



DERVENN
CONSEILS & INGÉNIERIE

Projet d'aménagement de la ZAC du Feuil sur la commune de Melesse (35)

Définition des mesures compensatoires zones humides

Réf. Dossier : 2020-00116

Dossier suivi par : Angélique LAIR

a.lair@dervenn.com

02 99 55 55 05

Rédacteur : Angélique LAIR

Relecteur : Vincent GUILLEMOT

Date : 01/10/2021

Version : 1.0

DERVENN GENIE ÉCOLOGIQUE

 9 rue de la Motte d'Ille, 35830 BETTON

 02 99 55 55 05

 contact@dervenn.com

SOMMAIRE

Liste des Figures	5
1 Présentation du projet	7
2 Contexte réglementaire	9
2.1 Statut des zones humides.....	9
2.2 SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021	9
2.3 SAGE Vilaine	11
2.4 Plan Local d'Urbanisme.....	12
3 Inventaires des zones humides	13
3.1 Méthodes.....	13
3.1.1 Analyse de données bibliographiques.....	13
3.1.2 Prospection de terrain.....	14
3.2 Résultats.....	17
4 Application de mesures d'évitement et de réduction	19
5 Application de mesures de compensation	21
5.1 Démarche globale	21
5.1.1 Méthode d'évaluation nationale	21
5.1.2 Estimation des besoins compensatoires « zones humides »	21
5.1.3 Recherche de site de compensation à proximité du projet	22
5.1.4 Estimation du gain fonctionnel.....	22
5.2 Evaluation de la zone humide impactée	22
5.2.1 Localisation et description du site.....	22
5.2.2 Fonctionnalités de la zone humide impactée.....	24
5.3 Etat initial du site de compensation	28
5.3.1 Choix du site et localisation.....	28
5.3.2 Description du site et historique	28

5.3.3	<i>Fonctionnalités actuelles en tant que zone humide</i>	30
5.4	Projet de mesures compensatoires	33
5.4.1	<i>Besoin compensatoire</i>	33
5.4.2	<i>Objectif de la compensation</i>	33
5.4.3	<i>Orientation retenue et projet de mesure compensatoire</i>	33
5.4.4	<i>Fonctionnalités du site après travaux</i>	36
6	Bilan estimée en fin d'opération	39
7	Suivi	40
7.1	Objectifs des suivis	40
7.1.1	<i>Suivi simple de la végétation</i>	40
7.1.2	<i>Suivi pédologique</i>	40
7.1.3	<i>Suivi des plantations</i>	40
8	Estimation des coûts	42
9	Annexe : tableau de résultats de l'évaluation des fonctionnalités zones humides	43

Liste des Figures

Figure 1.	Localisation du projet et la zone d'étude pour la délimitation des zones humides	7
Figure 2.	Première esquisse du projet d'aménagement de la ZAC du Feuill avant application des mesures ERC.....	8
Figure 3.	Le territoire du SDAGE Loire-Bretagne (© Agence de l'eau Loire-Bretagne).....	11
Figure 4.	Territoire du SAGE Vilaine (© SAGE Vilaine) et découpage par sous-bassins versant .	12
Figure 5.	Extrait du PLUi et localisation de la zone d'étude (© Géoportail urbanisme)	12
Figure 6.	Localisation des zones humides - inventaire de 2013 et localisation de la parcelle prospectée AI6 (rond orange)	14
Figure 7.	Traces redoxiques observées dans le sol (© Dervenn)	16
Figure 8.	Classes d'hydromorphie des sols selon le classement GEPPA	17
Figure 9.	Localisation des zones humides	18
Figure 10.	Mesures d'évitement et de réduction sur les zones humides	20
Figure 11.	Vue de la parcelle AI6 en direction du sud (source : Dervenn).....	23
Figure 12.	Zone humide impactée par le projet d'aménagement.....	23
Figure 13.	Extrait de l'évaluation sur le site avant et après impact	25
Figure 14.	Synthèse des fonctionnalités de la zone humide impactée	27
Figure 15.	Localisation de la parcelle accueillant le site de compensation.....	28
Figure 16.	Illustration des données historiques : comparaison entre une photo aérienne récente (à gauche), une photographie aérienne de 1950 (au centre) et carte d'État-Major (1820-1866, à droite) © Géoportail	29
Figure 17.	Illustrations photographiques du site de compensation	29
Figure 18.	Extrait de l'évaluation sur le site avant actions écologiques	31
Figure 19.	Fonctionnalités des zones humides sur le site de compensation	32
Figure 20.	Cartographie du projet de mesures compensatoires	35
Figure 21.	Extrait de l'évaluation sur le site après compensation	36
Figure 22.	Fonctionnalités des zones humides sur le site de compensation	38
Figure 23.	Synthèse de l'évaluation des fonctionnalités	39

1 Présentation du projet

Dervenn Conseils Ingénierie a été missionné dans le cadre du projet d'aménagement de la ZAC du Feuill à Melesse pour réaliser une étude sur les zones humides. Cette mission comprend notamment la mise à jour des inventaires des zones humides au sein de la zone d'étude ainsi que la mise en place des mesures Eviter-Réduire-Compenser.

Le projet se situe sur la commune de Melesse en Ile-et-Vilaine. Le site se situe sur la masse d'eau du Quincampoix, régie par le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) Vilaine et le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Loire-Bretagne.

Le projet porte sur l'aménagement d'une ZAC au nord de la commune. Les parcelles sont situées dans un environnement agricole, en bordure de zone urbanisée (proche de la commune de Mayenne). Quelques habitations sont présentes à proximité du site.

Les figures suivantes présentent la zone d'étude et une des premières esquisses du projet d'aménagement.



Figure 1. Localisation du projet et la zone d'étude pour la délimitation des zones humides



Figure 2. *Première esquisse du projet d'aménagement de la ZAC du Feuil avant application des mesures ERC*

2 Contexte réglementaire

2.1 Statut des zones humides

Plusieurs lois définissent et protègent les zones humides, notamment :

- **La loi sur l'eau du 3 janvier 1992** définit les zones humides comme « les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; ou dont la végétation, quand elle existe, y est dominée par les plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année » (extrait – article L.211-1 du code de l'environnement). **Cette loi instaure un objectif de gestion équilibrée de la ressource en eaux et des milieux aquatiques, qui est décliné à l'échelle locale par les SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau) et les SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau).**
- **La loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006** permet la mise en place d'outils pour atteindre l'objectif de 'bon état » des eaux fixé par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) et notamment **la nomenclature loi sur l'eau**. Ainsi, toute opération susceptible d'avoir un impact direct ou indirect sur le milieu aquatique (cours d'eau, lac, eaux souterraines, zones inondables, zones humides...) est soumise à l'application de la Loi sur l'eau. Cette dernière instaure une nomenclature des opérations soumises à autorisation et à déclaration Elle comprend notamment une rubrique 3.3.1.0 sur l'assèchement, la mise eau, l'imperméabilisation et les remblais de zones humides ou de marais. **Ainsi, tout projet conduisant à la disparition d'une surface de zone humide comprise entre 0,1 ha et 1 ha est soumis à déclaration, et à autorisation si la surface est supérieure à 1 ha.** Ces surfaces peuvent être cumulées à l'échelle d'un projet. Ainsi, à titre d'exemple, la destruction d'une zone humide de 6 000 m² et d'une autre de 5 000 m² dans le cadre du même projet est soumis à autorisation et non pas à simple déclaration.

2.2 SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021

Le SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau) Loire-Bretagne identifie la préservation et la restauration des zones humides comme un enjeu majeur. Il réserve son chapitre 8 à la préservation de ces milieux :

- **La disposition 8A-1 précise que conformément à l'article L.111-1-1 du code de l'urbanisme les PLU doivent être compatibles avec les objectifs de gestion de protection des zones humides prévus dans le SDAGE et dans les SAGE**

« En l'absence d'inventaire précis sur leur territoire ou de démarche en cours à l'initiative d'une commission locale de l'eau, la commune ou l'établissement public de coopération intercommunale

élaborant ou révisant son document d'urbanisme est invité à réaliser cet inventaire dans le cadre de l'état initial de l'environnement, à une échelle compatible avec la délimitation des zones humides dans le document. Les PLU incorporent dans les documents graphiques des zonages protecteurs des zones humides et, le cas échéant, précisent dans le règlement ou dans les orientations d'aménagement et de programmation, les dispositions particulières qui leur sont applicables en matière d'urbanisme. Ces dispositions tiennent compte des fonctionnalités des zones humides identifiées. »

- **La disposition 8A-3 concernant la préservation des zones humides pour pérenniser leurs fonctionnalités :**

« Les zones humides présentant un intérêt environnemental particulier (Art. L211-3 du CE) et les zones humides dites zones stratégiques pour la gestion de l'eau (Art. L212-5-1 du CE) sont préservées de toute destruction même partielle. Toutefois, un projet susceptible de faire disparaître tout ou partie d'une telle zone peut être réalisé dans les cas suivants :

- Projet bénéficiant d'une déclaration d'utilité publique (DUP) sous réserve qu'il n'existe pas de solutions alternatives constituant une meilleure option environnementale,
- Projet portant atteinte aux objectifs de conservation d'un site Natura 2000 pour des raisons impératives d'intérêt public majeur, dans les conditions définies par le code de l'environnement. »

Les données contenues dans le PLU et l'inventaire des zones humides du SAGE ne classent pas les zones humides comme zones humides d'intérêt environnemental particulier ou zones humides stratégiques pour la gestion de l'eau.

- **La disposition 8B-1 concernant la préservation des zones humides dans les projets d'installations, ouvrages, travaux et activités**

« Les maîtres d'ouvrages de projets impactant une zone humide recherchent une autre implantation à leur projet afin d'éviter de dégrader la zone humide. A défaut d'alternative avérée et après réduction des impacts du projet, dès lors que sa mise en œuvre conduit à la dégradation ou à la disparition de zones humides, la compensation vise prioritairement le rétablissement des fonctionnalités.

À cette fin, les mesures compensatoires proposées par le maître d'ouvrage doivent prévoir la recréation ou la restauration de zones humides, cumulativement :

- équivalente sur le plan fonctionnel ;
- équivalente sur le plan de la qualité de la biodiversité ;
- dans le bassin versant de la masse d'eau.

En dernier recours, et à défaut de la capacité à réunir les trois critères listés précédemment, la compensation porte sur une surface égale à au moins 200 % de la surface, sur le même bassin versant ou sur le bassin versant d'une masse d'eau à proximité. Conformément à la réglementation en vigueur et à la doctrine nationale « éviter, réduire, compenser », les mesures compensatoires sont définies par le maître d'ouvrage lors de la conception du projet et sont fixées, ainsi que les modalités de leur suivi, dans les actes administratifs liés au projet (autorisation, récépissé de déclaration...). La gestion,

l'entretien de ces zones humides compensées sont de la responsabilité du maître d'ouvrage et doivent être garantis à long terme ».



Figure 3. Le territoire du SDAGE Loire-Bretagne (© Agence de l'eau Loire-Bretagne)

2.3 SAGE Vilaine

Le Plan d'Aménagement et de Gestion Durable (PAGD) du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) Vilaine, fixe les objectifs généraux et dispositions permettant de satisfaire aux principes énoncés aux articles L211-1 et L430-1 du code de l'environnement ayant pour objet une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau.

Le PAGD identifie la qualité des milieux aquatiques comme l'un des premiers enjeux majeurs pour les acteurs locaux. Il précise aussi les objectifs et orientations permettant de répondre à l'objectif de préservation des fonctionnalités et du patrimoine biologique des milieux humides :

- Arrêt de la destruction ou la dégradation des zones humides avec un évitement des dégradations dès la conception du projet ou une compensation des impacts lorsque l'évitement ou la réduction ne sont pas possibles. Dès qu'un projet de mesure compensatoire doit être mis en œuvre, le bilan global doit être positif pour le milieu en terme de surface et de fonctions et doit être accompagné d'un programme de restauration d'une durée minimale de 5 ans (orientation 1).
- Protection des zones humides dans les documents d'urbanisme, en particulier les PLU. Cette protection passe par le maintien et le confortement des inventaires communaux, leur homogénéisation ainsi qu'un accès aux bases de données (orientation 2).
- Gestion et restauration des zones humides par la mise en place de mesures de gestion et / ou de règles qui évitent la dégradation des zones humides. La grande majorité de celles-ci sont situées

en zone agricole, et des pratiques extensives permettent de les maintenir dans un bon état fonctionnel (orientation 3). »

Le règlement du SAGE Vilaine stipule que toute destruction de zone humide de plus de 1 000 m² est interdite sur les bassins sensibles.

La zone d'étude n'est pas située sur un bassin sensible.



Figure 4. Territoire du SAGE Vilaine (© SAGE Vilaine) et découpage par sous-bassins versant

2.4 Plan Local d'Urbanisme

Le document d'urbanisme en vigueur sur la commune de Melesse est le Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi) du Val-d'Ille-Aubigné dont la dernière procédure a été approuvée 23/02/2021. La zone d'étude est située sur le zonage 1AU01 c'est-à-dire au sein d'une zone dédiée à l'urbanisation. Une partie de la zone est classée en zone humide (inventaire réalisé à l'échelle du SAGE Vilaine et intégré dans le PLU).

La figure suivante présente un extrait du PLUi.

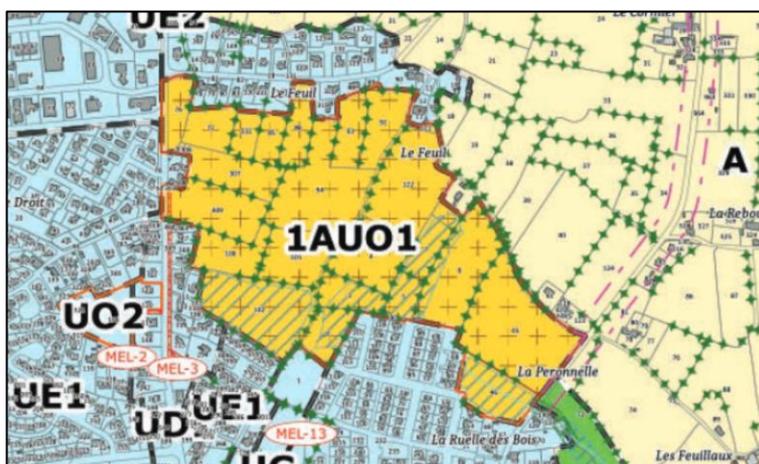


Figure 5. Extrait du PLUi et localisation de la zone d'étude (© Géoportail urbanisme)

3 Inventaires des zones humides

Les paragraphes suivants présentent une synthèse des rapports de délimitation zones humides.

3.1 Méthodes

3.1.1 Analyse de données bibliographiques

Sur le secteur étudié plusieurs types de données sont disponibles :

- Une **pré-localisation des zones humides potentielles** réalisée par le CRENAM, le CNRS et Asconit Consultant. Ce travail permet l'identification des zones humides probables à partir de données définies (topographiques, géologiques, géomorphologiques, hydrologique). Toute la partie sud de la zone d'étude est classée en zone humide potentielle.
- Les **données zones humides disponibles dans le PLUi Val d'Ille-Aubigné** qui classe une partie de la zone d'étude en zones humides (inventaire du SAGE Vilaine) – figure 5.
- Les **données zones humides datant de 2013 résultant de l'inventaire pour le projet** de création de la ZAC du Feuill (réalisé par Dervenn, figure 6)
- Les **données zones humides datant de 2017** et résultant d'un inventaire réalisé par le Syndicat du bassin de l'Ille et de l'Illet. Cet inventaire a dû être réalisé au moment où la réglementation prévoyait le cumul des critères pédologique et floristique pour délimiter les zones humides.

La prise en compte de ces données permet d'identifier les zones de fortes probabilités de zones humides qui seront vérifiées en priorité lors de notre expertise.

Notre mission a consisté à mettre à jour la délimitation des zones humides sur la parcelle AI6. En effet, des mesures d'évitement ont été mises en place dès le début du projet sur les autres parcelles, il n'était donc pas nécessaire de refaire des prospections sur ces parcelles.

La carte suivante présente les résultats de l'inventaire de 2013 et la parcelle dont l'inventaire a été mis à jour en 2020.



Figure 6. Localisation des zones humides - inventaire de 2013 et localisation de la parcelle prospectée AI6 (rond orange)

3.1.2 Prospection de terrain

Afin de déterminer l'emprise des zones humides conformément à la réglementation en vigueur, nous nous sommes basés sur les 4 critères de **l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009**¹ : la présence d'eau, la dominance d'une végétation hygrophile, l'hydromorphie du sol et la topographie.

3.1.2.1 Présence d'eau

La présence d'eau fournit des informations sur le caractère inondable de la zone (permanente ou temporaire mais prolongée et indépendante des crues).

¹ Dernière évolution réglementaire : suite à la loi du 24 juillet 2019, portant création de l'Office français de la biodiversité, les zones humides sont de nouveau définies par le caractère alternatif des critères de sols et de végétation. Il rend caduque l'arrêt du Conseil d'État du 22 février 2017

3.1.2.2 Dominance de la végétation hydrophile

La détermination de cette végétation repose sur l'identification de plante dite hygrophiles c'est à dire de plante qui ont besoin de beaucoup d'eau pour leur développement : joncs, laïches, saules... et/ou l'identification d'un habitat dit « humide » selon l'arrêté du 1er octobre 2009 et se référant à la typologie CORINE Biotopes (système hiérarchisé de classification des habitats européens).

▪ Flore caractéristique

Comme pour les sols, l'examen de la flore porte prioritairement sur des points à situer de part et d'autre de la frontière supposée de la zone humide, suivant des transects perpendiculaires à cette frontière. Le nombre, la répartition et la localisation précise de ces points dépendent de la taille et de l'hétérogénéité du site, avec 1 point (= 1 placette) par secteur homogène du point de vue des conditions mésologiques. Sur chacune des placettes, l'examen de la végétation vise à vérifier si elle est caractérisée par des espèces dominantes, identifiées selon le protocole ci-dessous, indicatrices de zones humides, c'est-à-dire figurant dans la liste mentionnée au 2.1.2 de l'Arrêté du 24 juin 2008.

Protocole de terrain : sur une placette circulaire globalement homogène du point de vue des conditions mésologiques et de végétation, d'un rayon de 3 ou 6 ou 12 pas (soit un rayon entre 1,5 et 10 mètres) selon que l'on est en milieu respectivement herbacé, arbustif ou arborescent, effectuer une estimation visuelle du pourcentage de recouvrement des espèces pour chaque strate de végétation (herbacée, arbustive ou arborescente [2]) en travaillant par ordre décroissant de recouvrement (3) ; pour chaque strate:

- noter le pourcentage de recouvrement des espèces ;
- les classer par ordre décroissant ;
- établir une liste des espèces dont les pourcentages de recouvrement cumulés permettent d'atteindre 50 % du recouvrement total de la strate ;
- ajouter les espèces ayant individuellement un pourcentage de recouvrement supérieur ou égal à 20 %, si elles n'ont pas été comptabilisées précédemment ;
- une liste d'espèces dominantes est ainsi obtenue pour la strate considérée ;
- répéter l'opération pour chaque strate ;
- regrouper les listes obtenues pour chaque strate en une seule liste d'espèces dominantes toutes strates confondues (4) ;
- examiner le caractère hygrophile des espèces de cette liste ; si la moitié au moins des espèces de cette liste figurent dans la Liste des espèces indicatrices de zones humides » mentionnée au 2.1.2 cité précédemment, la végétation peut être qualifiée d'hygrophile.

▪ Habitat :

Sur la base de relevés équivalents à la méthode précédente, un espace peut être considéré comme humide si les habitats qui le composent figurent comme habitats caractéristiques de zones humides dans la liste figurant à l'Arrêté du 24 juin 2008.

3.1.2.3 Hydromorphie du sol

L'étude de l'hydromorphie du sol consiste à identifier la présence de traits rédoxiques et/ou réductiques à moins de 50 cm de profondeur et s'intensifiant en profondeur. Les traits rédoxiques (ou pseudogley) correspondent à l'oxydation du fer et se matérialise par des tâches de couleur rouille ou des concrétions ferro-manganiques. Les horizons rédoxiques témoignent donc d'engorgements temporaires. Les traits réductiques (ou gley) se caractérisent par des tâches de décoloration gris-bleu et correspondent à un processus de réduction du fer en période de saturation en eau.



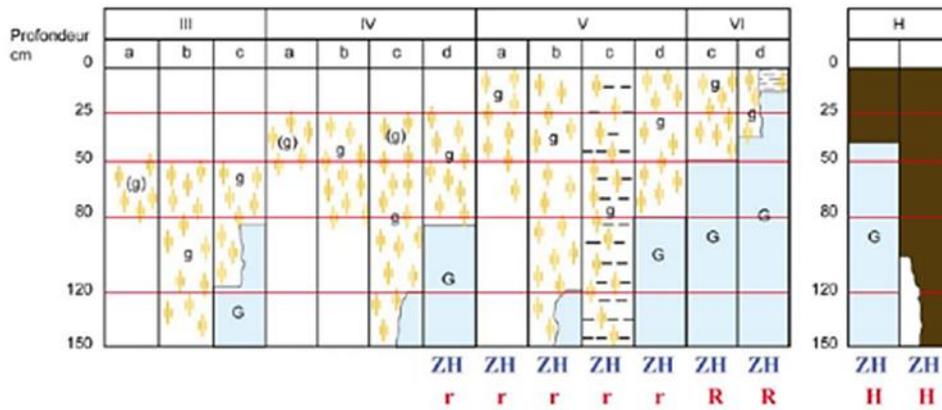
Figure 7. *Traces redoxiques observées dans le sol (© Dervenn)*

Des sondages pédologiques ont été effectués à l'aide d'une tarière à main, permettant des sondages jusqu'à 120 cm de profondeur.

Conformément à la circulaire d'application de l'arrêté du 1^{er} octobre 2009, « l'examen du sondage pédologique vise à vérifier la présence :

- D'horizons histiques (ou tourbeux) débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol et d'une épaisseur d'au moins 50 centimètres ;
- Ou de traits réductiques débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol ;
- Ou de traits rédoxiques débutant à moins de 25 centimètres de la surface du sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur ;
- Ou de traits rédoxiques débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et de traits réductiques apparaissant entre 80 et 120 centimètres de profondeur.

[...] La morphologie des classes IV d, V et VI (classes d'hydromorphie des sols décrites ci-dessus) caractérisent des sols de zones humides pour l'application de la rubrique 3.3.1.0 de l'article R.214-1 du code de l'environnement »



Morphologie des sols correspondant à des "zones humides" (ZH)

(g)	caractère rédoxique peu marqué	(pseudogley peu marqué)
g	caractère rédoxique marqué	(pseudogley marqué)
G	horizon réductique	(gley)
H	Histosols	R Réductisols
r	Rédoxisols (rattachements simples et rattachements doubles)	

Figure 8. Classes d'hydromorphie des sols selon le classement GEPPA

3.1.2.4 Topographie

L'observation de la topographie d'un site permet d'extrapoler le niveau de la nappe grâce aux courbes de niveau, au niveau supérieur des marées de hautes eaux ou à la limite supérieure de la zone inondable, ou d'une zone de rupture de pente. Le critère topographique est exploité pour affiner les éléments de délimitations des critères précédents.

3.2 Résultats

L'inventaire a été réalisée en novembre 2020. La période d'observation est caractérisée un automne relativement pluvieux et très peu de précipitations la semaine précédant l'intervention (0.2 mm). Les sols étaient faiblement humides en surface, une nappe d'eau a été observée lors de la prospection.

L'inventaire a mis en évidence la présence de zones humides au sein de la parcelle A16.

La carte suivante présente la synthèse des résultats avec la mise à jour de la délimitation sur l'ensemble de la zone d'étude (résultats plus complets dans les rapports dédiés avec description des sondages).

Au total, sur l'ensemble du périmètre du projet d'aménagement de ZAC, les zones humides représentent une superficie de 4,77 ha.

Localisation des zones humides (inventaire de 2020)



© Copyright - Dervenn Conseils Ingénierie - SIG
Réalisation - Bureau d'études DERVENN - Septembre 2021
Sources : GéoBretagne © Droits réservés - Reproduction interdite



Figure 9. Localisation des zones humides

4 Application de mesures d'évitement et de réduction

Les mesures d'évitement ont été mises en place dès le début du projet avec la préservation d'une majorité des zones humides connues et leur mise en valeur dans le projet d'aménagement. Aucune construction d'habitation n'a été proposée sur les parcelles AH 102, AI2 et AI3 pour maintenir les fonctions des zones humides.

Les mesures d'évitement permettent de préserver 2,43 ha de zones humides.

Concernant les parcelles AI5, AI6 et AI7, des mesures de réduction des impacts ont été mises en place. En effet, le projet prévoyait initialement la construction de lot d'habitations sur la totalité de la parcelle AI6 ainsi que d'une voie de circulation traversant la parcelles AI6 et AI 5. Suite à la mise à jour de la délimitation des zones humides sur la parcelle AI6, le projet a donc évolué vers la suppression de l'ensemble des lots d'habitats et le maintien de la voie de circulation afin de relier la partie est et ouest de la ZAC et la circulation des transport en commun (bus, car scolaire,...). La largeur de cette route a été réduite au strict minimum pour limiter l'impact sur la zone humide.

Le projet prévoyait donc l'aménagement sur la totalité de la parcelle AI 6 et la route sur la parcelle AI5, soit un aménagement de 1,62 ha sur 2,34 ha de zones humides. Suite à la mise en œuvre des mesures de réduction, le projet de création de route impact 0,06 ha de zones humides (637,6 m² précisément).

Les mesures de réduction permettent de préserver 2,28 ha de zones humides.

L'application des mesures d'évitement et de réduction permet la préservation de 4,71 ha de zones humides. La carte suivante présente une synthèse des zones avec évitement et réduction des impacts.

Mesures d'évitement et de réduction



Figure 10. Mesures d'évitement et de réduction sur les zones humides

5 Application de mesures de compensation

Après application des mesures d'évitement et de réduction, l'impact résiduel du projet d'aménagement de la ZAC sur les zones humides est de 0,06 ha sur la zone humide située à l'est de la zone d'étude (figure 12). Des mesures compensatoires doivent donc être mises en œuvre.

5.1 Démarche globale

5.1.1 Méthode d'évaluation nationale

La définition du projet de compensation comporte une phase d'analyse des sites impactés et des sites de compensation par le biais de l'évaluation des fonctionnalités des zones humides. Cette évaluation est réalisée avec la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides². Elle est mise en œuvre³:

1. Lors de l'état initial sur le site avant impact,
2. Sur le site impacté avec impact envisagé,
3. Sur les sites proposés pour la réalisation de mesure compensatoire, avant et après restauration.

Les tableurs⁴ alimentés à ces différentes étapes doivent permettre de comparer les effets des impacts sur le site du projet et les effets des actions écologiques sur les sites de compensation. Ainsi cette méthode oriente les actions écologiques à mettre en œuvre dans le cadre de la séquence « éviter, réduire, compenser ».

Le présent rapport décrit donc les sites, l'environnement du projet, ainsi que les fonctionnalités impactées. Celles-ci sont décrites au regard des éléments d'appréciation de la méthode nationale mais également de l'expertise de terrain réalisé lors des prospections. Ainsi la fonctionnalité globale pourra être appréciée à différentes échelles suivant les caractéristiques des zones humides concernées : site dans son ensemble, par zone humide distincte si des enjeux le nécessitent.

5.1.2 Estimation des besoins compensatoires « zones humides »

Sur la base des surfaces impactées et de l'analyse des fonctionnalités nous établirons une estimation du besoin compensatoire « zone humide ». Ce besoin sera présenté suivant les fonctionnalités à rechercher et les surfaces visées à atteindre.

² Gayet, G., Baptist, F., Baraille, L., Caessteker, P., Clément, J.-C., Gaillard J., Gaucherand, S., Isselin-Nondedeu, F., Poinot C., Quétier, F., Touroult, J., Barnaud, G., 2016. Méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides – version 1.0. Fondements théoriques, scientifiques et techniques. Onema, MNHN, p. 310. Rapport SPN 2016 – 91

³ Guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides, version 1 – mai 2016, Gayet & al. – Guides et protocoles – ONEMA, MNHN, 2016.

⁴ Les tableurs utilisés pour réaliser l'évaluation sont les versions éditées le 9 juin 2017.

5.1.3 Recherche de site de compensation à proximité du projet

Sur la zone d'étude, deux documents fixent les principes des mesures compensatoires :

- Le SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau) Loire-Bretagne
- Le SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau) Vilaine

Conformément à ces documents, les mesures compensatoires proposées doivent prévoir la recréation ou la restauration de zones humides avec une équivalence voir un gain en terme de surface et de fonctionnalité entre la zone impactée et la zone de compensation, sur la même masse d'eau.

5.1.4 Estimation du gain fonctionnel

L'utilisation de la méthode d'évaluation des fonctionnalités des zones humides permet de quantifier les gains fonctionnels sur chacun des sites sur la base d'actions écologiques envisagées.

5.2 Evaluation de la zone humide impactée

5.2.1 Localisation et description du site

Le site impacté est situé sur les parcelles AI5, AI6 et AI7. Il est constitué de prairie de pâture et de prairie humide de fauche, bordées au sud par un lotissement et au nord par un chemin et une habitation. Plusieurs éléments paysagers et hydrauliques caractérisent ce site :

- Un réseau de haies sur talus délimite les parcelles.
- Un fossé, situé au sud du site, sépare les parcelles du lotissement (profondeur moyenne : 35 cm)
- Un fossé se situe entre les parcelles AI7 et AI6 (fossé localisé à l'ouest de la haie, profondeur moyenne de 55 cm). Des sorties de drains provenant de l'habitation au nord ont été identifiés dans ce fossé.
- Une noue peu profonde (maximum 10 cm) est également située sur cette partie du site mais à l'est de la haie.

La parcelle AI6 présente un bombement central marqué notamment avec un plateau en milieu de parcelle et de légères dépressions de chaque côté et au sud. Ces zones sont susceptibles de recueillir les eaux superficielles. Le bombement pourrait s'expliquer par un apport de remblai argileux (étalement du talus d'une ancienne haie). La végétation est spontanée mais n'est pas caractérisée par la présence d'espèces caractéristiques de milieux humides (passage en novembre donc non propice à l'observation de la flore).

Le fonctionnement hydraulique de cette zone humide apparaît modifié par les conditions d'aménagements des parcelles voisines (présence d'un lotissement au sud) et par le busage du cours d'eau. De plus, les fossés peuvent avoir un effet drainant sur la zone humide.



Figure 11. Vue de la parcelle A16 en direction du sud (source : Dervenn)

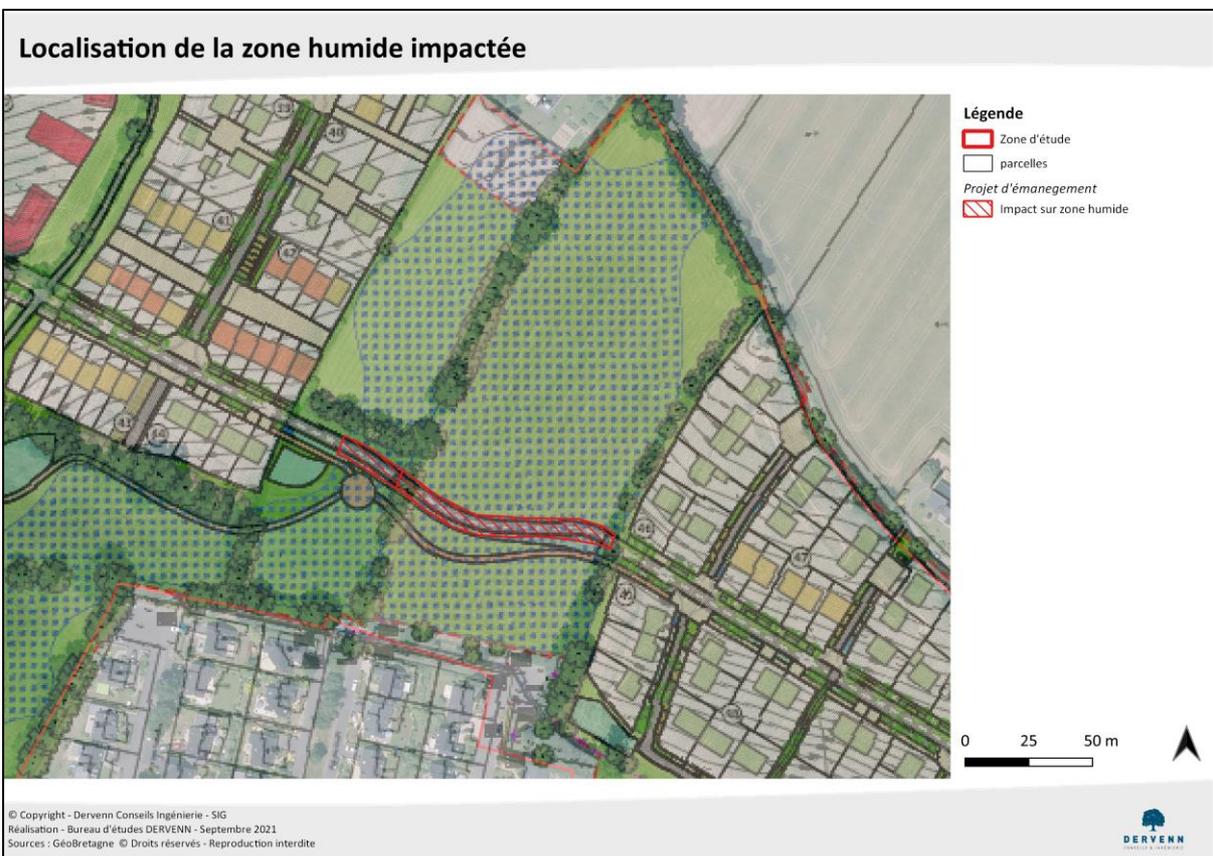


Figure 12. Zone humide impactée par le projet d'aménagement

Le projet prévoit la construction d'une route traversant la parcelle d'est en ouest, entraînant ainsi la destruction de 0,06 ha de zones humides.

5.2.2 Fonctionnalités de la zone humide impactée

L'évaluation des fonctionnalités des zones humides sur le site impacté s'appuie sur les prospections réalisées dans le cadre de la délimitation des zones humides impactées par le projet et complétée par l'analyse des éléments descriptifs des habitats, du réseau hydraulique qui ont permis d'estimer la perte fonctionnelle.

Le site, d'une superficie de 2,32 ha, est constitué d'une prairie eutrophe et mésotrophes humide ou mouilleuse (code EUNIS E3.4) et d'une prairie de pâture (code EUNIS E2.1).

La zone contributive est relativement réduite du fait de la localisation du site en tête de bassin versant et de la présence d'aménagement routiers et de lotissements (22,8 ha). Les pressions urbaines y sont assez importantes puisque plus de 2 % de la zone contributive est actuellement construite et plus de 18 % sera construits après aménagement. Aucune infrastructure de transport n'est pour le moment présente dans la zone contributive.

Le site est situé à proximité d'un cours d'eau busée, qui sera débusé dans le cadre du projet d'aménagement.

Le nombre d'habitats EUNIS dans le paysage est assez élevé et est majoritairement constituées de zones agricoles (cultures et prairies) et de bâti. La densité de corridor boisées est assez importante tandis que les corridors aquatiques sont assez faibles.

La figure suivante présente des extraits de l'évaluation des fonctionnalités sur le site avant et après impact.

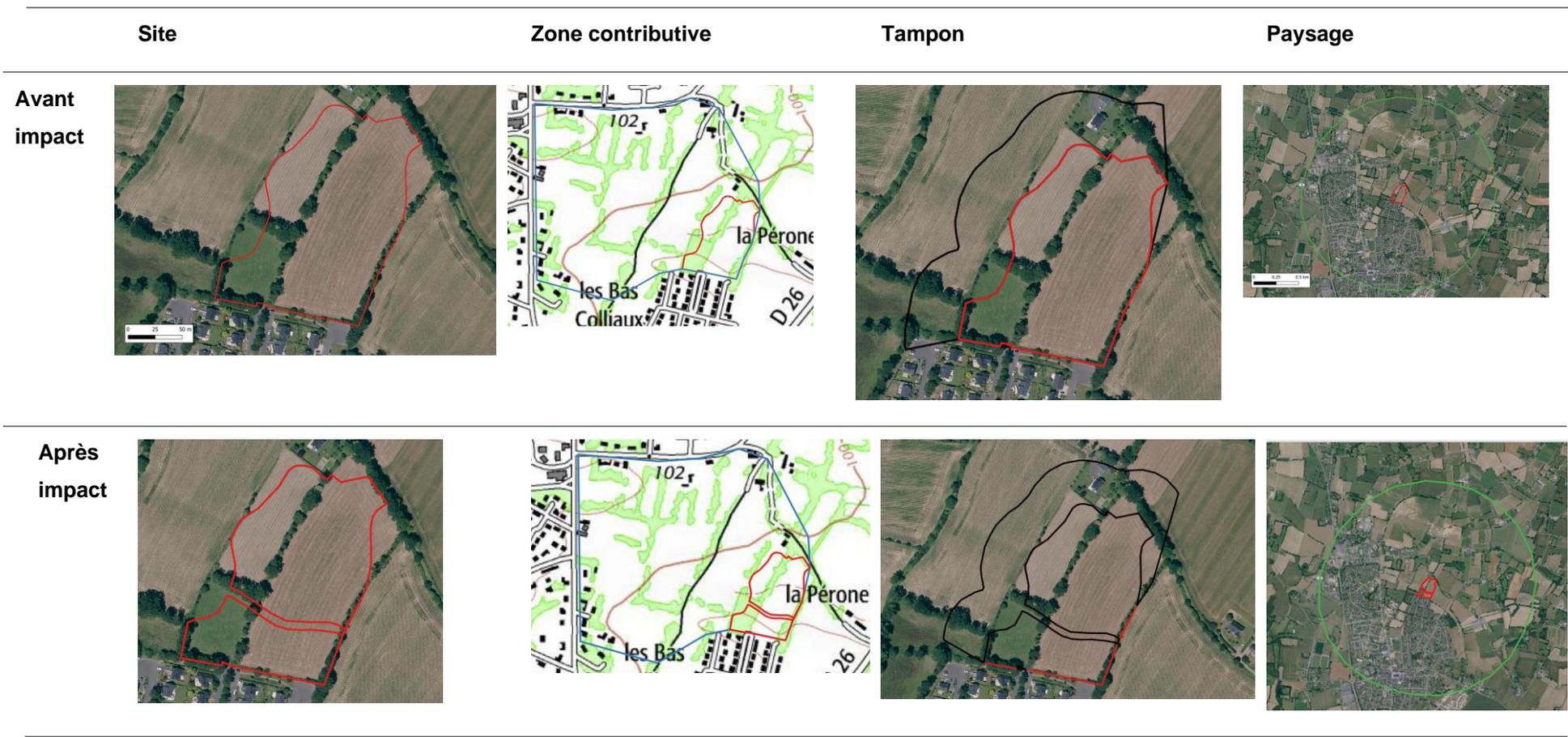


Figure 13. Extrait de l'évaluation sur le site avant et après impact

Les principaux enjeux précisés par la méthode nationale pour le site portent sur les fonctions hydrologiques (rétention des sédiments, ralentissement des écoulements,...) et bio-geochimiques (dénitrification, assimilation de l'azote,...) ainsi que sur les fonctions d'accomplissement du cycle biologique des espèces (connexion des habitats). Cependant ces fonctionnalités peuvent être relativisées, il s'agit d'une zone déconnectée du cours d'eau à cause du busage et présentant des zones de remblai (partie centrale de AI6).

L'évaluation des fonctionnalités, réalisée selon la méthode nationale d'évaluation des fonctionnalités des zones humides, met en évidence la perte de 0,06 ha en surface ainsi que de 2,41 points. Le tableau suivant synthétise cette évaluation.

Le projet d'aménagement implique la destruction de l'ensemble de ces zones et les habitats et fonctions liés à la nature humide des sites. L'impact sera cependant localisé à l'emprise des sites.

Site impacté

Id du site			Avant impact	Après impact	Perte total
Surface site ZH (ha)			2,3	2,24	0,06
Zone évaluée	Paramètre associé à l'indicateur	Nom de l'indicateur	Valeur absolue de l'indicateur	Valeur absolue de l'indicateur	Variation
Zone contributive	Cultures de maïs, soja, vignes...	Surfaces cultivées	5,89	0,00	5,89
	Prairies permanentes, jachères...	Surfaces enherbées	9,05	5,50	3,55
	Constructions	Surfaces construites	22,44	22,89	-0,44
	Autoroutes, routes, voies ferrées...	Infrastructures de transport	0,00	22,89	-22,89
Zone tampon	Couvert végétal permanent	Dévégétalisation de la zone tampon	1,11	1,87	-0,77
Cours d'eau	Sinuosité du cours d'eau	Sinuosité du cours d'eau			0,00
	Distance au lit mineur	Proximité au lit mineur			0,00
	Incision du lit mineur	Incision du lit mineur			0,00
Paysage	Habitats EUNS niveau 1	Richesse des grands habitats du paysage	234,47	281,36	-46,89
		Equipartition des grands habitats du paysage	314,48	290,93	23,55
	Haies	Corridors boisés	306,70	306,70	0,00
	Cours d'eau permanents	Corridors aquatiques permanents	109,76	109,76	0,00
	Cours d'eau temporaires	Corridors aquatiques temporaires	4,40	4,40	0,00
	Autoroutes, routes nationales et voies ferrées...	Rareté des grandes infrastructures de transport	375,15	375,15	0,00
	Routes départementales, voies communales...	Rareté des petites infrastructures de transport	0,00	0,00	0,00
Site	Couvert végétal permanent	Végétalisation du site	2,33	2,27	0,06
		Couvert végétal 1	2,33	2,27	0,06
	Type de couvert végétal	Couvert végétal 2	0,93	0,91	0,03
		Rugosité du couvert végétal	0,54	0,53	0,01
	Rigoles	Rareté des rigoles	1,62	1,55	0,06
	Fossés	Rareté des fossés	0,96	0,48	0,48
	Fossés profonds	Rareté des fossés profonds	2,33	2,27	0,06
	Couvert végétal dans les fossés et fossés profonds	Végétalisation des fossés et fossés profonds	1,05	0,78	0,27
	Drains souterrains	Rareté des drains souterrains	2,10	1,13	0,96
	Ravines sans couvert végétal permanent	Rareté du ravinement	2,33	2,27	0,06
	Berges sans couvert végétal permanent	Végétalisation des berges		0,28	
	pH	Acidité du sol 1			
		Acidité du sol 2			
	Episolum humifère	Matière organique incorporée en surface	0,00	0,00	0,00
	Horizon humifère enfoui	Matière organique enfouie			
	Horizons histiques	Tourbe en surface	0,00	0,00	0,00
	Horizons histiques enfouis	Tourbe enfouie			
	Texture entre 0 et 30 cm	Texture en surface 1	1,75	1,70	0,05
		Texture en surface 2	2,04	1,98	0,06
	Texture entre 30 et 120 cm	Texture en profondeur			
	Texture et horizons histiques entre 0 et 30 cm	Conductivité hydraulique en surface	0,23	0,23	0,01
	Texture et horizons histiques entre 30 et 120 cm	Conductivité hydraulique en profondeur			
	Traits d'hydromorphie	Hydromorphie	0,23	0,23	0,01
	Habitats EUNS niveau 1	Richesse des grands habitats	0,47	0,45	0,01
		Equipartition des grands habitats	0,00	0,00	0,00
		Proximité des habitats	1,80	2,19	-0,40
		Similarité avec le paysage	0,45	0,40	0,06
	Habitats EUNS niveau 3	Richesse des habitats	0,78	0,76	0,02
		Equipartition des habitats	2,06	2,00	0,06
		Rareté des lisières	1,66	1,31	0,35
Rareté de l'artificialisation de l'habitat		2,10	2,04	0,06	
Espèces végétales invasives	Rareté des invasions biologiques végétales	2,33	2,27	0,06	
TOTAL			32,42	30,30	2,41

Figure 14. Synthèse des fonctionnalités de la zone humide impactée

5.3 Etat initial du site de compensation

5.3.1 Choix du site et localisation

L'identification du site de compensation a été faite en partenariat avec IAOSENN. Notre mission s'est attachée à valider le choix du site et définir un projet de mesure compensatoire. La

La zone susceptible d'accueillir les mesures compensatoires se situe au sein du périmètre du projet d'aménagement de ZAC sur la parcelle AH 102, d'une superficie de 1,9 ha. Elle est intégralement constituée d'une parcelle agricole gérée en fauche.

Deux fossés bordent la parcelle : à l'ouest et au nord.

Le site est situé à environ 150 m du site impacté, sur la même masse d'eau (Le Quicampoix).



Figure 15. Localisation de la parcelle accueillant le site de compensation.

La visite du site a eu lieu début aout afin de réaliser le diagnostic du site de compensation.

5.3.2 Description du site et historique

Il s'agit d'une parcelle en prairie depuis de nombreuses années. L'étude des photos anciennes met en évidence un réseau bocager plus dense dans les années 50. De plus la carte d'Etat major classe une partie de la parcelle en zone humide.



Figure 16. *Illustration des données historiques : comparaison entre une photo aérienne récente (à gauche), une photographie aérienne de 1950 (au centre) et carte d'État-Major (1820-1866, à droite) © Géoportail*

Lors des prospections deux réseaux hydraulique ont été identifiés : un à l'ouest du site dont le rôle est d'évacuer les eaux de drainage des habitations ; le second au nord, qui sera à évacuer les eaux pluviales issues des habitations situées au nord-ouest de la zone d'étude.

Aujourd'hui, le site semble alimenté par remontée de nappe en période hivernale. Le niveau du sol apparaît naturel et aucune trace de remblai n'a été identifié lors des sondages pédologiques.

Les inventaires confirment le classement de cette parcelle en zone humide (sur les critères pédologiques et floristique).⁵ Le fossé au nord semble cependant avoir un effet drainant sur la parcelle.



Figure 17. *Illustrations photographiques du site de compensation*

⁵ Voir rapport dédié à l'inventaire de cette parcelle

5.3.3 Fonctionnalités actuelles en tant que zone humide

Le site présente aujourd'hui quelques fonctionnalités de zone humide. On note en particulier les fonctionnalités hydrauliques (rétention des flux hydro-sédimentaires et assimilation des nutriments) et biologiques.

L'évaluation des fonctionnalités des zones humides sur le site avant projet de compensation s'appuie sur les prospections réalisées dans le cadre du diagnostic réalisé sur la parcelle et complétée par l'analyse des éléments descriptifs des habitats, du réseau hydraulique qui ont permis d'estimer sa valeur fonctionnelle.

Le site, d'une superficie de 1,9 ha, est constitué d'une prairie eutrophe et mésotrophes humide ou mouilleuse (code EUNIS E3.4).

La zone contributive est relativement réduite du fait de la localisation du site en tête de bassin versant et de la présence d'aménagement routiers et de lotissements. Les pressions urbaines y sont assez importantes puisque plus de 4 % de la zone contributive est actuellement construite.

Le site est situé à proximité d'un cours d'eau qui est busée plus en aval.

Le nombre d'habitats EUNIS dans le paysage est assez élevé et est majoritairement constituées de zones agricoles (cultures et prairies) et de bâti. La densité de corridor boisées est assez importante tandis que les corridors aquatiques sont assez faibles.

La figure suivante présente des extraits de l'évaluation des fonctionnalités sur le site avant actions écologiques



Figure 18. *Extrait de l'évaluation sur le site avant actions écologiques*

Les principaux enjeux précisés par la méthode nationale pour le site portent sur les fonctions hydrologiques (rétention des sédiments, ralentissement des écoulements,...) et bio-geochimiques (dénitrification, assimilation de l'azote,...) ainsi que sur les fonctions d'accomplissement du cycle biologique des espèces (connexion des habitats). Cependant ces fonctionnalités peuvent être relativisées en raison de la présence de deux fossés en bordure de parcelle.

Le tableau suivant synthétise les résultats de l'évaluation sur le site avant actions de compensation.

Id du site			Avant compensation
Surface site ZH (ha)			1,9
Zone évaluée	Paramètre associé à l'indicateur	Nom de l'indicateur	Valeur absolue de l'indicateur
Zone contributive	Cultures de maïs, soja, vignes...	Surfaces cultivées	4,89
	Prairies permanentes, jachères...	Surfaces enherbées	4,00
	Constructions	Surfaces construites	12,27
	Autoroutes, routes, voies ferrées...	Infrastructures de transport	2,28
Zone tampon	Couvert végétal permanent	Dévégétalisation de la zone tampon	1,83
Cours d'eau	Sinuosité du cours d'eau	Sinuosité du cours d'eau	
	Distance au lit mineur	Proximité au lit mineur	
	Incision du lit mineur	Incision du lit mineur	
Paysage	Habitats EUNIS niveau 1	Richesse des grands habitats du paysage	230,38
		Equipartition des grands habitats du paysage	269,78
	Haies	Corridors boisés	304,20
	Cours d'eau permanents	Corridors aquatiques permanents	0,00
	Cours d'eau temporaires	Corridors aquatiques temporaires	102,03
	Autoroutes, routes nationales et voies ferrées...	Rareté des grandes infrastructures de transport	368,61
	Routes départementales, voies communales...	Rareté des petites infrastructures de transport	0,00
Site	Couvert végétal permanent	Végétalisation du site	1,94
		Couvert végétal 1	1,07
	Type de couvert végétal	Couvert végétal 2	0,49
		Rugosité du couvert végétal	0,45
	Rigoles	Rareté des rigoles	1,94
	Fossés	Rareté des fossés	1,07
	Fossés profonds	Rareté des fossés profonds	1,94
	Couvert végétal dans les fossés et fossés profonds	Végétalisation des fossés et fossés profonds	0,00
	Drains souterrains	Rareté des drains souterrains	1,94
	Ravines sans couvert végétal permanent	Rareté du ravinement	1,94
	Berges sans couvert végétal permanent	Végétalisation des berges	
	pH	Acidité du sol 1	
		Acidité du sol 2	
	Episolum humifère	Matière organique incorporée en surface	0,14
	Horizon humifère enfoui	Matière organique enfouie	0,00
	Horizons histiques	Tourbe en surface	0,00
	Horizons histiques enfouis	Tourbe enfouie	0,00
	Texture entre 0 et 30 cm	Texture en surface 1	1,36
		Texture en surface 2	1,65
	Texture entre 30 et 120 cm	Texture en profondeur	1,65
	Texture et horizons histiques entre 0 et 30 cm	Conductivité hydraulique en surface	0,19
	Texture et horizons histiques entre 30 et 120 cm	Conductivité hydraulique en profondeur	0,19
	Traits d'hydromorphie	Hydromorphie	0,19
		Richesse des grands habitats	0,39
	Habitats EUNIS niveau 1	Equipartition des grands habitats	0,00
		Proximité des habitats	1,92
		Similarité avec le paysage	0,42
		Richesse des habitats	0,32
		Equipartition des habitats	0,00
	Habitats EUNIS niveau 3	Rareté des lisières	1,30
		Rareté de l'artificialisation de l'habitat	1,75
	Espèces végétales invasives	Rareté des invasions biologiques végétales	1,94
	TOTAL		

Figure 19. Fonctionnalités des zones humides sur le site de compensation

5.4 Projet de mesures compensatoires

5.4.1 Besoin compensatoire

L'analyse du SAGE Vilaine et du SDAGE Loire-Bretagne et les échanges avec les services instructeurs orientent la recherche de surfaces de compensation avec un ratio de 1 / 1 sur une même masse d'eau. Il est donc recherché une surface de l'ordre de 0,06 ha de zone humide à restaurer ou créer. Le site que nous avons sélectionné porte sur la restauration d'une zone humide.

5.4.2 Objectif de la compensation

- Restaurer les fonctionnalités d'une zone humide existante
- Améliorer les habitats

5.4.3 Orientation retenue et projet de mesure compensatoire

Les travaux consistent à restaurer la zone humide par comblement du fossé situé au nord du site et à diversifier les habitats par la plantation d'essences locales.

- Le comblement du fossé sera réalisé par décapage de la terre de la parcelle pour combler le réseau.
- Les écoulements arrivant dans ce fossé seront redirigés vers le fossé à l'ouest par la pose d'une buse
- Le bord du fossé ouest sera retaluté pour permettre son débordement dans la parcelle en cas d'à-coups hydrauliques. La terre décapée pour le retalutage servira à combler le fossé nord.

Ces travaux seront accompagnés d'un maintien de la gestion de la parcelle cultivée par une fauche tardive.

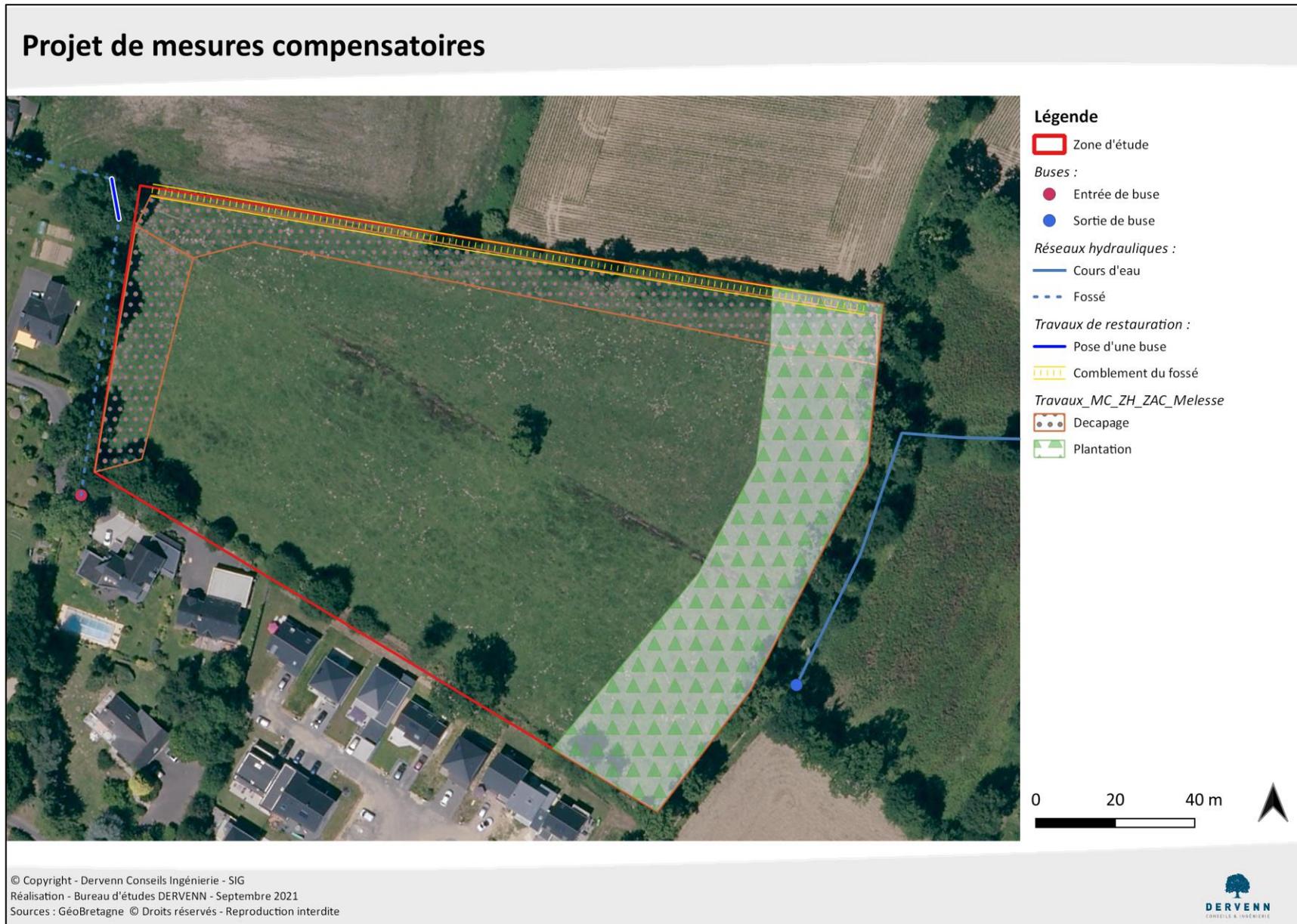
Il n'y a pas de contraintes particulières pour la mise en œuvre des travaux qui ont été soulevées lors du diagnostic du site.

Le tableau suivant présente une synthèse des mesures qui seront mises en œuvre.

Tableau 1 : description des mesures compensatoires et planning

		Mesures	Précision sur la réalisation	Période favorable
Mesures compensatoires	Phase 1	Préparation du site	Retrait des clôtures en bord de parcelle et au centre	Aout à octobre
	Phase 2	Pose de la buse	Pose de la buse 30 cm sous le fil d'eau	Aout à octobre
	Phase 3	Décapage de la terre végétale	Décapage de la terre végétale sur 5-10 cm et stockage hors zones humides pour être retalée sur la zone de travaux (décapage sur le bord des deux fossés).	Aout à octobre
		Décapage de la terre	Décapage en bord des deux fossés. La terre décapée sera utilisée pour combler le fossé nord.	Aout à octobre
		Régalage de la terre végétale	Régalage de la terre sur les zones décaissées	Aout à octobre
	Phase 4	Plantations	Utilisation d'essences locales adaptées aux conditions du milieu	Automne

Figure 20. Cartographie du projet de mesures compensatoires



5.4.4 Fonctionnalités du site après travaux

Après mise en œuvre des mesures compensatoires le site présente des fonctionnalités de zones humides, en particulier les fonctionnalités hydrauliques (rétention des flux hydro-sédimentaires et assimilation des nutriments) et biologiques.

L'évaluation des fonctionnalités des zones humides sur le site s'appuie sur l'évaluation du site avant actions écologiques et le projet de mesures compensatoires.

Le site, d'une superficie de 1,9 ha, est constitué d'une prairie eutrophe et mésotrophes humide ou mouilleuse (code EUNIS E3.4) et d'un boisement (code EUNIS G1.1).

La zone contributive est relativement réduite du fait de la localisation du site en tête de bassin versant et de la présence d'aménagement routiers et de lotissements. Les pressions urbaines y sont assez importantes puisque plus de 18 % de la zone contributive sera construites.

Le site est situé à proximité d'un cours d'eau.

Le nombre d'habitats EUNIS dans le paysage est assez élevé et est majoritairement constituées de zones agricoles (cultures et prairies) et de bâti. La densité de corridor boisées est assez importante tandis que les corridors aquatiques sont assez faibles.

La figure suivante présente des extraits de l'évaluation des fonctionnalités sur le site avant actions écologiques

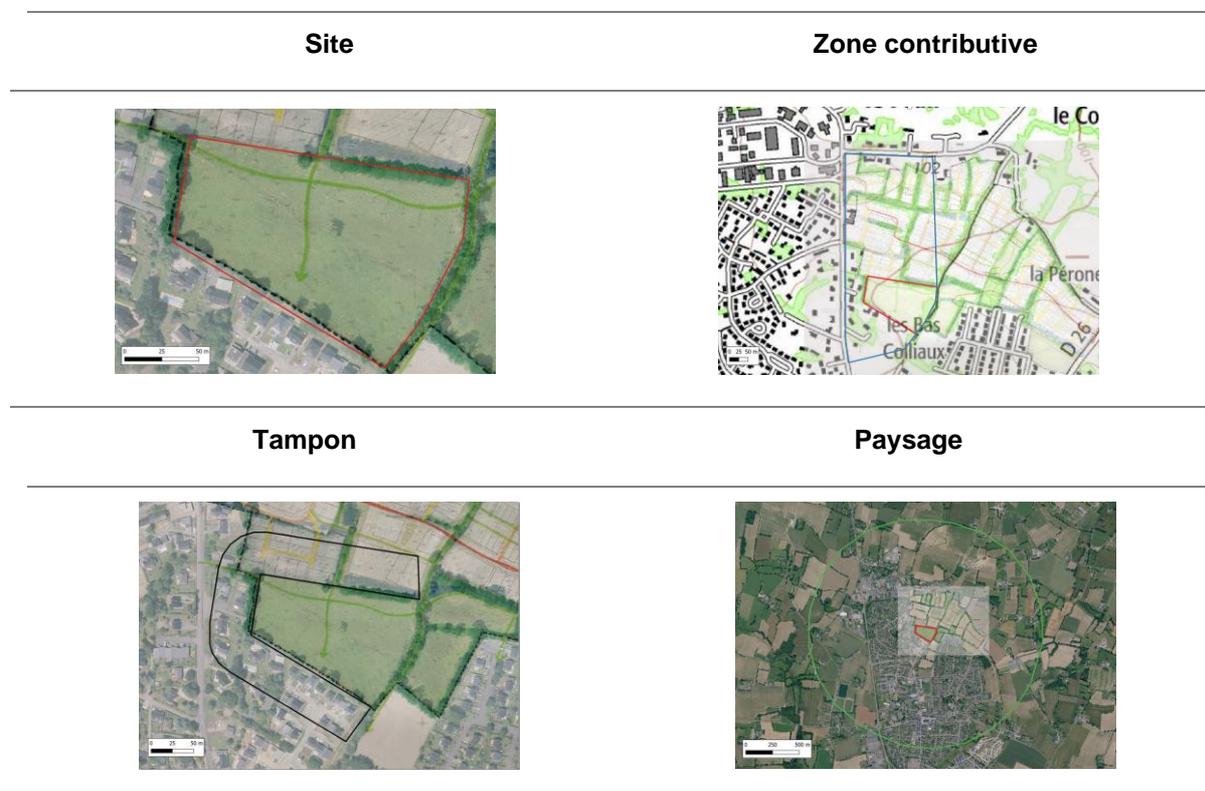


Figure 21. *Extrait de l'évaluation sur le site après compensation*

Les principaux enjeux précisés par la méthode nationale pour le site portent sur les fonctions hydrologiques (rétention des sédiments, ralentissement des écoulements,...) et bio-geochimiques (dénitrification, assimilation de l'azote,...) ainsi que sur les fonctions d'accomplissement du cycle biologique des espèces (connexion des habitats).

Le tableau suivant synthétise les résultats de l'évaluation sur le site après compensation.

Id du site			Après compensation
Surface site ZH (ha)			1,9
Zone évaluée	Paramètre associé à l'indicateur	Nom de l'indicateur	Valeur absolue de l'indicateur
Zone contributive	Cultures de maïs, soja, vignes...	Surfaces cultivées	0,000
	Prairies permanentes, jachères...	Surfaces enherbées	1,900
	Constructions	Surfaces construites	12,274
	Autoroutes, routes, voies ferrées...	Infrastructures de transport	12,274
Zone tampon	Couvert végétal permanent	Dévégétalisation de la zone tampon	2,319
Cours d'eau	Sinuosité du cours d'eau	Sinuosité du cours d'eau	
	Distance au lit mineur	Proximité au lit mineur	
	Incision du lit mineur	Incision du lit mineur	
Paysage	Habitats EUNIS niveau 1	Richesse des grands habitats du paysage	276,457
		Equipartition des grands habitats du paysage	243,965
	Haies	Corridors boisés	304,204
	Cours d'eau permanents	Corridors aquatiques permanents	0,000
	Cours d'eau temporaires	Corridors aquatiques temporaires	102,026
	Autoroutes, routes nationales et voies ferrées...	Rareté des grandes infrastructures de transport	368,609
	Routes départementales, voies communales...	Rareté des petites infrastructures de transport	0,000
Site	Couvert végétal permanent	Végétalisation du site	1,941
		Couvert végétal 1	1,941
	Type de couvert végétal	Couvert végétal 2	0,907
		Rugosité du couvert végétal	0,506
	Rigoles	Rareté des rigoles	1,612
	Fossés	Rareté des fossés	1,941
	Fossés profonds	Rareté des fossés profonds	1,941
	Couvert végétal dans les fossés et fossés profonds	Végétalisation des fossés et fossés profonds	0,000
	Drains souterrains	Rareté des drains souterrains	1,941
	Ravines sans couvert végétal permanent	Rareté du ravinement	1,941
	Berges sans couvert végétal permanent	Végétalisation des berges	
	pH	Acidité du sol 1	
		Acidité du sol 2	
	Episolum humifère	Matière organique incorporée en surface	0,377
	Horizon humifère enfoui	Matière organique enfouie	0,000
	Horizons histiques	Tourbe en surface	0,000
	Horizons histiques enfouis	Tourbe enfouie	0,000
	Texture entre 0 et 30 cm	Texture en surface 1	1,359
		Texture en surface 2	1,650
	Texture entre 30 et 120 cm	Texture en profondeur	1,650
	Texture et horizons histiques entre 0 et 30 cm	Conductivité hydraulique en surface	0,194
	Texture et horizons histiques entre 30 et 120 cm	Conductivité hydraulique en profondeur	0,194
	Traits d'hydromorphie	Hydromorphie	0,194
		Richesse des grands habitats	0,776
	Habitats EUNIS niveau 1	Equipartition des grands habitats	1,184
		Proximité des habitats	1,363
		Similarité avec le paysage	0,399
		Richesse des habitats	0,647
	Habitats EUNIS niveau 3	Equipartition des habitats	1,184
		Rareté des lisières	1,154
		Rareté de l'artificialisation de l'habitat	1,747
	Espèces végétales invasives	Rareté des invasions biologiques végétales	1,941
	TOTAL		

Figure 22. Fonctionnalités des zones humides sur le site de compensation

6 Bilan estimée en fin d'opération

Le projet permet de compenser l'impact en termes de surface et de points de fonctionnalités. Des tableaux complémentaires issus de l'évaluation des fonctionnalités des zones humides comparant le site impacté et le site de compensation sont fournis en annexe.

Le tableau suivant présente un récapitulatif de l'évaluation

Id du site			Site impacté	Site de
Surface site ZH (ha)			Perte total	Gain Total
			0,06	
Zone évaluée	Paramètre associé à l'indicateur	Nom de l'indicateur	Variation	Somme
Zone contributive	Cultures de maïs, soja, vignes...	Surfaces cultivées	5,89	-4,85
	Prairies permanentes, jachères...	Surfaces enherbées	3,55	-2,10
	Constructions	Surfaces construites	-0,44	0,00
	Autoroutes, routes, voies ferrées...	Infrastructures de transport	-22,89	10,02
Zone tampon	Couvert végétal permanent	Dévégétalisation de la zone tampon	-0,77	0,49
Cours d'eau	Sinuosité du cours d'eau	Sinuosité du cours d'eau	0,00	0,00
	Distance au lit mineur	Proximité au lit mineur	0,00	0,00
	Incision du lit mineur	Incision du lit mineur	0,00	0,00
Paysage	Habitats EUNIS niveau 1	Richesse des grands habitats du paysage	-46,89	46,08
		Equipartition des grands habitats du paysage	23,55	-25,79
	Haies	Corridors boisés	0,00	0,00
	Cours d'eau permanents	Corridors aquatiques permanents	0,00	0,00
	Cours d'eau temporaires	Corridors aquatiques temporaires	0,00	0,00
	Autoroutes, routes nationales et voies ferrées...	Rareté des grandes infrastructures de transport	0,00	0,00
	Routes départementales, voies communales...	Rareté des petites infrastructures de transport	0,00	0,00
Site	Couvert végétal permanent	Végétalisation du site	0,06	0,00
		Couvert végétal 1	0,06	0,87
	Type de couvert végétal	Couvert végétal 2	0,03	0,42
		Rugosité du couvert végétal	0,01	0,05
	Rigoles	Rareté des rigoles	0,06	-0,33
	Fossés	Rareté des fossés	0,48	0,87
	Fossés profonds	Rareté des fossés profonds	0,06	0,00
	Couvert végétal dans les fossés et fossés profonds	Végétalisation des fossés et fossés profonds	0,27	0,00
	Drains souterrains	Rareté des drains souterrains	0,96	0,00
	Ravines sans couvert végétal permanent	Rareté du ravinement	0,06	0,00
	Berges sans couvert végétal permanent	Végétalisation des berges		
	pH	Acidité du sol 1		
		Acidité du sol 2		
	Episolum humifère	Matière organique incorporée en surface	0,00	0,24
	Horizon humifère enfoui	Matière organique enfouie		0,00
	Horizons histiques	Tourbe en surface	0,00	0,00
	Horizons histiques enfouis	Tourbe enfouie		0,00
	Texture entre 0 et 30 cm	Texture en surface 1	0,05	0,00
		Texture en surface 2	0,06	0,00
	Texture entre 30 et 120 cm	Texture en profondeur		0,00
	Texture et horizons histiques entre 0 et 30 cm	Conductivité hydraulique en surface	0,01	0,00
	Texture et horizons histiques entre 30 et 120 cm	Conductivité hydraulique en profondeur		0,00
	Traits d'hydromorphie	Hydromorphie	0,01	0,00
	Habitats EUNIS niveau 1	Richesse des grands habitats	0,01	0,39
		Equipartition des grands habitats	0,00	1,18
		Proximité des habitats	-0,40	-0,56
		Similarité avec le paysage	0,06	-0,02
		Richesse des habitats	0,02	0,32
	Habitats EUNIS niveau 3	Equipartition des habitats	0,06	1,18
		Rareté des lisières	0,35	-0,15
Rareté de l'artificialisation de l'habitat		0,06	0,00	
Espèces végétales invasives	Rareté des invasions biologiques végétales	0,06	0,00	
TOTAL			2,41	4,48

Figure 23. Synthèse de l'évaluation des fonctionnalités

7 Suivi

Les mesures de suivi suivantes sont à réaliser pour s'assurer de la réussite du projet de restauration :

Mesure	Modalité	n+1	n+2	n+5	n+10
Suivi simple de la végétation	1 passage annuel (juin)	X		X	X
Suivi pédologique	1 passage annuel	X		X	X
Suivi des plantation		X	X		

Ces mesures seront accompagnées de la rédaction d'un bilan annuel et final.

7.1 Objectifs des suivis

7.1.1 Suivi simple de la végétation

Le suivi de la végétation doit permettre de s'assurer d'une colonisation de la zone humide restaurée par des espèces hygrophiles et s'assurer de l'absence de plantes exotiques invasives.

Exemple de protocole :

- Réalisation d'un suivi à la fin du printemps sur 4 quadrats au sein de la prairie
- Description des espèces présentes et d'indice de recouvrement,
- Évaluation de l'évolution des végétations présentes.

7.1.2 Suivi pédologique

Le suivi doit permettre d'analyser le sol et le fonctionnement hydraulique du site

- Engorgement des sols (présence ou non de la nappe)
- Profondeur d'apparition des traces d'hydromorphie
- Texture du sol

Exemple de protocole :

- Réalisation de sondage pédologique à la fin de l'hiver.
- Comparaison des résultats de ces sondages avec ceux réalisés pour le diagnostic

7.1.3 Suivi des plantations

La plantation impliquera dans le cadre des suivis travaux 2 années de suivis :

- Une année de parachèvement (N+1) qui comprend 2 passages (printemps et automne) pour contrôler les reprises, replacer les tuteurs et les protections et remplacer les plans morts (automne). Un compte-rendu de reprise sera rédigé.

- Une année de confortement (N+2) : qui comprend 2 passages (printemps et automne) pour contrôler les reprises, replacer les tuteurs et protections et remplacer les plans morts (automne), à laquelle s'ajoute le contrôle de la garantie de reprise des végétaux, sur la base d'un bilan contradictoire permettant de comptabiliser les arbres morts et visiblement dépérissant. Au-delà d'un taux de 10 % d'arbres morts l'entrepreneur assurera le remplacement des végétaux morts ou dépérissant.

8 Estimation des couts

	Type d'intervention	Quantité estimée	Coût estimé
Préparation du site	Installation de chantier	1	1 500,00 €
	Retrait des clôtures	600 ml	400,00 €
	Broyage de la végétation et élagage des arbres le long du fossé nord pour permettre le maniement de la pelle	1 900 m ²	570,00 €
	Total (T)=		2 470,00€ €

	Type d'intervention	Quantité estimée	Coût estimé
Travaux	Pose d'une buse	1	1 000,00€
	Décapage de la terre végétale et stockage sur la parcelle hors zone humide	100 T	450,00 €
	Decapage et comblement du fossé	170 T	765,00€
	Régalage de terre végétale	100 T	450,00 €
	Préparation de la prairie et ensemencement sur les zones terrassées avec un mélange pour prairie humide	500 m ²	500,00 €
	Plantation d'un boisement de chêne et aulnes (plants + dalle coco + protection)	280 unités	2 240,00€
	Total (T)=		5 405,00€ €

Entretien	Fauche tardive et / ou pâturage		En recherche de partenariat avec un exploitant donc non inclus dans l'estimation
		Total (E)=	/

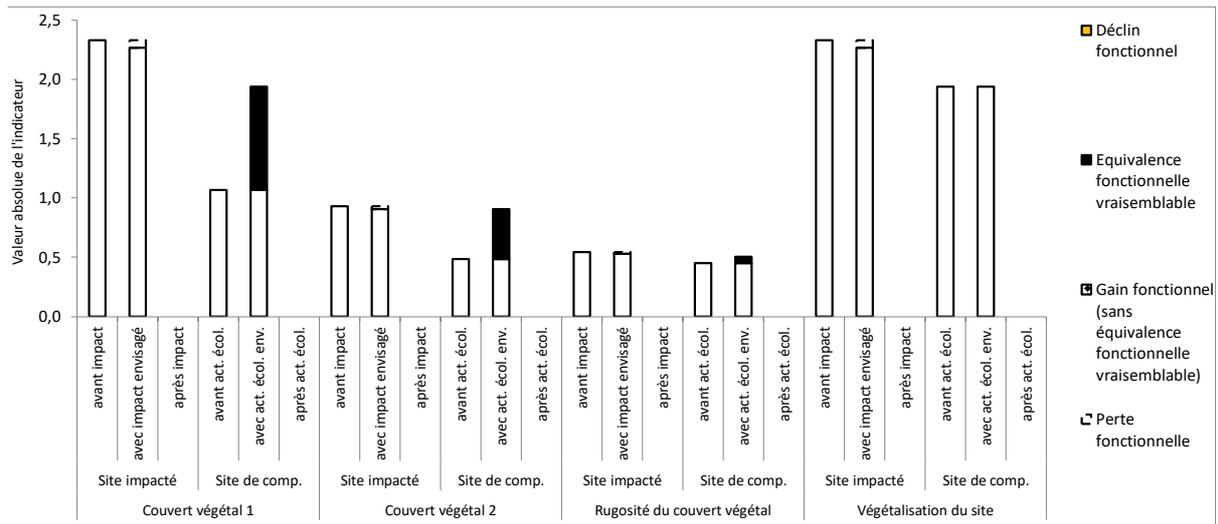
Suivi	Suivi simple de la végétation	3	2 925,00 €
	Suivi pédologique	3	2 925,00 €
	Suivi des plantations	2	840,00€
	Total (S)=		6 690,00 €

Total (T+E+S) =	14 565,00 €
------------------------	--------------------

9 Annexe : tableau de résultats de l'évaluation des fonctionnalités zones humides

FIGURE 1 : L'EVALUATION DE LA VRAISEMBLANCE D'UNE EQUIVALENCE FONCTIONNELLE POUR LES INDICATEURS MESURES SUR LE COUVERT VEGETAL DU SITE IMPACTE ET DU SITE DE COMPENSATION

Le ratio d'équivalence fonctionnelle appliqué est celui que vous avez choisi pour afficher le tableau 2 dans la feuille SYNTHESE EVAL. EQ. FCT.



La valeur absolue des indicateurs [0 - +∞] dans les sites correspond à la valeur relative de l'indicateur [0-1] × la superficie du site en ha.

Sur le site impacté : la **perte fonctionnelle** indique une baisse de l'intensité de la fonction après l'impact (ce qui est perdu sur le site impacté).

Sur le site de compensation : le **gain fonctionnel** indique une hausse de l'intensité de la fonction après l'action écologique. Ce gain fonctionnel correspond à une **équivalence fonctionnelle vraisemblable** quand le gain fonctionnel ≥ ratio d'équivalence fonctionnelle choisi par l'observateur × la perte fonctionnelle sur le site impacté.

Le **déclin fonctionnel** indique une baisse de l'intensité de la fonction après l'action écologique.

FIGURE 2 : L'EVALUATION DE LA VRAISEMBLANCE D'UNE EQUIVALENCE FONCTIONNELLE POUR LES INDICATEURS MESURES SUR LES SYSTEMES DE DRAINAGE DU SITE IMPACTE ET DU SITE DE COMPENSATION

Le ratio d'équivalence fonctionnelle appliqué est celui que vous avez choisi pour afficher le tableau 2 dans la feuille SYNTHESE EVAL. EQ. FCT.

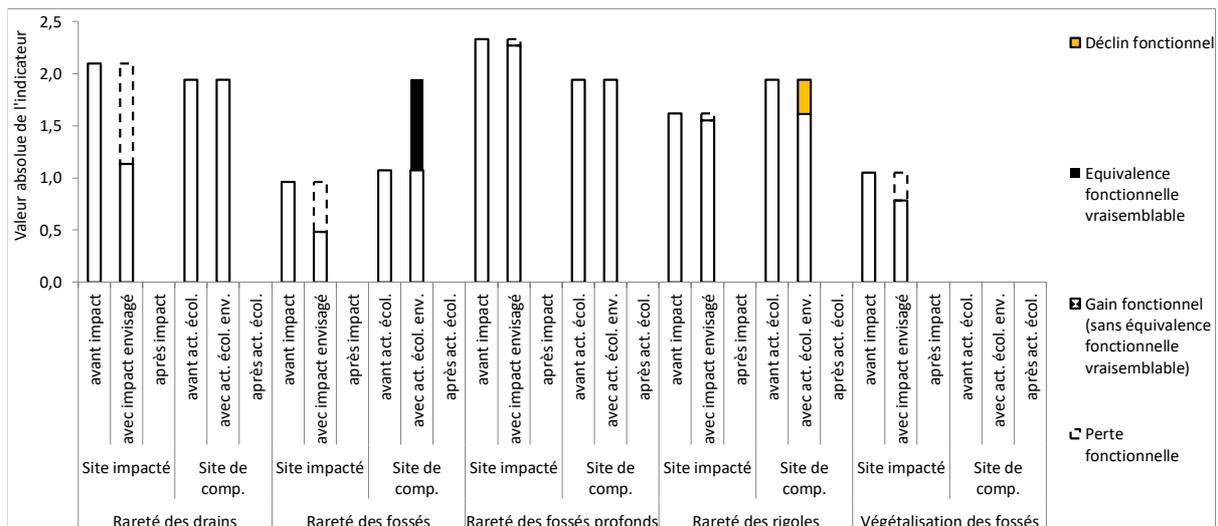
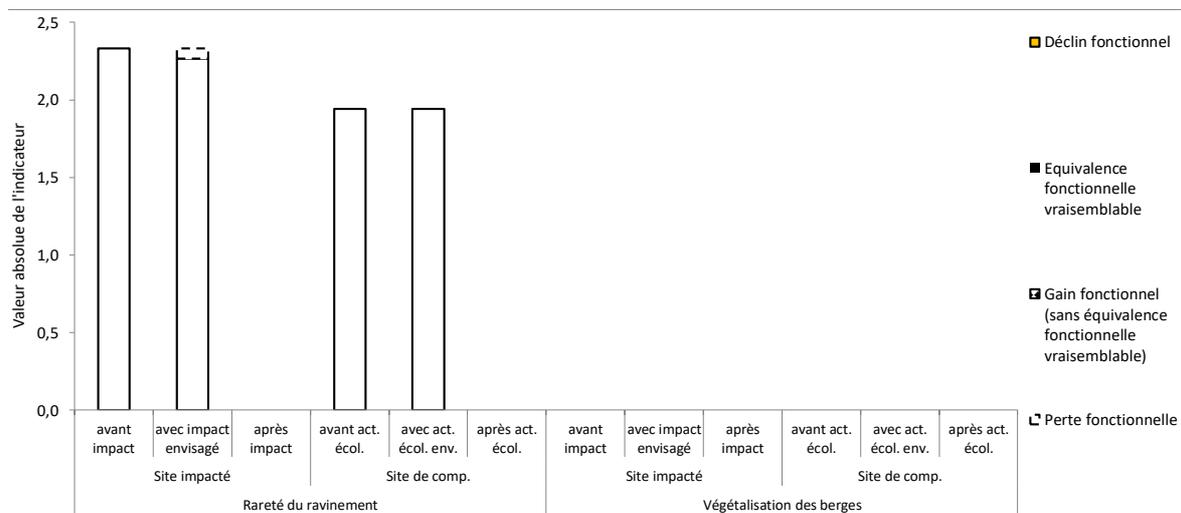


FIGURE 3 : L'EVALUATION DE LA VRAISEMBLANCE D'UNE EQUIVALENCE FONCTIONNELLE POUR LES INDICATEURS MESURES SUR L'EROSION DANS LE SITE IMPACTE ET LE SITE DE COMPENSATION

Le ratio d'équivalence fonctionnelle appliqué est celui que vous avez choisi pour afficher le tableau 2 dans la feuille SYNTHESE EVAL. EQ. FCT.



Note : la valeur absolue de l'indicateur "végétalisation des berges" est obtenue en multipliant sa valeur relative [0-1] par le linéaire de berges dans le site en km.

FIGURE 4 : L'EVALUATION DE LA VRAISEMBLANCE D'UNE EQUIVALENCE FONCTIONNELLE POUR LES INDICATEURS MESURES SUR LE SOL DANS LE SITE IMPACTE ET LE SITE DE COMPENSATION (1/2)

Le ratio d'équivalence fonctionnelle appliqué est celui que vous avez choisi pour afficher le tableau 2 dans la feuille SYNTHESE EVAL. EQ. FCT.

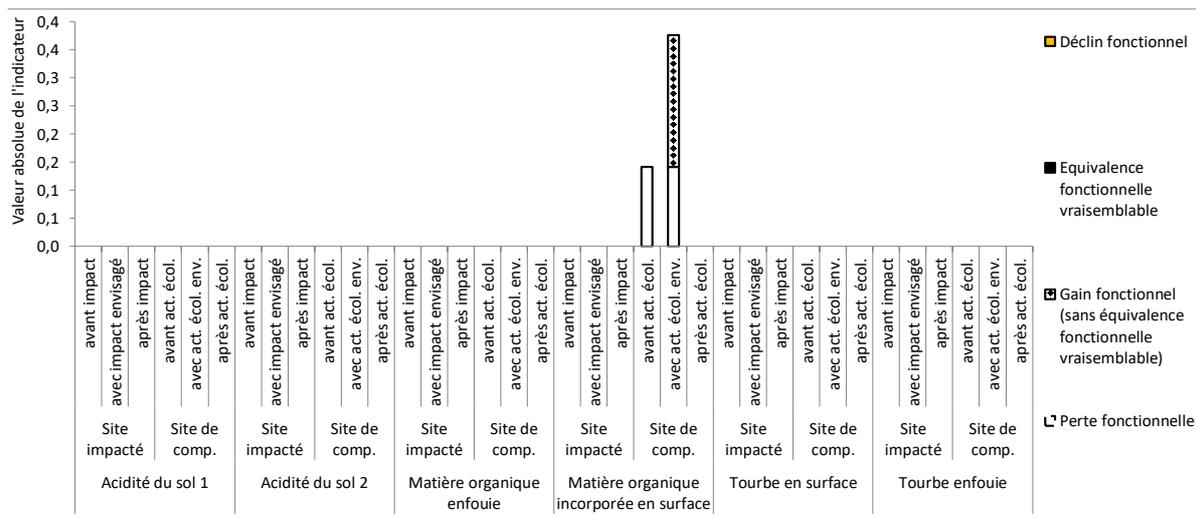


FIGURE 5 : L'EVALUATION DE LA VRAISEMBLANCE D'UNE EQUIVALENCE FONCTIONNELLE POUR LES INDICATEURS MESURES SUR LE SOL DANS LE SITE IMPACTE ET LE SITE DE COMPENSATION (2/2)

Le ratio d'équivalence fonctionnelle appliqué est celui que vous avez choisi pour afficher le tableau 2 dans la feuille SYNTHESE EVAL. EQ. FCT.

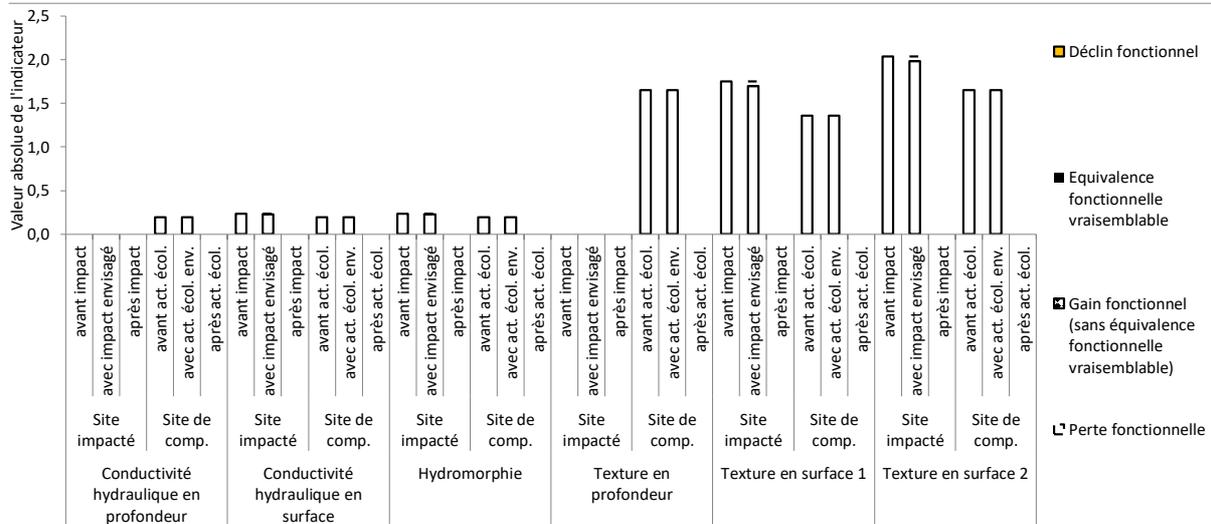


FIGURE 6 : L'EVALUATION DE LA VRAISEMBLANCE D'UNE EQUIVALENCE FONCTIONNELLE POUR LES INDICATEURS MESURES SUR LES HABITATS DANS LE SITE IMPACTE ET LE SITE DE COMPENSATION

Le ratio d'équivalence fonctionnelle appliqué est celui que vous avez choisi pour afficher le tableau 2 dans la feuille SYNTHESE EVAL. EQ. FCT.

