponctuelle, des produits homologués pourront être utilisés sur certains espaces proches des équipements de sécurité et difficiles d'accès.

A l'heure actuelle, sur le réseau routier national, la DIR Ouest utilise le produit PITSOL EV (à base de glyphosate), au droit des équipements de signalisation, suivant les périodes recommandées dans la fiche technique jointe. L'utilisation de ce produit reste ponctuelle et est de plus en plus occasionnelle.

L'utilisation de ces produits sera en tout état de cause proscrite près des cours d'eau, des talwegs et des fossés.

Les principaux modes d'intervention mécanique ou manuelle envisagés sont décrits ci-après :

- ✓ rabattage mécanique annuel des arbustes et graminées implantés sur le terre-plein central ;
- ✓ fauchage mécanique annuel des bandes dérasées de part et d'autre (1 à 2 mètres) des haies implantées sur le terre-plein central ;
- ✓ fauchage mécanique des haies bocagères tous les 1 ou 2 ans ;
- ✓ taille d'entretien des arbres tiges lorsque nécessaire (suppression de branches mortes, élimination des débris divers, ...) ;
- ✓ débroussaillage complémentaire des zones enherbées tous les 3 ou 4 ans.

Les opérations de fauche privilégieront la fauche tardive, afin de laisser la végétation se développer.

Evaluation des « besoins compensatoires »

1.2.10. Justifier le choix de la fonction « soutien d'étiage » comme un des critères principaux du calcul des besoins compensatoires des fonctions physiques des ZH. A noter que ce critère est a priori labile car cette fonction peut évoluer avec le changement de climat ;

L'analyse a été menée pour chaque fonctionnalité hydrologique (cf. chapitre L.3.2 de la pièce C du dossier loi sur l'eau de l'aéroport et chapitre 2.7.2.2 du dossier loi sur l'eau de la desserte routière – pages 104-107).

Le niveau d'enjeu le plus fort parmi ces fonctionnalités a été retenu afin de pouvoir mener l'analyse des impacts. Ainsi, le besoin compensatoire exprimé en unités de compensation n'a pas spécifiquement été établi sur la base de la fonction de « soutien d'étiage ».

Toutefois, il ressort de l'analyse des fonctionnalités hydrologiques que la fonction de soutien d'étiage constitue une fonctionnalité majeure au droit des cours d'eau.

C'est notamment pour cela que les enveloppes de compensation ont été délimitées en bordure de cours d'eau car les terrains concernés présentent alors une plus grande potentialité de restauration de cette fonctionnalité.

La mise en évidence des fonctionnalités majeures assurées par les zones humides impactées est nécessaire dans le cadre de la démarche de compensation fonctionnelle en vue notamment de répondre aux exigences de l'article 2 du SAGE Estuaire de la Loire : « Dans le cas où le maître d'ouvrage doit compenser un aménagement portant sur un écosystème très important en surface et constitué principalement de zones humides, il pourra proposer une démarche de compensation (ainsi que ses éventuelles mesures d'accompagnement) privilégiant la récréation ou la restauration de fonctions écologiques majeures de cet écosystème et se traduisant par un bilan positif à l'échelle de ces fonctions majeures de l'écosystème. »

1.2.11. Le rôle des nappes sur l'alimentation en eau des cours d'eau a-t-il été pris en compte dans l'évaluation des besoins compensatoires ? Si oui, comment ?

Le rôle des nappes sur l'alimentation en eau des cours d'eau a effectivement été pris en compte dans l'analyse des fonctionnalités hydrologiques (cf. chapitre L.3.2 de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport et chapitre 2.7.2.2 du dossier loi sur l'eau de la desserte routière – pages 104-107) :

- ✓ la nappe des altérites étant en connexion avec les cours d'eau au niveau des zones humides de cours d'eau, la fonction de soutien d'étiage présente un enjeu fort pour les zones humides de cours d'eau (ou nulle pour les secteurs drainés) ;
- ✓ au niveau des zones humides de plateau, la nappe des altérites étant peu productive et composée de matériaux de faible perméabilité, ces zones humides ne sont pas en connexion avec les cours d'eau et la fonction de soutien d'étiage présente un enjeu faible (voire nulle pour les secteurs drainés).

1.2.12. En quoi les mesures de réduction utilisées pour pondérer l'évaluation des impacts du projet sur les fonctionnalités des ZH sont-elles réellement favorables aux ZH (augmentation de la transparence hydraulique des ouvrages de franchissement des cours d'eau, etc.) ? Quelles sont les surfaces de ZH concernées (au regard des surfaces totales de ZH impactées) ? En quoi cela permet-il concrètement de justifier la diminution des impacts résiduels sur les ZH de « fort » à « assez fort » ?

Concernant la desserte routière, trois types d'impacts sont à considérer dans le cadre de la réalisation du projet (cf. chapitre 4.3.1.2, page 156, du dossier loi sur l'eau de la desserte routière) :

- ✓ Zone sous aménagement
- ✓ Zone sous influence du rabattement de nappe hors aménagement
- ✓ Zone en emprise non concernée par des aménagements lourds (hors dépôt de matériaux provisoire ou permanent, hors zones d'installation de chantier et hors aménagements lourds). Ces zones ont vocation à être maintenues en l'état, elles ne feront pas l'objet d'aménagements paysagers. Certaines de ces zones sont uniquement concernées par des travaux liés à la reconstitution des fonds de talwegs en amont et en aval de la desserte routière dans le cadre de la réalisation des ouvrages hydrauliques et seuls des engins légers pourront circuler au sein de ces zones pour la réalisation de ces travaux – Ces zones ont une superficie cumulée de 9 ha.

Concernant le volet hydrologie :

Le rétablissement des continuités hydrauliques, des fonds de talwegs et la création de mouillères, va contribuer à la restitution d'une partie des fonctionnalités hydrologiques. En conséquence, il a été considéré, au sein du groupe de travail local, la possibilité de déclasser l'impact résiduel de la desserte routière pour ces secteurs, de la manière suivante :

- ✓ Pour les zones humides de plateau, déclassement de l'incidence prévisible « faible » en impact résiduel « quasi-nul » pour 2 ha cumulés (cf. chapitre 4.3.3.2.3.1 du dossier loi sur l'eau de la desserte routière, page 166) ;
- ✓ Pour les zones humides de cours d'eau, la restitution de fonctionnalités étant partielle, les mesures d'atténuation ne permettent pas de déclasser pleinement les niveaux d'incidences à la catégorie inférieure lors d'une incidence prévisible forte. En conséquence, il a été introduit une catégorie d'incidence résiduelle intermédiaire de niveau assez fort à fort. Cela concerne une superficie de 20,63 ha. Par ailleurs, comme pour les zones humides de plateau, les zones humides de cours d'eau « non concernées par des aménagements lourds » ont fait l'objet de déclassement de l'impact au regard des mesures de réduction mises en œuvre pour 3,46 ha (cf. chapitre 4.3.3.2.3.2 du dossier loi sur l'eau de la desserte routière, page 167).

Concernant le volet biodiversité :

Pour les zones humides de plateau et de cours d'eau, les zones « non concernées par des aménagements lourds » ont fait l'objet de déclassement de l'impact au regard des mesures de réduction mises en œuvre : reconstitution du fond talweg par des travaux de génie écologique de part et d'autre des ouvrages hydrauliques. Cela concerne 5,8 ha (cf. chapitre 4.3.3.3.3 du dossier loi sur l'eau de la desserte routière, pages 169-170).

Il convient de préciser qu'un suivi spécifique sera mis en place au niveau des fonds de talweg impactés par la desserte routière de manière à s'assurer de la restitution des fonctionnalités attendues dans le cadre des travaux de génie écologique. Le coordonnateur environnemental chargé du contrôle extérieur des entreprises veillera au respect des zones dédiées uniquement à la réalisation des travaux de génie écologique de reconstitution des fonds de talweg. Par ailleurs, une expertise botanique de ces fonds de talweg sera réalisée annuellement en mai pendant la durée des travaux et pendant quatre ans après la mise en service. Ce suivi permettra de contrôler l'évolution des zones en phase travaux et post-travaux, et notamment de vérifier si les habitats et le caractère humide des zones sont maintenus.

Concernant l'aéroport, une seule zone de 1,4 ha a fait l'objet d'un déclassement sur le volet hydrologie, suite à la mise en œuvre de la mesure de réduction concernant la reconstitution du ruisseau de l'Epine.

Aucun déclassement n'a été fait pour le volet biodiversité de la plateforme.

La synthèse des impacts résiduels (hydrologie + biodiversité) a été effectuée en considérant le plus fort des 2 impacts par zone.

Aussi, à l'issue de cette étape, 0,3 ha ont fait l'objet d'un déclassement des niveaux d'impacts du projet.

1.3 Evaluation des « réponses » compensatoires

Eligibilité des sites de compensation

1.3.1. Indiquer pourquoi le choix des enveloppes compensatoires a été ciblé sur les ZH associées aux points d'eau ou aux cours d'eau uniquement ? Ne craignez-vous pas de ne pas compenser suffisamment les fonctionnalités et habitats spécifiques associés aux ZH de plateau et de tête de bassin versant ?

Les zones de plateau en aval des aménagements n'ont pas nécessairement les mêmes caractéristiques que les zones de plateau impactées, elles ne sont pas nécessairement humides. Elles présentent donc moins de potentialités de restauration des fonctionnalités.

En conséquence, à défaut de zones de plateaux aux caractéristiques similaires, ce sont les zones humides associées à des cours d'eau qui ont été privilégiées pour la mise en œuvre de mesures compensatoires. En effet, celles-ci présentent un fort potentiel pour atteindre les niveaux fonctionnalité « maximum » par rapport à l'écosystème de référence impacté, plus particulièrement sur le plan hydrologique. Ainsi les mesures présentent une plus grande chance de succès.

Les secteurs d'accueil privilégiés de compensation des zones humides ont été identifiés à proximité de la zone impactée, au niveau des secteurs sources, fond de talweg et cours d'eau (Cf. chapitre G.5.1.3.1 de la pièce F pour l'aéroport et chapitre 4.3.4.1.3 p175-177 de la desserte routière).

S'agissant de la compensation des points d'eau, un engagement de 2 mares créées pour une mare détruite a été pris dès l'étude d'impact préalable à la DUP. L'objectif étant de densifier les réseaux de mares fonctionnels existants et de les étendre, la création de mares pourra s'opérer au sein des enveloppes de compensation appelées "cœurs de bocage" et "extension de cœur de bocage".

1.3.2. Préciser les critères de choix des sites d'accueil de la compensation : opportunité de maîtrise foncière à court ou moyen termes, coût et opportunité des travaux, proximité géographique avec les sites impactés, temps nécessaire à la réalisation des travaux, résilience potentielle des écosystèmes, plus-value écologique des sites et travaux ?

Le premier critère (critère n°1) de choix des sites d'accueil de la compensation est leur présence au sein des enveloppes spécifiquement définies pour la mise en œuvre de la compensation respectivement pour les zones humides et pour les espèces protégées. Ces enveloppes ont notamment été définies du fait de leur proximité par rapport aux sites impactés (proximité fonctionnelle avec des têtes de bassins sur des sols et dans un bocage équivalent, proximité géographique au sein des bassins versants impactés par les projets).

Ensuite (critère n°2), il s'agit de faire en sorte que les actions mises en œuvre participent au remboursement du besoin compensatoire exprimé en unités de compensation et à l'atteinte des objectifs spécifiques (mares à créer, haies à planter, habitats remarquables à créer ou restaurer) qui seront fixés par les arrêtés préfectoraux.

Le critère n°3 suivant pourra être appliqué par une hiérarchisation des opportunités foncières, en particulier pour ce qui concerne les parcelles non exploitées: présence de la parcelle à l'intersection entre une enveloppe de compensation zones humides et une enveloppe de compensation espèces protégées. En effet, sur ces parcelles, la sécurisation d'usages et les travaux de restauration ou de gestion sont valorisés à la fois pour le remboursement du besoin compensatoire au titre des zones humides et celui au titre des espèces protégées. Il en résulte une synergie dans une logique de reconstitution de corridors écologiques, une économie de consommation agricole et de moyens.

Pour les parcelles exploitées, tous les agriculteurs dont les exploitations sont concernées par les enveloppes de compensation seront contactés. Ce critère n°3 s'appliquera dans la discussion avec l'agriculteur plutôt dans la localisation des mesures au sein de son exploitation : le choix du site passera donc par une discussion des opportunités d'action offertes par l'exploitation.

Les autres critères cités dans la question se traduiront plutôt dans le choix des cahiers de charges mis en œuvre sur les parcelles d'accueil que dans le choix des sites d'accueil.

1.3.3. Quel est le délai de sécurisation de l'ensemble des sites de compensation ? Combien de sites de compensation sont d'ores et déjà sécurisés ? Sont-ils éloignés ou situés à proximité des sites impactés (même masse d'eau et/ou même bassin versant) ?

Pour AGO, le calendrier de réalisation des mesures compensatoires est précisé dans le chapitre G.6.3.4.2 de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport (§ Calendrier prévisionnel de mise en œuvre des mesures compensatoires).

Pour la DREAL, le calendrier de réalisation des mesures compensatoires est précisé dans le chapitre 7.2.4 (page 253) du dossier loi sur l'eau de la desserte routière.

En matière de sécurisation des sites de mesures compensatoires, à l'exception des 463 ha inclus dans le périmètre de la concession au sein desquels AGO pourra mettre en œuvre des mesures de compensation, aucun autre site n'est sécurisé à ce stade.

Au titre de la desserte routière, l'Etat a acquis environ 23 ha à ce jour en dehors des emprises, principalement dans le cadre des négociations des terrains nécessaires à la réalisation du projet lui-même. En conséquence, ces terrains sont situés à proximité immédiate de l'emprise des travaux, donc dans les mêmes bassins versants de masse d'eau.

Par ailleurs, un travail est actuellement en cours afin d'identifier et de contacter les propriétaires de parcelles non exploitées situées au sein des enveloppes de compensation. S'agissant des terrains exploités, le protocole d'accord (Cf. projet en annexes) en lien avec la Chambre d'agriculture a vocation à être signé préalablement au contact des agriculteurs pour la mise en œuvre de mesures compensatoires.

1.3.4. Sachant que la sécurisation foncière de certains sites de compensation est subordonnée au maintien des contrats passés avec les agriculteurs, comment la sécurisation de l'ensemble des surfaces et fonctionnalités à compenser sera-t-elle vérifiée et assurée, sur le très court terme et sur le long terme ? Pensez-vous pouvoir être efficaces au-delà des contrats MAET limités à 5 ans ? Quelles mesures originales prendrez-vous sur le long terme (au moins les 55 années de la concession) ?

Une partie des unités de compensation sera obtenue par des conventions de 5 à 15 ans avec des exploitants agricoles et/ou des propriétaires de parcelles à usages non agricoles.

Une grande majorité des mesures compensatoires consistera en la mise en place de prairies « naturelles » à la place de couverts agricoles moins favorables du point de vue des fonctionnalités zones humides, de l'expression d'une végétation de milieux humides, et de l'accueil de la faune des milieux humides.

Pour les prairies, la durée des conventions sera au minimum de 5 ans, et le plus possible de 10 ans et plus. Pour favoriser au maximum leur renouvellement tacite, les maîtres d'ouvrages comptent sur la qualité et la transparence du protocole d'accord (Cf. projet en annexes) qui sera signé avec la Chambre d'agriculture, sur le dispositif d'animation, et sur des paiements justes et attractifs pour les services rendus par les agriculteurs et révisés annuellement pendant la durée des obligations de compensation. Les modalités de paiement ont été présentées aux techniciens et aux élus de la chambre d'agriculture le 20/12/2012. Les premiers retours sont positifs.

Les maîtres d'ouvrages auront l'obligation d'atteindre et de maintenir l'objectif exprimé en UC. Sur la très longue durée, du fait des changements d'exploitants au sein du territoire, il est inévitable que certaines conventions ne soient pas prolongées ou renouvelées. Pour conserver le nombre d'UC, les maîtres d'ouvrages rechercheront des conventions auprès d'autres exploitants agricoles, et maintiendront leur veille foncière sur les parcelles agricoles ou non agricoles pour une maîtrise foncière pérenne par acquisition.

Il est à noter que la plupart des fonctionnalités recherchées par le biais des prairies seraient confortées par une stabilité de la localisation des mesures sur toute la durée des obligations de compensation, mais qu'elles sont obtenues pour la plupart assez rapidement après la mise en place des prairies : effet sur la qualité de l'eau, amélioration de l'accueil de certains types de faune, colonisation par certaines espèces végétales des milieux humides. L'atteinte des plus hauts niveaux de typicité et de diversité du cortège végétal (et probablement des cortèges d'insectes associés) et la colonisation des prairies reconstituées par les espèces végétales et animales les plus rares exigera plus de temps, et ne sera pas obtenue sur une partie des prairies de compensation. Il appartiendra aux suivis de montrer que la compensation des impacts sur ces points particuliers est bien atteinte grâce à celles des parcelles qui seront sécurisées longtemps.

Pour les autres mesures (mares, haies, habitats remarquables non agricoles), le conventionnement se fera sur des durées plus longues (15 ans par exemple), renouvelable tacitement. Pour les parcelles non agricoles, l'acquisition sera recherchée en priorité. Il s'agit le plus souvent de mesures qui ont vocation à être conservées sur les parcelles sur la longue durée. Certains habitats remarquables peuvent se développer relativement rapidement et atteindre un bon état de conservation (mégaphorbiaies notamment). Les autres seront, dans la mesure du possible, mis en place sur des parcelles acquises.

Nature des fonctionnalités compensées

1.3.5. La superposition de la compensation des fonctions physiques et biologiques des ZH sur les mêmes sites est-elle considérée comme systématique ? Si oui, pourquoi ? Si non, comment la distinction est-elle effectuée ?

L'analyse de la plus-value des mesures compensatoires définies dans les dossiers au regard des fonctionnalités majeures impactées sur le plan hydrologique et la qualité de la biodiversité est présentée au chapitre G.6.1.2 (« Plus-value fonctionnelle des mesures mises en œuvre pour les zones humides ») de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport et au chapitre 4.3.5.1.2 du dossier loi sur l'eau de la desserte routière (pages 186-187).

Les mesures compensatoires prévues présentent toutes un réel intérêt pour la compensation des fonctionnalités majeures impactées que sont la régulation de la qualité de l'eau (rétention des toxiques, régulation des nutriments, interception des matières en suspension) et la qualité de la biodiversité. Ainsi, cela permet également de globaliser les compensations à la fois sur le plan fonctionnel et sur celui de la qualité de la biodiversité.

Toutefois, les mesures compensatoires prévues présentant un intérêt variable pour la restauration de la fonctionnalité de soutien d'étiage, un panel de mesures spécifiques a été défini comme contribuant de manière plus significative à la restauration de cette fonctionnalité assurée de manière forte par les zones humides de fonds thalwegs et de cours d'eau impactées (Cf. réponse à la question 1.a).

1.3.6. Y-a-t-il mutualisation (ou superposition) des mesures favorables aux ZH avec celles ciblant d'autres milieux naturels (mares, haies) ? Si oui, ces mesures sont-elles malgré tout quantifiées séparément ?

Sur une même parcelle, peut être réalisée une mesure favorable aux zones humides (ex : reconversion de prairie) ainsi que la création d'une mare et ou la plantation de haies. En ce sens une superposition est envisageable.

La densité des haies pouvant apporter une plus-value écologique et hydrologique supplémentaire, un seuil de 250 mètres linéaires de haies à l'hectare, à l'échelle d'une parcelle, a été retenu comme apportant des unités de compensation supplémentaires.

Par ailleurs, certaines mesures d'amélioration de prairies déjà existantes ne présentent une plus-value écologique que si elles sont associées à une amélioration des habitats naturels présents sur la parcelle, comme la création / restauration de haies ou de mares). Cette plus-value reste toutefois faible.

Les modalités d'attribution des coefficients de plus-value écologique aux mesures compensatoires sont détaillées au chapitre G.6.1.2.2 de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport et au chapitre 4.3.5.1.2.2 du dossier loi sur l'eau de la desserte routière (187-190).

En conséquence, la quantification de la réponse au besoin compensatoire s'effectue de la manière suivante lorsque qu'une prairie naturelle est restaurée avec création de mares et/ou entretien de haies :

- ✓ calcul du nombre d'unités de compensation suivant la tableau des coefficients de plus-value, en tenant compte de la densité de haies à l'échelle de la parcelle (et de la création / restauration de haies ou de mares si la mesure est mise en place sur une prairie naturelle existante) ;
- ✓ compensation au titre des mares détruites si une ou plusieurs mares sont créées (objectif de compensation fixé à 2 pour 1) ;
- ✓ compensation au titre des haies détruites si des haies sont plantées (objectif de compensation à hauteur d'un linéaire équivalent).

1.4 Pertinence du génie écologique

1.4.1. Parmi les contrats agro-environnementaux envisagés, comment la distinction est-elle effectuée entre les travaux de « restauration/reconversion » et ceux relatifs à « l'aménagement/gestion conservatoire ». Préciser les terminologies utilisées et indiquer en quoi la « gestion conservatoire » de ZH est compatible avec la disposition 8B-2 du SDAGE et les dispositions des SAGE ;

Les dossiers font référence aux travaux de « amélioration et gestion conservatoire » plutôt qu'aux travaux de « aménagement/gestion conservatoire ». C'est dans ce premier sens que la réponse est apportée.

Les travaux d'amélioration et gestion conservatoire concernent des parcelles qui portent déjà une végétation attribuable à l'habitat naturel recherché, et qui consistent à en améliorer l'état de conservation du cortège végétal (typicité, naturalité, présence d'espèces remarquables) et/ou les qualités d'accueil de la faune. Les travaux de création de mares ou de plantation de haies comptent parmi les travaux d'amélioration.

La simple gestion conservatoire n'est pas considérée comme apportant une plus-value écologique générant des unités de compensation.

Les dossiers précisent que les actions qui concerneront des prairies naturelles déjà existantes reposeront sur la mise en place d'un cahier des charges d'amélioration des pratiques de gestion à laquelle s'ajoutera l'amélioration des habitats d'intérêt présents (restauration et/ou création de mares ou de haies) – cf. « Coefficients associés aux mesures d'amélioration et de gestion conservatoire » du chapitre G.6.1.2.4 du dossier - coefficients rouges du tableau du dossier de l'aéroport et au chapitre 4.3.5.1.2.2 du dossier de la desserte routière.

L'adaptation de pratiques agricoles sur des prairies naturelles humides existantes doit en effet nécessairement être associée à une restauration du réseau de haies (si celles-ci présentent une densité inférieure à 250 ml/ha à l'échelle de la parcelle) ou de mares (restauration d'une mare non fonctionnelle, création de mares), pour pouvoir présenter une plus-value fonctionnelle.

Les travaux ou modifications de pratiques agricoles qui conduisent à une modification de l'habitat, qu'il s'agisse de la mise en place d'une prairie « naturelle » ou d'un habitat remarquable à la place de prairies artificielles, de cultures ou de peupleraies, sont considérés comme des travaux de « restauration/reconversion ».

Plus précisément, la distinction est celle présentée dans le tableau des coefficients de plus-value présenté au chapitre G.6.1.4 (Présentation du tableau des coefficients de plus-value fonctionnelle) de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport et au chapitre 4.3.5.1.2.2 (page 190) du dossier loi sur l'eau de la desserte routière, et dépend du diagnostic écologique initial réalisé sur les sites de compensation.

1.4.2. Le système « bocager » est-il pris en compte dans le choix des sites à compenser et des travaux à effectuer ? Si oui, comment ? Les milieux et habitats (ZH/haies/mares) composant ce système seront-ils recréés/restaurés simultanément sur les mêmes sites ou indifféremment sur des sites séparés ?

Le dossier présente au chapitre G.6.2.2 de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport et au chapitre 4.3.5.2.2 de dossier de la desserte routière (page 192) la démarche d'intervention des mesures compensatoires visant à recréer le milieu interconnecté (ZH/haies/mares).

Comme indiqué dans la réponse à la question 1.3.6 plusieurs types de mesures compensatoires pourront être réalisés sur un même secteur dans l'objectif de restaurer et densifier le système bocager, ce qui augmentera la plus-value écologique des parcelles de compensation.

1.4.3. Un colmatage des mares au court du temps qui réduirait leurs fonctionnalités est-il à craindre ? En outre, a-t-on une idée du temps de comblement pour la région ?

Concernant les mares du secteur de compensation, dans l'attente de la signature du protocole avec la chambre d'agriculture AGO et la DREAL n'ont pas été en mesure de discuter avec les agriculteurs du territoire de compensation. Ainsi la rapidité à laquelle se déroule ce processus sur le territoire n'est pas connu. On constate que certaines mares sont actuellement dans un état avancé d'atterrissement ou de comblement par des branchages, au point d'avoir perdu leurs fonctionnalités pour la reproduction des amphibiens.

Il convient de rappeler que les mares créées dans le cadre de la compensation seront entretenues suivant les modalités décrites dans la fiche « Création et entretien de mares » présentée au chapitre G.6.1.1 de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport et dans le volume annexe A (page 146) du dossier loi sur l'eau de la desserte routière. Sur les parcelles exploitées, cet entretien pourra être confié aux agriculteurs suivant des clauses de gestion qui seront contractualisées dans le cadre du conventionnement. Ceci permettra d'éviter le colmatage au court du temps.

1.4.4. Au regard des sites de compensation déjà acquis, quelle est la proportion actuelle de chacun des contrats agro-environnementaux par types de ZH ? A terme, comment se fera la répartition des contrats entre eux ? Préciser les objectifs en terme de % de restauration, % de reconversion, % de gestion conservatoire, % d'aménagement ;

Concernant l'aéroport, au sein des 463 ha situés dans les secteurs de la concession 286 ha ont été prospectés dont 61ha sont éligibles au titre des mesures compensatoires zones humides (intégrés au sein des enveloppes « zones humides »). Les mesures proposées dans cette zone sont décrites dans le chapitre G.7 de la pièce F (« Mesures compensatoires environnementales prévues au sein du périmètre de la concession »). Elles se répartissent comme suit :

- ✓ 36 % de réhabilitation ;
- ✓ 27 % de restauration / gestion conservatoire d'habitats remarquables ;
- ✓ 37 % d'adaptation de pratiques agricoles puis de gestion conservatoire.

Concernant la desserte routière, l'analyse de l'intérêt des 23 ha acquis à jour hors emprises pour la mise en œuvre de mesures compensatoires en faveur des zones humides reste à mener.

Afin de garantir la faisabilité des mesures compensatoires définies dans les études d'incidences, les maîtres d'ouvrage se sont engagés sur la durée de la concession pour AGO (55 ans) et sur 30 ans pour la DREAL sur **le résultat effectif** de la démarche de compensation selon un cadre géographique et technique (localisation au sein des enveloppes délimitées et respect des prescriptions des fiches-types descriptives des mesures) et des modalités de suivi et de contrôle (observatoire environnemental, comité scientifique) présentés dans les dossiers.

Néanmoins, une analyse du potentiel d'intervention au sein d'une partie des enveloppes de compensation est présentée au chapitre G.6.3.3.1 (« Caractérisation écologique du potentiel d'intervention sur les secteurs d'accueil des mesures compensatoires : approche parcellaire ») de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport et au chapitre 4.3.5.3.3. du dossier loi sur l'eau de la desserte routière (pages 201-206). Suivant cette analyse, les potentialités maximales d'intervention sont les suivantes sur l'ensemble des enveloppes de compensation analysées :

- ✓ 24 % de reconversion;
- ✓ 10,5 % de restauration / gestion conservatoire d'habitats remarquables ;
- ✓ 28 % d'adaptation de pratiques agricoles puis de gestion conservatoire.

Concernant les terrains exploités, le scénario de compensation sera discuté avec chaque agriculteur suite au diagnostic écologique et agronomique qui sera réalisé à l'échelle de son exploitation. Concernant les mesures compensatoires en faveur des zones humides, les parcelles principalement concernées sont celles situées en bordure de cours d'eau. Celles-ci sont généralement moins productives que celles situées sur le reste de l'exploitation. En conséquence, il est vraisemblable que les compensations mises en œuvre puissent se rapprocher de celles étudiées dans le cadre de l'analyse des potentialités maximales d'intervention.

Par ailleurs, le projet d'arrêté loi sur l'eau prévoit la prescription suivante :

« Le maître d'ouvrage comptabilise les mesures compensatoires mises en œuvre en unités de compensations, par territoire de SAGE et par nature de mesures (réhabilitation/restauration, récréation, restauration d'habitats remarquables, amélioration associée à une gestion conservatoire). Il s'assure à partir de cette comptabilisation que les mesures d'amélioration associées à une gestion conservatoire ne sont pas majoritaires (< 50 % des unités de compensation comptabilisées dans le cadre de la mise en œuvre des mesures compensatoires). »

1.4.5. Avez-vous d'ores et déjà des retours d'expériences sur des travaux, sur des ZH voire des systèmes bocagers similaires, dans la zone de l'aéroport ou ailleurs en France ou à l'étranger (exception faite de la création de mares) ? Si oui, les présenter. Dans ce cas, les risques d'échec des travaux envisagés sont-ils faibles ou élevés ? Sont-ils différents ou équivalents entre contrats agro-environnementaux et entre types de ZH ?

En ce qui concerne les prairies, les techniques agricoles d'implantation d'un couvert prairial sont bien maîtrisées localement par les agriculteurs.

L'incertitude principale concerne la durée pour atteindre un état de conservation donné, en matière de typicité, diversité et naturalité du cortège végétal. Un programme de suivi sera mis en place pour le déterminer. Il est probable que le contexte riche en prairies permanentes humides, pâtures et parcelles en déprise agricole facilitera l'évolution des cortèges végétaux vers une meilleure typicité et diversité.

AGO et la DREAL prévoient également l'éventualité d'introduire par semis certaines espèces végétales caractéristiques qui ne pourraient pas coloniser les parcelles de compensation seules (sur constat de terrain). Il y a également une incertitude liée aux modalités d'implantation de ces espèces sauvages non fourragères, d'intérêt agricole faible, au sein de prairies déjà constituées.

1.4.6. La durée des contrats agro-environnementaux passés avec les agriculteurs sera-t-elle adaptée au temps nécessaire à la restauration des milieux et des fonctionnalités recherchées ? Détailler ce que les contrats prévoient en termes de systèmes de culture, de pratiques agricoles, etc. ;

La durée des conventions avec les agriculteurs prendra en compte la durée prévisible pour atteindre les objectifs de compensation mais elle pourra être adaptée dans le cadre des discussions avec chaque agriculteur afin de trouver le bon équilibre entre l'atteinte effective des objectifs écologiques et fonctionnels sur les parcelles conventionnées et la possibilité d'obtenir l'accord des exploitants agricoles.

Les conventions prévoiront une clause de reconduction tacite ainsi qu'une rémunération juste et attractive afin de faciliter cette reconduction. Ces dispositions sont en cours de discussion avec la Chambre d'agriculture dans le cadre de la finalisation du protocole de mise en œuvre et de gestion des mesures compensatoires sur des parcelles exploitées.

Pour les haies et les mares créées, mais aussi pour les habitats remarquables (en particulier sur les parcelles non exploitées), une durée de 15 ans sera recherchée.

Pour les prairies avec restauration/reconversion, une durée de 10 ans sera recherchée.

Pour les autres types de prairies, une durée de 5 ans minimum sera recherchée.

Les fiches présentées dans le dossier de l'aéroport au chapitre G.6.1.1 et dans l'annexe A7 (page 137 et suivantes) du dossier de la desserte routière rappellent ces principes.

1.4.7. Les enveloppes de compensation (telles que prévues par les deux MO dans leurs dossiers « loi sur l'eau » et « espèces protégées ») et les surfaces agricoles qui devraient être remembrées par le Conseil Général se chevauchent-elles ? Si oui, sur quel(s) site(s) et sur quelle superficie ?

Les modalités d'articulation entre la mise en œuvre des mesures compensatoires et l'aménagement foncier sont présentées au chapitre G.6.3.2 de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport et au chapitre 4.3.5.3.2 du dossier loi sur l'eau de la desserte routière (pages 197-200). En particulier la carte représentant le périmètre d'aménagement foncier figure en page 109/171 de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport et en page 200 du dossier loi sur l'eau de la desserte routière.

Concernant les superficies :

- ✓ La surface des enveloppes de compensation « zones humides » située dans le périmètre d'aménagement foncier est de 1650 ha soit 52% de ces enveloppes ;
- ✓ La surface des enveloppes de compensation « cœur de bocage » située dans le périmètre d'aménagement foncier est de 1052 ha soit 26% de ces enveloppes ;
- ✓ La surface des enveloppes de compensation « extension de cœur de bocage » située dans le périmètre d'aménagement foncier est de 1651 ha soit 36% de ces enveloppes.

2. COEFFICIENTS DE COMPENSATION

2.a. Préciser la démarche qui a conduit à choisir les coefficients d'ajustement des besoins et réponses compensatoires retenus ainsi que la non-linéarité de l'échelle retenue. Justifier les valeurs de ces coefficients et leur pertinence ;

La démarche adoptée pour définir l'échelle des coefficients définissant le besoin compensatoire (y compris son caractère non linéaire) est présentée au chapitre G.5.2.2.1 de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport et au chapitre 4.3.4.2.2.1 du dossier loi sur l'eau de la desserte routière (page 182).

L'échelle de coefficients retenus au sein du groupe de travail mis en place localement est une échelle s'inspirant de celle présentée dans la fiche d'aide à l'application de la disposition 8-B2 du SDAGE Loire-Bretagne.

La fiche d'aide à la lecture de la disposition 8B-2 du SDAGE Loire-Bretagne propose les ratios de compensation suivant :

- ✓ pour les zones humides présentant un enjeu patrimonial : les ratios proposés varient de 2 à 2,5/1, en fonction de la localisation de la zone restaurée par rapport à l'écosystème impacté ;
- ✓ pour des zones humides non patrimoniales mais qui présentent un « enjeu floristique ou faunistique » : les ratios varient de 1 à 2/1 en fonction de la possibilité de restaurer ou de recréer une zone humide d'intérêt patrimonial supérieur ou équivalent à celle impactée ;
- ✓ et pour les zones ne présentant pas d'enjeu faunistique ou floristique, il est proposé un ratio indicatif « inférieur ou égal à 1 ».

Dans le cadre du futur aéroport du Grand Ouest et de sa desserte routière, les coefficients de définition du besoin compensatoire retenus et variant en fonction des niveaux d'incidences résiduelles sont du même ordre de grandeur, bien que ne correspondant pas à proprement parlé à des ratios surfaciques.

Ainsi, les coefficients retenus pour les zones ayant des niveaux d'incidences résiduelles résultant d'incidences d'intensité assez fortes à fortes sur des zones à enjeux forts sont supérieurs à 1 (compris entre 1,5 et 2).

Tandis que, les coefficients retenus pour des zones ayant des niveaux d'incidences résiduelles égaux ou inférieurs à la classe « modéré à assez fort » sont égaux ou inférieurs à 1. Ces zones correspondent aux zones humides à enjeux faibles et à enjeux moyens sur le plan de la biodiversité et des fonctions hydrologiques, et aux zones humides à enjeux forts impactées par une incidence d'intensité faible.

S'agissant des incidences résiduelles faibles, des échanges dans le cadre du groupe de travail mis en place dans le cadre de la démarche ont amené à considérer un niveau d'intérêt ne pouvant être négligé pour les surfaces concernées, d'où la proposition de retenir le même coefficient que pour le niveau d'incidences résiduelles "faible à modéré" (0,25).

L'échelle des coefficients de réponse au besoin compensatoire (ou échelle des coefficients de plus-value des mesures compensatoires) s'étend également de 0,25 à 2 suivant un mécanisme en miroir à celui de l'échelle des coefficients de définition du besoin compensatoire.

Le travail a consisté à qualifier et traduire en unités de compensation, selon la même échelle et par un mécanisme en « miroir », la plus-value environnementale attendue pour chaque type de mesure. Le calcul de cette plus-value prend en compte :

- ✓ la situation initiale de la parcelle de compensation ;
- ✓ la mesure ciblée ;
- ✓ l'influence de la densité des haies ;
- ✓ le cahier des charges qui sera retenu pour la gestion de la parcelle lorsque celle-ci est exploitée.

L'attribution de ces coefficients de plus-value a été réalisée par Biotopie à dire d'expert puis présentée et validée au sein du groupe de travail mis en place localement.

Ainsi, les mesures permettant d'obtenir le gain fonctionnel le plus important se sont vues attribuer le coefficient le plus élevé soit 2. L'attribution des autres coefficients s'est faite de façon décroissante. L'attribution des coefficients de plus-value est basée sur une différence de fonctionnalités entre un état initial et un état cible.

Ces coefficients de plus-value sont applicables suivant :

- ✓ les critères définis au chapitre G.6.1.2 de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport et au chapitre 4.3.5.1.2.2 (pages 186-190) du dossier loi sur l'eau de la desserte routière ;
- ✓ les principes décrits au chapitre G.6.2 de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport et au chapitre 4.3.5.2 (pages 191-193) du dossier loi sur l'eau de la desserte routière.

Le ratio de compensation surfacique réellement mis en œuvre sur une zone correspond in fine au coefficient de définition du besoin compensatoire divisé par le coefficient de plus-value des mesures.

2.b. Une analyse de la sensibilité du résultat final au choix de ces coefficients a-t-elle été menée ou serait elle possible ?

Une analyse de sensibilité du résultat final suivant la valeur des coefficients n'a pas été menée. Par ailleurs, un tel test sur l'échelle des coefficients définissant le besoin compensatoire, ou sur les coefficients eux-mêmes en conservant les mêmes limites de l'échelle, conduirait à reprendre parallèlement l'échelle et les coefficients définissant la plus-value écologique des mesures compensatoires.

Toutefois, une simulation de la mise en œuvre de la démarche au sein d'une partie des enveloppes de compensation a été réalisée. Elle est présentée au chapitre G.6.3.3.1 de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport et au chapitre 4.3.5.3.3.1 du dossier loi sur l'eau de l'aéroport de la desserte routière (pages 201-206).

Ainsi, en considérant la mise en œuvre de mesures apportant une plus-value maximale pour les différents milieux rencontrés et à partir des secteurs des enveloppes ayant fait l'objet de prospections, sur une surface théorique de 956 ha ; l'application de la compensation avec les coefficients actuels permettrait de générer 734 UC.

2.1 Cas du coefficient d'ajustement des « besoins compensatoires »

2.1.1. Après avoir été pondérés par les mesures de correction, justifier pourquoi les impacts résiduels globaux (évalués en ha) sont à nouveau pondérés par un « coefficient d'évaluation du besoin compensatoire » ?

Les impacts résiduels globaux sont effectivement exprimés en hectares et sont associés, suivant leur nature, à une classe d'impact résiduel (allant de quasi-nul à fort).

Les mesures de correction ne viennent pas pondérer les impacts prévisibles mais uniquement les diminuer lorsque les mesures de correction participent à la diminution des impacts du projet (cf. plus particulièrement la réponse à la question 1.2.12).

Afin de définir le besoin compensatoire, chaque classe d'impact résiduel s'est vue attribuer un coefficient de définition du besoin compensatoire allant de 0,25 à 2 selon le niveau d'impact résiduel.

Ainsi les impacts résiduels ne sont pondérés qu'une fois lors de la conversion en unité de compensation.

2.1.2. Comment les valeurs limites de ce coefficient (variant de 0,25 à 2) ont-elles été fixées ? Sur la base de quels critères ? Lister les sources bibliographiques éventuelles.

L'échelle des coefficients de réponse au besoin compensatoire (ou échelle des coefficients de plus-value des mesures compensatoires) s'étend de 0,25 à 2 suivant un mécanisme en miroir à celui de l'échelle des coefficients de définition du besoin compensatoire.

La démarche de définition de ces coefficients en réponse au besoin compensatoire est détaillée en réponse à la question 2.a.

2.2 Cas des coefficients d'évaluation de la « réponse compensatoire »²

2.2.1. Comment les valeurs limites de ce coefficient (variant de 0,25 à 2) ont-elles été fixées ? Sur la base de quels critères ? Pouvez-vous justifier le fait d'utiliser une échelle identique pour évaluer les besoins et la réponse compensatoire (notamment au regard du commentaire suivant) ? Lister les sources bibliographiques éventuelles.

La démarche de définition de ces coefficients en réponse au besoin compensatoire est détaillée en réponse à la question 2.a.

2.2.2. Expliquer pourquoi des ajustements des coefficients n'ont pas été intégrés dans la méthode pour prendre en compte les éléments suivants :

2.2.2.1. Le risque d'échec ou de réussite, partiel ou total, des mesures mises en œuvre ;

2.2.2.2. Le décalage temporel (durée nécessaire à la mise en œuvre concrète sur le terrain de l'ensemble des mesures ; durée nécessaire à la récupération des fonctionnalités perdues et/ou délai de restauration de la biodiversité antérieure et d'atteinte de l'équilibre écologique) ;

2.2.2.3. Le décalage spatial entre site impacté et site compensatoire (cf. demanda du SDAGE) ?

La démarche de compensation fonctionnelle fera l'objet d'un suivi régulier de l'efficacité des mesures compensatoires au cours de la durée d'engagement d'AGO et de la DREAL en matière de compensation. Elle sera encadrée par l'observatoire environnemental chargé de suivre, à l'échelle de l'aéroport de la desserte routière, les indicateurs de suivi de l'efficacité des mesures compensatoires. Cet observatoire est mis en place sur une durée de 10 ans reconductible sur la durée de la concession. Un rapport annuel sera établi par l'observatoire, sur la base des suivis réalisés par les maîtres d'ouvrage, et validé par le comité scientifique qui sera désigné prochainement par le préfet.

En cas d'échec des mesures, des actions correctives seront mises en œuvre. D'autres parcelles de compensation seront, le cas échéant, recherchées.

Les enveloppes de mise en œuvre des mesures compensatoires ont été délimitées autour des cours d'eau compte tenu des potentialités plus importantes de restauration de fonctionnalités des zones humides, sur le plan hydrologique. Cette délimitation géographique permet d'optimiser les chances de succès des mesures (y compris sur le plus long terme en cas d'évolution climatique).

Ces enveloppes de compensation ont été délimitées à proximité immédiate du site impacté dans le but de restaurer les fonctionnalités des zones humides au plus près du projet, dans le même bassin versant, en compatibilité avec les dispositions du SDAGE et des SAGE.

Pour ces raisons, il n'a pas retenu, dans le cadre du groupe de travail local, la nécessité d'intégrer des coefficients d'ajustement dans la démarche.

² Le coefficient d'ajustement retenu est basé sur la « plus value fonctionnelle » qu'engendre chaque type de travaux. Ce dernier est défini en fonction du type de ZH, du type de travaux mis en œuvre et de la comparaison de l'état du milieu avant/après mise en œuvre des mesures.

2.3 Cas des ratios de compensation

2.3.1. Pour les sites compensatoires éloignés des trois bassins versants impactés (ou situés à plus de 25 km des projets), un ratio surfacique minimal de 200% a-t-il été respecté ? Si oui, comment est-ce vérifiable ?

Les principes qui ont permis de définir les enveloppes éligibles à la mise en œuvre des enveloppes de compensation sont décrits aux §G.5.1.3 à G5.1.5 de la pièce F pour AGO et aux §4.3.4.1.2 (p173) à 4.3.4.1.5 (p181) pour la desserte routière.

S'agissant d'une méthode fonctionnelle, AGO et la DREAL se sont attachés, en cohérence avec les dispositions du SDAGE et des SAGE(s), à délimiter des enveloppes éligibles au titre des mesures compensatoires liées aux zones humides situées sein des bassins versants impactés par les aménagements et à proximité du projet.

Ainsi les enveloppes de compensation proposées par AGO et la DREAL ne dépassent pas une distance d'environ 10 km au Nord de l'aéroport et environ 7 km au Sud de la desserte routière. Il n'est pas envisagé de compenser avec un ratio surfacique de 200% au minimum.

2.3.2. Cas particulier des habitats remarquables humides : pourquoi cette différence de méthode entre habitats remarquables et ZH ? Quelle justification avez-vous des ratios utilisés (variant de 2 à 10) ?

L'impact de ces milieux remarquables a bien été intégré à la définition du besoin compensatoire. La restauration de ces milieux remarquables participe à la réponse au besoin compensation tel que défini dans les tableaux de coefficient de plus value.

Dans le cadre des réflexions menées en lien avec le groupe de travail mis en place localement, il a été jugé nécessaire d'assurer la recréation / restauration de certains milieux remarquables dont le ratio surfacique a été retenu selon la patrimonialité de l'habitat concerné. Ceci permet d'apporter des garanties sur leur restitution et leur pérennité après la réalisation du projet.

Les ratios surfaciques de compensation des habitats remarquables sont proposés en fonction de la rareté locale et régionale des milieux (enjeux de conservation intrinsèque) et leur intérêt pour divers groupe biologique (en termes d'habitat d'espèces notamment).

La quantification relative au besoin compensatoire spécifique aux habitats remarquables est décrite au chapitre G.5.2.2.3 de la pièce F pour l'aéroport et chapitre 4.3.4.2.2.3 pour la desserte routière (page 183).

3. INDICATEURS D'EVALUATION DE L'ATTEINTE DES OBJECTIFS EN MATIERE DE COMPENSATION ECOLOGIQUE

3.a. Vu la méthode globalisante retenue et la nécessité de renouveler les contrats agro-environnementaux au court du temps, avez-vous prévu de vérifier que l'ensemble des sites de compensation reproduira bien la qualité et la diversité des fonctions et qualités biologiques à compenser tout au long de la durée des concessions ? Est-ce intégré dans les modalités de gestion des sites de compensation (taux de turnover des sites à contrats « courts » ; anticipation de certains sites et travaux afin que les fonctions à compenser restent effectives malgré l'abandon de certains sites ; etc.) ;

Les maîtres d'ouvrages s'engagent sur le résultat de la mise en œuvre des mesures compensatoires à hauteur du besoin compensatoire exprimé en unités de compensation, et de l'effectivité de ces mesures : les suivis qui seront réalisés tout au long de la durée de la concession pour AGO et sur 30 ans pour la DREAL et l'évaluation de l'effectivité des mesures permettront de vérifier que la compensation permet effectivement de restaurer les fonctionnalités majeures des zones humides impactées et la qualité de la biodiversité de ces zones humides. Suivant les résultats de ces suivis qui seront transmis à l'observatoire environnemental (dont le rôle et les missions sont définis au chapitre B.3.4 de la pièce H du dossier Loi sur l'eau de l'aéroport et au chapitre 7.1, page 247, du dossier loi sur l'eau de la desserte routière), des actions correctives seront mises en œuvre.

Les mesures compensatoires définies dans les dossiers visent des habitats d'une qualité suffisante pour en faire de bons supports de faune et de flore, et qui sont fonctionnels du point de vue hydrologique (en particulier, vis-à-vis de la régulation de la qualité de l'eau).

Toutefois, les mesures et les situations étant variées, l'appréciation de la restauration des fonctionnalités majeures des zones humides se fera à une échelle plus globale. C'est une plus-value écologique qui est recherchée sur chaque site de compensation, plutôt que l'atteinte d'un niveau particulier de qualité biologique ou fonctionnelle.

Le taux de turnover des sites faisant l'objet d'un conventionnement est difficile à apprécier à ce stade, dans l'attente de la signature, avec la Chambre d'agriculture, du protocole de mise en œuvre et de gestion de mesures compensatoires sur les parcelles exploitées, qui est un préalable au contact des agriculteurs.

Pour l'instant, AGO et la DREAL n'ont pas envisagé la création d'un volume tampon de sites de compensation permettant de gérer les à-coups de contractualisation ou les échecs des mesures compensatoires. Il sera toutefois possible d'en évaluer la nécessité dans le cadre de la phase de mise en œuvre et des premiers suivis, compte tenu notamment des engagements pris en terme de calendrier de mise en œuvre (cf. chapitre G.6.3.4.2 de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport et chapitre 7.2.4 (pages 253-254) du dossier loi sur l'eau de la desserte routière).

3.b. Préciser les protocoles qui permettront de vérifier le respect du principe d'équivalence et d'estimer la plus-value écologique de chaque site sur le long terme. Lister les sources bibliographiques éventuelles justifiant le choix de ces protocoles.

Dans le cadre du suivi des engagements de l'Etat, l'observatoire environnemental a construit des indicateurs en vue d'évaluer l'efficacité des mesures compensatoires mises en œuvre.

Ces indicateurs se répartissent en 3 catégories :

- ✓ **Indicateurs de moyens et de suivi de la mise en œuvre des mesures compensatoires** : ces indicateurs permettent le suivi au fil du temps de l'avancement des réalisations en quantité et la vérification de la conformité des mesures aux prévisions, aux dimensionnements et aux objectifs de compensation en Unité de Compensation ;
- ✓ **Indicateurs de résultat** : ces indicateurs traduisent l'évolution des milieux préservés, créés ou améliorés dans le cadre de la trajectoire compensatoire prévue à partir de la réalisation des mesures ;
- ✓ **Indicateurs d'effet** : ces indicateurs traduisent l'efficacité des mesures sur les milieux et les espèces en mesurant la résorption constatée des impacts résiduels, la reconstitution de fonctionnalités écologiques et l'évolution des populations animales et végétales sur les sites concernés.

Sur la base du travail déjà effectué avec l'observatoire, 26 indicateurs globaux ont été définis, ce sont ceux qui seront présentés dans les rapports annuels de l'observatoire. Environ 300 indicateurs détaillés permettent d'alimenter ces indicateurs globaux. Ces données détaillées sont collectées, par espèce, par paramètre ou par objet d'analyse puis intégrées dans la base de données permettant à l'observatoire de les analyser afin d'expliquer les résultats et les écarts éventuels constatés.

La liste des 26 indicateurs globaux est présentée en annexe.

Les protocoles de suivi d'efficacité des mesures compensatoires sont actuellement en cours d'élaboration avec l'observatoire environnemental.

Les suivis sur les fonctionnalités hydrologiques et biologiques sont présentés aux réponses aux questions 3.1.1 et 3.2.1.

3.c. Les obligations de moyens d'une part, et de résultats d'autre part, seront-elles contrôlées et si oui, comment (qui, quoi, quels paramètres, quelle fréquence, etc.) ? Quelles suites seront données à ces contrôles ? Préciser les modalités de contrôle des contrats et/ou cahiers des charges signés avec les agriculteurs, ainsi que du respect du principe d'additionnalité ;

La démarche de suivi et de contrôle des mesures est présentée dans le chapitre G.6.3.4.3 de la pièce F et chapitre B de la pièce H pour l'aéroport et chapitre 4.3.5.3.4.3 (p 212) et chapitre 7.1 (p247 à 249) de la desserte routière.

Concernant le contrôle de la bonne mise en œuvre des mesures dans le cadre des conventionnements avec les propriétaires et/ou les exploitants agricoles :

- ✓ le respect des engagements pris par ceux-ci sera suivi de façon systématique sur toutes les parcelles et tous les ans par des visites inopinées, avec recherche d'indices de dégradation (trace de déstructuration du couvert, d'eutrophisation, espèces indicatrices) et d'opérations de gestion (fauches, présence d'animaux, en particulier en période sensible).
- ✓ En complément, chaque exploitant agricole sera rencontré une fois par an pour consulter son cahier de saisie des opérations sur les parcelles contractualisées, faire le point de l'année écoulée et préparer l'année à venir.
- ✓ Les opérateurs désignés par AGO et la DREAL seront disponibles en permanence pour répondre aux sollicitations des agriculteurs en cas de problème concernant le bon respect des engagements pris.

En cas de non respect des engagements pris, si la mauvaise foi ou la non fiabilité du contractant est constatée, la convention sera résiliée. Ceci devrait concerner une petite proportion des agriculteurs et/ou des propriétaires qui seront assez rapidement écartés de la démarche.

Pour garantir le principe d'additionnalité, AGO et la DREAL s'interdisent de signer une convention avec un agriculteur qui refuserait de s'engager à conserver les prairies « naturelles » et autres éléments d'intérêt écologiques de son exploitation situés au sein des enveloppes de mise en œuvre des mesures compensatoires.

3.d. Envisage-t-on de mettre en place ce suivi en tenant compte de la dynamique naturelle des milieux à long terme (qui pourrait se traduire par des changements significatifs du fonctionnement écologique, de la flore et la faune) ? Si oui, comment et quels objectifs se fixe-t-on au regard des différentes « trajectoires » possibles ? Comment la plus value écologique des mesures mises en œuvre sera-t-elle évaluée si le contexte évolue ? Sur quelles bases et selon quelles logiques ?

L'éventail des mesures prévues est assez limité pour les parcelles agricoles, il s'agit de prairies « naturelles » plus ou moins extensives (suivant le cahier des charges retenu parmi ceux définis dans les dossiers) et gérées par fauche ou pâturage. Les cahiers des charges et la localisation précise des mesures compensatoires seront validés en concertation avec l'agriculteur. Les modélisations effectuées sur plusieurs exploitations dans le cadre des discussions avec la Chambre d'agriculture ont montré qu'il faudra rechercher un équilibre entre prairies fauchées (modérément fertilisées) et prairies pâturées (zéro fertilisation) pour éviter une déstabilisation du système d'exploitation.

Les objectifs surfaciques à atteindre pour les habitats remarquables étant relativement limités, ils seront recherchés sur les sites qui présenteront les meilleures potentialités de restauration ou de conversion (par exemple conversion de peupleraies à strates arbustives développées en saulaie ou aulnaie marécageuse, conversion de peupleraies à strate herbacée de mégaphorbiaie dégradée en mégaphorbiaies ouvertes) et de pérennité (priorité donnée aux parcelles acquises). Pour les autres sites, c'est principalement la trajectoire prairie qui sera choisie.

Dans le contexte réglementaire actuel, il n'est pas envisageable de réviser l'évaluation des impacts et du besoin compensatoire avec l'évolution des conditions climatiques. Cette évolution sera suivie par le biais de stations météorologiques, du réseau ONDE de l'ONEMA, de sites témoins, etc.

Ces données climatiques seront prises en compte dans l'analyse des données des suivis de l'efficacité des mesures compensatoires.

Il est à noter que les zones humides en fond de vallon et le long des talweg privilégiées pour la mise en œuvre des mesures compensatoires pour les zones humides seront aussi les secteurs qui resteront humides le plus facilement ou le plus longtemps malgré des évolutions défavorables du climat.

3.e. Y a-t-il un dispositif prévu, au titre du suivi, permettant de s'assurer de la cohérence des mesures mises en œuvre au titre des dossiers « loi sur l'eau », « espèces protégées » et « aménagement foncier » ? Ainsi, les compensations mises en place par les communes ou l'exploitant d'origine seront-elles bien maintenues par le remembrement lui-même, ainsi qu'après remembrement par le nouvel exploitant, ou reprises ailleurs ?

Le dispositif de suivi et de contrôle (observatoire environnemental, comité scientifique) présenté au chapitre B.1 de la pièce H du dossier loi sur l'eau de l'aéroport et au chapitre 7.1 (pages 247-249) du dossier loi sur l'eau de la desserte routière a effectivement vocation à s'assurer de la cohérence des mesures compensatoires mises en œuvre au titre des dossiers « loi sur l'eau » et « espèces protégées ».

Le périmètre d'aménagement foncier étant pour partie en interface avec les enveloppes de recherche et de mise en œuvre des mesures compensatoires, la procédure d'aménagement foncier a vocation à entrer dans le champ de connaissance de l'observatoire environnemental qui pourra, le cas échéant, formuler des préconisations d'actions correctives.

Les modalités d'articulation entre la mise en œuvre des mesures compensatoires et l'aménagement foncier sont présentées au chapitre G.6.3.2 de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport et au chapitre 4.3.5.3.2. du dossier loi sur l'eau de la desserte routière (pages 197-200). En particulier, une convention entre l'Etat, AGO et le Conseil Général a été signée le 29 mars 2012 (cf. pièce jointe).

Dans cette convention, les objectifs partagés par les différents maîtres d'ouvrage sont notamment de :

- ✓ s'attacher à préserver les milieux d'intérêt ;
- ✓ proscrire toute dégradation des habitats naturels remarquables ou des habitats d'espèces compris dans les secteurs de bocage remarquables ;
- ✓ garantir la pérennité des mesures compensatoires environnementales mises en œuvre dans le cadre de l'aménagement de l'aéroport et de sa desserte routière en recherchant la meilleure cohérence et complémentarité entre les mesures d'atténuation et d'insertion environnementale mises en œuvre par AGO et par la DREAL et celles qui seront définies dans le cadre spécifique du projet d'aménagement foncier.

L'engagement du Conseil Général de Loire-Atlantique, maître d'ouvrage de l'aménagement foncier (AFAF) réside plus particulièrement dans le fait qu'il soit tenu compte, dans le cadre de l'exécution des marchés d'étude d'AFAF, des acquisitions et des conventions passées ou à passer par AGO et l'État au sein du périmètre d'AFAF, sur des terrains favorables à la mise en œuvre de mesures compensatoires, de manière à éviter que ces terrains soient échangés ou impactés par l'AFAF et en particulier par le programme de travaux connexes.

3.1 Suivi des composantes et fonctionnalités physiques des ZH

3.1.1. Préciser le(s) protocole(s) envisagé(s), notamment celui ou ceux permettant d'évaluer les fonctionnalités physiques créées ou restaurées au niveau des ZH de compensation. Indiquer les critères utilisés et leurs unités ;

S'agissant des fonctionnalités hydrologiques à restaurer (soutien d'étiage, rétention des toxiques, rétention des matières en suspension) AGO et la DREAL prévoient de recueillir les données suivantes, et de les confronter entre elles et aux données concernant la végétation :

- ✓ Analyses de sol sur les parcelles de compensation, profondeur, horizons, etc.
- ✓ Contexte topographique et relations avec les réseaux fossés et les cours d'eau.
- ✓ Mesure des débits et des périodes d'écoulement des cours d'eau, associée à la mesure du niveau de nappe au niveau du cours d'eau

Dans l'objectif de pouvoir exploiter de façon optimale l'ensemble des données recueillies, AGO et la DREAL envisagent d'utiliser un outil de modélisation. Il permet d'avoir une approche globale de l'effet des mesures compensatoires réalisées en tenant compte des évolutions météorologiques.

Cette approche permettrait notamment, sur la base d'un calage initial solide, d'assurer un suivi de la restauration des fonctionnalités majeures à l'échelle des enveloppes de compensation (non limité aux seules parcelles de mise en œuvre des mesures de compensation) et d'exploiter les résultats des suivis pour qualifier la restauration de ces fonctionnalités compte tenu des influences extérieures possibles liées aux activités sur des parcelles non acquises ou contractualisées dans la cadre de la compensation.

Un exemple d'outil de modélisation est présenté en annexe (cet outil a fait l'objet d'une présentation aux maîtres d'ouvrage le 18/01/2012).

3.1.2. Dans le cas particulier des cours d'eau situés au droit ou en aval des projets : préciser les modalités de suivi de leur régime hydrologique en phase d'exploitation ; idem pour leurs conditions morphologiques et la qualité physico-chimique de l'eau ;

S'agissant du suivi hydrologique, des mesures de débit seront réalisés sur les mêmes points que ceux du suivi de la qualité physico-chimique. De plus le projet d'arrêté prévoit la réalisation d'une station de jaugeage.

S'agissant du suivi de la morphologie des cours d'eau en aval ce point est traité dans la réponse à la question 1.2.5.2.

S'agissant du suivi de la qualité physico-chimique ce point est traité dans le chapitre F.2 de la pièce H du dossier de l'aéroport et au chapitre 7.1 (p 248 et 249) de la desserte routière.

3.2 Suivi des composantes et fonctionnalités biologiques des ZH

3.2.1. Préciser le(s) protocole(s) envisagé(s), notamment celui permettant d'évaluer les fonctionnalités biologiques restaurées au niveau des ZH de compensation. Indiquer les critères utilisés et leurs unités

Concernant les fonctionnalités biodiversité, les AGO et la DREAL envisagent :

- ✓ la construction d'un référentiel des prairies « naturelles » sur les enveloppes de compensation : relevés phytosociologiques, analyse d'un tableau phytosociologique voire analyse multivariée, mise en correspondance avec les modalités de gestion, les conditions pédologiques, les analyses de sols, les suivis de piézomètres.
- ✓ Un suivi détaillé d'un échantillon de prairies issues de reconversion de prairies temporaires, blé ou maïs : évolution des cortèges floristiques (relevés phytosociologiques), des analyses de sol (NPK, MO), des abondances de certains types d'insectes (suivi semi-quantitatif de transects d'abondance pour les orthoptères prairiaux et les rhopalocères)(la prairie support de faune insectivore), de la fréquentation par les oiseaux (points d'écoute et d'observation) et les chauves-souris (pose de détecteurs d'ultrasons à enregistrement automatique), détermination des paramètres agro-économiques (rendement, saisons de production, qualité des fourrages produits, etc.).
- ✓ Un suivi des mares créées sur 15 ans suivant les modalités prévues dans la fiche « création et entretien de mares » présentée au chapitre G.6.1.1 (p79/171) de la pièce F du dossier loi sur l'eau de l'aéroport et dans le volume annexe A (page 146) du dossier loi sur l'eau de la desserte routière.

Les résultats de ce suivi pourront être extrapolés aux autres sites de compensation en fonction de leur situation pédologique et hydrologique et des modalités de gestion mises en œuvre. Régulièrement, la réalité d'un échantillon de ces parcelles sera confrontée au modèle de nature et de rapidité d'évolution issu du suivi (cortège floristique notamment).

Ce programme pourra être précisé avec le Conservatoire Botanique et/ou d'autres interlocuteurs scientifiques qui souhaiteront apporter leur connaissance de la bibliographie et du terrain, et permettront de préciser certains protocoles.

En complément des protocoles de suivi sur chaque thématique sont en cours d'élaboration, une première version de travail est présentée en annexe (Projet de protocole de suivi de l'efficacité des mesures compensatoires).

Remarque : L'outil de modélisation ainsi que les protocoles de suivi peuvent être présentés au collège d'expert à leur demande.

3.2.2. Dans le cas particulier des cours d'eau situés au droit ou en aval des projets : préciser les modalités de suivi de leur état écologique en phase d'exploitation.

S'agissant du suivi de la qualité hydrobiologique et piscicole ce point est traité dans le chapitre F.2 de la pièce H du dossier de l'aéroport et au chapitre 7.1 (p 248 et 249) de la desserte routière.

Le suivi en phase exploitation est également précisé dans l'article 31 du projet d'arrêté préfectoral.