Compléments faune-flore et zones humides suite à l'avis de la DDT de la Sarthe dans le cadre d'un projet photovoltaïque au sol sur la commune d'Arnage (72)

Reconversion d'une ancienne carrière de sables et graviers

Commune de Arnage (72)

Janvier 2022

Compléments faune-flore et zones humides suite à l'avis de la DDT de la Sarthe dans le cadre d'un projet photovoltaïque au sol sur la commune d'Arnage (72)

Reconversion d'une ancienne carrière de sables et graviers

Commune de Arnage (72)

Janvier 2022

MAITRE D'OUVRAGE

URBA 339
75 Allée Wilhelm Roentgen
CS 40935
34961 Montpellier cedex 2

BUREAU D'ETUDES

ALISE Environnement
102 Rue Bois Tison
76 160 SAINT-JACQUES-SUR-DARNETAL

Tél : 02-35-61-30-19 Fax : 02-35-66-30-47
www.alise-environnement.fr

SOMMAIRE

1- INTRODUCTION 3
2- QUESTIONS / REPONSES DE LA DEMANDE DE COMPLEMENTS DE LA DDT DU 2 NOVEMBRE 2021 .. 3
2.1- Demande de compléments sur le risque inondations 3
2.2- Demande de compléments sur les inventaires 3
2.3- Demande de compléments sur les zones humides 7
2.4- Demande de compléments sur les mesures ERC 8
3- REDACTEURS DU DOSSIER 9

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Cartographie des potentialités d'accueil en gîtes pour les chiroptères 4
Figure 2 : Localisation des plaques reptiles sur le site d'Arnage 5
Figure 3 : Cartographie des zones humides identifiées et implantation finale du projet 7

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Bâtiment localisé dans l'aire d'étude immédiate (source ALISE) 4
Photo 2 : Fourrés arbustifs de la Zone d'Implantation Potentielle aux potentialités d'accueil nulles en termes de gîtes pour les chiroptères (source ALISE) 4
Photo 3 : Milieux boisés de l'aire d'étude immédiate avec potentialités d'accueil modérées en termes de gîtes pour les chiroptères (source ALISE) 4
Photo 4 : Exemple de plaque reptile disposée sur le site 5

1- INTRODUCTION

Dans le cadre d'un projet photovoltaïque au sol sur la commune d'Arnage (72), le bureau d'études **ALISE environnement** a réalisé pour le compte d'**Urba 339, filiale à 100% de la société Urbasolar** une **étude faune-flore-habitats et zones humides** au droit du site du projet (4,2 ha) et de ses abords ainsi que l'analyse des impacts du projet sur le site et la proposition de mesures adaptées.

Un rapport de diagnostic a été établit en 2021 sur la base d'inventaires de terrain réalisés entre août 2020 et juin 2021.

Le présent document est établi en réponse au courrier de la DDT de la Sarthe du 02 novembre 2021. Il apporte des réponses/compléments aux différents points mentionnés dans le courrier.

2- QUESTIONS / REPONSES DE LA DEMANDE DE COMPLEMENTS DE LA DDT DU 2 NOVEMBRE 2021

2.1- Demande de compléments sur le risque inondations

1- <u>Remarque DDT de la Sarthe :</u>

Le projet est situé en limite du zonage réglementaire mais est concerné par la crue millénale du plan de prévention du risque naturel inondation (PPRNI) de l'agglomération mancelle.

À l'intérieur de l'enveloppe de la crue millénale, les nouvelles installations sensibles mettent en œuvre les mesures d'adaptation aux risques pour la crue millénale imposée par l'étude préalable prévue à l'article R. 431-16 du code de l'urbanisme. Cette étude préalable détermine les mesures d'adaptation aux risques à savoir les conditions de réalisation, d'utilisation et d'exploitation devant limiter la vulnérabilité technique du projet mais également permettre le maintien de l'activité et notamment par rapport aux accès et réseaux.

La valeur caractéristique de la crue millénale que devra prendre en compte l'étude préalable est la hauteur d'eau, différence entre la cote de la crue millénale, à interpoler à partir de la carte informative de la crue millénale, et l'altitude du terrain naturel.

<u>Réponses / compléments :</u>

La crue de référence sur laquelle s'appuie le règlement du PPRI de l'Agglomération du Mans est une crue de fréquence centennale dont l'aléa inondation est caractérisé en hauteur d'eau, à ce titre, la zone d'étude, et de fait l'implantation des tables, sont situées en dehors de zones à risques de la crue centennale. Le chemin d'accès est situé en zone d'aléas faibles et modérés des secteurs naturels (R4). Cette zone est une zone naturelle où la crue centennale s'étend sans présenter de risques majeurs pour la sécurité des personnes mais qui constitue des champs d'expansions des crues qu'il convient de préserver de toute urbanisation nouvelle. Le règlement de la zone R4 autorise « Les infrastructures et les bâtiments techniques ou industriels nécessaires à la production d'énergie reversée aux réseaux publics, telles les installations d'éoliennes ou de panneaux photovoltaïques ».

Les zones d'aléas forts et très forts ont été évitées pour l'implantation des tables.

Le règlement du PPRI de l'Agglomération du Mans fait référence à une «zone non exposée par la crue de référence centennale », correspondant « au reste du territoire dont une partie est concernée par les aléas d'une crue millénale ». D'après la cartographie des aléas de la crue milléniale, les tables photovoltaïques se situent en zone d'aléa faible à modéré, le chemin d'accès est localisé en aléa fort.

Le règlement précise les points suivants : « Pour les établissements, équipements et installations qui participent à la satisfaction d'un besoin prioritaire à la population alors l'étude préalable détermine les mesures d'adaptation aux risques à savoir les conditions de réalisation, d'utilisation et d'exploitation devant limiter la vulnérabilité technique du projet mais également permettre le maintien de l'activité et notamment par rapport aux accès et réseaux.

Sont visés par cette prescription les établissements, équipements, installations des services destinés au public, d'assainissement, de production et de distribution d'eau, de production et de distribution d'électricité, de distribution de gaz, de téléphonie ainsi que les établissements de santé et médicaux sociaux avec un hébergement permanent. »

Une étude hydrologique dans le cadre du projet a été réalisé en février 2021, par le BE SOND&EAU. L'étude précise des mesures pour « la gestion des eaux de ruissellement et les éventuelles eaux stagnantes suite à l'aménagement des pistes et des panneaux. Ainsi, il est proposé de mettre en place les dispositifs suivants :

- Création de trois noues favorisant l'infiltration dans les zones plus sableuses à l'intérieur des pistes
- Création d'un fossé peu profond de 35 m de récupération des eaux de la piste

Les noues projetées ont été mis en place pour permettre l'infiltration des eaux de ruissellement sur site. Toutefois, la présence d'une nappe perchée irrégulière ne permet pas de confirmer que l'ouvrage conserve 1 m entre son fond et les hautes eaux des nappes perchées. Par conséquent, la profondeur des noues a été limitée à 20 cm de profondeur et on était positionné en dehors de zone humide. Ainsi nous favorisons l'infiltration sur site et nous permet de gérer les éventuelles eaux stagnantes créé à la suite de l'aménagement du site. Notons que le projet ne présente que très peu de risque de pollution autre que les matières en suspension. Par conséquent, le risque de pollution des nappes perchées est limité malgré l'absence de 1 m (filtre naturel). Par ailleurs, seules les nappes perchées ont été observés au sein du remblai de l'ancienne carrière. Ces nappes ne représentent pas un aquifère homogène. »

2.2- Demande de compléments sur les inventaires

2- <u>Remarque DDT de la Sarthe :</u>

Chiroptères : quatre nuits complètes d'enregistrement ont été réalisées entre le 15 et le 19 avril 2021, c'est-à-dire pendant la période de transit printanier. L'ensemble de la période n'a pas été couverte. La période de transit automnal ainsi que la période estivale (parturition) ont été occultées et doivent être réalisées. Il est rappelé que la période la plus propice pour l'observation des chauves-souris se situe entre juin et août. Par ailleurs, aucune recherche de gîtes n'a été effectuée.

<u>Réponses / compléments :</u>

L'inventaire Chiroptères réalisé en 2021 lors du transit printanier, a déjà mis en évidence une diversité spécifique exceptionnelle, pour cette période de l'année, avec 11 espèces recensées dont toutes les espèces de Pipistrelles et de Sérotules. De plus, quatre espèces de Murins ont également été identifiées dont trois présentant un enjeu fort sur site, du fait de leur classement en Annexe II de la directive "Habitat" : le Grand Murin, le Murin à oreilles échancrées et le Murin de Bechstein. Ces espèces contactées en vol de transit pourraient, cependant, présenter une activité de chasse sur les périodes de parturition et de transit automnal.

Cette importante diversité spécifique est le résultat de la présence des plans d'eau jouxtant la Zone d'Implantation Potentielle. Des inventaires complémentaires pourraient ajouter quelques espèces supplémentaires de Chiroptères sans toutefois incrémenter le niveau d'enjeu pour ce groupe taxonomique.

Concernant la recherche de gîtes, une recherche et évaluation des potentialités d'accueil a été réalisée.

- Gîtes bâtis

Aucun bâtiment n'est prévu au sein de la Zone d'Implantation Potentielle. Les enjeux en termes de gîtes anthropiques au sein de ce périmètre est donc nul.

Quelques bâtiments agricoles et habitations sont présents dans l'aire d'étude immédiate. Ceux-ci n'ont pu faire l'objet de visite mais au regard de leur configuration, les potentialités d'accueil pour les chiroptères ont été évaluées comme modérées.

Dans tous les cas, aucune de ces structures n'est concernée par le projet d'aménagement et donc aucun impact n'est à attendre.

Photo 1 : Bâtiment localisé dans l'aire d'étude immédiate (source ALISE)

- Gîtes arboricoles

Au sein de la Zone d'Implantation Potentielle et de son aire d'étude immédiate, différentes zones en termes de potentialité d'accueil en gîtes arboricoles ont été identifiées :

Potentialités d'accueil NULLES : les divers fourrés arbustifs présents sur la Zone d'Implantation Potentielle ne permettent pas l'accueil de Chiroptères. Les sujets en place ne présentent pas de signe de sénescence (fissure, écorce décollée…). **Au sein de ces espaces l'enjeu est nul en termes de potentialités d'accueil en gîtes pour les chiroptères.**

Potentialités d'accueil MODEREE : au niveau de l'aire d'étude immédiate, les espaces de ripisylve, de haies pluristratifiées et de pinèdes pourraient potentiellement permettre l'établissement de colonie de reproduction et/ou d'hibernation et/ou l'accueil d'individus isolés en transit migratoire. En effet, certains sujets présentent des écorces décollées, fissures, orifices de diverses origines et loges de pics. **Au sein de ces espaces l'enjeu est qualifié de potentiellement modéré en termes de potentialités d'accueil en gîtes pour les chiroptères. Aucune de ces structures boisées n'est concernée par le projet d'aménagement et donc aucun impact direct n'est à attendre.**

Photo 2 : Fourrés arbustifs de la Zone d'Implantation Potentielle aux potentialités d'accueil nulles en termes de gîtes pour les chiroptères (source ALISE)

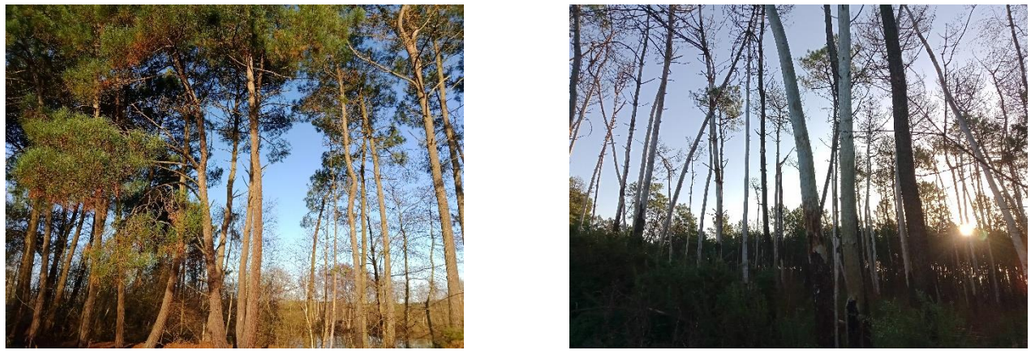


Photo 3 : Milieux boisés de l'aire d'étude immédiate avec potentialités d'accueil modérées en termes de gîtes pour les chiroptères (source ALISE)

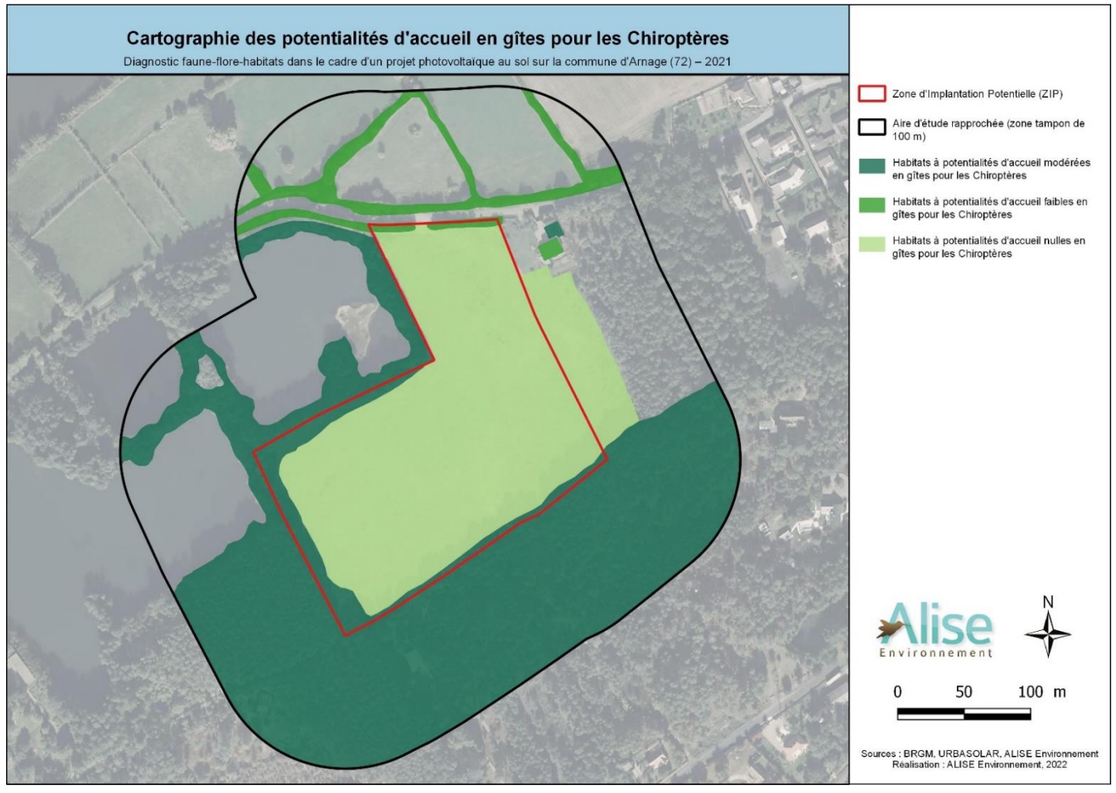


Figure 1 : Cartographie des potentialités d'accueil en gîtes pour les chiroptères

3- Remarque DDT de la Sarthe :

Avifaune : deux sorties ont été réalisées en avril et juin 2021 à l'aide de la méthode IPA. Quatre autres sorties ont été réalisées pour les autres périodes ainsi qu'une sortie nocturne. En raison de forts enjeux avifaunistiques sur la zone, les inventaires doivent être renforcés pour pouvoir juger des enjeux de la zone.

Réponses / compléments :

En période nuptiale, l'inventaire de l'avifaune a été réalisé entre le 02 mars et le 02 juin 2021. Sur cette période, cinq passages de terrain pour l'inventaire de l'avifaune ont été réalisés avec deux dates (23 avril et 02 juin) consacrées à la réalisation d'Indice Ponctuel d'Abondance (IPA). Sur ces dates, il a également été effectué une recherche d'espèces patrimoniales via la réalisation de parcours au sein des différents habitats du site. Les autres passages (02 mars, 16 mars et 15 avril) avaient pour objectif de compléter les inventaires et rechercher spécifiquement certaines espèces (patrimoniales, espèces discrètes,…).

En complément, un inventaire des espèces crépusculaires et nocturnes a eu lieu lors d'un inventaire spécifique le 15 avril 2021.

Durant les points d'écoute et les parcours, l'ensemble des oiseaux vus ou entendus, posés ou en vol, ont été notés ainsi que leur comportement (individu chanteur, transport de nourriture,…).

Le nombre de 42 espèces contactées en période nuptiale apparait cohérent avec le site d'étude et son aire d'étude immédiate et les habitats qui les composent. Il est également à mettre en rapport avec sa superficie, et de ce point de vue là, cela apparait également comme tout à fait cohérent.

Au final, ce sont donc cinq sorties de terrain qui ont été réalisés pour l'inventaire de l'avifaune sur le site du projet en période nuptiale, entre les mois de mars et juin 2021. Cette pression d'inventaire est suffisante pour qualifier les enjeux du site d'étude et de l'aire d'étude immédiate. Des inventaires complémentaires pourraient ajouter quelques espèces supplémentaires d'oiseaux sans toutefois incrémenter le niveau d'enjeu pour ce groupe taxonomique.

4- Remarque DDT de la Sarthe :

Reptiles : le nombre de prospections, les périodes ainsi que la méthodologie d'inventaire ne sont pas précisés. Il est indiqué qu'un lézard vert occidental a été observé a été observé à l'aide de la plaque à reptile n°7. Il n'y a pas d'informations supplémentaires sur les autres plaques à reptiles. La fréquence de relevage des plaques n'est pas indiquée. Par ailleurs, une couleuvre à collier a été observée par un des propriétaires de la parcelle. Il est étonnant qu'aucun autre ophidien n'ait été observé à la suite des prospections réalisées par le bureau d'étude, d'autant plus que la bibliographie indique six espèces de reptiles sur le secteur d'étude, notamment la couleuvre d'esculape et l'orvet fragile.

Réponses / compléments :

Le rapport faune-flore ne mentionne pas en effet, la localisation des 10 plaques installées sur le site pour faciliter la recherche de reptiles (cf. figure ci-après).

Elles ont été placées sur le site le 16 mars 2021 et ont ensuite fait l'objet d'un relevé lors des passages du 15 avril, 23 avril et 02 juin 2021, soit lors de période favorable à l'inventaire de ce groupe taxonomique.

Les habitats de la Zone d'Implantation Potentielle et de l'aire d'étude immédiate sont potentiellement favorables à d'autres espèces de reptiles citées de la bibliographie (Orvet fragile, Lézard des murailles, Couleuvre d'esculape,…) mais aucune d'elles n'a été observée sur le terrain (observation directe ou indirecte (mue) ou de fuite lors des différents passages de 2020 et 2021.

Photo 4 : Exemple de plaque reptile disposée sur le site

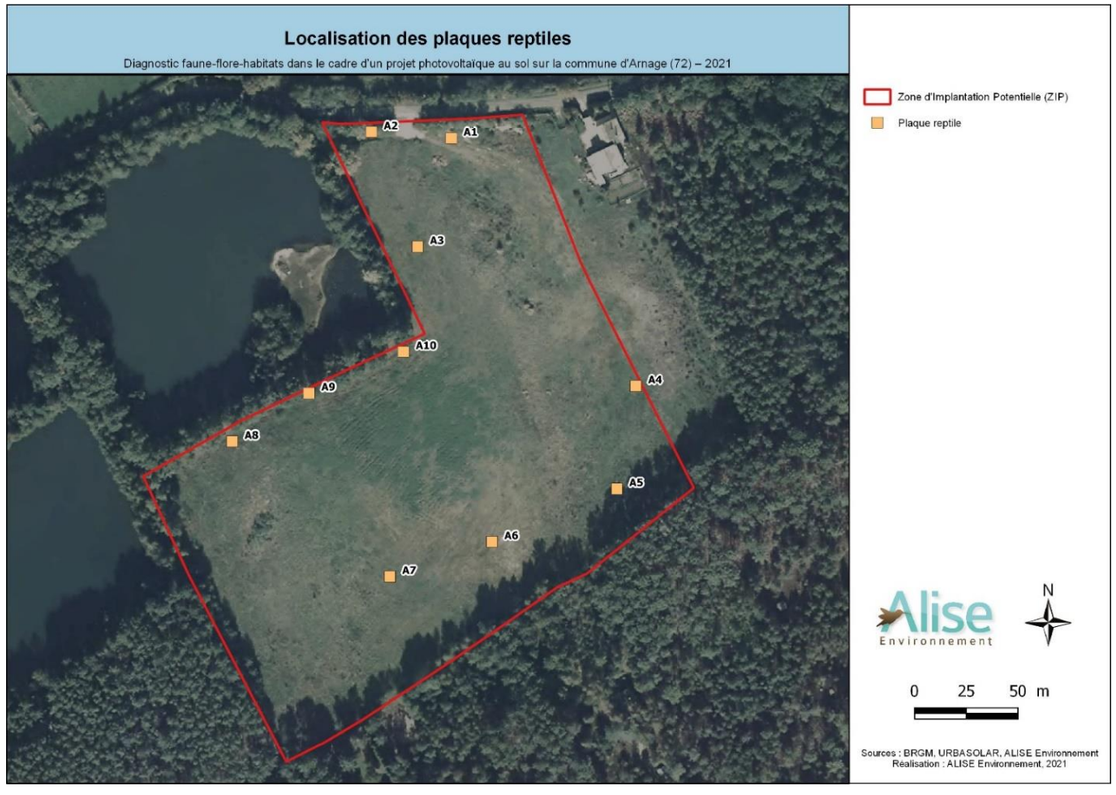


Figure 2 : Localisation des plaques reptiles sur le site d'Arnage

5- Remarque DDT de la Sarthe :

Amphibiens : seule la grenouille verte a été observée dans l'aire d'étude rapprochée. Les détails sur les prospections ne sont pas indiqués (dates, méthodologie, transects). L'étude indique que « les habitats en place aux abords de la ZIP (étangs) pourraient également être favorables à la présence de la grenouille agile ou du triton palmé ». Il doit être précisé les modalités d'inventaires. Un protocole avec amphicapt est nécessaire dans les plans d'eau proches de la zone.

Réponses / compléments :

L'inventaire des amphibiens a été réalisé entre le 02 mars et le 02 juin 2021. Sur cette période, cinq passages de terrain pour l'inventaire des amphibiens ont été réalisés (02 mars, 16 mars, 15 avril, 23 avril et 02 juin), conjointement à l'inventaire d'autres groupes taxonomiques. Cette période est optimale pour l'inventaire des amphibiens. L'ensemble du site d'étude a été parcouru afin de rechercher la présence d'amphibiens notamment sous tout ce qui pouvait leur servir de caches (bois, plaque reptiles, souches,…). Rappelons que sur le périmètre du site du projet, aucun milieu aquatique n'est présent.

Certes, seule la Grenouille verte a été inventoriée malgré la présence de milieux aquatiques favorables à d'autres espèces au sein de l'aire d'étude immédiate (plans d'eau, fossés). Il est à noter que l'accès aux parcelles périphériques ne nous était pas autorisé (absence d'autorisation par les propriétaires), ne permettant pas une approche exhaustive des éventuelles autres espèces présentes sur ce périmètre. La mise en œuvre d'un protocole avec amphicapt n'a donc pas été envisageable (de plus, celle-ci aurait nécessité une demande de dérogation de capture temporaire qui n'a pas été faite connaissant l'impossibilité d'accéder aux terrains).

Les cartes de répartition régionale des espèces pour la période 2010-2015, établies par le Groupe Herpétologique des Pays de la Loire, indiquent, dans la maille correspondant au secteur d'étude, la présence de 8 espèces d'amphibiens, certaines étant potentiellement présentes au sein de l'aire d'étude immédiate. En l'absence de milieux aquatiques, même temporaires, au droit du site du projet, celui-ci n'est pas favorable à la reproductiion des amphibiens. Il constitue cependant un site d'hivernage et/ou d'estivage potentiel pour certaines espèces. Le suivi en phase chantier (mesure S01) permettra de s'assurer de l'absence d'impact sur les amphibiens.

6- Remarque DDT de la Sarthe :

Mammifères terrestres : les détails d'inventaires doivent être précisés. Il n'est pas indiqué si des inventaires nocturnes ont été réalisés, notamment pour confirmer ou pas la présence du hérisson d'Europe. L'étude précise que « les habitats de la ZIP sont potentiellement favorables à cette espèce ».

Réponses / compléments :

Les mammifères terrestres ont été recherchés spécifiquement sur le site d'étude, par observation directe ou recherche d'indices de présence (nids, fécès, empreintes,…) lors de chaque date de passage soient 8 visites en période diurne entre août 2020 et juin 2021.

En complément, un inventaire des espèces en période nocturne a eu lieu lors d'un inventaire spécifique le 15 avril 2021.

7- Remarque DDT de la Sarthe :

Entomofaune : les modalités d'inventaires ne sont pas précisées.

Réponses / compléments :

Le rapport d'étude faune-flore mentionne à la page 20, les modalités d'inventaires des lépidoptères rhopalocères, odonates et orthoptères. Ils sont rappelés ci-après.

L'inventaire des **lépidoptères rhopalocères** s'est fait en parcourant l'ensemble du site. Les individus ont été capturés temporairement au filet et identifiés à vue.

L'inventaire des **orthoptères** s'est fait en parcourant l'ensemble du site. Afin de collecter des individus, nous avons procédé à une fauche de la végétation à l'aide d'un filet fauchoir et à un battage des arbres et arbustes afin de collecter des espèces arboricoles. Les individus ont été identifiés à vue ou au chant.

L'inventaire des **odonates** s'est fait en parcourant l'ensemble du site. Les individus ont été capturés temporairement au filet et identifiés à vue.

Concernant les dates de passages, l'inventaire a eu lieu entre août 2020 et juin 2021 et plus particulièrement aux dates suivantes : 17 août et 21 septembre 2020, 16 mars, 15 avril, 23 avril et 02 juin 2021 soit l'ensemble de la période favorable à l'inventaire des groupes taxonomiques pré-cités.

8- Remarque DDT de la Sarthe :

Flore : d'après le tableau à la page 14, cinq sorties ont été réalisées. La meilleure période pour inventorier la flore se situe entre avril et juillet. Il doit être expliqué l'intérêt des journées d'inventaire du 17 août 2020 et du 21 septembre 2020.

Réponses / compléments :

Pour certaines espèces à développement tardif, la nécessité d'inventaire peut aller bien au-delà du mois de juillet. La réalisation d'inventaires de la flore en août et septembre 2021 permet donc d'identifier les éventuelles espèces tardives.

Il est également à noter que l'étude ayant débuté à cette période, il apparaissait nécessaire d'établir un inventaire des espèces végétales en place au plus tôt afin de définir une première cartographie des habitats naturels et semi-naturels du site.

2.3- Demande de compléments sur les zones humides

1- <u>Remarque DDT de la Sarthe :</u>

Une superficie de 1,40 ha de zones humides a été recensée selon le critère floristique sur la ZIP. La variante d'implantation n°2 propose d'impacter 765 m² de zones humides. Il est attendu de l'étude la démonstration de ce résultat.

<u>Réponses / compléments :</u>

Concernant les 1,4 ha de zones humides identifiées au droit du site du projet, comme indiqué au paragraphe 13.4.3- page 97 de l'étude faune-flore-habitatste et zoens humides, **le projet aura une emprise d'environ 765 m² sur celles-ci soit 5 % de la surface.**

Le calcul de la surface de zones humides impactées par le projet est basé sur les éléments suivants :

- L'aménagement des pistes périphériques localisées sur des zones humides : elles représentent un linéaire de 189 m au sein de la zone humide. Après détermination de la surface sous logiciel de cartographie SIG, **cela represente une emprise de 760 m² de cet aménagement aus sein de la zone humide identifiée sur le site du projet.**

- Les tables photovoltaïques localisées au sein de zones humides sont au nombre de 121. A raison de 6 pieux par table, et de 70 cm² d'emprise pour chaque pieu cela représente une surface de 0,042 m² d'emprise des pieux par table. **En considérant les 121 tables, on estime donc à 5,08 m² l'emprise des pieux sur des zones humides.**

  <u>= Cela représente donc un total de 765 m² de zones humides impactées par les différents aménagements du projet (cf.</u> Figure 3**<u>).</u>**

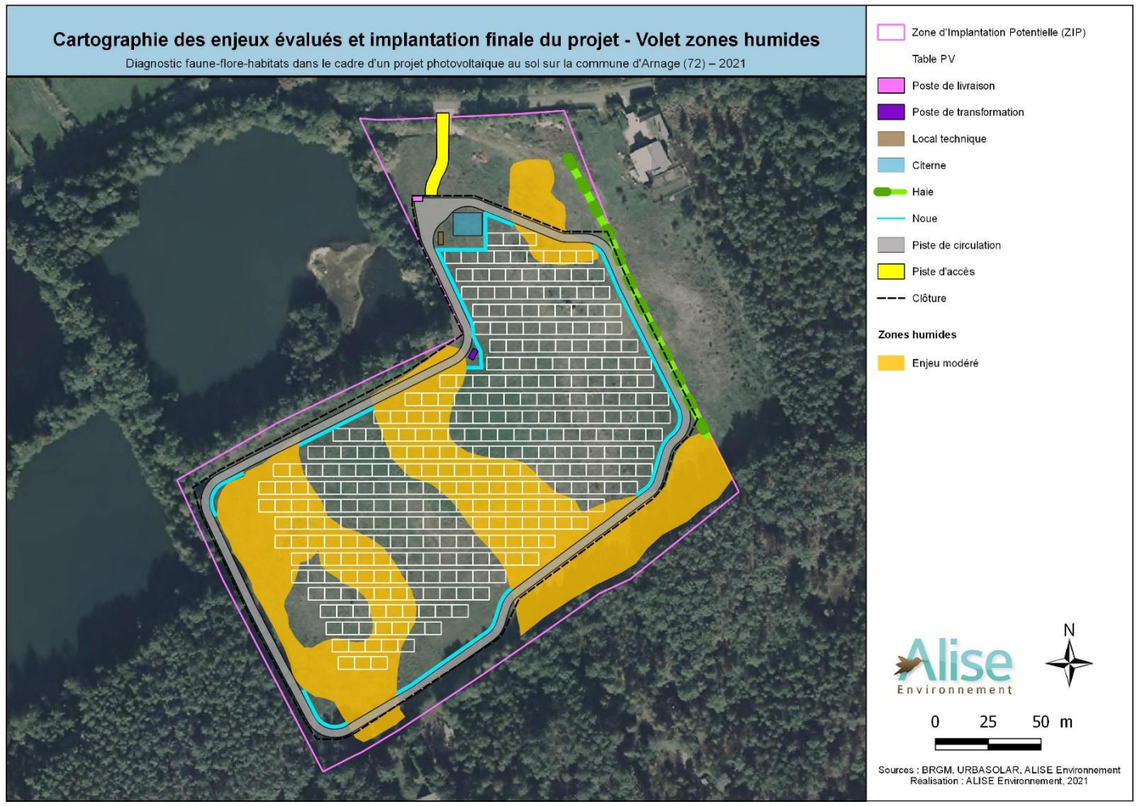


Figure 3 : Cartographie des zones humides identifiées et implantation finale du projet

2.4- Demande de compléments sur les mesures ERC

1- <u>Remarque DDT de la Sarthe :</u>

Mesures d'évitement : il est proposé que les travaux ne se fassent pas en période nocturne afin de ne pas avoir d'impacts sur les mammifères nocturnes.

Mesures de réduction : afin de prendre en compte les contraintes pour l'ensemble des espèces, les travaux de débroussaillage, pistes et terrassement devront être effectués entre septembre et novembre inclus. La pose et le montage des structures devront être réalisés entre septembre et février inclus. La pose des modules et des raccordements électriques n'est pas contrainte dans le temps si elle s'effectue en continuité des travaux cités. Il devra être proposé des mesures de réduction supplémentaires et plus adaptées à la suite des nouveaux inventaires le cas échéant (gîtes à chiroptères, passages à petite faune, etc).

Mesures de compensation : il est proposé la création de 825 m² de dépressions humides (noues) pour compenser la destruction des zones humides sur le site. Il est attendu la démonstration que les surfaces compensées auront a minima des fonctionnalités équivalentes que les zones humides détruites. À cette fin, il est recommandé d'utiliser la méthode nationale d'évaluation des zones humides, mise en ligne par le CEREMA. Pour les zones de compensation, il est conseillé de choisir un autre site et d'autres zones humides dégradées à restaurer.

<u>Réponses / compléments :</u>

- **Mesure d'évitement** : la remarque n'appelle pas de complément particulier.
- **Mesures de réduction** : la mesure de réduction R01 indiquée dans l'étude faune-flore est confirmée (rappel de la fiche correspondante ci-après). En effet, il n'y a pas de contre-indication à ce que les travaux de débroussaillage, aménagements des pistes et terrassement soient effectués entre septembre et février, puis dans la continuité, sans interruption de chantier, la pose des modules et raccordements électriques au mois de mars et au delà. Les enjeux identifiés ne justifient pas un resserement du planning de travaux sur la période de septembre à février pour l'ensemble des aménagements projetés.

Mesure R01 : Réduction temporelle – Adaptation de la période des travaux sur l'année (code R3.1a)

Type	Evitement	Réduction	Compensation	Accompagnement	Suivi
		X			

Compartiment biologique	Habitats/ flore	Faune terrestre	Avifaune	Chiroptères
		X	X	X

Phase projet	Rénovation / chantier	Exploitation
	X	

La réalisation des travaux à partir de la **fin d'été jusqu'en hiver**, voire à partir de la **fin d'automne jusqu'en hiver pour les chiroptères,** permettra de limiter les impacts sur les espèces d'intérêt patrimonial pouvant exploiter le site, notamment pour les chiroptères, le Lapin de garenne, le Lézard vert occidental et certains oiseaux étant considérés comme nicheurs potentiels au niveau des friches en mosaïques avec des fourrés ou des fourrés et boisements (Linotte mélodieuse, Chardonneret élégant, Bruant jaune, Verdier d'Europe sur la ZIP et le Pic noir et le Martin pêcheur d'Europe sur l'aire d'étude rapprochée…). En dehors de ces périodes, les travaux les plus impactants risqueraient en effet de les perturber et pourraient entraîner des destructions d'individus ou de nids.

Les travaux de débroussaillage, et ceux liés à l'implantation des pistes et de terrassement ou encore d'installation de la base vie pourront être effectués entre août et février inclus. Les travaux les plus impactants seront ainsi menés hors période de reproduction pour limiter le risque de dérangement des chiroptères, de l'avifaune et du reste de la faune terrestre. La réalisation des travaux de suppression de la végétation entre août et février permettra de limiter les impacts sur les oiseaux nicheurs et les chiroptères. Les arbres destinés à être abattus le seront à la période où les espèces arboricoles ne les utilisent pas (automne-hiver). Les travaux plus légers (pose et montage des stuctures, pose des modules, raccordements électriques…) pourront quant à eux être réalisés en continuité sans contrainte temporelle.

L'ensemble de ces adaptations des périodes de travaux sont synthétisées dans le tableau suivant :

Réalisation des travaux	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Avifaune												
Chiroptères	En l'absence de gîte arboricole identifié.											
Autre faune terrestre												

Période défavorable pour les travaux lourds		Période favorable pour les travaux lourds	

<u>Coût</u> : pas de coût direct (en lien avec mesure S01)

- **Mesures de compensation** : l'étude des fonctionnalités des zones humides a été réalisée. Ce document est présenté ci-après.

3- REDACTEURS DU DOSSIER

REDACTION	NOM PRENOM	SOCIETE	COORDONNEES
Rédaction	Nicolas NOEL Julie MARCILLE Mathilde LEBORGNE	ALISE environnement	102, rue du Bois Tison 76 160 SAINT-JACQUES-SUR-DARNETAL Tél : 02 35 61 30 19 Fax : 02 35 66 30 47 www.alise-environnement.fr

ETUDES DES FONCTIONNALITES DES ZONES HUMIDES et COMPENSATION DES IMPACTS ECOLOGIQUES

dans le cadre d'un projet photovoltaïque au sol sur la commune d'Arnage (72)

Commune de Arnage (72)

Février 2022

Alise Environnement

OPQIBI L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE CERTIFICAT N° 15 02 2849

LUCIE LA LABELLISATION RSE / RSO DE REFERENCE

URBASOLAR Urba 339

ETUDES DES FONCTIONNALITES DES ZONES HUMIDES et COMPENSATION DES IMPACTS ECOLOGIQUES

dans le cadre d'un projet photovoltaïque au sol sur la commune d'Arnage (72)

Commune d'Arnage (72)

Février 2022

MAITRE D'OUVRAGE

URBA 339
75 Allée Wilhelm Roentgen
CS 40935
34961 Montpellier cedex 2

BUREAU D'ETUDES

ALISE Environnement
102 rue Bois Tison
76 160 SAINT-JACQUES-SUR-DARNETAL

Tél : 02-35-61-30-19 Fax : 02-35-66-30-47
www.alise-environnement.fr

SOMMAIRE

1- INTRODUCTION 3

2- CONTEXTE DE L'ETUDE 4

2.1- Synthèse de l'expertise zones humides réalisée par ALISE Environnement 4

2.2- Description générale des fonctions des zones humides 6

2.2.1- Les principales fonctions environnementales des zones humides 6

2.2.2- Les fonctions écologiques-hydrologiques et la gestion de l'eau 7

2.2.3- Fonctions biogéochimiques, la transformation de nutriments et polluants 9

2.2.4- Fonctions biologiques 9

3- PRESENTATION DU SITE D'ETUDE ET DU SITE DU PROJET 11

3.1- Localisation et description du site d'étude 11

3.2- Description du projet d'aménagement 12

3.3- Description du site d'étude avec impacts envisagés 12

4- METHODE GENERALE D'EVALUATION DES FONCTIONS DES ZONES HUMIDES 15

4.1- Fonctions des zones humides étudiées par application de la méthode nationale d'évaluation 15

4.2- Paramètres nécessaires à l'application de la méthode 16

4.2.1- Définition des périmètres d'étude 16

4.2.2- Investigations de terrain 16

4.2.3- Etude bibliographique 16

4.2.4- Définition des sous-fonctions du site d'étude à partir d'indicateurs 16

4.3- Comparaison des gains et des pertes fonctionnels 17

5- EVALUATION DES FONCTIONS SUR LE SITE D'ETUDE AVANT IMPACT ET AVEC L'IMPACT DU PROJET D'AMENAGEMENT 18

5.1- Résultats – le site d'étude au sein de son environnement 18

5.2- Résultats – les enjeux sur le site d'étude 19

5.3- Conclusion sur la fonctionnalité du site d'étude 19

6- ÉVALUATION DES FONCTIONS DU SITE DE COMPENSATION ET EFFET ENVISAGE DE L'ACTION ECOLOGIQUE 20

6.1- Localisation et description du site de compensation 20

6.2- Justification du choix du site de compensation 20

6.3- Méthode d'évaluation des fonctions des zones humides du site de compensation 21

6.4- Evaluation des fonctions sur le site de compensation 21

6.4.1- Résultats – le site de compensation au sein de son environnement 21

6.5- Evaluation de l'effet envisagée de l'action écologique 21

6.5.1- Résultats – les enjeux sur le site de compensation et l'effet envisagé de l'action écologique 21

7- STRATEGIE MISE EN ŒUVRE POUR DEPLOYER DES ACTIONS ECOLOGIQUES COHERENTES AVEC LES ENJEUX SUR LE TERRAIN, SUR LE SITE D'ETUDE ET SUR LE SITE DE COMPENSATION 23

7.1- Description de l'occupation du sol de la zone de compensation 23

7.2- Actions écologiques envisagées sur la parcelle compensatoire 24

7.2.1- Description des actions 24

7.2.2- Synthèse de l'occupation du sol avant et après action écologique 25

7.3- Mesures de gestion envisageables 25

7.3.1- Mise en place d'un pâturage extensif 25

7.3.2- Fauche 25

7.3.3- Désherbage alternatif 25

7.3.4- Taille des arbres et arbustes 26

8- VERIFICATION DE L'APPLICATION DU PRINCIPE D'EFFICACITE REGISSANT LA COMPENSATION ECOLOGIQUE ET EDICTE DANS LE CODE DE L'ENVIRONNEMENT 27

8.1- Fonctions hydrologiques et biogéochimiques 27

8.2- Fonctions d'accomplissement du cycle biologique des espèces 27

8.3- Comparaison des fonctions du site d'étude impacté avec le site de compensation 27

9- VERIFICATION DE L'APPLICATION DES PRINCIPES DE PROXIMITE GEOGRAPHIQUE ET D'EQUIVALENCE REGISSANT LA COMPENSATION ECOLOGIQUE ET EDICTES DANS LE CODE DE L'ENVIRONNEMENT 28

10- VERIFICATION DE L'APPLICATION DES PRINCIPES D'EQUIVALENCE ET D'ADDITIONNALITE ECOLOGIQUE REGISSANT LA COMPENSATION ECOLOGIQUE ET EDICTES DANS LE CODE DE L'ENVIRONNEMENT 29

11- CONCLUSION 30

12- ANNEXES 31

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation des zones humides (source : ALISE) 5

Figure 2 : Évolution du stockage de l'eau dans un milieu humide lors d'une crue à partir des hydrogrammes obtenus en entrée et en sortie du milieu (Barnaud et Fustec, 2007) 7

Figure 3 : Variation saisonnière de la capacité de stockage et de l'évapotranspiration dans des zones humides (Carter, 1997) 8

Figure 4 : Schéma de la fonction rétention piégeage de matières en suspension rempli par des zones humides 9

Figure 5 : Surface et production des principaux écosystèmes (selon Wittaker, 1970) (source : http://www.zones-humides.org/interets/fonctions/fonctions-ecologiques) 10

Figure 6 : Carte du site d'étude avant impact 11

Figure 7 : Localisation du site d'étude 13

Figure 8 : Localisation du site d'étude avec impacts envisagés 14

Figure 9 : Localisation du site compensatoire 20

Figure 10 : Site impacté et site de compensation en situation aménagée 22

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Catégories et exemples de fonctions et services rendus par les zones humides (d'après Barnaud et Fustec, 2007 ; Aoubid et Gaubert, 2010) 6

Tableau 2 : Les caractéristiques du parc d'Arnage (source : Urbasolar) 12

Tableau 3: Occupation du sol actuelle de la zone compensatoire 23

Tableau 4: Occupation du sol actuelle et projetée des parcelles de la mesure compensatoire 25

1- INTRODUCTION

Dans le cadre d'un projet photovoltaïque au sol sur la commune de Arnage (72), le bureau d'études **ALISE environnement** a été sollicité par la société **URBA 339, filiale à 100% de la société Urbasolar,** pour la réalisation d'une étude des fonctionnalités des zones humides.

En compilant l'ensemble des contraintes techniques, paysagères, environnementales et foncières, le prestataire a pu définir une zone d'implantation potentielle pour installer des équipements d'un nouveau parc photovoltaïque. Celle-ci s'étend sur les parcelles cadastrales AZ 114, 178, 297 de la commune d'Arnage, dans le département de la Sarthe.

Ce parc photovoltaïque sera composé d'environ 321 tables portant un total de 5 778 modules photovoltaïques, d'un local technique, d'un poste de livraison, de chemins d'accès et de clôtures. De plus, la gestion des eaux pluviales du projet se fera grâce à des noues de collecte et d'infiltration des eaux.

D'après l'expertise des zones humides menée par ALISE ENVIRONNEMENT, une partie du projet d'installation de panneaux photovoltaïque est concernée par la présence de zones humides (déterminées sur critère floristique). Les aménagements prévisionnels auront donc une incidence sur ces milieux.

Une étude de la fonctionnalité de ces zones humides s'est donc avérée nécessaire afin d'identifier l'impact des aménagements du projet de renouvellement sur la fonctionnalité actuelle des zones humides recensées. L'application de la méthode nationale des fonctions des zones humides permet d'estimer l'efficacité des mesures compensatoires en termes d'équivalence, voire de gain fonctionnel. **Cette évaluation répond à la demande de la DDT de la Sarthe dans son courrier de demande de compléments du 2 novembre 2021.**

Le présent dossier comprend l'étude des fonctionnalités des zones humides, réalisée sur le site avant-projet (état initial) et après projet ; ainsi que l'étude des fonctionnalités du site de compensation identifié, avant et après actions de restauration écologique.

Le présent rapport utilise les résultats d'inventaires des zones humides menés entre août 2020 et juin 2021 par ALISE Environnement sur la zone d'implantation potentielle. Le site compensatoire proposé est inclus dans le site d'étude accueillant le projet.

2- CONTEXTE DE L'ETUDE

2.1- Synthèse de l'expertise zones humides réalisée par ALISE Environnement

Une étude zone humide a été réalisée par ALISE Environnement en 2021 sur la zone d'implantation potentielle du projet. Cette étude a conduit à l'identification de zones humides selon le critère habitats/végétation. Il est à noter qu'aucune zone humide n'a été mise en évidence par le critère pédologique puisqu'il s'agit d'une ancienne carrière dont le sol a été remanié et remblayé.

La carte en page suivante localise les zones humides, identifiées par ALISE, au droit de la Zone d'Implantation Potentielle (ZIP) accueillant le projet d'installation d'un parc photovoltaïque.

Selon la classification des sols hydromorphes de l'arrêté du 1er octobre 2009 et de la Circulaire du 18 janvier 2010, les profils de sol observés ne répondent pas aux critères « zone humides ».

Aucune zone humide n'est caractérisée par le critère « sol ».

Selon le critère « végétation » étudié, **5 des 9 placettes floristiques réalisées sont considérées comme humides**. En effet, les habitats de la ZIP sont en partie composés de fourrés de Saules, de jonchaie ou encore d'aulnaie, classés comme humides d'après le critère flore.

L'étude du critère flore révèle la présence de 1,4 ha de zones humides sur la zone d'implantation potentielle selon le critère « végétation » d'après l'arrêté du 1er octobre 2009 (modifiant l'arrêté du 24 juin 2008).

Selon la réglementation*, la caractérisation des zones humides et leur délimitation doit vérifier au moins l'un des deux critères suivants :

- L'hydromorphie des sols : par expertise pédologique,
- La végétation hygrophile : par expertise floristique.

L'étude des zones humides, menée selon les critères « sol » et « végétation », révèle la présence de 1,4 ha de zones humides sur la zone d'implantation potentielle, soit environ 33% de la surface totale de la zone d'implantation potentielle.

** l'Arrêté du 1er octobre 2009 modifiant l'arrêté du 24 juin 2008 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides et l'amendement au projet de loi de création de l'Office français de la biodiversité (OFB) présenté le 2 avril 2019 afin de clarifier la définition des zones humides.*

Dans le cadre de la présente évaluation et donc du présent rapport, l'ensemble de ces zones humides constitue le « site d'étude ».

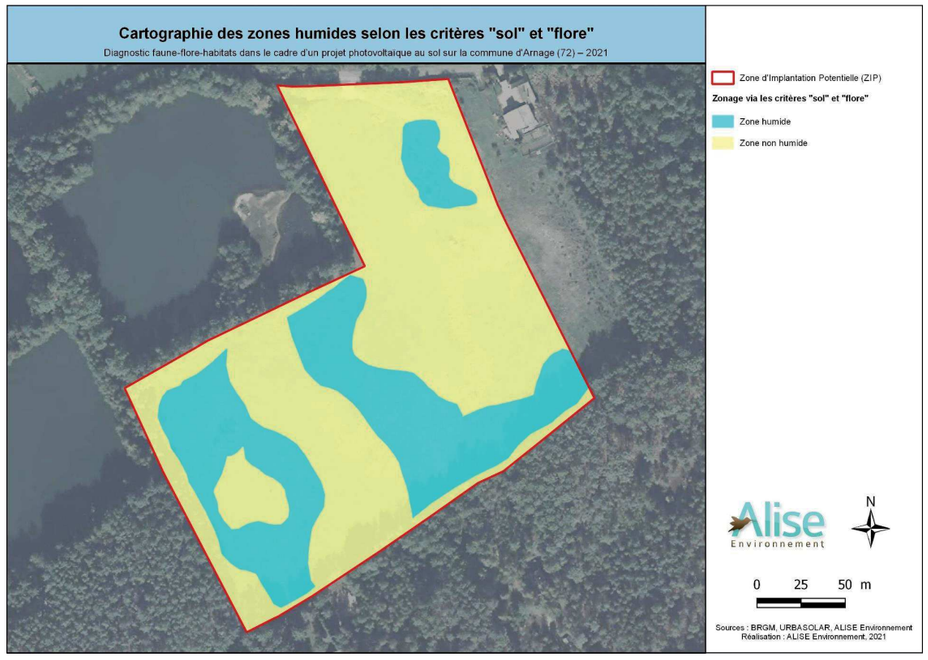


Figure 1 : Localisation des zones humides (source : ALISE)

2.2- Description générale des fonctions des zones humides

2.2.1- Les principales fonctions environnementales des zones humides

Les fonctions des zones humides correspondent aux actions qui se produisent naturellement entre la structure de l'écosystème et les processus physiques, chimiques et biologiques.

Généralement, trois grandes catégories de fonctions écologiques sont retenues : « hydrologiques », « biogéochimiques », « biodiversité ». Selon les objectifs, d'autres fonctions peuvent être mises en avant, par exemple, les fonctions pédologiques ou climatiques. Le tableau suivant présente une mise en correspondance des fonctions exercées par les zones humides avec la notion de « services rendus ».

Tableau 1: Catégories et exemples de fonctions et services rendus par les zones humides (d'après Barnaud et Fustec, 2007 ; Aoubid et Gaubert, 2010)

Fonctions	Fonctions[1]	Services rendus[2] / Usages indirects
Pédologiques	Rétention des sédiments et accumulation de la matière organique	Formation des sols, régulation de l'érosion
Hydrologiques	Ralentissement et stockage des eaux à plus ou moins long terme	Contrôle des crues
	Stockage et restitution progressive des eaux	Recherche des nappes et soutien des étiages
	Obstacle à l'écoulement	Réduction de l'érosion (par diminution de l'énergie de l'eau)
Biogéochimiques	Stockage et transformation de nutriments (phosphore, azote)	Epuration de l'eau / Protection de la ressource en eau
	Immobilisation et piégeage de matières en suspension	
	Rétention et transformation des micropolluants organiques (pesticides notamment)	
	Stockage des éléments traces potentiellement toxiques	
Biodiversité	Réseaux trophiques complexes, écosystèmes dynamiques	Habitat pour de nombreuses espèces notamment les oiseaux migrateurs et les pollinisateurs, diversité des communautés
	Forte productivité	Ressources végétales et animales exploitées (produits aquacoles, bois, tourbe, fourrage, produits biochimiques pour la production de médicaments).
		Ressources génétiques (matériel génétique utilisé pour la reproduction animale, végétale et les biotechnologies)
Climatique	Influence positive sur la production d'oxygène	Rôle tampon limitant les changements climatiques globaux

[1] Une **fonction écologique** correspond au résultat d'un processus ou d'un mécanisme lié au fonctionnement de l'écosystème, c'est une propriété intrinsèque de la zone humide sans relation avec des effets éventuels sur les individus ou sociétés humaines. Par exemple : la dénitrification. Un ensemble de fonctions écologiques d'un écosystème est désigné par le terme « **fonctionnalité** ».

[2] Un **service écosystémique** implique un avantage retiré par un individu ou une société d'une (ou de) fonction(s) et valeur(s) attribuée(s) à un écosystème. Ce concept combine les fonctions écologiques et les usages qui en sont fait.

Fonctions	Fonctions[1]	Services rendus[2] / Usages indirects
	Favorise le stockage du carbone	
	Instauration d'un microclimat local (influence sur les températures, précipitations et autres processus climatiques)	

2.2.2- Les fonctions écologiques-hydrologiques et la gestion de l'eau

Les mécanismes et processus écologiques intervenant sur l'eau (quantité, qualité) font référence à deux grandes catégories de fonctions du tableau précédent.

Les fonctions hydrologiques : le ralentissement du courant, le stockage à plus ou moins long terme, la restitution progressive des eaux avec pour effet un contrôle des crues, la recharge des nappes et le soutien des étiages ; ainsi que le rôle d'obstacle à l'écoulement propice à une réduction de l'érosion.

Les fonctions biogéochimiques : le stockage, la transformation, le piégeage de substances, à l'origine d'une épuration de l'eau.

Elles sont traitées de manière résumée ci-après.

a) Fonctions hydrologiques, la rétention des écoulements et des eaux de submersion

Le fonctionnement hydrologique des écosystèmes humides dépend de leur localisation, de leur forme, de leur taille et de l'importance de leurs connexions avec les eaux de surface et souterraines. Ces caractéristiques ainsi que leur mode d'insertion dans les paysages, les voies dominantes d'entrée et de sortie des eaux, influencent leur fonctionnement écologique et leurs fonctions hydrologiques.

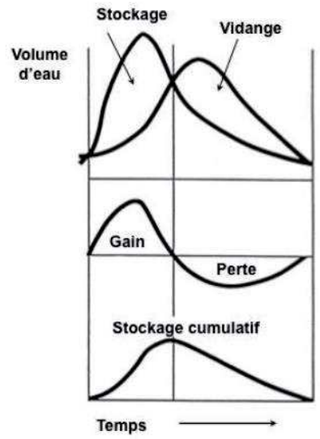


Figure 2 : Évolution du stockage de l'eau dans un milieu humide lors d'une crue à partir des hydrogrammes obtenus en entrée et en sortie du milieu (Barnaud et Fustec, 2007)

Le niveau de saturation et la composition dominante du **sol** influencent la faculté d'une zone humide à retenir l'eau.

Les sols **argileux** à forte capillarité retiennent plus d'eau que les sols limoneux ou sableux aux particules séparées par des espaces interstitiels plus importants.

La **végétation** (composition, structure) intervient également en ralentissant du courant, prélevant l'eau pour la croissance des plantes et par l'évapotranspiration (cf. figure suivante). Certaines tourbières (minérotrophes) ont un volume d'eau évapotranspiré qui souvent dépasse celui des précipitations, conduisant à une diminution des écoulements.

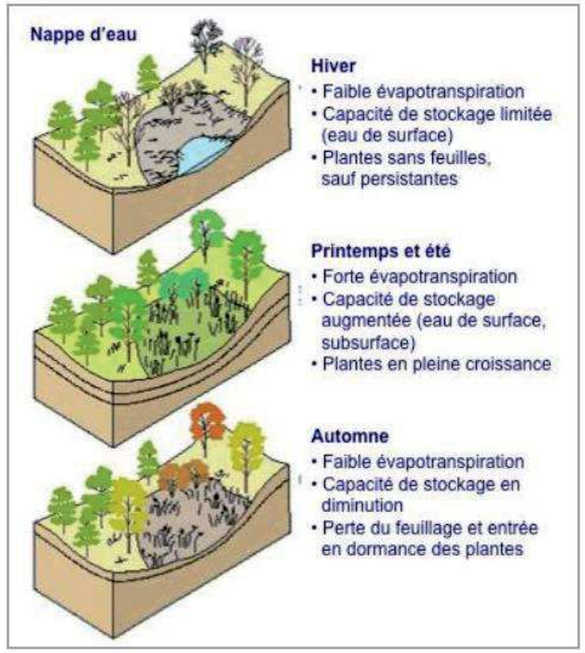


Figure 3 : Variation saisonnière de la capacité de stockage et de l'évapotranspiration dans des zones humides (Carter, 1997)

La **capacité de recharge** ou aide au maintien des niveaux des eaux souterraines par les zones humides a été démontrée dans des situations particulières, le « plancher » de la plupart d'entre-elles étant relativement imperméable, condition nécessaire à la présence d'eau au moins sur une période donnée. Le phénomène complexe, se produit surtout à travers des sols minéraux localisés principalement sur les bords des zones humides. Là aussi, plusieurs paramètres opèrent : le sol, la végétation, la localisation du site et le gradient de la nappe phréatique.
Une zone humide peut selon les conditions climatiques recharger ou décharger une nappe sachant que le périmètre par rapport au volume intervient. Les petites zones humides y gagnent puisqu'elles se distinguent par un secteur important de percolation[3] de l'eau vers la nappe phréatique.

[3] Écoulement d'**eau** dans la couverture pédologique perméable, sous l'effet de la gravité.

2.2.3- Fonctions biogéochimiques, la transformation de nutriments et polluants

L'influence des milieux humides sur la qualité des eaux a été exploitée dès l'Antiquité par la création de systèmes de lagunage pour « décanter, nettoyer » les eaux usées.

La compréhension des phénomènes a été depuis affinée et quatre grandes catégories de mécanismes discernées :

- rétention des matières en suspension (MES) et éléments associés ;
- assimilation et élimination de l'azote ;
- adsorption, précipitation du phosphore, consommation par les plantes;
- sédimentation, absorption, concentration par des plantes de métaux lourds et micropolluants organiques.

Les processus à l'origine du « pouvoir épurateur » des milieux humides, désigné aussi comme « pouvoir tampon », « effet filtre » ou « effet rein » du bassin versant sont essentiellement d'ordre physique ou biogéochimique. L'épuration de l'eau n'est pas une propriété de toutes les zones humides. L'accent est mis ici sur les fonctions relatives au devenir de l'azote et du phosphore qui induisent, sous une forme chimique ou l'autre, l'eutrophisation des milieux. Plusieurs mécanismes se trouvent mobilisés : la sédimentation, l'adsorption/précipitation, la consommation microbienne, les prélèvements par les plantes. L'élimination des nitrates et d'autres composés azotés se distingue par un autre processus biologique, la dénitrification microbiologique (ammonification, nitrification, dénitrification).

Constituant essentiel des organismes vivants, l'**azote**, partout présent dans la biosphère, circule sous des formes minérales et organiques, à l'état solide, dissous ou gazeux. Mais, en excès, il favorise l'eutrophisation des écosystèmes aquatiques, et présente un risque pour la santé (homme, animal).

L'azote peut être immobilisé et stocké dans les milieux humides, par **interception et rétention des matières particulaires** transportées avec les eaux de ruissellement et de crue. Ce filtrage sert de piège à la plus grande partie de l'azote organique et des ions ammonium associés aux particules (cf. figure suivante).

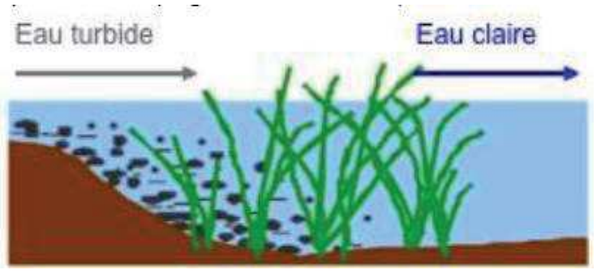


Figure 4 : Schéma de la fonction rétention piégeage de matières en suspension rempli par des zones humides

2.2.4- Fonctions biologiques

Grâce à l'abondance de l'eau et des matières nutritives, les milieux humides connaissent généralement une production biologique intense.

La productivité des milieux humides constitue un atout majeur en termes économiques, en particulier pour des usages tels que l'agriculture, la sylviculture ou l'aquaculture.

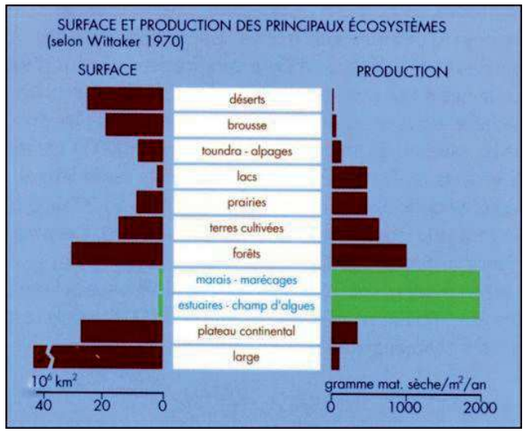


Figure 5 : Surface et production des principaux écosystèmes (selon Wittaker, 1970) (source : http://www.zones-humides.org/interets/fonctions/fonctions-ecologiques)

Toutes les facettes de la biodiversité s'expriment au plus haut point dans les milieux humides.

Diversité spécifique :
Les milieux humides abritent un très grand nombre d'espèces animales et végétales. Ne couvrant que 6,4 % de la surface des continents, les milieux humides hébergent 12 à 15 % du nombre d'espèces animales de la planète, dont (hors océans), 35 à 40 % des vertébrés, 40 % des poissons, 100 % des amphibiens et 25 % des mollusques. Ainsi, en France, 30% des espèces végétales remarquables et menacées vivent dans les milieux humides, environ 50% des espèces d'oiseaux dépendent de ces zones.

Diversité écologique :
Il existe un très grand nombre de types de milieux humides, qui possèdent tous leurs cortèges d'espèces. Chaque zone humide peut en fait être une mosaïque constituée de communautés vivantes variées et contrastées.

Diversité interspécifique :
Il existe aussi une diversité au sein même de chaque espèce vivante (diversité génétique, diversité des adaptations locales...). L'isolement de certains milieux humides a isolé des populations, jusqu'à permettre l'apparition de sous-espèces, voire d'espèces, à l'image des différents corégones (poissons mangeurs de plancton) des lacs alpins.

La biodiversité est par ailleurs le support de diverses activités : chasse, pêche, observation de la nature... La diversité des espèces est un gage de stabilité et de bon fonctionnement des écosystèmes : un milieu riche en espèces résiste mieux aux perturbations qu'un milieu appauvri.

3- PRESENTATION DU SITE D'ETUDE ET DU SITE DU PROJET

3.1- Localisation et description du site d'étude

Les panneaux solaires, le local technique et les autres aménagements nécessaires au projet seront implantés au sein de la commune d'Arnage, sur les parcelles cadastrales AZ 114, 178, 297. La localisation du site d'étude est présentée sur la Figure 7 en page suivante.

Le site d'étude pour cette présente étude des fonctionnalités zones humides correspond aux **0,86 ha de zones humides** qui seront impactées par les aménagements du projet (cf. Figure 6). L'analyse de l'impact du projet sur les zones humides en présence, via la feuille de calcul « évaluation avec impact envisagé » (Fiche d'évaluation des fonctions des zones humides - Version 1.0 2016), a été effectuée sur la base d'un scénario plus défavorable que l'impact prévisionnel du projet. **En effet, le tableur ne permettant pas d'isoler de faibles surfaces, la totalité de la surface de zones humides impactées par le projet d'aménagement a été retenue (emprise des chemins et des panneaux).**

En réalité, la surface de zones humides impactée est seulement de 765 m² (soit 0,0765 ha). L'approche des impacts dans le cadre de la présente évaluation est donc maximisée.

Les habitats naturels présents au sein du site d'étude avant impact sont :

- Des zones de fourrés :
Code EUNIS niveau 3 - F3.1 : fourrés tempérés (22 %) ;

- Des friches humides :
Code EUNIS niveau 3 - I1.5 : Friches, jachères ou terres arables récemment abandonnées (68 %) ;

- Une aulnaie :
Code EUNIS niveau 3 - G1.1 : Forêts riveraines et forêts galeries avec dominance *d'Aulnus, Populus ou Salix* (3 %) ;

- Une jonchaie :
Code EUNIS niveau 3 - E3.4 : Prairie eutrophes et mésotrophes humides ou mouilleuses (7 %).

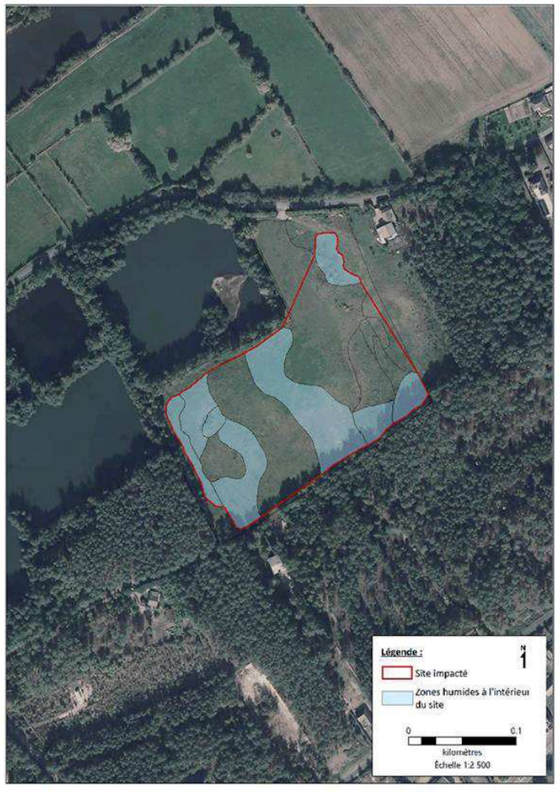


Figure 6 : Carte du site d'étude avant impact

3.2- Description du projet d'aménagement

Un parc solaire photovoltaïque est un dispositif de production d'électricité. Il est constitué de panneaux solaires capables de capturer et transformer le rayonnement solaire en électricité.
Les panneaux solaires seront installés sur des structures fixes, orientées sud et inclinées à 15°, afin de maximiser l'énergie reçue du soleil. Les fondations prévues seront des pieux d'environ 12,38 cm²/pieux, au nombre de 6 par table, soit une surface couverte d'environ 2,4 m². Au plus haut, la hauteur de chaque table sera d'environ 2,42 m, la hauteur du bord inférieur de la table avec le sol sera d'environ 92 cm.

Les caractéristiques du parc photovoltaïque au sol d'Arnage sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau 2 : Les caractéristiques du parc d'Arnage (source : Urbasolar)

CARACTERISTIQUES DU PARC	
Surface clôturée	31 885 m²
Nombre de module	5 778
Nombre de table	321
Nombre de poste de livraison	1
Nombre de poste de transformation et d'auvents-onduleurs	1
Nombre de local de maintenance	1
Nombre de caméra	5
Longueur de piste	762 ml
Longueur de clôture	790 ml

Ces aménagements auront une incidence sur une partie des zones humides du site d'étude (cf. Figure 8).

3.3- Description du site d'étude avec impacts envisagés

Les impacts résiduels du projet sur les zones humides correspondent aux impacts après mesures d'évitement et de réduction. Les impacts négatifs résiduels significatifs correspondent aux zones où les panneaux photovoltaïques et les aménagements annexes seront implantés.

Les zones humides présentes au sein de la ZIP s'étendant sur 1,4 ha, 61 % des zones humides situés dans le site d'étude sont impactées par le projet (0,86 ha).

Les panneaux photovoltaïques seront implantés sur des pieux enfoncés dans le sol, il ne s'agit donc pas d'une imperméabilisation totale. Les habitats en place seront maintenus, dans la mesure du possible. **Pour le calcul de la surface à compenser, seules les surfaces de chemins créées et les surfaces correspondant à l'implantation des pieux sont comptabilisées**.

Finalement, les surfaces du projet qui impactent réellement les zones humides sont les suivantes :

- Les pistes/chemins sur un linéaire de 189 ml, soit 760 m².
- Les 121 tables positionnées sur des zones humides, à raison de 6 pieux par table et de 70 cm² par table ; on estime à 5,08 m² d'emprises de pieux.

L'impact envisagé sur les zones humides du site d'étude est donc réellement de 765,01 m², soit 5% des zones humides en présence.

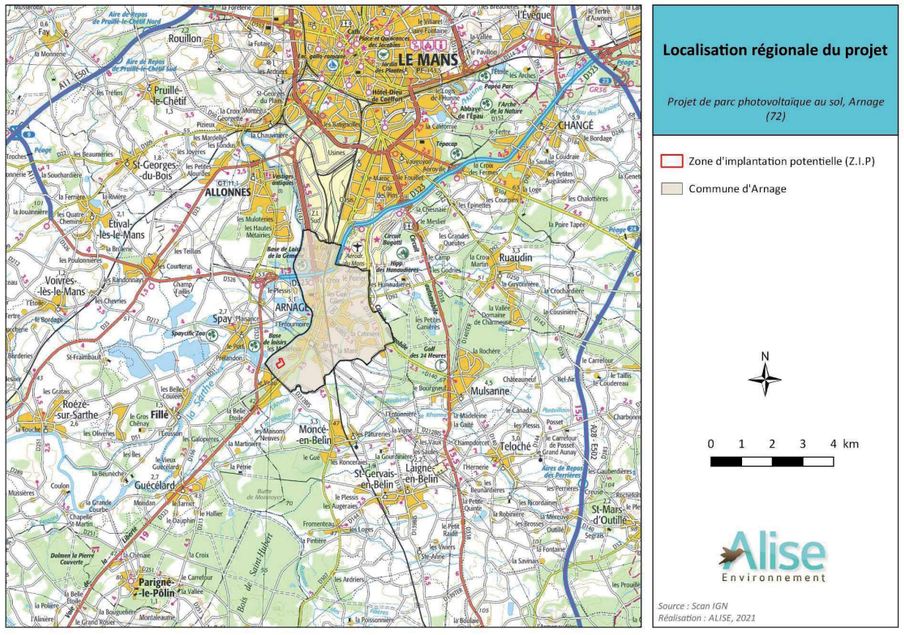


Figure 7 : Localisation du site d'étude

Figure 8 : Localisation du site d'étude avec impacts envisagés

4- MÉTHODE GENERALE D'ÉVALUATION DES FONCTIONS DES ZONES HUMIDES

L'évaluation des fonctions dans la zone humide est réalisée avec la **méthode nationale d'évaluation** des fonctions des zones humides (Gayet et *al*. 2016).

4.1- Fonctions des zones humides étudiées par application de la méthode nationale d'évaluation

La méthode d'évaluation prend en considération les fonctions hydrologiques, les fonctions biogéochimiques et la fonction d'accomplissement du cycle biologique des espèces.

L'application de cette méthode permet d'identifier l'intensité des fonctions réalisées par les zones humides.

❖ **Fonctions hydrologiques**

La méthode évalue le rôle de la zone humide sur les sous-fonctions suivantes :

- Ralentissement des eaux de ruissellement ;
- Recharge des nappes (capacité d'infiltration des eaux de surface en profondeur dans le sol) ;
- Rétention des sédiments (sédimentation des particules des eaux de ruissellement et rétention des particules solides présentes dans la zone humide).

❖ **Fonctions biogéochimiques**

Le rôle de la zone humide sur la transformation et la dégradation des composés introduits par les eaux est pris en compte dans la méthode d'évaluation à partir des sous-fonctions suivantes :

- Dénitrification des nitrates (transformation des nitrates en azote gazeux dans l'atmosphère) ;
- Assimilation végétale de l'azote (capacité de la végétation à assimiler l'azote et à le retenir temporairement) ;
- Adsorption[4], précipitation et rétention du phosphore dans le sol ;
- Assimilation végétale des orthophosphates (capacité de la végétation à assimiler les orthophosphates et à les retenir temporairement) ;
- Séquestration du carbone dans les végétaux et dans les sols.

❖ **Fonctions d'accomplissement du cycle biologique des espèces**

Les habitats et espèces présents ainsi que les connexions avec d'autres milieux sont évalués à partir des sous-fonctions suivantes :

- Support des habitats (capacité à accueillir des espèces autochtones afin qu'elles y accomplissent tout ou partie de leur cycle biologique),
- Connexion des habitats et possibilités de déplacement des espèces autochtones.

Limites : Dans cette méthode, aucune considération n'est portée aux valeurs associées aux zones humides (bénéfices et dommages pour la société), ni à l'état de conservation des zones humides.

[4] Rétention à la surface d'un solide des molécules d'un gaz ou d'une substance

4.2- Paramètres nécessaires à l'application de la méthode

4.2.1- Définition des périmètres d'étude

Un état des lieux doit être réalisé à plusieurs échelles afin d'évaluer les fonctions de la zone humide. Pour cela, il est nécessaire de définir les périmètres d'études :

- La **zone humide étudiée** correspond au site d'étude.
- La **zone contributive** correspond au territoire qui est à l'origine de l'essentiel des écoulements superficiels et souterrains alimentant le site d'étude.
- La **zone tampon** d'un rayon de 50 m autour du site d'étude et est incluse dans la zone contributive. Cette zone en contact direct avec le site d'étude a potentiellement un rôle de « filtre » sur les écoulements issus de la zone contributive.
- La **zone paysagère** correspond à un rayon de 1 km autour du site d'étude. Cette zone permet de déterminer les flux d'individus entre le site d'étude et les milieux environnants.

4.2.2- Investigations de terrain

Des prospections sur le terrain sont menées sur le site d'étude pour déterminer l'occupation du sol, les caractéristiques du sol (étude pédologique), le fonctionnement hydrologique, les habitats et les espèces présentes (étude floristique).

4.2.3- Etude bibliographique

L'environnement du site d'étude est étudié à partir des données bibliographiques disponibles (BD Ortho, BD Topo, BD Topage, RPG[5], etc.).

Ces données permettent de définir les caractéristiques de la zone contributive, de la zone tampon et de la zone paysagère. Sont notamment précisés les éléments suivants :

- L'occupation du sol (prairie, boisement, culture, urbain, etc.),
- Les habitats selon la classification EUNIS,
- Les corridors écologiques (linéaire de haies, boisement, etc.)
- Le réseau hydrologique (linéaire de cours d'eau permanent ou temporaire),
- Le réseau d'infrastructures (linéaires de voiries, etc.).

Les paramètres nécessaires à l'évaluation de la fonction des zones humides doivent être étudiés avant et après impact ainsi qu'avant et après action écologique.

4.2.4- Définition des sous-fonctions du site d'étude à partir d'indicateurs

Les indicateurs sont à renseigner à partir de l'état des lieux et de l'analyse bibliographique précédemment réalisés.

Les indicateurs permettent d'évaluer le rôle de la zone humide sur les sous-fonctions. Par exemple, le type de couvert végétal aura notamment une influence sur les réactions biogéochimiques.

[5] RPG = Registre Parcellaire Graphique

Les principaux indicateurs au sein de l'environnement du site d'étude concernent :

- L'occupation du sol de la zone contributive et de la zone tampon ;
- Les habitats (type, répartition), corridors boisés et aquatiques présents dans la zone paysagère ;
- Le cours d'eau ;
- Les infrastructures de transport.

Les principaux indicateurs à renseigner sur le site d'étude concernent :

- Le couvert végétal (permanent, clairsemé, etc.) ;
- Les systèmes de drainage (fossés, drains, etc.) ;
- Les traces d'érosion observées ;
- Les caractéristiques du sol (acidité, matière organique, texture, hydromorphie, etc.) ;
- Les habitats (type, répartition, proximité, morcellement, etc.).

Les indicateurs doivent être renseignés avant et après impacts ainsi qu'avant et après mesures compensatoires.

4.3- Comparaison des gains et des pertes fonctionnels

Plusieurs indicateurs sont comparés afin d'analyser les gains et les pertes fonctionnels avant et après impacts, ainsi qu'avant et après mesures compensatoires.

5- EVALUATION DES FONCTIONS SUR LE SITE D'ÉTUDE AVANT IMPACT ET AVEC L'IMPACT DU PROJET D'AMÉNAGEMENT

L'état initial du site d'étude (avant impact) et le traitement des données pour l'étude de fonctionnalité zone humide a été réalisé par ALISE ENVIRONNEMENT.

5.1- Résultats – le site d'étude au sein de son environnement

Le site d'étude se trouve dans un système hydrogéomorphologique alluvial. L'alimentation principale du site d'étude se fait par les précipitations, voire des remontées de nappe.

La zone contributive s'étend sur 541 000 ha en amont du site d'étude. Les pressions agricoles y sont fortes puisque 74% de la zone contributive est constituée de surfaces agricoles, réparties équitablement entre surfaces enherbées et surfaces cultivées. Compte-tenu de la localisation et de la topographie du site d'étude, on peut considérer que peu d'apports de sédiments et de nutriments (azote et phosphore) transitent vers le site d'étude.

Les pressions domestiques et industrielles sont assez importantes, tout comme la présence d'infrastructure de transports qui présente une densité assez importante (Annexe 1).

Enjeux principaux pour le site d'étude liés aux fonctions hydrologiques et biogéochimiques :

Etant situé en fond de vallée, le site d'étude présente une <u>opportunité assez intéressante</u> de ralentir les ruissellements et de recharger les nappes. Il présente une <u>opportunité assez forte</u>[6] de dénitrifier, d'assimiler les nutriments azote et phosphore grâce à la végétation, ainsi que d'adsorption et précipitation du phosphore dans le sol.

Le paysage autour du site d'étude est constitué de zones bâties (36%), de boisements (30%), d'habitats régulièrement ou récemment cultivés (16%) et il est constitué par ordre décroissant d'eaux de surfaces continentales, de prairies et terrains dominés par des espèces non graminoïdes, des mousses ou des lichens et d'habitats continentaux sans végétation ou à végétation clairsemée.

Le paysage autour du site d'étude présente des linéaires boisés (haies, bosquets) et hydrographique (corridors aquatiques permanents et temporaires) importants, voire très importants. La densité de corridors aquatiques et boisés est donc intéressante. Leurs contributions aux connexions dans le paysage pour la faune et la flore jouent donc un rôle non négligeable.

Enjeux principaux pour le site d'étude liés aux fonctions d'accomplissement du cycle biologique des espèces :

Compte-tenu de sa situation en fond de vallée, le site d'étude présente une <u>forte opportunité</u> de servir de support des habitats et de connexion des habitats, mais amoindrie par la densité importante d'infrastructures de transport et de surfaces imperméabilisées (constituant des zones de rupture de ces corridors).

[6] Ici les enjeux sont discutés principalement d'après une analyse empirique de l'observateur des résultats des tableaux de bord obtenus (cf. Annexe) avec la méthode utilisée. Les 4 classes varient de très fort, assez fort, assez faible à très faible.

5.2- Résultats – les enjeux sur le site d'étude

Sur le site d'étude, les paramètres qui sont très favorables à la réalisation des fonctions hydrologiques et biogéochimiques sont (Annexe 1) :

- un couvert végétal permanent sur 100% (indicateur couvert végétal permanent) ;
- un couvert végétal principalement herbacé caractéristique des zones humides (fourrés, friches humides, aulnaies et jonchaies) ;
- l'absence de système de drainage (indicateurs rareté des rigoles, des fossés et des fossés profonds) ;
- l'absence de ravinement (indicateurs rareté du ravinement).

Enjeux principaux pour le site d'étude liés aux fonctions hydrologiques et biogéochimiques :

Le site d'étude présente une <u>capacité assez forte</u> de ralentir les ruissellements, recharger les nappes et retenir les sédiments, de dénitrifier, d'assimiler les nutriments azote et phosphore, d'adsorption et précipitation du phosphore dans le sol.

Sur le site d'étude, les paramètres qui présentent des niveaux très élevés pour réaliser les fonctions d'accomplissement du cycle biologique des espèces sont (Annexe 1) :

- L'équipartition entre les habitats dans le site d'étude élevé (c'est-à-dire qu'ils sont en proportions similaires, indicateur équipartition des habitats) ;
- Le très faible isolement des habitats par rapport à des habitats similaires proches (indicateur proximité des habitats) ;
- La richesse des habitats (4 habitats) ;
- Les perturbations anthropiques modérées à quasi-absentes ;
- Emprises d'espèces invasives très réduites (3%).

Enjeux principaux pour le site d'étude liés aux fonctions d'accomplissement du cycle biologique des espèces :

Le site d'étude présente une <u>capacité assez importante</u> de réaliser la fonction de support des habitats pour la faune et la flore et pour la fonction de connexion des habitats.

5.3- Conclusion sur la fonctionnalité du site d'étude

Le site d'étude présente donc principalement des fonctions hydrologiques, biogéochimiques et écologiques intéressantes. En revanche, le site d'étude ayant subi un remblaiement (ancienne carrière), le sol n'est pas caractéristique de zone humide.

Ces fonctions et les sous-fonctions associées seront donc impactées par les aménagements prévus pour l'implantation des panneaux photovoltaïques (Annexes 1, 2, 3).

Pour rappel, le site d'étude, identifié en zone humide sera impacté par l'implantation des panneaux et chemins d'accès, ce qui représente environ 0,86 ha (emprise totale des aménagements sur les surfaces en zones humides). <u>Toutefois, ne sont considérés pour le calcul de la surface impactée que les emprises des pieux et des chemins d'accès, soit un total de 765,01 m²</u>.

6- ÉVALUATION DES FONCTIONS DU SITE DE COMPENSATION ET EFFET ENVISAGÉ DE L'ACTION ÉCOLOGIQUE

6.1- Localisation et description du site de compensation

Le site retenu pour la compensation des zones humides impactées est le même que le site qui accueille le projet. En effet, la compensation proposée est la restauration de surfaces attenantes au projet mais qui aujourd'hui ne présente pas de végétation spécifique de zones humides.

Les habitats naturels présents sur le site de compensation sont :

- Une pinède
Code EUNIS niveau 3 - G3.F : Plantations très artificielles de conifères (14,5 %) ;

- Des fourrés denses ou épars
Code EUNIS niveau 3 – F3.1 Fourrés tempérés (52,5 %).

- Une zone de friche
Code EUNIS niveau 3 – I1.5 Friches, jachères ou terres arables récemment abandonnées (33 %).

La carte ci-contre illustre le site de compensation (polygone jaune).

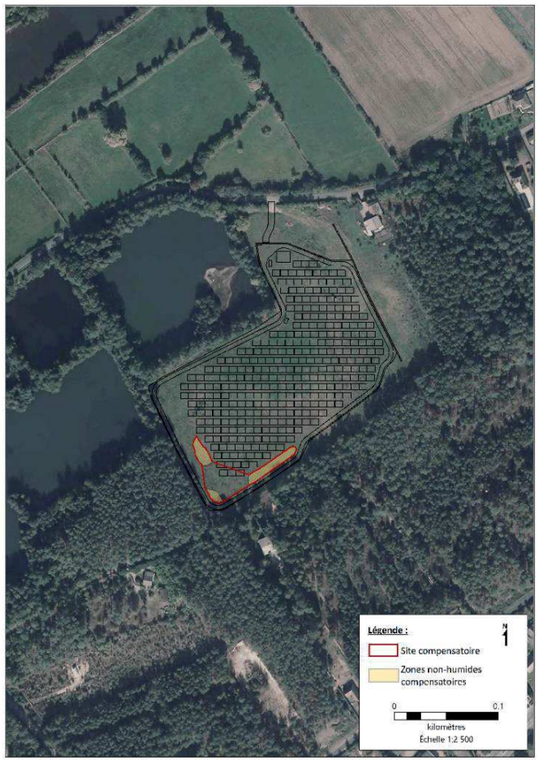


Figure 9 : Localisation du site compensatoire

6.2- Justification du choix du site de compensation

Les raisons qui ont motivé l'évaluation de ce site de compensation sont principalement :

- La localisation qui présente les mêmes caractéristiques hydrologiques, écologiques, biogéochimiques, … ;
- La possibilité de restaurer une zone humide qui est relativement dégradée, du fait de remblais qui ont été déposés (ancienne carrière) ;
- La sécurité foncière.

6.3- Méthode d'évaluation des fonctions des zones humides du site de compensation

L'évaluation des fonctions dans la zone humide est réalisée avec la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides (Gayet et *al*. 2016) de l'OFB. La méthodologie est présentée au paragraphe *4-Méthode générale d'évaluation des fonctions des zones humides.*

L'état initial du site de compensation (avant action écologique) a été réalisé entre 2020 et 2021 et le traitement des données a été réalisé en janvier 2022 par ALISE Environnement.

6.4- Evaluation des fonctions sur le site de compensation

6.4.1- Résultats – le site de compensation au sein de son environnement

Le site de compensation étant le même que le site impacté, il convient de se référer à la description faite dans le paragraphe **3-Présentation du SITE d'étude et du SITE** du projet pour ce qui est de la description des caractéristiques de la zone contributive et des contextes hydrologique, paysager et environnemental.

6.5- Evaluation de l'effet envisagée de l'action écologique

6.5.1- Résultats – les enjeux sur le site de compensation et l'effet envisagé de l'action écologique

Sur le site de compensation, les paramètres qui sont très favorables à la réalisation des fonctions hydrologiques et biogéochimiques sont (Annexe 3) :

- Le couvert végétal en zones alluviales (indicateur végétalisation) ;
- La rareté du ravinement (érosion).

Remarques : *Les indicateurs définis pour l'analyse de l'action écologique envisagée ne permettent pas de mettre en avant l'impact positif sur les fonctions hydrologiques et biogéochimiques de la réhabilitation de la zone humide, grâce au décaissement envisagé. L'objectif est de retrouvé un sol plus naturel en retirant les remblais mis en place dans le cadre de l'activité anthropique précédente.*

Enjeux principaux pour le site de compensation liés aux fonctions hydrologiques et biogéochimiques :

Le site de compensation présente une capacité intéressante de réaliser ces fonctions. Les actions écologiques envisagées permettront de retrouver des fonctionnalités caractéristiques de zones humides.

Sur le site de compensation, les paramètres qui présentent des niveaux très élevés pour réaliser les fonctions d'accomplissement du cycle biologique des espèces sont (Annexe 3) :

- La richesse des grands habitats ;
- La proximité et la richesse des habitats ;
- La rareté de l'artificialisation de l'habitat et des invasions biologiques végétales.

Enjeux principaux pour le site de compensation liés aux fonctions d'accomplissement du cycle biologique des espèces :

Le site de compensation présente une capacité assez importante de réaliser la fonction de support des habitats pour la faune et la flore et pour la fonction de connexion des habitats. Toutefois, les activités anthropiques ont dégradé ce milieu (remblais).

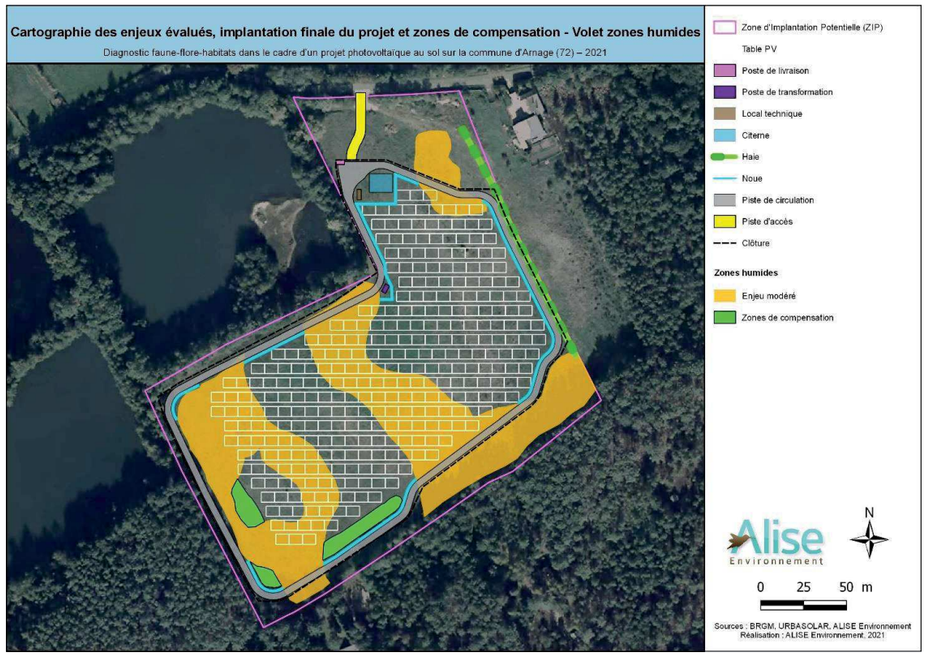


Figure 10 : Site impacté et site de compensation en situation aménagée

7- STRATÉGIE MISE EN ŒUVRE POUR DÉPLOYER DES ACTIONS ÉCOLOGIQUES COHÉRENTES AVEC LES ENJEUX SUR LE TERRAIN, SUR LE SITE D'ÉTUDE ET SUR LE SITE DE COMPENSATION

Les actions écologiques prévues dans le cadre des mesures de compensation sont principalement proposées en considérant :

- les enjeux sur le territoire dans lequel s'inscrivent le site d'étude et le site de compensation ;
- les habitats à restaurer sur les sites de compensation et les habitats affectés par le projet d'aménagement sur le site d'étude ;
- les causes de dégradations des écosystèmes sur le site de compensation.

Ainsi, les actions écologiques ont été ciblées afin de restaurer sur le site de compensation des habitats similaires à ceux perdus au sein de l'emprise impactée par les aménagements. L'objectif est de remédier aux dégradations présentes sur le site de compensation, en accord avec les enjeux sur le territoire.

7.1- Description de l'occupation du sol de la zone de compensation

Le tableau suivant présente l'occupation du sol actuelle de la zone de compensation.

Tableau 3: Occupation du sol actuelle de la zone compensatoire

Surface		
Surface totale des zones compensatoires		825 m²
Surface retenue pour la compensation et occupation des sols actuelle	Pinède	125 m²
	Friche x fourrés épars	270 m²
	Fourré dense	430 m²
Surface totale retenue pour la compensation		**825 m²**

7.2- Actions écologiques envisagées sur la parcelle compensatoire

7.2.1- Description des actions

Action écologique – Création de dépressions humides

➔ **Rétablir les fonctions hydrologiques et biogéochimiques caractéristiques de zones humides en créant des dépressions humides, permettant également à une faune et une flore diversifiées de s'exprimer**

Objectif de l'action :

L'opération vise à améliorer le potentiel hydraulique et écologique de la parcelle, c'est-à-dire la capacité d'accueil de la faune et de la flore, en la renaturant et en améliorant les fonctionnalités écologiques et de zones humides.

Description de l'action :

Il est prévu d'aménager sur le site du projet, trois zones, en contact avec des zones humides existantes permettant la recréation de milieux favorables à l'expression d'une flore hygrophile. Ces zones seront aménagées par décaissement du sol sur une faible profondeur (0,20 à 0,3 m de fond).

Les noues aménagées pour la gestion des eaux pluviales du site seront interrompues au niveau des zones humides présentes afin de ne pas drainer les eaux de ces dernières. Il en sera de même pour les zones humides aménagées. Dans la mesure du possible, le fond des noues sera quasi plat ou avec une très faible pente en direction des zones humides existantes.

La localisation des trois zones qui seront décaissées dans le but de créer des zones humides est présentée sur la figure suivante.

Ces aménagements permettront de créer au total 825 m² de zones favorables au développement d'une flore de type humide. En cas de stagnation d'eau, localement, ces milieux seront favorables aux amphibiens et autres espèces faunistiques dont le développement dépend de la présence de ces milieux (odonates, …).

Gestion :

En termes de gestion, il sera à prévoir, selon la dynamique de la végétation, une fauche tardive tous les 3 ans. Cette opération aura lieu en automne (hors période de reproduction de l'avifaune, des amphibiens et autres éventuelles espèces) afin de ne pas porter atteinte à ces populations.

Coût des travaux : à mutualiser avec le coût lié à l'aménagement des noues.

Rappel des coûts estimés pour les travaux d'aménagement des noues :

- Installation et préparation du chantier : 3000 / 4000 €
- Fossé / noue à créer env. 6000 / 8000 €
- Canalisation et pose env. 500 €

Coût de gestion (débroussaillage, coupe de ligneux, …) :

1 200 € HT tous les 3 ans, soit 12 000 € HT pour la durée d'exploitation de la centrale.

7.2.2- Synthèse de l'occupation du sol avant et après action écologique

Le tableau suivant présente l'occupation du sol des parcelles avant et après action écologique.

Tableau 4: Occupation du sol actuelle et projetée des parcelles de la mesure compensatoire

Occupation du sol	Surface actuelle	Surface après action écologique
Pinède	125 m²	41 m²
Friche	270 m²	-
Friche humide	-	246 m²
Fourré dense	430 m²	246 m²
Prairies humides	-	292 m²
Surface totale retenue pour la compensation	**825 m²**	**825 m²**

L'objectif de l'action écologique est donc d'améliorer les fonctionnalités hydrologiques des zones humides, tout en permettant d'enrichir les habitats écologiques en présence.

7.3- Mesures de gestion envisageables

7.3.1- Mise en place d'un pâturage extensif

La possibilité de mise en place d'un pâturage extensif pour assurer la gestion sur le site a été étudiée, mais l'étude réalisée par Dynamiques Foncières conclue à l'impossibilité de mettre en place un pâturage sur le site.

7.3.2- Fauche

Une fauche annuelle tardive interviendra sur les milieux présents entre et sous les rangées de panneaux. En effet, la gestion de la flore se développant dans les 4 à 5 m d'espacement entre chaque rangée de panneaux doit être adaptée en fonction des espèces colonisant ces zones. Par exemple, une fauche tardive annuelle (entre le 15 septembre et le 15 octobre) peut être réalisée sur d'éventuels habitats prairiaux ou de friches s'installant sur le site. En cas de développement important de la végétation, une deuxième fauche pourrait intervenir avant la fin du premier trimestre, en dehors de la période de nidification de l'avifaune. Cette gestion à vocation écologique permet également un accès à l'ensemble des panneaux du parc en cas de problème
Il est envisageable de faucher certaines parties de la prairie ou pratiquer une fauche tous les 3 à 4 ans.

7.3.3- Désherbage alternatif

Concernant l'entretien des voiries ou autres zones imperméables, aucun produit phyto-sanitaire ne sera utilisé. Il est également possible de ne pas désherber du tout.

7.3.4- Taille des arbres et arbustes

Si besoin, les arbres et arbustes devront être taillés de façon douce et en dehors de la période de nidification des oiseaux (privilégier l'hiver).

Remarque : L'état du site de compensation (avec action écologique réalisée) sera évalué en février 2027, soit 5 ans après la mise en œuvre des actions. Ce délai s'explique essentiellement en raison du temps nécessaire à la restauration d'une prairie de fauche.
Des suivis intermédiaires seront prévus deux ans après la mise en œuvre de l'action écologique (en 2024), puis tous les 5 ans afin de s'assurer que les résultats escomptés sont obtenus progressivement.

8- VÉRIFICATION DE L'APPLICATION DU PRINCIPE D'EFFICACITÉ RÉGISSANT LA COMPENSATION ÉCOLOGIQUE ET ÉDICTÉ DANS LE CODE DE L'ENVIRONNEMENT

8.1- Fonctions hydrologiques et biogéochimiques

Le tableau de synthèse permettant l'évaluation de la vraisemblance d'une équivalence fonctionnelle pour les indicateurs mesurés sur le sol dans le site impacté et le site de compensation (Annexe 4) ne permet pas de mettre en évidence une équivalence fonctionnelle, voire un grain fonctionnel de l'action écologique vis-à-vis des fonctions hydrologiques et biogéochimiques. En effet, le site ayant été remblais, les caractéristiques du sol n'ont pas pu être mises en évidence lors des relevés pédologiques. Ainsi, aucune donnée n'a pu être mise à disposition pour l'analyse.

En revanche, l'objectif de l'action écologique « création de dépressions humides » vise à une restauration des caractéristiques initiale du sol, par décaissement, favorisant ainsi l'apparition de zones humides (gain fonctionnel). En complément, les couverts végétaux permanents présents sur le site impacté et sur le site compensatoire seront maintenus (équivalence fonctionnelle).

8.2- Fonctions d'accomplissement du cycle biologique des espèces

Sur le site de compensation, concernant les fonctions d'accomplissement du cycle biologique des espèces, les paramètres qui devraient être favorisés par les actions écologiques (obtention d'un gain fonctionnel) sont (Annexe 4) :

- La proximité des habitats ;
- La richesse des grands habitats et des habitats ;
- La similarité avec le paysage.

8.3- Comparaison des fonctions du site d'étude impacté avec le site de compensation

Au regard de la réglementation, la mesure de compensation doit permettre d'atteindre au travers des actions écologiques les objectifs visés par la compensation.

D'après les 17 indicateurs renseignés pour le site d'étude impacté et le site de compensation avec actions écologiques envisagées (simulation) :

- 15 indicateurs sont associés à une perte fonctionnelle,
- 5 indicateurs sont associés à un gain fonctionnel,
- 0 indicateurs sont associés à une équivalence fonctionnelle.

Il est à noter que cette analyse se base sur l'ensemble des zones humides potentiellement impactées (8 600 m2), c'est-à-dire comprenant l'emprise des chemins et des panneaux photovoltaïques.

Pour le calcul de la compensation, l'emprise à prendre en considération a été réduite aux emprises des chemins et des pieux servant de support des panneaux (765 m²). Les pertes fonctionnelles sur le site de compensation sont donc minimisées, alors que les gains fonctionnels au sein du site de compensation (et du site impacté) permettront l'amélioration des fonctions hydrologiques et écologiques du site d'étude, en favorisant le développement de zones humides caractéristiques (critères flore/habitat et sol). A cet égard, le principe d'efficacité semble donc bien appliqué ici.

9- VÉRIFICATION DE L'APPLICATION DES PRINCIPES DE PROXIMITÉ GÉOGRAPHIQUE ET D'ÉQUIVALENCE RÉGISSANT LA COMPENSATION ÉCOLOGIQUE ET ÉDICTÉS DANS LE CODE DE L'ENVIRONNEMENT

Les principes de proximité géographique et d'équivalence abordés par la méthode nationale sont respectés en tous points puisque le site de compensation est à proximité immédiate du site impacté (Annexe 4) :

- Les 2 sites appartiennent à la même masse d'eau ;
- La zone contributive est similaire ;
- Le paysage présente les mêmes proportions en termes d'habitats ;
- Le système hydro géomorphologique est similaire ;
- Les types d'habitats sont relativement similaires.

Au regard de la réglementation, la mesure de compensation cible bien ici les mêmes composantes de milieux que celles détruites ou altérées (habitats et fonctions).

De plus, le site de compensation est situé à proximité du site d'étude, sur une zone présentant des caractéristiques physiques et anthropiques similaires. A ces égards, le principe de proximité géographique et d'équivalence est donc très bien appliqué ici.

Les raisons qui ont motivé la réalisation de la présente évaluation sur ce site sont la possibilité de restaurer une zone humide sur une zone actuellement dégradé (ancienne carrière) et qui va de nouveau être légèrement impacté par un projet d'aménagement d'un parc photovoltaïque.

La maitrise foncière est également un atout considérable pour compenser les dégradations potentielles du projet d'aménagement.

10- VÉRIFICATION DE L'APPLICATION DES PRINCIPES D'ÉQUIVALENCE ET D'ADDITIONNALITÉ ÉCOLOGIQUE RÉGISSANT LA COMPENSATION ÉCOLOGIQUE ET ÉDICTÉS DANS LE CODE DE L'ENVIRONNEMENT

Le ratio qui est proposé ici pour détecter une équivalence avec la méthode est de 1 pour 1.

Ce ratio est proposé sur la base d'une interprétation qui tient notamment compte :

- du caractère réversible de l'impact du projet d'aménagement sur le site d'étude ;
- de l'incertitude assez réduite dans ce cas sur le résultat de l'action écologique.

Par ailleurs, la restauration de 825 m^2 de zones humides pour compenser les 765 m^2 de zones humides détruites de manière irréversible sur le long terme est bien cohérente avec les prescriptions du SDAGE Loire-Bretagne puisque celui-ci prescrit :

« Après réduction des impacts du projet, dès lors que sa mise en œuvre conduit à la dégradation ou à la disparition de zones humides, les mesures compensatoires proposées par le maître d'ouvrage doivent prévoir la **recréation ou la restauration de zones humides**, cumulativement :

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

La prescription du SDAGE correspond à une équivalence sur le plan fonctionnel à la hauteur de 100% minimum de la surface perdue, ce qui est bien respecté dans le cadre de ce projet.

Au regard de la réglementation, la mesure de compensation est dimensionnée selon l'ampleur du projet et l'intensité des impacts négatifs résiduels significatifs. A cet égard, le principe d'équivalence est également donc bien appliqué ici.

Parmi les indicateurs fournis avec la méthode, l'équivalence fonctionnelle sera vraisemblablement bien atteinte pour 2 indicateurs (Annexe 2, 3 et 4). Cela correspond principalement à :

- Le support des habitats ;
- La connexion des habitats.

Cette équivalence s'accompagne d'effets probables sur toutes les fonctions hydrologiques et biogéochimiques ; et également d'effet probable sur la fonction de support des habitats.

Au regard de la réglementation, la mesure de compensation engendrera un « gain » écologique au moins équivalent aux « pertes » réalisées au regard d'au moins 2 indicateurs associés à des fonctions identifiées comme étant liées à des enjeux majeurs du territoire.

A ces égards, les principes d'équivalence et d'additionnalité écologique sont donc bien appliqués ici.

11- CONCLUSION

Un site de compensation disposant des mêmes caractéristiques hydrologiques et écologiques que la zone humide impactée permet de compenser efficacement les dégradations imposées par un projet d'aménagement.

Dans le cadre de la mise en place du projet d'aménagement de panneaux photovoltaïque sur la commune d'Arnage, il est donc proposé la **compensation d'environ 765 m^2 de zone humide impactée, par la renaturation de zones humides aujourd'hui disparues à cause de remblaiement (ancienne carrière) sur une surface de 825 m^2** (soit plus de 100 % de la zone humide impactée). Les deux sites étant à proximité immédiate, les contextes environnemental, anthropique, hydrologique, … sont similaires.

En l'absence de données pédologiques significatives et compte-tenu de la particularité du projet puisque seule l'emprise des pieux et chemin est à considérer dans le calcul de la compensation, la méthode nationale d'évaluation des zones humides ne permet pas de mettre en évidence les gains et les pertes fonctionnelles du site réellement impacté (5% des zones humides en présence).

En effet, sur les 15 indicateurs indiquant une perte fonctionnelle, l'application de la mesure compensatoire ne permet pas d'indiquer une équivalence fonctionnelle semblable. Pourtant, **les mesures compensatoires proposées visent bien à améliorer les fonctionnalités du site de compensation puisqu'elles visent à la renaturation de zones humides de surface équivalente à la surface dégradée, dans un contexte similaire.**

Les actions de renaturation proposées sont la création de dépressions humides au sein de zone actuellement non définies comme zone humide, la proposition d'un pâturage extensif favorable au développement des potentialités écologiques, à des actions de fauche tardives et d'entretien non impactant pour la biodiversité.

Il est nécessaire de souligner que les incidences sur la fonction relative à l'amélioration du sol n'ont pas été estimées lors de l'application de la méthode. En effet, la conversion d'un sol remblayé en sol plus naturel qui bénéficiera d'une inondation temporaire, voire permanente permettra le développement de zones humides d'intérêt.

Au regard de ces éléments, la mesure compensatoire est bien efficace au vu de la compensation des pertes fonctionnelles et des améliorations attendues.

12- ANNEXES

Annexe 1 :

TABLEAU 4 : DETAILS DE LA VALEUR DES INDICATEURS DANS LES SITES

Indiquez par une "X" si vous voulez afficher la valeur des indicateurs dans :

[X] le site impacté avant impact, avec impact envisagé (simulation) et après impact (observation sur le terrain).

ou

[ ] le site de compensation avant action écologique, avec action écologique envisagée (simulation) et après action écologique (observation sur le terrain).

Plus le rectangle noir est important, plus la valeur de l'indicateur est proche de 1 et plus l'intensité relative de la fonction associée est importante vu cet indicateur.
Il est possible d'afficher la valeur de l'indicateur dans les rectangles (clique droit --> Format de cellule --> Onglet "Nombre", sélectionnez catégorie : Nombre).

Note : ce n'est pas à partir de cette seule valeur qu'une conclusion est donnée sur la vraisemblance d'une équivalence fonctionnelle.
Cette conclusion est faite sur cette valeur multipliée par la superficie du site.

Propriétés générales de l'indicateur				Mesures de l'indicateur dans le site impacté			Sous-fonctions associées									
Nom	Question associée	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont moins fortes quand...	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont plus fortes quand...		Valeur de l'indicateur indépendante de la superficie du site [0-1]	Commentaire	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats
							Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.									
Le couvert végétal																
Végétalisation du site	41	…la part du site avec un couvert végétal permanent est très faible	…la part du site avec un couvert végétal permanent est très forte	Avant impact												
				Avec impact envisagé		Couvert vég. permanent très important (100 %).										
				Après impact		Couvert vég. permanent très important (85 %).										
Couvert végétal 1	56	…le couvert végétal est principalement clairsemé ou muscinal	…le couvert végétal est principalement herbacé avec export de biomasse et/ou arbustif et/ou arborescent	Avant impact												
				Avec impact envisagé		Non renseigné. Méconnaissances des pratiques. Couvert surtout herbacé avec export de biomasse et/ou arbustif et/ou arborescent										
				Après impact												
Couvert végétal 2	56	…le couvert végétal est principalement clairsemé ou muscinal	…le couvert végétal est principalement arborescent	Avant impact												
				Avec impact envisagé		Non renseigné. Méconnaissances des pratiques. Couverts intermédiaires.										
				Après impact												
Rugosité du couvert végétal	56	…le couvert végétal est absent ou principalement bas	…le couvert végétal est principalement arborescent	Avant impact												
				Avec impact envisagé		Couvert végétal majoritairement bas. Couvert végétal majoritairement bas.										
				Après impact												
Les systèmes de drainage																
Rareté des rigoles	60	… la densité de rigole est très élevée	… les rigoles sont absentes ou à très faible densité	Avant impact												
				Avec impact envisagé		Absence de rigoles. Absence de rigoles.										
				Après impact												
Rareté des fossés	60	… la densité de fossé est très élevée	… les fossés sont absents ou à très faible densité	Avant impact												
				Avec impact envisagé		Absence de fossés. Densité de fossés très importante (787 m/ha).										
				Après impact												
Rareté des fossés profonds	60	… la densité de fossé profond est très élevée	… les fossés profonds sont absents ou à très faible densité	Avant impact												
				Avec impact envisagé		Absence de fossés profonds. Absence de fossés profonds.										
				Après impact												
Végétalisation des fossés et fossés profonds	60	… les fossés et fossés profonds sont pas ou très peu végétalisés	… les fossés et fossés profonds sont très végétalisés	Avant impact												
				Avec impact envisagé		Non renseigné, pas de fossés et fossés prof. Fossés et/ou fossés prof. entièrement végétalisés.										
				Après impact												
Rareté des drains souterrains	64	… la part du site et de la zone tampon drainée par des drains souterrains est très importante	… il n'y a pas de drain souterrain ou quand la part du site et de la zone tampon drainée par des drains souterrains est très faible	Avant impact												
				Avec impact envisagé		Non renseigné, méconnaissance présence de drains sout. Non renseigné, méconnaissance présence de drains sout.										
				Après impact												
L'érosion																
Rareté du ravinement	66	… la part du site ravinée sans couvert végétal permanent est très importante	… il n'y a pas de ravines, ou quand la part du site ravinée sans couvert végétal permanent est très faible	Avant impact												
				Avec impact envisagé		Absence de ravinement. Absence de ravinement.										
				Après impact												
Végétalisation des berges	71 et 72	… la part du linéaire de berges érodée ou non stabilisée est très importante	… la part du linéaire de berges végétalisée ou stabilisée par des aménagements est très importante	Avant impact												
				Avec impact envisagé												
				Après impact												

Le sol

Acidité du sol 1	73	… le pH moyen du sol est très acide ou très basique	… le pH moyen du sol est compris entre [6-7]	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	pH non renseigné dans tout le site. pH non renseigné dans tout le site.	
Acidité du sol 2	73	… le pH moyen du sol est compris entre [6-7]	… le pH moyen du sol est très acide ou très basique	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	pH non renseigné dans tout le site. pH non renseigné dans tout le site.	
Matière organique incorporée en surface	73	… l'épisolum humifère en surface est absent ou très peu épais	… l'épisolum humifère en surface est très épais	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Episolum humifère non renseigné dans tout le site. Episolum humifère non renseigné dans tout le site.	
Matière organique enfouie	73	… il n'y a pas d'horizon humifère enfoui ou très peu épais	… l'horizon humifère enfoui est très épais	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Horizon humifère enfoui non renseigné dans tout le site. Horizon humifère enfoui non renseigné dans tout le site.	
Tourbe en surface	73	… il n'y a pas d'horizon histique ou très peu épais et/ou très décomposé	… l'horizon histique est épais et peu décomposé	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Absence d'horizon histique (tourbe). Absence d'horizon histique (tourbe).	
Tourbe enfouie	73	… il n'y a pas d'horizon histique enfoui ou très peu épais et/ou très décomposé	… l'horizon histique enfoui est épais et peu décomposé	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Absence d'horizon histique (tourbe). Absence d'horizon histique (tourbe).	
Texture en surface 1	73	… la texture est principalement limoneuse entre 0 et 30 cm de profondeur	… la texture est principalement argileuse et/ou sableuse entre 0 et 30 cm de profondeur	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Texture en surface non renseignée dans tout le site. Texture en surface non renseignée dans tout le site.	
Texture en surface 2	73	… la texture est principalement sableuse entre 0 et 30 cm de profondeur	… la texture est principalement argileuse entre 0 et 30 cm de profondeur	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Texture en surface non renseignée dans tout le site. Texture en surface non renseignée dans tout le site.	
Texture en profondeur	73	… la texture est principalement sableuse entre 30 et 120 cm de profondeur	… la texture est principalement argileuse entre 30 et 120 cm de profondeur	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Texture en profondeur non renseignée dans tout le site. Texture en profondeur non renseignée dans tout le site.	
Conductivité hydraulique en surface	73	… la conductivité hydraulique est très réduite entre 0 et 30 cm de profondeur	… la conductivité hydraulique est très importante entre 0 et 30 cm de profondeur	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Type de matériau en surface non renseigné dans tout le site. Type de matériau en surface non renseigné dans tout le site.	
Conductivité hydraulique en profondeur	73	… la conductivité hydraulique est très réduite entre 30 et 120 cm de profondeur	… la conductivité hydraulique est très importante entre 30 et 120 cm de profondeur	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Type de matériau en profondeur non renseigné dans tout le site. Type de matériau en profondeur non renseigné dans tout le site.	
Hydromorphie	73	… l'hydromorphie est très réduite (traits rédoxiques)	… l'hydromorphie est très élevée (traits histiques)	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Hydromorphie en profondeur non connue dans tout le site. Hydromorphie en profondeur non connue dans tout le site.	

Les habitats

Richesse des grands habitats	39	… le nombre d'habitats EUNIS niveau 1 est très réduit	… le nombre d'habitats EUNIS niveau 1 est très important	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	4 grands habitats. 3 grands habitats.	
Equipartition des grands habitats	39	… un ou quelques habitats EUNIS niveau 1 sont largement dominants sur les autres	… la part relative des habitats EUNIS niveau 1 est similaire à celle des autres	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Equitabilité de répartition des grands habitats élevée (E=0,64). Equitabilité de répartition des grands habitats très élevée (E=0,86).	
Proximité des habitats	77, 78	… les unités d'habitats EUNIS niveau 1 du site sont très isolées des autres unités d'habitats similaires	… les unités d'habitats EUNIS niveau 1 du site sont très proches des autres unités d'habitats similaires	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Très faible isolement des habitats (dist. moy.0 km). Très faible isolement des habitats (dist. moy.0 km).	
Similarité avec le paysage	22, 39	… la composition des habitats EUNIS niveau 1 dans le site et dans le paysage est très différente	… la composition des habitats EUNIS niveau 1 dans le site et dans le paysage est très similaire	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Habitats très différents du paysage (coef. sim.=0,26). Habitats très différents du paysage (coef. sim.=0,22).	
Richesse des habitats	39	… le nombre d'habitats EUNIS niveau 3 est très réduit	… le nombre d'habitats EUNIS niveau 3 est très important	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	4 habitats. 3 habitats.	
Equipartition des habitats	39	… un ou quelques habitats EUNIS niveau 3 sont largement dominants sur les autres	… la part relative des habitats EUNIS niveau 3 est similaire à celle des autres	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Equitabilité de répartition des habitats élevée (E=0,64). Equitabilité de répartition des habitats très élevée (E=0,86).	
Rareté des lisières	76	… les lisières entre les habitats EUNIS niveau 3 sont très importantes	… les lisières entre les habitats EUNIS niveau 3 sont très réduites	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Forte densité de lisières (651 m/ha). Très forte densité de lisières (1325,9 m/ha).	
Rareté de l'artificialisation de l'habitat	39, 57 et 58	… les perturbations anthropiques sont extrêmes	… les perturbations anthropiques sont modérées à quasi-absentes.	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Perturbations anthropiques modérées à quasi-absentes. Perturbations anthropiques modérées à quasi-absentes.	
Rareté des invasions biologiques végétales	55	… la part du site occupée par des espèces végétales associées à des invasions biologiques est élevée	… la part du site occupée par des espèces végétales associées à des invasions biologiques est réduite ou absente	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Emprise d'esp. inv. vég. très réduite (3 %). Absence d'esp. vég. inv.	

TABLEAU 5 : DETAILS DE LA VALEUR DES INDICATEURS DANS L'ENVIRONNEMENT DES SITES

Indiquez par une "X" si vous voulez afficher la valeur des indicateurs dans :

X l'environnement du site impacté avant impact, avec impact envisagé (simulation) et après impact (observation sur le terrain).

ou

l'environnement du site de compensation avant action écologique, avec action écologique envisagée (simulation) et après action écologique (observation sur le terrain).

Plus le rectangle noir est important, plus la valeur de l'indicateur est proche de 1 et plus l'opportunité relative de réaliser la fonction associée est importante vu cet indicateur.
Il est possible d'afficher la valeur de l'indicateur dans les rectangles (clique droit --> Format de cellule --> Onglet "Nombre", sélectionnez catégorie : Nombre).

Note : avec cette version de la méthode, aucune conclusion n'est donnée sur la vraisemblance d'une équivalence fonctionnelle pour les indicateurs dans l'environnement du site.

Propriétés générales de l'indicateur				Mesures de l'indicateur dans l'environnement du site impacté		Sous-fonctions associées									
Nom	Question associée	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont moins fortes quand…	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont plus fortes quand…	Valeur de l'indicateur indépendante de la superficie de l'environnement du site [0-1]	Commentaire	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats
Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.															
Dans la zone contributive du site															
Surfaces cultivées	13	… la part de la zone contributive qui est en cultures est très faible	… la part de la zone contributive qui est en cultures est très forte	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Part cultivée assez réduite (37,4 %). Part cultivée assez réduite (37,4 %).										
Surfaces enherbées	13	… la part de la zone contributive qui est enherbée est très faible	… la part de la zone contributive qui est enherbée est très forte	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Part enherbée assez réduite (37,4 %). Part enherbée assez réduite (37,4 %).										
Surfaces construites	15	… la part de la zone contributive qui est construite est très faible	… la part de la zone contributive qui est construite est très forte	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Part construite assez importante (1 %). Part construite assez importante (1 %).										
Infrastructures de transport	16	… la densité d'infrastructures de transport est très faible dans la zone contributive	… la densité d'infrastructures de transport est très forte dans la zone contributive	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Densité d'infrastructures de transport assez importante (3,2 km/100ha). Densité d'infrastructures de transport assez importante (3,2 km/100ha).										
Dans la zone tampon du site															
Dévégétalisation de la zone tampon	19	… la part de la zone tampon avec un couvert végétal permanent est très forte	… la part de la zone tampon avec un couvert végétal permanent est très faible	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Couvert vég. permanent très important (95 %). Couvert vég. permanent très important (95 %).										
Sur le cours d'eau associé au site															
Sinuosité du cours d'eau	43	… le cours d'eau associé au site est rectiligne	… le cours d'eau associé au site est méandriforme	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Cours d'eau rectiligne (coef. sin.=1,01). Cours d'eau rectiligne (coef. sin.=1,01).										
Proximité au lit mineur	42	… le site est très éloigné du cours d'eau	… le site est très proche du cours d'eau	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Site très éloigné du cours d'eau (distance moy.=262 m). Site très éloigné du cours d'eau (distance moy.=262 m).										
Incision du lit mineur	69	… le cours d'eau est fortement incisé	… le cours d'eau est très peu incisé	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Cours d'eau très fortement incisé (haut. pleins bords >1,5 m). Cours d'eau très fortement incisé (haut. pleins bords >1,5 m).										
Dans le paysage du site															
Richesse des grands habitats du paysage	22	… le nombre d'habitats EUNIS niveau 1 dans le paysage est très réduit	… le nombre d'habitats EUNIS niveau 1 dans le paysage est très important	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Nombre de grands habitats important (6 habitats). Nombre de grands habitats important (6 habitats).										
Equipartition des grands habitats du paysage	22	… un ou quelques habitats EUNIS niveau 1 sont largement dominants sur les autres dans le paysage	… la part relative des habitats EUNIS niveau 1 est similaire à celle des autres dans le paysage	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Equitabilité de répartition des grands habitats très élevée (E=0,83). Equitabilité de répartition des grands habitats très élevée (E=0,83).										
Corridors boisés	24, 25 ou 26	… la densité et la superficie de haies est très faible dans le paysage	… la densité et la superficie de haies est très forte dans le paysage	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Densité de corr. boisés très importante (33,1 km/100ha). Densité de corr. boisés très importante (33,1 km/100ha).										
Corridors aquatiques permanents	27	… la densité de corridors aquatiques permanents est très faible dans le paysage	… la densité de corridors aquatiques permanents est très forte dans le paysage	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Densité de corr. a.q. perm. importante (0,9km/100ha). Densité de corr. a.q. perm. importante (0,9km/100ha).										
Corridors aquatiques temporaires	27	… la densité de corridors aquatiques temporaires est très faible dans le paysage	… la densité de corridors aquatiques temporaires est très forte dans le paysage	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Densité de corr. a.q. temp. très réduite (0,4 km/100ha). Densité de corr. a.q. temp. très réduite (0,4 km/100ha).										
Rareté des grandes infrastructures de transport	29	… la densité de grandes infrastructures est très forte dans le paysage	… la densité de grandes infrastructures est très faible dans le paysage	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Densité de grandes infrast. de transp. assez importante (0,5 km/100ha). Densité de grandes infrast. de transp. assez importante (0,5 km/100ha).										
Rareté des petites infrastructures de transport	32	… la densité de petites infrastructures est très forte dans le paysage	… la densité de petites infrastructures est très faible dans le paysage	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Densité de petites infrast. de transp. très importante (5,3 km/100ha). Densité de petites infrast. de transp. très importante (5,3 km/100ha).										

TABLEAU 5 : DETAILS DE LA VALEUR DES INDICATEURS DANS L'ENVIRONNEMENT DES SITES

Indiquez par une "X" si vous voulez afficher la valeur des indicateurs dans :

[ ] l'environnement du site impacté avant impact, avec impact envisagé (simulation) et après impact (observation sur le terrain).

ou

[X] l'environnement du site de compensation avant action écologique, avec action écologique envisagée (simulation) et après action écologique (observation sur le terrain).

Plus le rectangle noir est important, plus la valeur de l'indicateur est proche de 1 et plus l'opportunité relative de réaliser la fonction associée est importante vu cet indicateur.
Il est possible d'afficher la valeur de l'indicateur dans les rectangles (clique droit --> Format de cellule --> Onglet "Nombre", sélectionnez catégorie : Nombre).

Note : avec cette version de la méthode, aucune conclusion n'est donnée sur la vraisemblance d'une équivalence fonctionnelle pour les indicateurs dans l'environnement du site.

Propriétés générales de l'indicateur				Mesures de l'indicateur dans l'environnement du site de compensation			Sous-fonctions associées									
Nom	Question associée	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont moins fortes quand....	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont plus fortes quand....	Valeur de l'indicateur indépendante de la superficie de l'environnement du site [0-1]		Commentaire	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats
Dans la zone contributive du site																
Surfaces cultivées	13	… la part de la zone contributive qui est en cultures est très faible	… la part de la zone contributive qui est en cultures est très forte	Avant action écologique		Part cultivée assez réduite (37,4 %).										
				Avec act. écol. envisagée		Part cultivée assez réduite (37,4 %).										
				Après action écologique												
Surfaces enherbées	13	… la part de la zone contributive qui est enherbée est très faible	… la part de la zone contributive qui est enherbée est très forte	Avant action écologique		Part enherbée assez réduite (37,4 %).										
				Avec act. écol. envisagée		Part enherbée assez réduite (37,4 %).										
				Après action écologique												
Surfaces construites	15	… la part de la zone contributive qui est construite est très faible	… la part de la zone contributive qui est construite est très forte	Avant action écologique		Part construite assez importante (1 %).										
				Avec act. écol. envisagée		Part construite assez importante (1 %).										
				Après action écologique												
Infrastructures de transport	16	… la densité d'infrastructures de transport est très faible dans la zone contributive	… la densité d'infrastructures de transport est très forte dans la zone contributive	Avant action écologique		Densité d'infrastructures de transport assez importante (3,2 km/100ha).										
				Avec act. écol. envisagée		Densité d'infrastructures de transport assez importante (3,2 km/100ha).										
				Après action écologique												
Dans la zone tampon du site																
Dévégétalisation de la zone tampon	19	… la part de la zone tampon avec un couvert végétal permanent est très forte	… la part de la zone tampon avec un couvert végétal permanent est très faible	Avant action écologique		Couvert vég. permanent très important (98 %).										
				Avec act. écol. envisagée		Couvert vég. permanent très important (98 %).										
				Après action écologique												
Sur le cours d'eau associé au site																
Sinuosité du cours d'eau	43	… le cours d'eau associé au site est rectiligne	… le cours d'eau associé au site est méandriforme	Avant action écologique		Cours d'eau rectiligne (coef. sin.=1,04).										
				Avec act. écol. envisagée		Cours d'eau rectiligne (coef. sin.=1,04).										
				Après action écologique												
Proximité au lit mineur	42	… le site est très éloigné du cours d'eau	… le site est très proche du cours d'eau	Avant action écologique		Site très éloigné du cours d'eau (distance moy.=366 m).										
				Avec act. écol. envisagée		Site très éloigné du cours d'eau (distance moy.=366 m).										
				Après action écologique												
Incision du lit mineur	69	… le cours d'eau est fortement incisé	… le cours d'eau est très peu incisé	Avant action écologique		Cours d'eau très fortement incisé (haut. pleins bords >1,5 m).										
				Avec act. écol. envisagée		Cours d'eau très fortement incisé (haut. pleins bords >1,5 m).										
				Après action écologique												
Dans le paysage du site																
Richesse des grands habitats du paysage	22	… le nombre d'habitats EUNIS niveau 1 dans le paysage est très réduit	… le nombre d'habitats EUNIS niveau 1 dans le paysage est très important	Avant action écologique		Nombre de grands habitats important (6 habitats).										
				Avec act. écol. envisagée		Nombre de grands habitats important (6 habitats).										
				Après action écologique												
Equipartition des grands habitats du paysage	22	… un ou quelques habitats EUNIS niveau 1 sont largement dominants sur les autres dans le paysage	… la part relative des habitats EUNIS niveau 1 est similaire à celle des autres dans le paysage	Avant action écologique		Equitabilité de répartition des grands habitats très élevée (E=0,82).										
				Avec act. écol. envisagée		Equitabilité de répartition des grands habitats très élevée (E=0,82).										
				Après action écologique												
Corridors boisés	24, 25 ou 26	… la densité et la superficie de haies est très faible dans le paysage	… la densité et la superficie de haies est très forte dans le paysage	Avant action écologique		Densité de corr. boisés très importante (33,8 km/100ha).										
				Avec act. écol. envisagée		Densité de corr. boisés très importante (33,8 km/100ha).										
				Après action écologique												
Corridors aquatiques permanents	27	… la densité de corridors aquatiques permanents est très faible dans le paysage	… la densité de corridors aquatiques permanents est très forte dans le paysage	Avant action écologique		Densité de corr. aq. perm. importante (1km/100ha).										
				Avec act. écol. envisagée		Densité de corr. aq. perm. importante (1km/100ha).										
				Après action écologique												
Corridors aquatiques temporaires	27	… la densité de corridors aquatiques temporaires est très faible dans le paysage	… la densité de corridors aquatiques temporaires est très forte dans le paysage	Avant action écologique		Densité de corr. aq. temp. très réduite (0,5 km/100ha).										
				Avec act. écol. envisagée		Densité de corr. aq. temp. très réduite (0,5 km/100ha).										
				Après action écologique												
Rareté des grandes infrastructures de transport	29	… la densité de grandes infrastructures est très forte dans le paysage	… la densité de grandes infrastructures est très faible dans le paysage	Avant action écologique		Densité de grandes infrast. de transp. assez importante (0,5 km/100ha).										
				Avec act. écol. envisagée		Densité de grandes infrast. de transp. assez importante (0,5 km/100ha).										
				Après action écologique												
Rareté des petites infrastructures de transport	32	… la densité de petites infrastructures est très forte dans le paysage	… la densité de petites infrastructures est très faible dans le paysage	Avant action écologique		Densité de petites infrast. de transp. très importante (5,6 km/100ha).										
				Avec act. écol. envisagée		Densité de petites infrast. de transp. très importante (5,6 km/100ha).										
				Après action écologique												

Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.

Annexe 2 :

TABLEAU 2 : SYNTHESE SUR L'EQUIVALENCE FONCTIONNELLE PAR FONCTION DANS LES SITES

Quel ratio d'équivalence fonctionnelle choisissez-vous pour réaliser votre évaluation ?

La valeur minimale à indiquer est 1 ; mais il est préconisé d'aller au-delà pour fournir plus de garantie sur la vraisemblance d'une équivalence fonctionnelle.

Par exemple, si l'observateur choisit une valeur de 2/1, l'amélioration après l'action écologique doit être au moins 2 fois supérieure à l'altération après l'impact pour que l'action écologique compense l'impact.

1,0 /1.

Indiquez par une "X" si vous voulez afficher :

[X] le site impacté avec impact envisagé et le site de compensation avec action écologique envisagée (simulation).

ou

[ ] le site impacté après impact et le site de compensation après action écologique (observation sur le terrain).

CONCLUSION SUR UNE EQUIVALENCE FONCTIONNELLE VRAISEMBLABLE AVEC LA STRATEGIE DE COMPENSATION ENVISAGEE

	Nombre d'indicateurs renseignés à la fois dans les 2 sites	SITE IMPACTE AVEC IMPACT ENVISAGE Selon combien d'indicateurs l'intensité de la sous-fonction est-elle réduite avec l'impact envisagé ? *(perte fonctionnelle)*	SITE DE COMPENSATION AVEC ACTION ECOLOGIQUE ENVISAGEE Selon combien d'indicateurs l'intensité de la sous-fonction est-elle accrue avec l'action écologique envisagée ? *(gain fonctionnel)*	Pour combien d'indicateurs le gain fonctionnel compense-t-il la perte fonctionnelle ?
FONCTION HYDROLOGIQUE				
Ralentissement des ruissellements	4 indicateur(s) renseigné(s)	4 indicateur(s) associé(s) à une perte fonctionnelle	0 indicateur(s) associé(s) à un gain fonctionnel	0 indicateur(s) associé(s) à une équivalence fonctionnelle
Recharge des nappes	3 indicateur(s) renseigné(s)	3 indicateur(s) associé(s) à une perte fonctionnelle	0 indicateur(s) associé(s) à un gain fonctionnel	0 indicateur(s) associé(s) à une équivalence fonctionnelle
Rétention des sédiments	6 indicateur(s) renseigné(s)	6 indicateur(s) associé(s) à une perte fonctionnelle	0 indicateur(s) associé(s) à un gain fonctionnel	0 indicateur(s) associé(s) à une équivalence fonctionnelle
FONCTION BIOGEOCHIMIQUE				
Dénitrification des nitrates	6 indicateur(s) renseigné(s)	6 indicateur(s) associé(s) à une perte fonctionnelle	0 indicateur(s) associé(s) à un gain fonctionnel	0 indicateur(s) associé(s) à une équivalence fonctionnelle
Assimilation végétale de l'azote	6 indicateur(s) renseigné(s)	6 indicateur(s) associé(s) à une perte fonctionnelle	0 indicateur(s) associé(s) à un gain fonctionnel	0 indicateur(s) associé(s) à une équivalence fonctionnelle
Adsorption et précipitation du phosphore	6 indicateur(s) renseigné(s)	6 indicateur(s) associé(s) à une perte fonctionnelle	0 indicateur(s) associé(s) à un gain fonctionnel	0 indicateur(s) associé(s) à une équivalence fonctionnelle
Assimilation végétale des orthophosphates	6 indicateur(s) renseigné(s)	6 indicateur(s) associé(s) à une perte fonctionnelle	0 indicateur(s) associé(s) à un gain fonctionnel	0 indicateur(s) associé(s) à une équivalence fonctionnelle
Séquestration du carbone	2 indicateur(s) renseigné(s)	0 indicateur(s) associé(s) à une perte fonctionnelle	0 indicateur(s) associé(s) à un gain fonctionnel	0 indicateur(s) associé(s) à une équivalence fonctionnelle
FONCTION D'ACCOMPLISSEMENT DU CYCLE BIOLOGIQUE DES ESPECES				
Support des habitats	7 indicateur(s) renseigné(s)	7 indicateur(s) associé(s) à une perte fonctionnelle	4 indicateur(s) associé(s) à un gain fonctionnel	0 indicateur(s) associé(s) à une équivalence fonctionnelle
Connexion des habitats	2 indicateur(s) renseigné(s)	2 indicateur(s) associé(s) à une perte fonctionnelle	1 indicateur(s) associé(s) à un gain fonctionnel	0 indicateur(s) associé(s) à une équivalence fonctionnelle
BILAN	17 indicateur(s) renseigné(s)	15 indicateur(s) associé(s) à une perte fonctionnelle	5 indicateur(s) associé(s) à un gain fonctionnel	0 indicateur(s) associé(s) à une équivalence fonctionnelle

Annexe 3 :

TABLEAU 3 : SYNTHESE SUR L'EQUIVALENCE FONCTIONNELLE PAR INDICATEUR DANS LES SITES

Le ratio d'équivalence fonctionnelle et le type de site (avec impact envisagé et avec action écologique envisagée ou après impact et après action écologique) sont ceux que vous avez choisi pour afficher le tableau 2 ci-dessus.

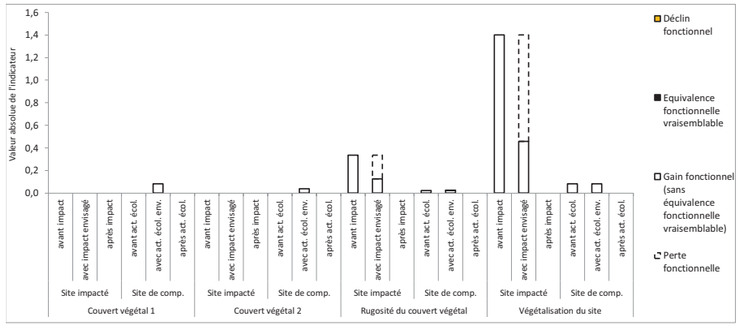
CONCLUSION SUR UNE EQUIVALENCE FONCTIONNELLE VRAISEMBLABLE AVEC LA STRATEGIE DE COMPENSATION ENVISAGEE

Nom de l'indicateur	Paramètre mesuré sur le site	SITE IMPACTE AVEC IMPACT ENVISAGE Présence de perte fonctionnelle ?	SITE DE COMPENSATION AVEC ACTION ECOLOGIQUE ENVISAGEE Présence de gain fonctionnel ?	La perte fonctionnelle est-elle vraisemblablement compensée par le gain fonctionnel ?	Sous-fonctions associées Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats
					Les carrés bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.									
Le couvert végétal														
Végétalisation du site	Couvert végétal permanent	OUI	non	non										
Couvert végétal 1	Type de couvert végétal	non renseigné	non renseigné	non renseigné										
Couvert végétal 2	Type de couvert végétal	non renseigné	non renseigné	non renseigné										
Rugosité du couvert végétal	Type de couvert végétal	OUI	non	non										
Les systèmes de drainage														
Rareté des rigoles	Rigoles	OUI	non	non										
Rareté des fossés	Fossés	OUI	non	non										
Rareté des fossés profonds	Fossés profonds	OUI	non	non										
Végétalisation des fossés et fossés profonds	Couvert végétal dans les fossés et fossés profonds	non renseigné	non renseigné	non renseigné										
Rareté des drains souterrains	Drains souterrains	non renseigné	non renseigné	non renseigné										
L'érosion														
Rareté du ravinement	Ravines sans couvert végétal permanent	OUI	non	non										
Végétalisation des berges	Berges sans couvert végétal permanent	non renseigné	non renseigné	non renseigné										
Le sol														
Acidité du sol 1	pH	non renseigné	non renseigné	non renseigné										
Acidité du sol 2	pH	non renseigné	non renseigné	non renseigné										
Matière organique incorporée en surface	Episolum humifère	non renseigné	non renseigné	non renseigné										
Matière organique enfouie	Horizon humifère enfoui	non renseigné	non renseigné	non renseigné										
Tourbe en surface	Horizons histiques	non	non	non										
Tourbe enfouie	Horizons histiques enfouis	non	non	non										
Texture en surface 1	Texture entre 0 et 30 cm	non renseigné	non renseigné	non renseigné										
Texture en surface 2	Texture entre 0 et 30 cm	non renseigné	non renseigné	non renseigné										
Texture en profondeur	Texture entre 30 et 120 cm	non renseigné	non renseigné	non renseigné										
Conductivité hydraulique en surface	Texture et horizons histiques entre 0 et 30 cm	non renseigné	non renseigné	non renseigné										
Conductivité hydraulique en profondeur	Texture et horizons histiques entre 30 et 120 cm	non renseigné	non renseigné	non renseigné										
Hydromorphie	Traits d'hydromorphie	non renseigné	non renseigné	non renseigné										
Les habitats														
Richesse des grands habitats	Habitats EUNIS niveau 1	OUI	OUI (0 fois la perte)	non										
Equipartition des grands habitats	Habitats EUNIS niveau 1	OUI	non	non										
Proximité des habitats	Habitats EUNIS niveau 1	OUI	OUI (0 fois la perte)	non										
Similarité avec le paysage	Habitats EUNIS niveau 1	OUI	non	non										
Richesse des habitats	Habitats EUNIS niveau 3	OUI	OUI (0 fois la perte)	non										
Equipartition des habitats	Habitats EUNIS niveau 3	OUI	non	non										
Rareté des lisières	Habitats EUNIS niveau 3	OUI	non	non										
Rareté de l'artificialisation de l'habitat	Habitats EUNIS niveau 3	OUI	OUI (0 fois la perte)	non										
Rareté des invasions biologiques végétales	Espèces végétales invasives	OUI	OUI (0 fois la perte)	non										

Annexe 4 :

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.

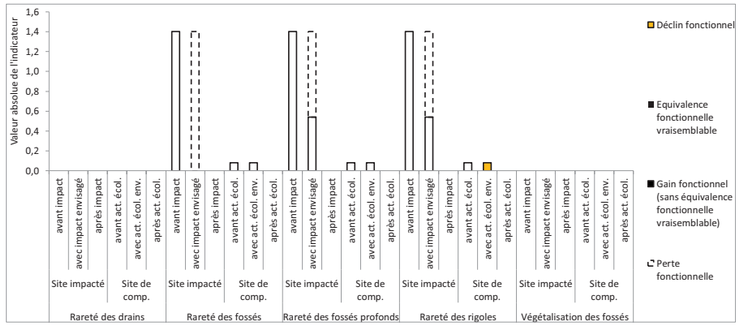
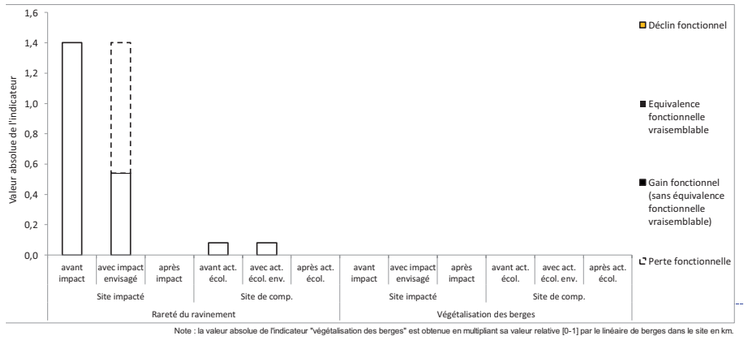


FIGURE 3 : L'EVALUATION DE LA VRAISEMBLANCE D'UNE EQUIVALENCE FONCTIONNELLE POUR LES INDICATEURS MESURES SUR L'EROSION DANS LE SITE IMPACTE ET LE SITE DE COMPENSATION

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.

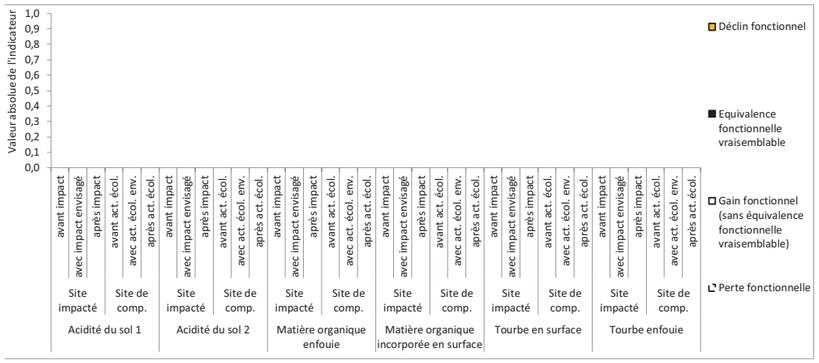


FIGURE 5 : L'EVALUATION DE LA VRAISEMBLANCE D'UNE EQUIVALENCE FONCTIONNELLE POUR LES INDICATEURS MESURES SUR LE SOL DANS LE SITE IMPACTE ET LE SITE DE COMPENSATION (2/2)

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

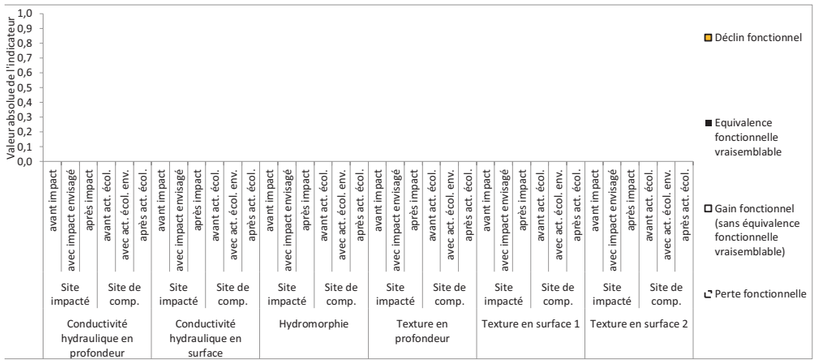
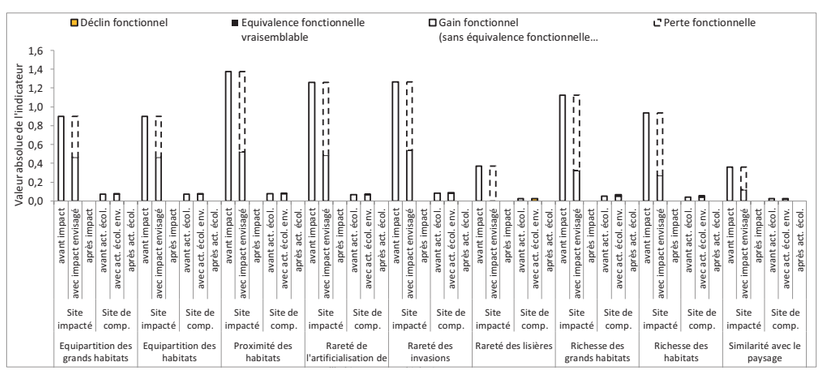


FIGURE 6 : L'EVALUATION DE LA VRAISEMBLANCE D'UNE EQUIVALENCE FONCTIONNELLE POUR LES INDICATEURS MESURES SUR LES HABITATS DANS LE SITE IMPACTE ET LE SITE DE COMPENSATION

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