

Mémoire de fin d'étude
5^{ème} année

Polytech Tours – DAE
2020-2021

Évaluation de projet de restauration en zones humides de Bretagne par le volet floristique - Programme ETREZH



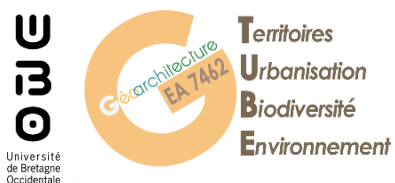
Louison Bienvenu

Maîtres de stage : **Sébastien Gallet** (Maître de conférences à l'UBO)

Et **Armel Dausse** (Cheffe de projet au FMA)

Tuteur académique : **Francis Isselin**

Structure d'accueil :



Laboratoire Geoarchitecture de Brest
Université Bretagne Occidentale

Coordination du projet :



Forum des Marais Atlantique

Programme ETREZH – Évaluation de l'effet de Travaux de Restauration sur les
fonctions des Zones Humides de Bretagne (2019 – 2021)

Remerciements

La première personne que je tiens à remercier est M. Sébastien Gallet pour avoir accepté de me confier ce stage. J'y ai mené une étude de recherche riche et complète, qui est devenu un véritable tremplin professionnel. La confiance qu'il m'a accordée s'est reflétée dans l'opportunité de présenter un poster au colloque REVER 11 avec les couleurs du laboratoire Geoarchitecture de Brest. Merci encore sincèrement pour cette grande opportunité et pour les bons moments passés durant ces 6 mois.

Je souhaite aussi remercier grandement et tout particulièrement M. Francis Isselin, qui me guide depuis plusieurs années dans mon parcours professionnel et dans chacun de mes projets. Merci pour tous les conseils, le temps accordé, le soutien indéfectible pour que je construise ma petite place dans le domaine de la recherche et les discussions aux quatre coins de la France.

Merci à Armel Dausse, pour l'encadrement, la présence et l'écoute. Je suis vraiment content d'avoir fait partie d'une aventure aussi importante que celle-ci.

Vincent Colasse, merci pour l'accompagnement sur le terrain toujours riche et les expertises botaniques. Ma liste d'espèces identifiables a pu bien augmenter !

Merci à Laurence Guéan, pour avoir toujours eu une porte ouverte accueillante et permis la lourde organisation du terrain, et à Xavier Dauvergne pour la disponibilité lors de la dernière ligne droite sur le rapport.

Sans qui tous ces bons moments n'auraient pas existé, merci à tous mes collègues et amis de Brest, des copains stagiaires de fin d'études Anna et Tristan, aux doctorants Axel, Pascaline et Garance, en passant par les ingénieurs cuisinier et chanteur Manu et Corentin. Sans oublier les stagiaires oscarisés (pas encore de fin d'études) Sarah, Oumaima, Corentin, Dara, Iwein et Nicolas. Mention honorable à Jonathan qui a eu le privilège d'être sous ma responsabilité durant ses semaines de stage. Merci pour l'investissement que tu y as mis, pour tout l'aide que tu m'as donné et les repos bien mérités au camping, sans oublier le premier jdr ! D'ailleurs, attention aux fenêtres et courage pour le master.

Enfin merci à toutes les personnes qui lisent ce rapport qui, je l'espère, répondra à vos attentes.

Présentation de la structure d'accueil

Ce stage s'est déroulé au sein du laboratoire EA 7462, Geoarchitecture, territoire, urbanisation, biodiversité environnement de l'Université Bretagne Occidentale. Cette équipe, créée en 1986 est composée de 34 membres : 21 enseignants chercheurs, 2 professeurs émérites, 3 titulaires BIATSS et 8 doctorants. Le soutien administratif est assuré par 3 personnes et 1 personne pour le support technique. Le directeur actuel est Frédéric Bioret. L'équipe est répartie au sein de 2 universités, l'Université de Bretagne Occidentale (UBO), l'Université de Bretagne Sud (UBS).

Les axes de recherches du laboratoire sont liés aux dynamiques des territoires urbains et naturels, et aux inventions et gestions des patrimoines. La pluridisciplinaire de l'équipe permet d'avoir une approche transversale des pratiques, des usages, des trajectoires et des représentations.

Certains des travaux réalisés ont, notamment, permis de montrer qu'il pouvait exister une distance entre la production d'idées, les tentatives d'expérimentations et les situations qui produisent les paysages, que ce soit en milieu urbain ou naturel. De façon générale, les intentions initiales ne sont que partiellement ou tardivement reflétées.

D'autre part, deux programmes en cours, autre que le programme ETREZH dans lequel s'inscrit ce stage et dont j'ai pu côtoyer les chargés d'études, peuvent être présentés.

Le programme NaturArmy (2019-2023) vise à assurer une gestion exemplaire des sites Natura 2000 en terrain militaire avec une mise en réseau, entre les armées européennes, sur le domaine de la biodiversité ; et le programme Pertinence Environnementale de la restauration des Petits marais et Prés Salés (PEPPS, 2018-2020), qui vise à étudier quelle potentialité représentent les petits systèmes pour le renforcement ou le rétablissement de la trame verte et bleue littorale et de ses fonctions.

Enfin, le Forum des Marais Atlantiques, coordinateur du programme ETREZH, a été fondé en 1990 et est constitué de 3 antennes, Mme. Magueur est la responsable de l'antenne de Brest. Ce syndicat mixte a pour objectif de construire un espace de médiation afin de faciliter la gestion durable des zones humides, de dépasser les conflits d'usages et de concilier les activités humaines avec une bonne gestion de la qualité et la quantité de la ressource en eau.

Table des matières

Résumé.....	6
Introduction	7
Les zones humides - fonctions et protections	7
L'écologie de la restauration - une discipline jeune	9
Programme ETREZH et Contexte du stage.....	9
Partie I – Contextualisation des sites par étude de l'évolution paysagère	11
I.1 Introduction	11
I.2 Matériel et Méthode.....	11
I.3 Résultats et analyses de l'évolution paysagère depuis 1950	13
I.3.1 Évolution du linéaire de haie et de la taille des parcelles.....	13
I.3.2 Évolution de l'occupation du sol.....	13
I.3.3 Analyses des trajectoires paysagères	14
Partie II - Etude des communautés floristiques et évaluation des travaux de restauration	15
II.1 Introduction	15
II.2 Matériel et Méthode du volet floristique	15
II.2.1 Relevés phytosociologiques.....	15
II.2.2 Construction du panel de référence.....	15
II.2.3 Conformité des sites restaurés et panel de référence par ACP.....	16
II.2.4 Comparaison entre sites restaurés et références par indicateurs écologiques	16
II.3 Résultats du volet floristique	17
II.3.1 Définition du panel de référence.....	17
II.3.2 Conformité des sites restaurés au panel de référence par ACP	20
II.3.3 Conformité des sites restaurés au panel de référence par indicateurs écologiques	23
II.4 Analyse sur l'ensemble de sites de Bretagne RERZH et ETREZH.....	25
II.4.1 Définition du panel de référence à l'échelle de la Bretagne	25
II.4.2 Comparaison géographique grâce aux indicateurs écologiques	25
II.4.3 Conformité des sites restaurés au panel de référence par ACP à l'échelle de la Bretagne.....	27
Partie III – Discussion et conclusion sur les travaux de restauration en zone humide de Bretagne	29
III.1 Évaluation des projets de restauration par le volet floristique	29
III.1.1 Tendance générale	29
III.1.2 Cas Particuliers	29
III.1.3 Interprétation des succès de restauration	30
III.2 Comparaison géographique à l'échelle de la Bretagne.....	31
III.3 Retour méthodologique.....	31
III.3.1 Définition du panel de référence.....	31
III.3.2 Les limites de l'approche floristique.....	32
III.3.3 Croisement avec les volets entomologiques et hydro-géomorphologiques	33
III.4 Conclusion générale.....	34
Retour d'expérience.....	35
Bibliographie	36
Annexes	39

Résumé

Les zones humides sont remarquables pour leur richesse et leur biodiversité. Elles accueillent une grande diversité de communauté floristique et faunistique et ont des fonctions biologiques, hydrologiques et biogéochimiques. Toutefois, malgré les outils de conservation elles se dégradent partout dans le monde et notamment en Bretagne. L'objectif du programme ETREZH est d'évaluer 14 sites en zones humides ayant fait l'objet de travaux de restauration entre 2010 et 2019. Les volets floristique, faunistique et hydro-géomorphologique sont étudiés et cette étude se concentre sur le premier volet. Depuis 1950, le contexte paysager des sites étudiés a globalement évolué vers des milieux urbains et des pratiques agricoles intensives. La comparaison avec un panel de référence, formé par des zones humides en bon état de conservation, a montré que les zones humides restaurées ont eu dans l'ensemble une bonne résilience. Les prochaines perspectives sont de croiser ces résultats avec ceux des deux autres volets, afin de déterminer les facteurs clés de succès pour conseiller au mieux les futurs porteurs de projet. L'ensemble des relevés floristiques à l'échelle de la Bretagne a également permis d'initier une comparaison des conditions écologiques entre les départements.

Introduction

Les zones humides - fonctions et protections

Il existe plusieurs définitions d'une zone humide, en France selon le code de l'environnement ce sont des « terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire, ou dont la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année » (Code de l'environnement, 2006). A l'international, la convention RAMSAR a une définition plus large prenant aussi en compte les récifs coralliens, les herbiers marins et les cours d'eau et milieux souterrains (Ramsar, 1971).

La Bretagne présente une diversité d'écosystèmes et, notamment, de nombreuses zones humides. Elles sont étudiées depuis plusieurs années, et en 2019, selon le Forum des Marais Atlantique (FMA), 97% du territoire breton était couvert par des inventaires communaux des zones humides. Après la seconde guerre mondiale, la mécanisation et l'intensification agricole ont progressivement altéré ces milieux humides. Les altérations les plus fréquentes sont la mise en culture avec drainage et remblaiement, l'urbanisation, la modification des cours d'eau et la prolifération d'espèces invasives. A cause de ces impacts, il ne reste que 20% des zones humides potentielles en 2020 en Bretagne (Dausse, 2020), c'est légèrement plus faible que la moyenne mondiale qui est de 29 à 36% (Davidson, 2014).

De nombreux auteurs, tels que Skinner et Zalewski (1995) et Gallet *et al.* (2017), ont souligné l'aspect remarquable des zones humides pour leur richesse, leur biodiversité et leur service. Elles accueillent une grande diversité d'espèces et de communautés floristique et faunistique, certaines endémiques ou leur étant inféodées pour leur cycle de vie (Fustec et Lefeuvre, 2000). Enfin, elles contribuent à une variété importante d'habitats.

Les zones humides assurent aussi différentes fonctions écologiques : fonction **biologique**, elles sont support de biodiversité et de continuité écologique ; **hydrologique**, elles régulent les inondations et rechargent la nappe ; **biogéochimique**, elles assurent une qualité de l'eau, une régulation des nutriments et un stockage du carbone (Barnaud et Fustec, 2007 ; Dausse, 2020). Ces aspects des zones humides sont d'autant plus importants dans un contexte de changement climatique (Vaschalde, 2014).

L'importance des zones humides a été inscrite dans la loi en 2005 « **la préservation et la gestion durable des zones humides sont d'intérêt général** » et que les politiques publiques doivent tenir compte de la conservation, exploitation, gestion durable et de leur contribution à la diversité biologique, du paysage, une gestion en eau et d'une prévention des inondations (Code de l'environnement, 2005). Des objectifs de préservation et de gestion équilibrée sont donc inclus, d'une part, dans des outils réglementaires tel que les *zones humides d'intérêt environnemental*, les *arrêtés biotope* et, d'autre part, des outils de planification, notamment le SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) et les SAGE. Des labels nationaux et internationaux comme *site Ramsar*, et des inventaires, comme les *ZNIEFF* et *inventaires de zones humides*, permettent une reconnaissance et une valorisation de ces milieux. Un recensement exhaustif des outils est mis à disposition par le service public EauFrance (les-zones-humides.org, 2015).

Malgré les outils de conservation, la qualité de 48% des zones humides s'est dégradée en France entre 2000 et 2010 (Genty, 2012). Leur restauration écologique est donc nécessaire afin d'atteindre les objectifs fixés, notamment dans le cadre du SDAGE Loire-Bretagne. Elle peut être appliquée de façon contraignante dans le cadre de compensation, ou de façon spontanée par une volonté propre des acteurs locaux.

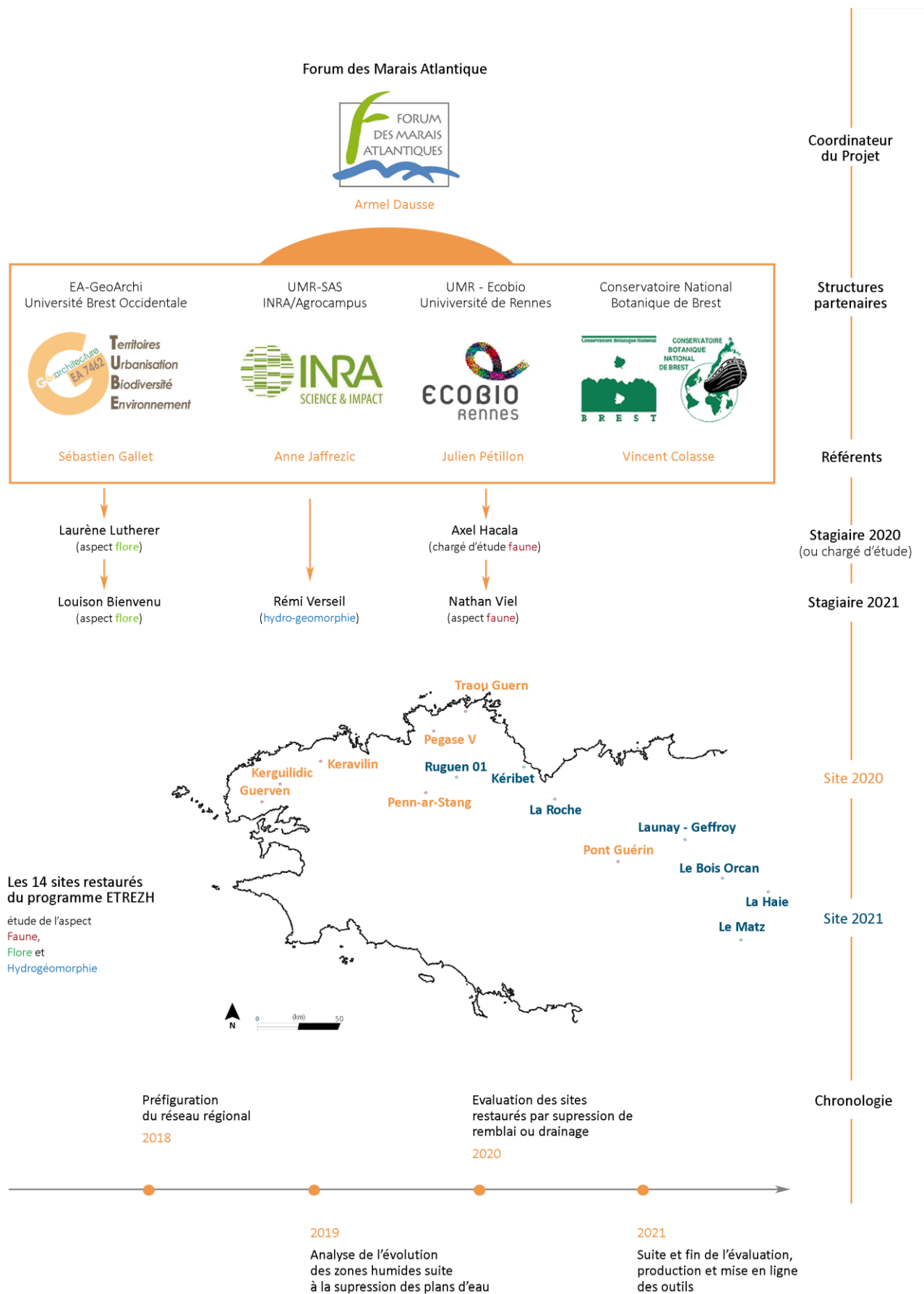


Figure 1 : Schéma du programme ETREZH et contexte du stage.

© Bienvenu Louison

L'écologie de la restauration - une discipline jeune

L'écologie de la restauration, développée en parallèle des pratiques de la restauration écologique, est une discipline récente et voit ses premières définitions dans les années 1980. La revue scientifique considérée comme fondement est "Restoration Ecology" (Jordan, 1990). Puis le monde de la recherche s'en est emparé avec un accroissement de publication à partir de 2009.

Les objectifs de la restauration sont définis sur les fonctions et la structure de l'écosystème, s'il est question uniquement des fonctions il convient alors de parler de réhabilitation (Le Floc'h et Aronson, 1995).

Dans les années 1990 le débat porte sur le principe d'écosystème de référence. Les premières références étaient un état « historique » tandis qu'aujourd'hui il est aussi question de se diriger vers une référence basée sur l'analyse des conditions du milieu (White et Walker, 1997).

D'autre part, plusieurs références peuvent être prises en compte, entre 1993 et 2003, 67% des études publiées dans le magazine *Restoration Ecology* utilisent plus d'un site de référence (Ruiz-Jean et Aide, 2005). Puis le concept de "**panel de référence**" a émergé, c'est un ensemble de référence et de relevés qui permet de prendre en compte les variations locales des écosystèmes considérés et les différents niveaux de perturbations acceptables (Suganuma et Durigan, 2015 ; Gallet, 2019). C'est ce qui est mis en œuvre dans le cadre du programme ETREZH.

Programme ETREZH et Contexte du stage

De bonnes connaissances du territoire et des pratiques sont nécessaires pour réussir un projet de restauration (Gallet et *al.*, 2017). C'est pourquoi, en 2013, le Conseil Départemental du Finistère et le Forum des Marais Atlantiques ont initié un réseau visant à promouvoir les projets de restauration et les bonnes pratiques. C'est le Réseau Expérimental pour la Restauration des Zones Humides (RERZH). L'objectif était de favoriser la mise en commun de connaissances, de formation, et des méthodes de suivi et d'évaluation des zones humides dans le département du Finistère.

Afin de poursuivre et élargir les objectifs du réseau RERZH, le programme ETREZH (Évaluation des effets des Travaux de Restauration sur les fonctions des Zones Humides) voit le jour en 2019 et étend l'analyse et la mise en réseau à toute la région Bretagne.

Ce nouveau programme regroupe de nombreuses structures. Le FMA (Forum des Marais Atlantique) assure la coordination du projet et il participe à la mise en œuvre technique, scientifique et à la valorisation de données. D'autres structures assurent un soutien scientifique, c'est le cas de l'Université de Bretagne Occidentale (qui est la structure d'accueil de ce stage), l'INRAE et l'Université de Rennes 1. Les co-financeurs sont l'Agence de l'eau Loire-Bretagne, la Région Bretagne, la DREAL Bretagne et les départements du Finistère et d'Ille-et-Vilaine.

Les études sur les sites du programme ETREZH comportent trois volets : **faunistique**, **hydro-géomorphologique** et **floristique** (figure 1).

Le programme ETREZH a pour objectif d'étudier 14 sites en zones humides à travers la Bretagne ayant fait l'objet de travaux de restauration entre 2010 et 2019. Ces travaux de restauration ont pris la forme de suppression de remblai ou de drainage (tableau 1).

Les observations et relevés sont réalisés sur deux années :

- 2020 : **Keravilin, Pont-Guérin, Traou-Guern, Pégase V, Penn-ar-Stang, Kerguelidic, Guerven** (ces sites ont été caractérisés lors du précédent stage de Laurène Lutherer en 2020)
- 2021 : **Ruguen 01, La Haie, Le Matz, Bois Orcan, La Roche, Launay-Geffroy, Keribet.**

Tableau 1 : Les travaux de restaurations sur les sites d'études du programme ETREZH (en bleu les sites de 2021).

Site	Surface (ha)	Travaux de restauration	Date des travaux	Mode de gestion	Nb z-h
Ruguen 01	0,67	Suppression de drainage et comblement des tranchées	2015	Fauche	2
La Haie	1	Passage d'une sous-soleuse, suppression de drainage et création de mares	2016/2017	Fauche	3
Le Matz	5,55	Suppression de drainage, création de dépressions	2018	Aucune	6
Bois Orcan	4,3	Passage d'une sous-soleuse, suppression de drainage	2016/2017	Fauche	6
La Roche	1,07	Suppression partielle du remblai (30 cm)	2017	Pâturage bovin	3
Launay Geffroy	0,19	Suppression du remblai et remise du cours d'eau dans son talweg	2014	Fauche	2
Keribet	0,46	Suppression des matériaux de terrassement et remise du cours d'eau dans son talweg	2017	Fauche	3
Keravilin	0,18	Suppression du remblai jusqu'au terrain naturel	2014 et 2019	Pâturage bovin	3
Pont-Guerin	NA	Suppression du remblai jusqu'au terrain naturel et comblement de la lagune	2019	Fauche	3
Traou-Guern	0,24	Suppression du remblai jusqu'au terrain naturel	2010	Pâturage bovin	2
Pégase V	0,56	Suppression du remblai jusqu'à l'horizon organique	2016	Fauche	3
Penn-ar-Stang	1,13	Suppression du remblai jusqu'au terrain naturel	2013	Aucune	7
Kerguelidic	0,71	Suppression du remblai et remise du cours d'eau dans son talweg	2016	Fauche	4
Guerven	0,21	Suppression du remblai (partie proche du cours d'eau) et lissage du sol sans compactage	2013	Fauche	4

(Nb z-h) nombre de zones homogènes au sein du site

L'objectif de ce stage, qui s'est déroulé de mars à août 2021, est de réaliser l'évaluation des travaux de restauration par le volet floristique sur les 7 sites d'étude du programme ETREZH de 2021.

La première partie de ce rapport présente le contexte des sites ETREZH 2020 et 2021 grâce à une étude de l'évolution paysagère. Les relevés phytosociologiques des sites de 2021 et leurs analyses seront faites dans la deuxième partie, avec à la fin une comparaison de l'ensemble des sites de Bretagne des programmes RERZH et ETREZH. La troisième partie est une discussion sur les limites et la complémentarité des analyses du volet floristique et du programme.

Partie I – Contextualisation des sites par étude de l'évolution paysagère

I.1 Introduction

Afin d'évaluer les projets et les dynamiques de restauration, il est important de connaître les contextes des sites et notamment leur intégration dans le paysage. Le contexte paysager prend en compte plusieurs paramètres, la nature de l'occupation du sol, la densité du linéaire de haie et la taille des surfaces.

Le type d'occupation du sol peut influencer les communautés et les connectivités du site. Par exemple, une augmentation de l'emprise des parcelles en agriculture intensive peut entraîner un appauvrissement de la biodiversité floristique dans les prairies inondables (Grévilliot et Muller, 2013). D'autre part, ces occupations évoluent dans le temps, aussi il est intéressant de voir quelles ont été les trajectoires des contextes paysagers des sites entre 1950 et aujourd'hui.

Au sein des territoires bocagers, les haies influencent la parcelle au niveau de ses continuités écologiques et des interactions biologiques. Elle permet de favoriser la biodiversité locale, protéger du vent, de l'érosion et même des maladies dans un contexte agronomique (Lecq, 2013). Les haies assurent aussi le rôle de filtre dans le cas d'une ripisylve, limitant ainsi la perte d'éléments et de potentielles pollutions (Pinay et Clément, 2003).

Enfin, la taille des parcelles de type cultures et prairies est indicateur du type d'agriculture, de la diversité et de la continuité au sein du paysage.

I.2 Matériel et Méthode

L'analyse du contexte paysager se fait par photo interprétation sur une zone de 500 m autour des sites. Les photos aériennes ont été récupérées sur la base de données du portail national de la connaissance du territoire (*Géoportail*) au travers du module IGN Remonter le temps (*remonterletemps.ign.fr*). Quatre années sont étudiées : **1950, 1970, 1990, 2010**.

Lorsqu'il n'y avait pas de photos aériennes pour l'année en question, c'est celle ayant été prise l'année la plus proche supérieure qui a été choisie.

Pour l'analyse des 28 photos, quatre étapes ont été suivies sur l'application SIG *Arcmap*.

1. Géolocalisation des photos aériennes. Une couche WMTS de l'IGN a été importée avec les photo-aériennes de 2017. Cette couche a servi de référence. Les photos historiques ont été importées avec le même système de coordonnées puis, à l'aide de 10 points, chacune a été géoréférencée. Les toits des églises et les croisements de routes ont été privilégiés pour positionner les points.
2. Réalisation d'un buffer de 500 mètres à partir du centroïde des sites.
3. Attribution d'un type d'occupation du sol pour les parcelles au sein du buffer. La catégorisation des sites étudiés en 2020 a été reprise afin de faciliter l'analyse des résultats globaux. Les catégories sont :
Zones boisées, prairies, zones humides, fourrés, cultures, cours d'eau, milieu urbain
4. Cartographie du **linéaire de haie** au sein du buffer.

Une Analyse en Composante Principale (ACP) est réalisée avec l'outil R à partir des données issues de la cartographie du type d'occupation des sols.

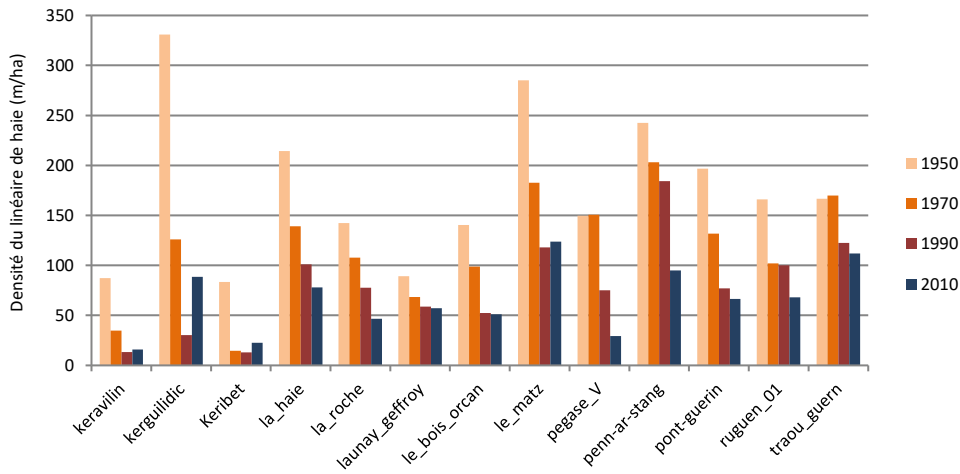


Figure 2 : Évolution du linéaire de haie de chaque site de 1950 à 2010.

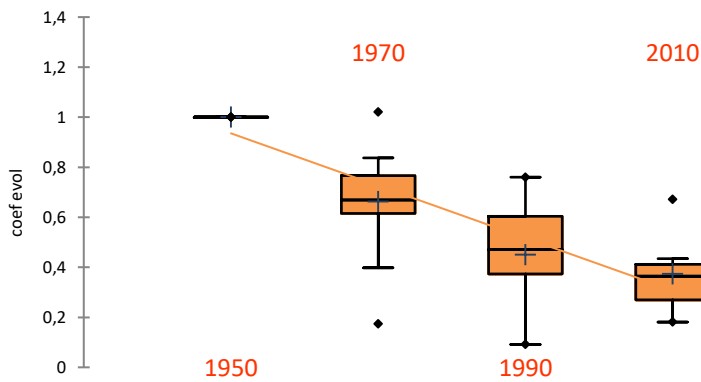


Figure 3 : Évolution moyenne du linéaire de haie de 1950 à 2010.

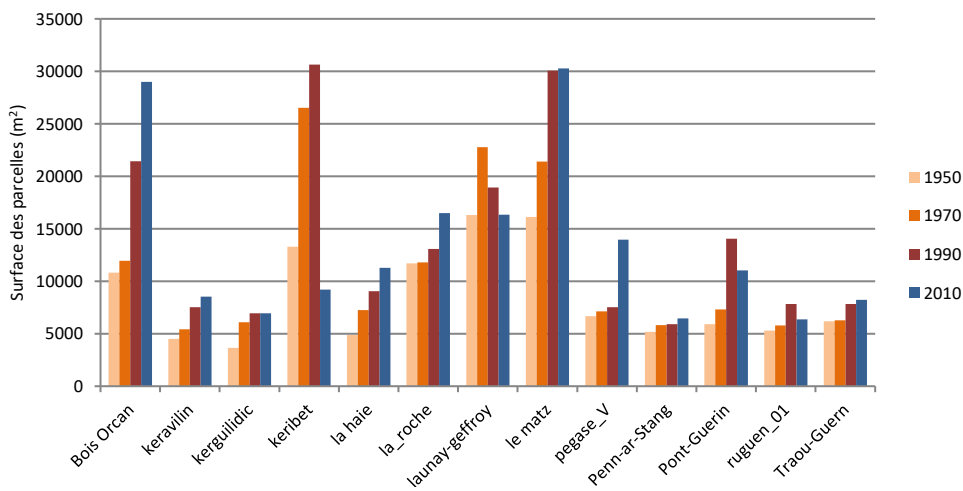


Figure 4 : Évolution de la taille des parcelles de chaque site de 1950 à 2010.

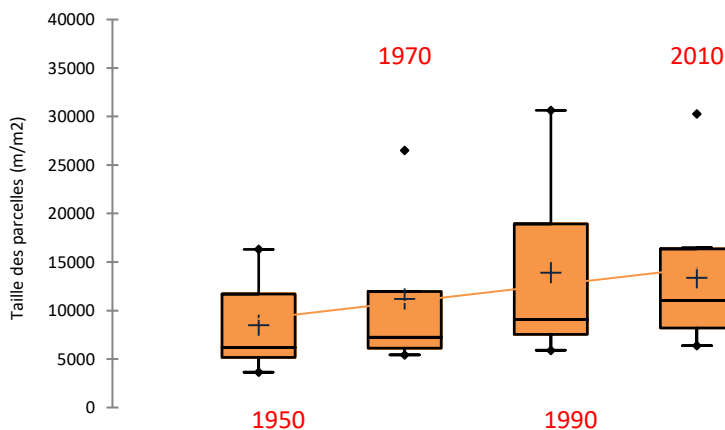


Figure 5 : Évolution moyenne de la taille des parcelles de 1950 à 2010.

I.3 Résultats et analyses de l'évolution paysagère depuis 1950

L'analyse de l'évolution paysagère ne s'est faite que sur **13 des sites**, en l'absence de photo aérienne pour le site de **Guerven** (Lutherer, 2020). Au final, 56 cartes de l'occupation du sol et 56 cartes du linéaire de haie ont été réalisées.

I.3.1 Évolution du linéaire de haie et de la taille des parcelles

Tous les sites présentent une diminution de la densité du linéaire de haie entre 1950 et 2010 (figure 2 et figure 3), de 63% en moyenne soit une perte de 110 m de linéaire par hectare. Le site le plus impacté est Keravilin avec une perte de 82% (87 m.ha⁻¹ à 16 m.ha⁻¹), quant à Traou-Guern la perte est la plus faible avec 33% (167 m.ha⁻¹ à 112 m.ha⁻¹).

La taille des parcelles est en moyenne multipliée par 2,6 entre 1950 et 2010, la tendance générale est à l'agrandissement (figure 4 et figure 5). En 1950, la taille moyenne était de 5 800 m² et en 2010 de 12 500 m².

I.3.2 Évolution de l'occupation du sol

Pour rappel, les 8 types d'occupation du sol sont : **zone boisée, prairie, surface en eau, cours d'eau, fourré, culture, cours d'eau, milieu urbain**. Pour chaque site, la proportion du milieu urbain passe en moyenne de 5% en 1950 à 21% en 2010, les cultures de 35% à 47% et les prairies de 37% à 19% (figure 6). L'exemple de Launay-Geffroy, dont les photos interprétations sont disponibles en annexe 1 et 2, montre qu'en 60 ans, la part du milieu urbain a été multipliée par 5,5 et les cultures par 1,2, à l'inverse, les zones boisées ont été multipliées par 0,8 et les prairies par 0,5.

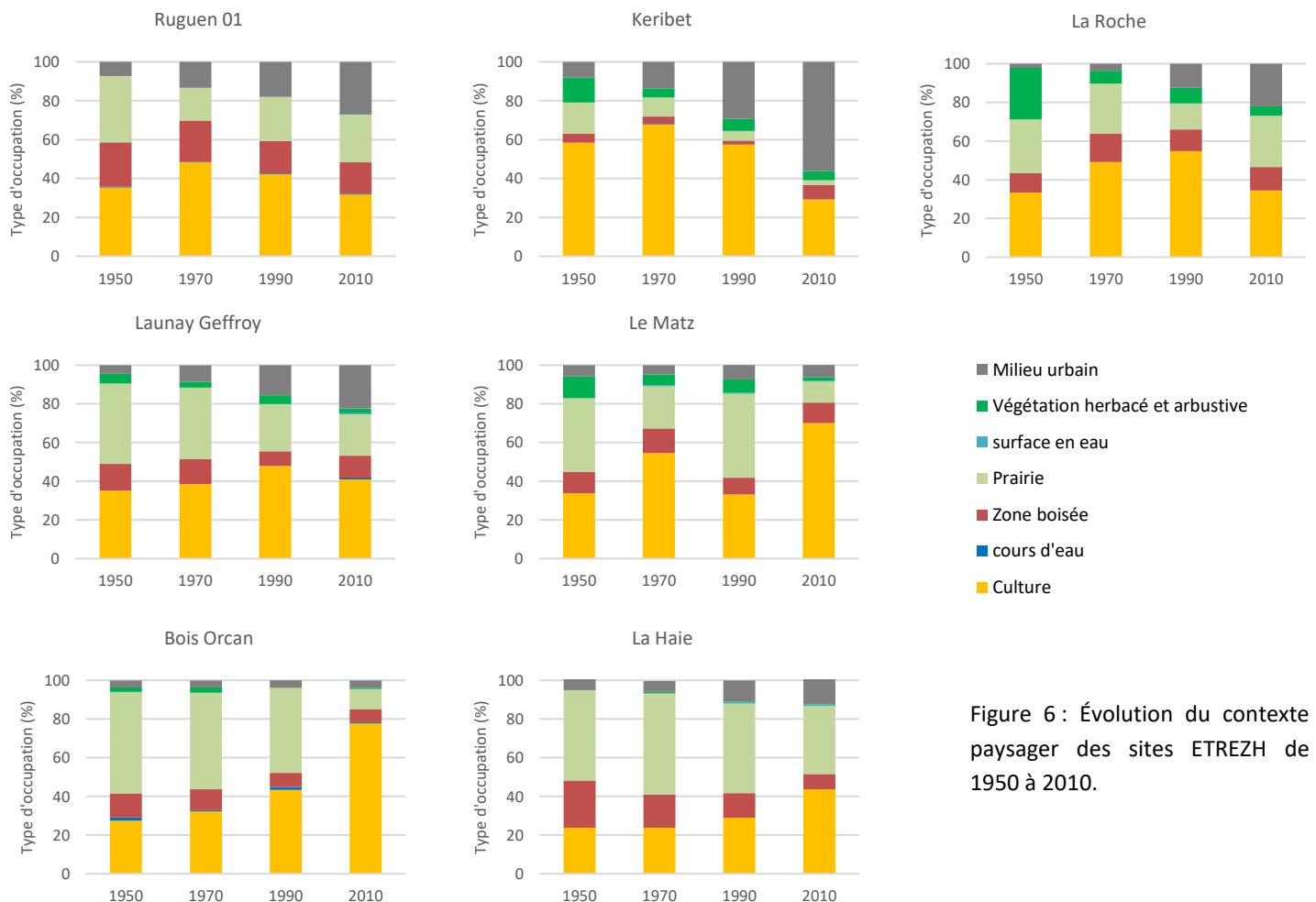


Figure 6 : Évolution du contexte paysager des sites ETREZH de 1950 à 2010.

I.3.3 Analyses des trajectoires paysagères

Les variables « surface en eau » et « cours d'eau » ont été exclues de l'analyse. Ces milieux occupent des surfaces paysagères très faibles, respectivement de 0,01% à 0,33% et de 0,29% à 0,26%, or, la forte évolution de la première lui donne une grande contribution sur la première dimension de l'ACP alors que ce milieu est très peu présent. De plus, il y a une importante marge d'erreur lors de la photo-interprétation pour ces milieux, surtout pour l'année 1950. Ces deux raisons font que la prise en compte de ces deux variables fausserait l'Analyse en Composante Principales.

Les inerties des variables explicatives de l'ACP sont de bonnes qualités avec 67,9% au total, soit 43,3% pour l'axe 1 et 24,6% pour l'axe 2 (figure 7 et 8).

Pour la dimension 1 : La variable "prairie" a la plus forte contribution, 39%, avec une coordonnée à 0,92. Elle est opposée à la variable "culture", 28% de contribution, qui a une coordonnée de -0,78. L'axe 1 représente donc un gradient d'intensification agricole suivi par la majorité des trajectoires des sites, excepté **Traou-Guern** et **Keribet** qui suivent le gradient de façon moins nette. L'intensification agricole y semble donc moins prononcée.

Pour la dimension 2 : La variable "fourré" a la plus forte contribution, 56%, avec une coordonnée à 0,83. Elle est opposée à la variable "zone boisée" avec 22% de contribution et une coordonnée de -0,52. L'axe 2 représente donc un gradient de densité de boisement et de déprise agricole associé au fourré. Les trajectoires ne se déplacent pas vers "zone boisée" il n'y a donc pas de reconquête des espaces boisés, sauf de façon très légère pour **Keribet**. De plus, les trajectoires des sites de **Penn-ar-Stang** et de **La Roche** se déplacent vers le bas, indiquant une diminution des fourrés et donc de la déprise agricole.

En 60 ans, la majorité des sites restaurés sont passés d'une dominance des milieux "naturels" ou extensifs vers une plus grande présence de milieu urbanisé et de culture intensive.

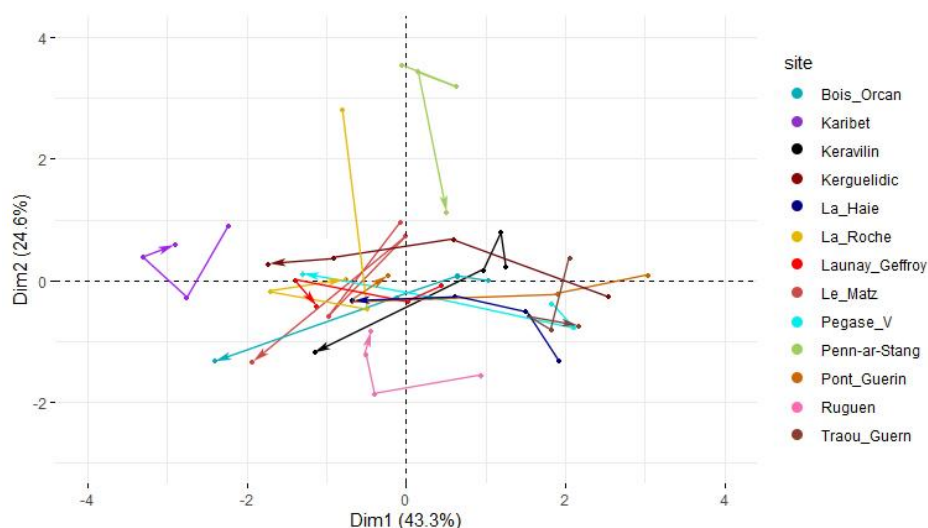


Figure 7 : Trajectoire de l'évolution paysagère des sites ETREZH de 1950 à 2010.

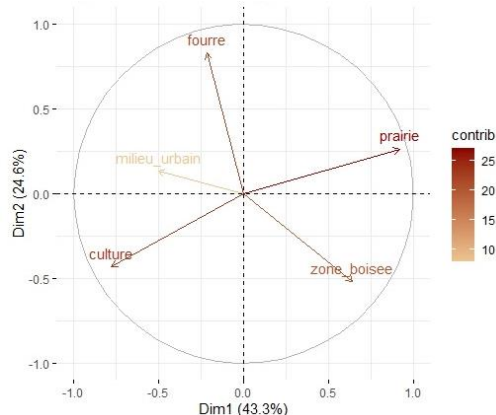


Figure 8 : Projection des variables de type de sol dans l'ACP de l'évolution paysagère de 1950 à 2010.

Partie II - Etude des communautés floristiques et évaluation des travaux de restauration

II.1 Introduction

Cette deuxième partie présente l'évaluation des projets de restauration par le volet floristique pour les **7 sites 2021**. L'évaluation se fera par comparaison des relevés floristiques entre les sites restaurés et les références qui correspondent à des zones humides "en bon état de conservation". Le rattachement phytosociologique des relevés permet en outre de connaître les conditions édaphiques et climatiques en un point donné (Lahondère, 1997).

Plusieurs étapes sont présentées, tout d'abord, la façon dont les relevés phytosociologiques ont été effectués, puis l'identification des parcelles de références et la construction du panel, pour enfin, pouvoir comparer les sites restaurés au panel de référence à l'aide de plusieurs indicateurs.

II.2 Matériel et Méthode du volet floristique

II.2.1 Relevés phytosociologiques

Les parcelles des sites restaurés et les parcelles de références sont composées d'une ou de plusieurs zones homogènes, les relevés et les comparaisons sont effectués par zone homogène et non par parcelle. L'identification des zones homogènes se fait par appréciation de l'observateur. Elle doit correspondre à un espace cohérent au sein d'une parcelle représentée par une homogénéité physiologique, de composition floristique et des conditions écologiques. Plus de précisions sont disponibles dans le guide du terrain du Conservatoire Botanique National de Brest (Delassus *et al.*, 2015). Un relevé est constitué par les identifications des espèces et attribution d'un coefficient d'abondance dominance de Braun-Blanquet, sans le taux de sociabilité. D'autre part, une cartographie des zones homogènes a été réalisée par GPS pour chaque site avec une tablette de terrain et le logiciel Qgis ©.

II.2.2 Construction du panel de référence

Identification des parcelles de référence

Afin de constituer le panel de référence, le comité de pilotage du programme a décidé qu'il fallait 3 sites référents pour chaque site restauré. Certains sites restaurés dit "approfondis" ont fait l'objet d'une étude plus importante sur les volets faunistique et hydro géomorphologique. Il y a 4 sites approfondis sur les 14 sites d'ETREZH, deux pour 2020 et deux pour 2021. Pour les sites approfondis, en plus des 3 parcelles référentes, 1 témoin est identifié.

Au début du stage, les sites restaurés et témoins étaient déjà définis, mais pas les références. L'objectif a donc été de sélectionner **21 parcelles de références** pour les 7 sites ETREZH 2021. Les critères suivants ont été utilisés :

- La parcelle doit être une zone humide dans la même zone biogéographique et contexte hydrologique.
- Elle doit se trouver à proximité du site restauré (dans un rayon de 2-3 km) et avec un même contexte paysager (bordure de champs ou de boisement).
- Elle ne doit pas avoir subi de travaux de restauration ou de perturbation anthropique majeure (drainage, mise en culture, bord de grande route).
- Elle doit avoir le même mode de gestion que la parcelle restaurée. C'est-à-dire soit la fauche, soit le pâturage.

Afin d'identifier les parcelles de références qui répondent à ces critères, la procédure ci-dessous a été suivie :

1. Importer les inventaires de zones humides disponibles sur *GéoBretagne* et sélectionner les parcelles potentielles.
2. Contacter les syndicats de bassins versants et les agglomérations locales pour avoir leurs avis sur les parcelles et obtenir les contacts des propriétaires.
3. Contacter les propriétaires (exploitant agricole, commune, particulier, etc.) pour leur présenter le projet, connaître le mode de gestion et avoir l'autorisation de mener cette étude sur leurs parcelles.
4. Visiter les parcelles pré-identifiées pour voir si elles correspondent bien aux critères et les valider en tant que parcelle référente.

Groupe de référence et corpus de relevés

Les relevés phytosociologiques, effectués sur les parcelles sélectionnées, permettent de réaliser une ACP, sa matrice de distance et ainsi une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH). Préalablement les coefficients d'abondance dominance ont été transformés en variable continue. **Chaque point, ou observation, correspond à un relevé sur une zone homogène.** Il est possible de repérer les références éloignées du panel et si leur composition floristique ne correspond pas aux objectifs définis de "zones humides en bon état de conservation" elles seront retirées.

Uniquement pour l'ACP et pour améliorer la lisibilité, les coefficients i et r et les espèces présentes dans 1 seul relevé sont exclus, de plus, les espèces semées du même groupe et liées au même type d'habitat sont regroupées.

II.2.3 Conformité des sites restaurés et panel de référence par ACP

Les observations des sites restaurés sont ajoutées en **individus supplémentaires** sur l'ACP du panel de référence, sans modifier les projections. Une observation est considérée comme conforme lorsqu'elle est à l'intérieur du nuage de points du panel de référence, délimité par une ellipse sur chaque axe. La taille de l'ellipse de concentration en probabilité normale est de 0,95. Dans le cas des observations de sites restaurés non conformes, leur composition floristique est analysée.

Les inerties des différents axes indiquent la quantité d'information des variables projetées. En cumulant les dimensions prises en compte, la qualité de la projection est renforcée.

II.2.4 Comparaison entre sites restaurés et références par indicateurs écologiques

Afin de compléter la méthode de conformité au panel de référence par ACP, des indicateurs écologiques peuvent être calculés à partir des relevés phytosociologiques.

○ Espèces indicatrices de Zones Humides

Elles sont disponibles dans la table de l'Annexe II de l'arrêté du 24 juin 2008 (code de l'environnement, 2008). Le recouvrement des espèces indicatrices sur le recouvrement total des espèces floristiques de chaque relevé est calculé. Les dominances des espèces indicatrices des sites restaurés et des références peuvent ainsi être comparées.

○ Indice d'Ellenberg et d'Hydrométrie

L'indice d'Ellenberg adapté par Hill est un indice allant de 0 à 12 (Bunce *et al.*, 1999) et associe chaque espèce à des conditions d'humidité édaphique (F), de lumière (L), de température (T), de continentalité (K), de réaction du sol - pH (R), de nutriments du sol - nitrates et ammoniac (N) et de salinité (S). Pour la comparaison entre sites restaurés et référence, uniquement l'humidité édaphique sera prise en compte, pour la comparaison des conditions géographique, tous les indices seront pris

en compte. De plus, à partir de l'indice d'humidité édaphique de chaque espèce et selon sa dominance, les pourcentages de types d'hydrométries peuvent être attribués à chaque relevé (annexe 3). Une Non Metric Multidimensional Scaling (NMDS) peut être réalisée pour visualiser la position des sites restaurés par rapport aux références.

- **Attribution phytosociologiques**

Le document *Classification physionomique et phytosociologique des végétations* (Delassus *et al.*, 2015) et le guide de détermination d'habitat de Gayet *et al.* (2018) permet d'attribuer les associations phytosociologiques aux relevés floristiques selon les espèces dominantes. Un appui technique dans le cadre du programme ETREZH a été réalisée par le Conservatoire Botanique National de Brest. Les associations et les habitats liés peuvent ne pas être caractéristiques, notamment lorsque les écosystèmes sont en transition ou ont été perturbés.

- **Habitats préférentiels**

Les espèces recensées dans la base de données Baseflor (Julve, 1998) ont, pour la plupart, un habitat préférentiel lié. A partir des dominances des espèces, leurs pourcentages sont obtenus par relevé. La liste des habitats préférentiels et leur groupe est disponible en annexe 3. Une NMDS peut être réalisée pour visualiser la position des sites restaurés par rapport aux références.

II.3 Résultats du volet floristique

II.3.1 Définition du panel de référence

Identification des parcelles

Les inventaires de zones humides de Bretagne ont permis de pré-identifier 52 parcelles de références, et une dizaine de syndicats de bassins des Côtes d'Armor et des Ille-et-Vilaine ont été contactés pour connaître les propriétaires et exploitants. Ensuite, la prise de contact avec chacun de ces propriétaires a permis de leur présenter l'étude et demander l'autorisation de l'effectuer sur leurs propriétés, 26 d'entre eux ont accepté. En vue de rencontrer les propriétaires et de connaître l'historique des sites et les modes de gestion, un déplacement s'est fait sur chacune des parcelles dont le propriétaire a accepté l'étude. Ces déplacements ont aussi permis de vérifier la qualité écologique des parcelles et de voir si elles correspondaient aux critères établis de zones humides "en bon état de conservation". Sur les 26 parcelles avec accord, **ce sont 18 parcelles de références qui ont été retenues pour l'étude finale.**

Constitution du corpus de relevé

Parmi les 18 parcelles de références, **53 zones homogènes ont fait l'objet de relevés et constituent les observations du panel de référence.** Le corpus de relevé est constitué de 119 espèces, la richesse spécifique moyenne des relevés de références et de sites restaurés est respectivement de 10 et de 13. Les espèces les plus présentes sont *Holcus lanatus*, *Anthoxanthum odoratum*, les rumex, les renoncules et les joncs.

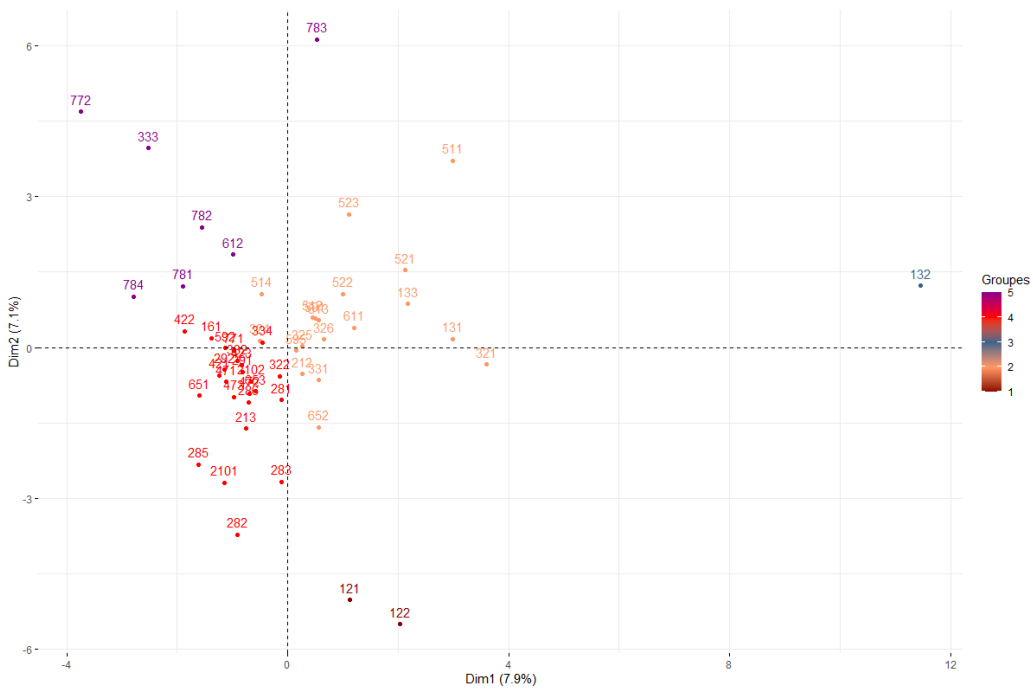


Figure 9 : Projection en ACP de l'ensemble des 53 relevés floristiques du panel de référence 2021.

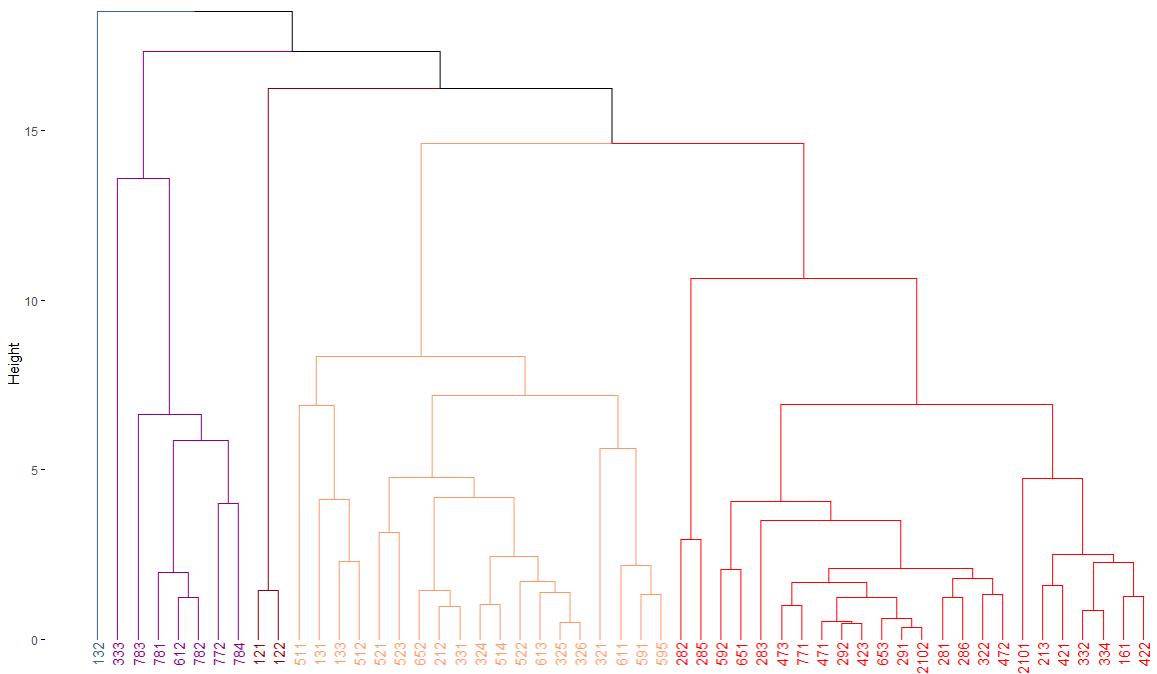


Figure 10 : CAH de l'ensemble des 53 relevés floristiques du panel de référence 2021.

L'analyse multivariée en composante principale (ACP) où uniquement 63 espèces ont été gardées suite à la suppression des coefficients *i* et *r* et des espèces à une occurrence, et la CAH permettent de regrouper les observations en 5 grands groupes (figures 9 et 10).

Groupe 1 (1 relevé) : le relevé 132 est une zone homogène particulièrement humide, *Agrostis Stolonifera* (coef de 3) et *Holcus lanatus* (coef de 3) dominant. De plus, elle est l'une des deux seules références à héberger l'orchidée *Dactylorhiza maculata*. **Donc, même si ce relevé est représentatif de zones humides en bon état de conservation, il fausse la projection du reste du panel de référence, il a donc été supprimé.**

Groupe 2 (8 relevés) : cet ensemble de relevés est dominé par *Holcus lanatus* et *Holcus x hybridus*, *Rumex acetosa* et *Dactylis glomerata*.

Groupe 3 (2 relevés) : les relevés 121 et 122 sont dominés par *Ranunculus repens* (coef de 4 pour les deux), *Holcus lanatus* (coef de 4 et 3) et *Agrostis stolonifera* (coef de 2b et 2a).

Groupe 4 (16 relevés) : cet ensemble de relevés est dominé par *Anthoxanthum odoratum*, *Holcus lanatus* et *Ranunculus acris*.

Groupe 5 (26 relevés) : cet ensemble de relevés est dominé par un nombre d'espèce plus varié avec *Holcus lanatus* majoritairement, *Anthoxanthum odoratum*, *Juncus acutiflorus* et *Juncus effusus* et enfin sur certains relevés, *Festuca arundinacea*.

Des attributions phytosociologiques, à plusieurs niveaux syntaxonomique, sont réalisées manuellement pour chaque relevé de référence.

- L'association *Juncus acutiflori - Cynosuretum cristati Sougnez 1957* est l'une des deux plus courantes avec 12 des 53 relevés. Elle correspond typiquement à des prairies hygrophiles plutôt pâturées.
- L'alliance *Brachypodio rupestris - Centaureion nemoralis Braun-Blanq. 1967* correspond à 12 des relevés et correspond à une prairie de fauche méso-hygrophile.
- L'association *Loto pedunculati - Cynosuretum cristati Tüxen 1937* correspond à 5 des relevés et elle correspond à une prairie pâturée plutôt mésohygrophile.
- 11 relevés n'ont pu être attribués qu'au niveau de la classe *Agrostietea stoloniferae Oberd. 1983*, avec beaucoup de fétuques pour la 471 qui indique qu'elle a probablement été semée.
- 11 relevés n'ont pu être attribués qu'au niveau de la classe *Arrhenatheretea elatioris Braun-Blanq. 1949*.
- L'alliance *Brachypodio rupestris - Centaureion nemoralis Braun-Blanq. 1967* est attribué au relevé 333 et correspond à une prairie de fauche mésophile.
- L'alliance *Convolvulion sepium Tüxen 1958* est attribué au relevé 285 et correspond à un mégaphorbiaie eutrophile.

Les associations représentent majoritairement des compositions floristiques de prairies hygrophiles et mésohygrophiles, pâturées ou fauchées, excepté le relevé 333 et 285. Ce sont les habitats et mode de gestion qui étaient visés comme référence.

II.3.2 Conformité des sites restaurés au panel de référence par ACP

A partir du panel de référence final (figure 11 et 12), les observations des sites restaurés et le relevé 132 sont ajoutées en individus supplémentaires sans modifier les projections (figure 13 et 14). Les inerties sont de 7,8% pour la dimension 1, 7,2% pour la dimension 2 et 6,3 pour la dimension 3, soit un total de 21,3%.

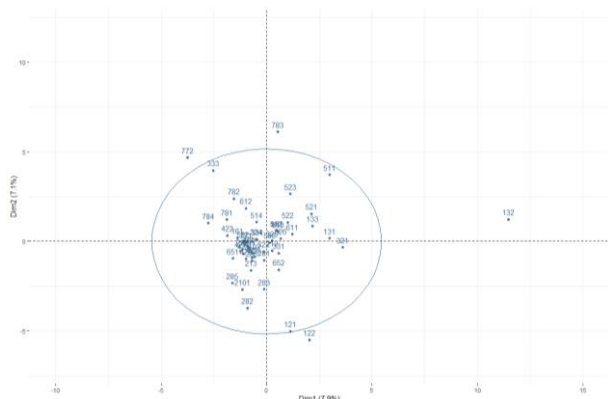


Figure 11 : ACP du panel de référence 2021 final – sans le relevé 132(Dim 1 et 2).

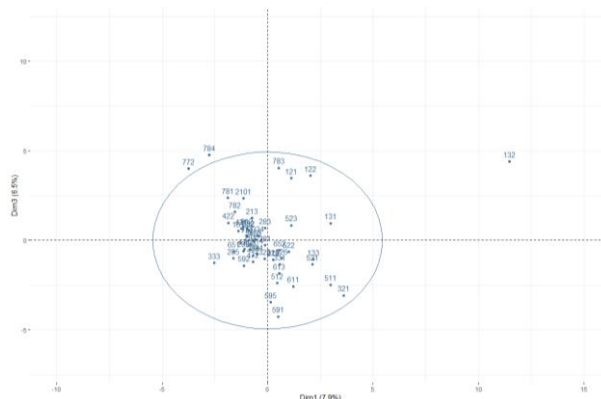


Figure 12 : ACP du panel de référence 2021 final – sans le relevé 132 (Dim 1 et 3).

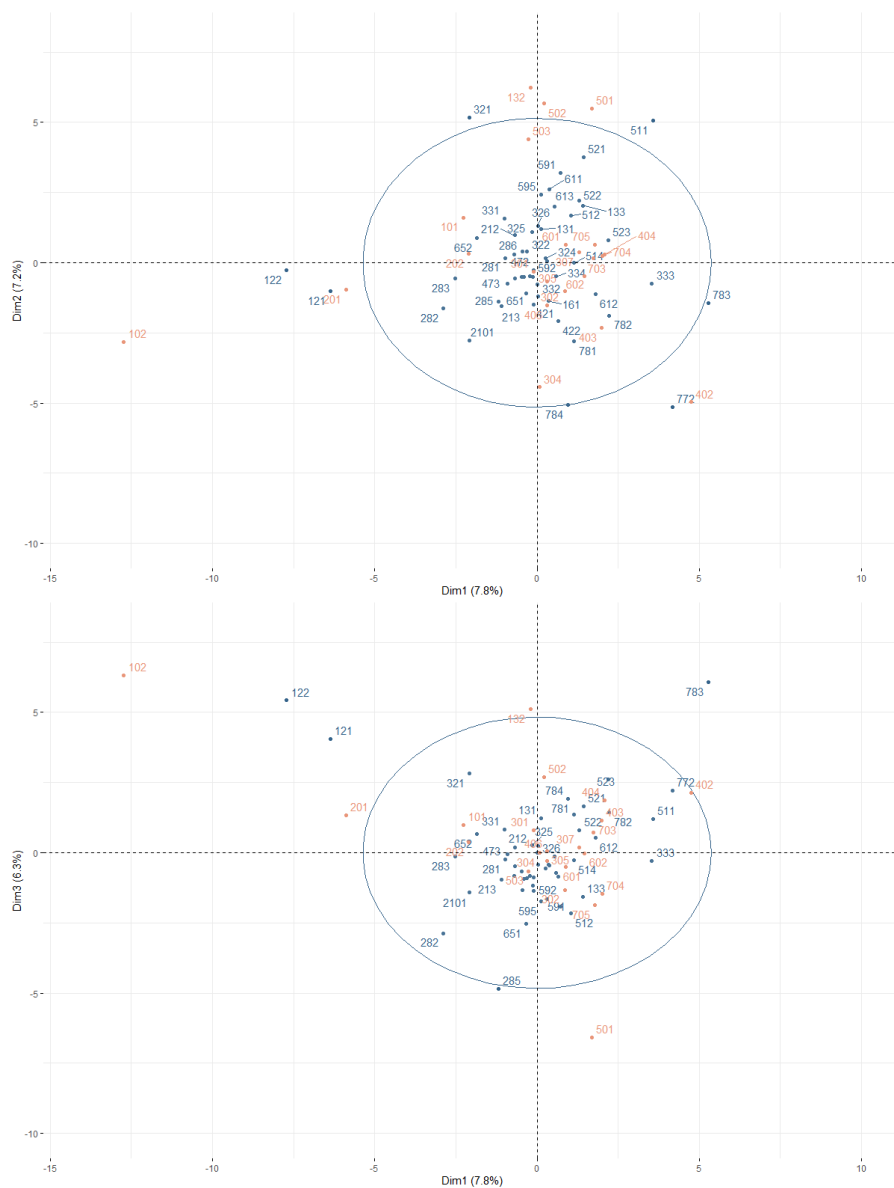


Figure 13 : ACP des sites restaurés (en orange) ajoutés au panel de référence final 2021 (Dim 1 et 2)
Les relevés 303 – 401 – 407 sont en dehors de l'image.

Figure 14 : ACP des sites restaurés (en orange) ajoutés au panel de référence final 2021 (Dim 1 et 3)
Les relevés 303 – 401 – 407 sont en dehors de l'image.

Neuf relevés sur les 25 des sites restaurés sont en dehors du nuage de points formé par le panel de référence. Ces relevés sont considérés comme non conformes aux zones humides en bon état de conservation.

En pondérant la classification conforme ou non par la taille des zones homogènes dans les parcelles, un tableau de conformité des sites restaurés est obtenu (tableau 2). Les compositions floristiques des sites de Le Matz, Launay-Geffroy et Keribet sont considérées comme entièrement conformes au panel de référence. Les autres sites sont en partie conformes, excepté Bois Orcan dont uniquement 6% de sa surface possède une végétation considérée de zones humides en « bon état de conservation ».

Tableau 2 : Conformité des sites restaurés 2021 au panel de référence selon les indicateurs écologiques.

Site	Dpt	ID z-h	T	Conformité des relevés				Conformité des sites restaurés			
				RF	HP	Hy	F	RF	HP	Hy	F
Ruguen 01	22	101	63%	O	O	O	O	63%	100%	100%	100%
		102	37%	N	O	O	O				
La Haie	35	201	63%	N	O	O	O	32%	99%	67%	95%
		202	32%	O	O	N	O				
		203	4%	N	O	O	N				
Le Matz	35	301	22%	O	O	N	O	99%	100%	37%	100%
		302	4%	O	O	N	O				
		303	1%	N	O	O	O				
		304	11%	O	O	O	O				
		305	25%	O	O	O	O				
		307	37%	O	O	N	O				
Bois Orcan	35	401	83%	N	O	O	O	6%	95%	100%	100%
		402	9%	N	O	O	O				
		403	1%	O	O	O	O				
		404	2%	O	O	O	O				
		406	3%	O	N	O	O				
		407	2%	N	N	O	O				
La Roche	22	501	6%	N	N	N	O	58%	58%	94%	100%
		502	36%	N	N	O	O				
		503	58%	O	O	O	O				
Launay Geffroy	35	601	48%	O	O	O	O	100%	48%	100%	100%
		602	52%	O	N	O	O				
Keribet	22	703	25%	O	N	O	O	100%	43%	100%	68%
		704	43%	O	O	O	O				
		705	32%	O	N	O	N				

(Dpt) départements, 22 Côtes d'Armor, 35 Ille et Vilaine ; (ID z-h) identifiant des zones homogènes (visible dans les ACP et NMDS) ; (T) taille des zones homogènes dans la parcelle ; (O) conforme, (N) non conforme ; (RF) ACP des relevés floristiques ; (HP) habitats préférentiels ; (Hy) hydrométrie (indice Ellenberg) ; (F) humidité édaphique F (indice Ellenberg)



Figure 15 : Humidité édaphique (F) des sites restaurés avec le maximum et le minimum présent dans le panel de référence 2021.

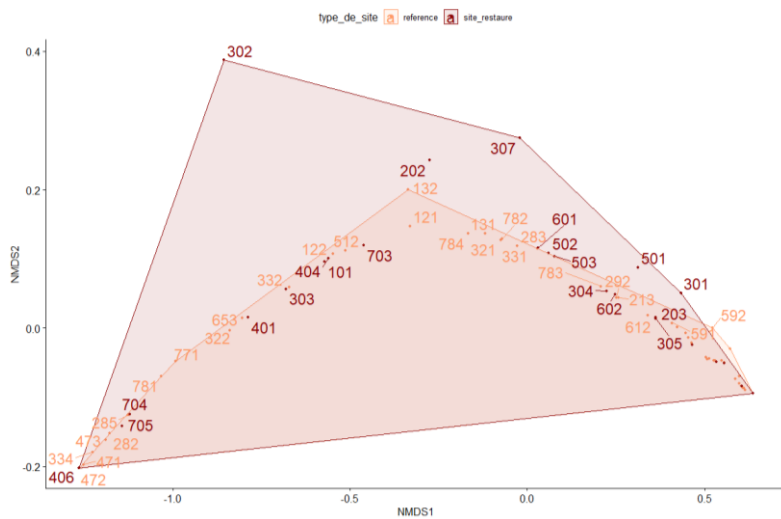


Figure 16 : NMDS des hydrométries des sites restaurés et du panel de référence 2021.

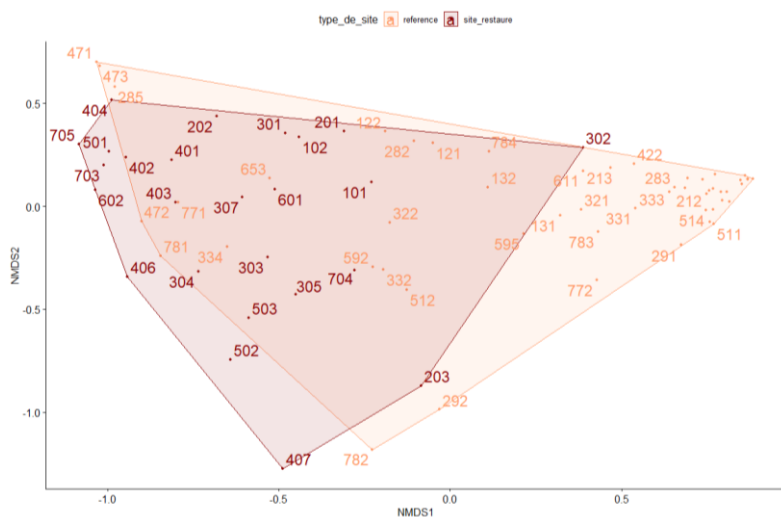


Figure 17 : NMDS des habitats préférés des sites restaurés et du panel de référence 2021.

II.3.3 Conformité des sites restaurés au panel de référence par indicateurs écologiques

Les résultats des différents indicateurs pour chaque zone homogène sont présents en annexe 3.

○ Espèces indicatrices de Zones Humides

Par manque de temps, la composition en espèces indicatrices de zones humides n'a été calculée que pour les sites d'étude approfondis. Le site restauré de La Haie a une proportion d'espèce indicatrice de 20% et Bois Orcan de 38%. Ces valeurs sont comprises dans la plage de leurs références qui correspond à (17% ; 35%) pour La Haie et (15% ; 38%) pour Bois Orcan.

○ Indice d'Ellenberg et Hydrométrie

Parmi les 119 espèces du corpus de relevés, 15 n'ont pas d'indice d'Ellenberg attribué.

La plus grande humidité édaphique (F) moyenne liée aux relevés de références est de 8,58 et la plus petite de 4,19. Tous les sites restaurés ont une moyenne comprise dans l'amplitude de référence (figure 15). Malgré quelques points en dehors, il est possible de considérer que l'humidité édaphique des sites restaurés correspond aux objectifs.

La majorité des relevés de sites restaurés sont inclus dans le polygone de référence dans l'NMDS de l'hydrométrie, excepté 5 points : 1 de La Haie, 3 de Le Matz et 1 de La Roche (figure 16).

○ Attribution phytosociologiques

Neuf des relevés sont attribués à l'association *Junco acutiflori - Cynosuretum cristati*, 4 à l'association *Loto pedunculati - Cynosuretum cristati*, 1 à la classe *Agrostietea stoloniferae*, 6 à l'alliance *Brachypodio rupestris - Centaureion nemoralis*, 3 à la classe *Arrhenatheretea elatioris*, et enfin, les relevés 304 et 203 n'ont pas de rattachement phytosociologique.

Toutes les attributions phytosociologiques des sites restaurés sont présentes dans le panel de référence, et la plupart représentent des prairies méso-hygrophile et quelques-unes hygrophiles.

○ Habitats préférentiels

La base de données Baseflor de Julve (1998), permet d'attribuer à chaque espèce son habitat préférentiel. L'habitat "prairies, pelouses et landes" est associé à 33 espèces, "prairies humides, mégaphorbiaies et cariçaies" à 49, "tourbières et prés tourbeux" à 17, "bois, ourlets et fourrés" à 24, "friches et lisières" à 25, "cultures" à 8, "milieux aquatiques" à 1 et enfin 34 espèces n'avaient pas de données.

Un pourcentage de chaque type d'habitat préférentiel est obtenu en pondérant par l'abondance des espèces dans les relevés. L'habitat préférentiel le plus présent est alors "**prairies, pelouses et landes**", il constitue 39% des abondances moyennes. Suivis de "**prairie humides**" à 29%, "**tourbières et prés tourbeux**" à 16%. Les milieux les plus rares sont : "**friches et lisière**" et "**milieux aquatiques**" avec 0,03 et 0,01% des abondances. Les habitats non définis correspondent en moyenne à 10%.

La majorité des relevés des sites restaurés sont inclus dans le polygone de référence dans l'NMDS des habitats préférentiels, excepté 7 points, 2 de Bois Orcan, 2 de La Roche, 1 de Launay Geffroy et 2 de Keribet (figure 17).

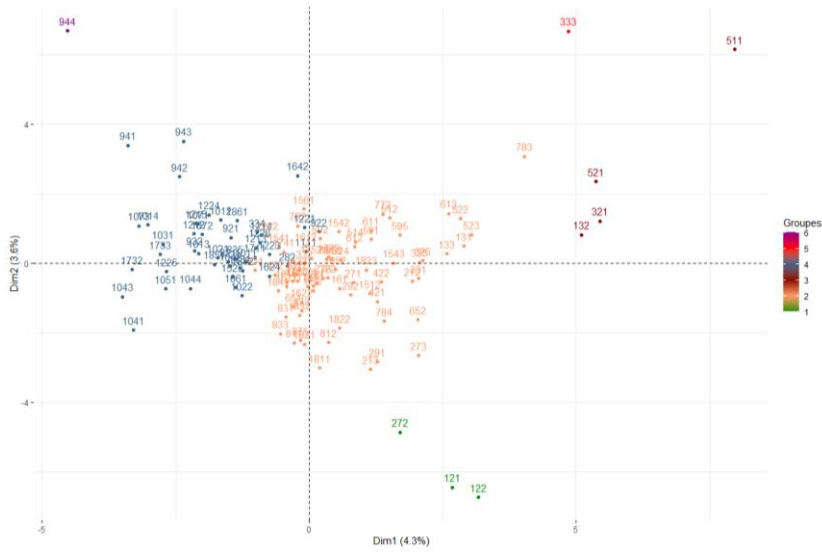


Figure 18 : ACP des 130 relevés floristiques du panel de référence de l'ensemble de la Bretagne.

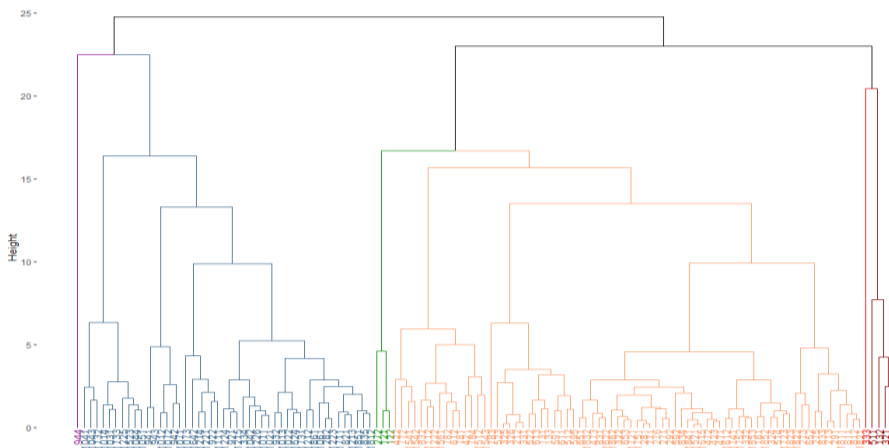


Figure 19 : CAH des 130 relevés floristiques du panel de référence de l'ensemble de la Bretagne.

Figure 20 : NMDS des habitats préférés du panel de référence de l'ensemble de la Bretagne selon les départements.

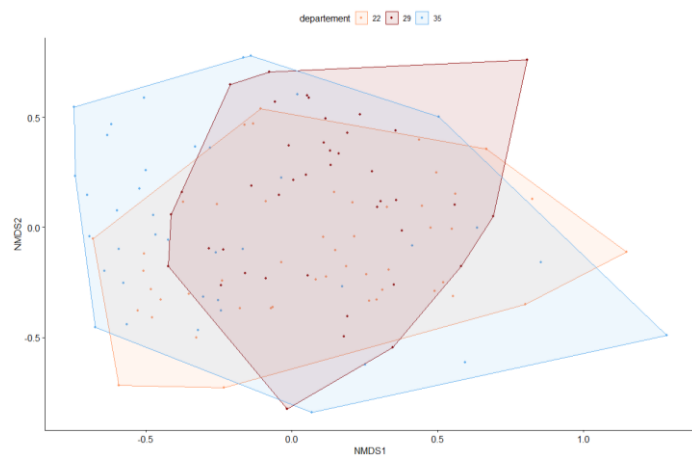
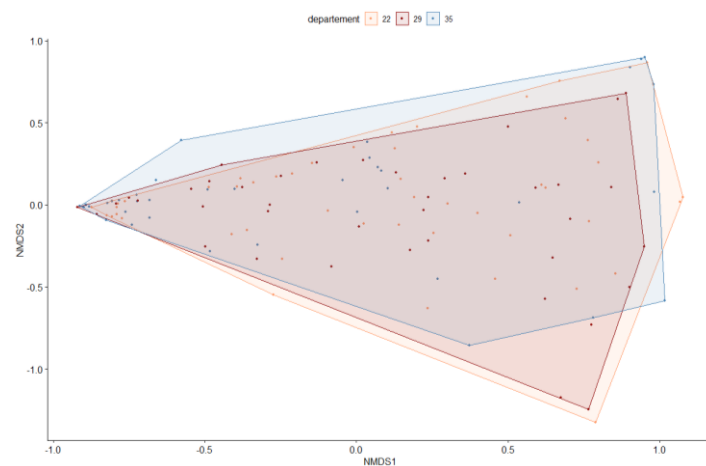


Figure 21 : NMDS des habitats préférés du panel de référence de l'ensemble de la Bretagne selon les départements.



II.4 Analyse sur l'ensemble de sites de Bretagne RERZH et ETREZH

II.4.1 Définition du panel de référence à l'échelle de la Bretagne

Les 7 sites étudiés cette année se situent au Nord et à l'Est de la Bretagne, alors que les 7 sites de 2020 se trouvent à l'Ouest. Maintenant que l'ensemble des sites du programme ETREZH ont été analysés, et en ajoutant les références du programme RERZH, la comparaison des résultats à l'échelle de la Bretagne est possible. Sur les **18 sites**, 7 sont localisés dans le Finistère (29), 6 dans les Côtes-d'Armor (35) et 5 en Ille-et-Vilaine (22).

Afin de constituer le panel de référence de l'ensemble de la Bretagne, la même méthode, développée dans la partie méthode 2.2.3, est appliquée en intégrant les relevés des années précédentes. Les résultats du panel de référence montrent que les 130 relevés constituent 6 groupes identifiés (figures 18 et 19). Aucun relevé n'est très éloigné, ils sont tous considérés comme représentatifs de zones humides de Bretagne en "bon état de conservation". Les inerties de projection sont de 4,3% pour la dimension 1, 3,6% pour la dimension 2 et 3,4% pour la dimension 3, soit un total de 11,3%, ce qui est faible.

II.4.2 Comparaison géographique grâce aux indicateurs écologiques

L'objectif est de savoir si le panel de référence à l'échelle de la Bretagne est homogène ou présente des différences écologiques selon les départements. Certains indicateurs utilisés dans la partie méthode 2.2.4 sont réutilisés. Les NMDS permettent de comparer les similarités des départements par un ensemble de variable.

Selon l'étude des relevés floristiques (figure 20), les 3 départements se chevauchent. Toutefois le département du Finistère (29) présente une forme moins étendue, une partie non négligeable des points des Côtes-d'Armor (22) et de l'Ille-et-Vilaine (35) ne correspondent donc pas au polygone du Finistère.

Selon les habitats préférentiels (figure 21), les 3 départements semblent similaires, les polygones ont globalement la même forme et la même amplitude.

Enfin, selon l'hydrométrie (figure 22), les 3 départements se chevauchent une nouvelle fois, mais le polygone des Côtes-d'Armor est plus petit que les deux autres. Ses parcelles de références semblent donc être composées de type d'hydrométrie différent des deux autres départements.

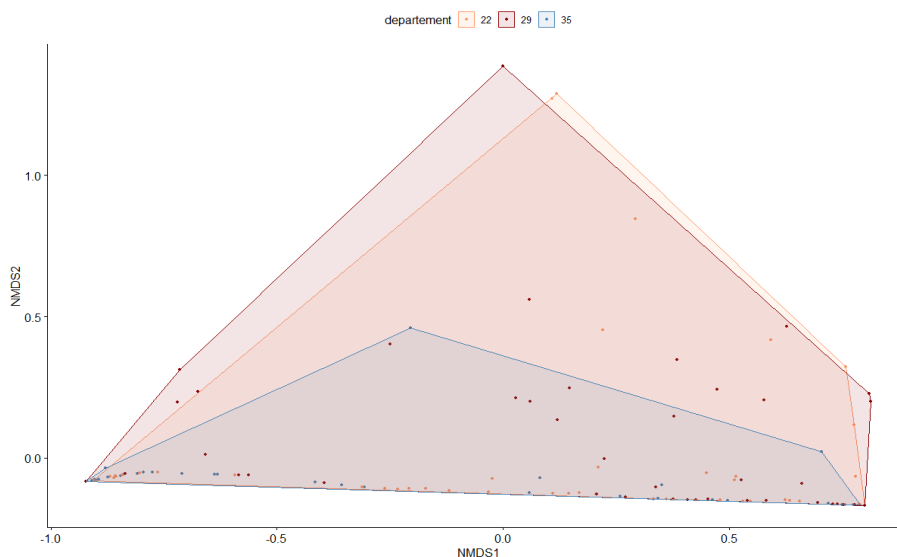


Figure 22 : NMDS de l'hydrométrie du panel de référence de l'ensemble de la Bretagne selon les départements.

II.4.3 Conformité des sites restaurés au panel de référence par ACP à l'échelle de la Bretagne

Les 51 relevés des sites restaurés sont ajoutés en individus supplémentaires à l'ACP (figure 23 et 24), 8 sont en dehors de l'ellipse du nuage de points des références de Bretagne, 1 de La Haie, Le Matz, La Roche et Kerguelidic, et 2 de Bois Orcan et Penn-ar-Stang.

Toujours en pondérant la classification conforme ou non conforme par la taille des zones homogènes, un tableau de conformité des sites restaurés est obtenu voir tableau 3.

Les sites de Ruguen 01, Launay-Geffroy, Keribet, Keravilin, Pont-Guerin, Traou-Guern, Pégase V et Guerven sont entièrement conformes au panel de référence, à l'inverse, les sites de Bois Orcan et de La Roche sont faiblement conformes, avec 17% et 64%. La Haie, Penn ar Stang et Kerguelidic sont seulement en partie conformes.

Tableau 3 : Conformité des sites restaurés au panel de référence Bretagne des zones humides en bon état de conservation, selon l'ACP des relevés floristiques.

Site restauré	Nb zone homogène		Conformité au PR Bretagne
	Nb zone homogène	conforme	
Ruguen 01	2	2	100%
La Haie	3	2	95%
Le Matz	6	5	99%
Bois Orcan	6	4	15%
La Roche	3	2	64%
Launay Geffroy	2	2	100%
Keribet	3	3	100%
Keravilin	3	3	100%
Pont-Guerin	3	3	100%
Traou-Guern	2	2	100%
Pégase V	3	3	100%
Penn ar Stang	7	5	73%
Kerguelidic	4	3	72%
Guerven	4	4	100%

(Nb : nombre de / PR : panel de référence)

Site	Dpt	ID		Conformité des relevés				Conformité des parcelles			
		z-h	T	RF	HP	Hy	F	RF	HP	Hy	F
Ruguen 01	22	101	63%	O	O	O	O	100%	100%	100%	100%
		102	37%	O	O	O	O				
La Haie	35	201	63%	O	O	O	O	95%	100%	100%	95%
		202	32%	O	O	O	O				
		203	5%	N	O	O	N				
Le Matz	35	301	22%	O	O	O	O	99%	100%	100%	100%
		302	4%	O	O	O	O				
		303	1%	N	O	O	O				
		304	11%	O	O	O	O				
		305	25%	O	O	O	O				
		307	37%	O	O	O	O				
Bois Orcan	35	401	83%	N	O	O	O	15%	98%	100%	100%
		402	9%	O	O	O	O				
		403	1%	O	O	O	O				
		404	2%	O	N	O	O				
		406	3%	O	O	O	O				
		407	2%	N	O	O	O				
La Roche	22	501	6%	O	O	O	O	64%	100%	100%	100%
		502	36%	N	O	O	O				
		503	58%	O	O	O	O				
Launay Geffroy	35	601	48%	O	O	O	O	100%	100%	100%	100%
		602	52%	O	O	O	O				
Keribet	22	703	25%	O	O	O	O	100%	100%	100%	68%
		704	43%	O	O	O	O				
		705	32%	O	O	O	N				
Keravilin	29	801	36%	O	O	O	O	100%	100%	100%	100%
		802	14%	O	O	O	O				
		803	50%	O	O	O	O				
Pont-Guerin	35	901	33%	O	O	O	O	100%	100%	67%	100%
		902	33%	O	O	O	O				
		903	33%	O	O	N	O				
Traou-Guern	22	1001	62%	O	O	O	O	100%	100%	100%	100%
		1002	38%	O	O	O	O				
Pegase_v	22	1101	45%	O	O	O	O	100%	100%	100%	82%
		1102	36%	O	O	O	O				
		1103	18%	O	O	O	N				
Penn-ar-stang	22	1201	27%	O	O	O	O	73%	75%	76%	93%
		1202	15%	N	O	O	O				
		1203	24%	O	O	N	O				
		1204	9%	O	O	O	O				
		1205	12%	N	N	O	O				
		1206	7%	O	N	O	N				
		1207	6%	O	N	O	O				
Kerguelidic	29	1301	20%	O	O	O	O	72%	100%	100%	100%
		1302	28%	O	O	O	O				
		1303	28%	N	O	O	O				
		1304	24%	O	O	O	O				
Guerven	29	1401	29%	O	O	O	O	100%	71%	71%	71%
		1402	25%	O	O	O	O				
		1403	29%	O	N	N	N				
		1404	18%	O	O	O	O				

Tableau 4 : Ensemble des conformités des sites restaurés au panel de référence à l'échelle de la Bretagne selon les indicateurs écologiques

(Dpt) départements, 22 Côtes-d'Armor, 35 Ille-et-Vilaine, 29 Finistère ;
(ID z-h) identifiants des zones homogènes (visible dans les ACP et NMDS) ;
(T) taille des zones homogènes dans la parcelle ;
(RP) ACP des relevés floristiques ;
(HP) habitats préférentiels ;
(Hy) hydrométrie (indice Ellenberg) ;
(F) humidité édaphique F (indice Ellenberg)

Partie III – Discussion et conclusion sur les travaux de restauration en zone humide de Bretagne

III.1 Évaluation des projets de restauration par le volet floristique

III.1.1 Tendances générales

Le suivi et l'évaluation de projet de restauration sont essentiels, ils permettent de comprendre les facteurs de succès et leur reproductibilité (Bazin et Barnaud, 2002). Le succès se mesure grâce aux objectifs définis et selon la *Society for Ecological Restoration* le but ultime de la restauration est de retrouver un écosystème autoportant et résilient (SER, 2016 ; Ruiz-Jean et Aide, 2005). L'étude des communautés floristiques est un indicateur facile à mettre en place et est représentatif d'un écosystème, il est donc pertinent dans un premier temps pour l'évaluation de travaux de restauration (SER, 2016 ; Thiry, 2015 ; Gallet, 2019).

Pour les 7 sites d'études du programme ETREZH de 2021, les résultats de conformité au panel de référence ont été calculés pour chaque indicateur (tableau 4). Tous les sites ont au moins un de ces indicateurs qui correspond au panel de référence, chaque site a donc reconquis une partie des fonctions écosystémiques de zones humides.

La différence de conformité selon les indicateurs peut s'expliquer de plusieurs façons. D'une part, après une intervention de restauration les différentes fonctions de l'écosystème vont évoluer à une vitesse différente. D'où la nécessité dans certains cas d'évaluer la qualité de la restauration en interprétant l'évolution de l'écosystème à partir des premières années après travaux (Kolka *et al.*, 2000). D'autre part, lorsque les indicateurs sont calculés à partir d'une même mesure (rappelons que tous les indicateurs de cette étude ont été calculés à partir des relevés floristiques), la différence de résultat peut s'expliquer par leur qualité et leur représentativité. Ainsi, les comparer permet une mise en perspective des interprétations.

Selon le tableau de conformité, les projets de restauration sur les sites de Keribet et Launay-Geffroy ont permis une bonne capacité à l'écosystème de retrouver ses fonctions de zones humides en « bon état de conservation », **les méthodes semblaient donc adaptées au contexte et aux objectifs**. Les projets pour les sites de Ruguen 01, La Haie, Le Matz, La Roche et Bois Orcan ont reconquis seulement une partie des objectifs.

De façon générale, les 14 sites de zones humides étudiés en Bretagne, ayant fait l'objet de travaux de restauration de type suppression de drainage ou de remblai, ont présenté une bonne résilience.

III.1.2 Cas Particuliers

Bois Orcan

Ce site est situé en Ille-et-Vilaine, il est géré par fauche, et a subi une suppression de drainage par sous-soleuse en 2016. La zone homogène du relevé 401 est la plus importante du site et elle est dominée par *Ranunculus repens* (87,5%) et *Juncus acutiflorus* (37,5%). Ces espèces, bien qu'elles soient indicatrices de prairies humides (Code de l'environnement, 2008) et soient présentes dans le panel de référence, dominent trop la zone homogène pour qu'elle soit considérée comme zone humide en "bon état de conservation". Les autres indicateurs confirment que la parcelle est humide conformément au panel de référence.

La Haie

Géré par fauche tardive dans les Côtes d'Armor, ce site a aussi subi une suppression de drainage par sous-soleuse en 2016. Les zones homogènes numéro 201 et 203 sont dominées par du *Lolium sp.*, jusqu'à 87,5%, accompagné par *Holcus lanatus* avec 62,5% et 37,5%. La première espèce est un semi de culture, et bien que la parcelle soit humide selon les autres indicateurs, voire même trop pour le relevé 203, elle ne correspond donc pas au panel de référence.

Le Matz

Toujours dans les Côtes d'Armor et géré par fauche, Le site de Le Matz a subi une suppression de drainage en 2018. Il est globalement constitué d'espèces présentes dans les références. Néanmoins, les indices d'Ellenberg des espèces dominantes montrent que le site n'a pas une hydrométrie conforme au panel de référence. La zone homogène 302 est dominée à 20% d'espèces hygrophiles, selon l'indice d'Ellenberg, et la 307 à 7%, alors que les références sont à tendance méso-hygrophile. Le relevé 303 est le plus éloigné du panel de référence dans l'ACP puisqu'il est dominé à 87,5% par *Vicia sativa*. Le projet de restauration a donc permis le retour des espèces de zone humide mais la structure générale de la parcelle est très hétérogène avec des zones quasiment inondées, ce qui la rend non conforme au panel de référence. De plus, lors de l'étude sur site, son aspect visuel très perturbé avec la présence de résidus rocheux, de dépressions avec espèces rudérales, l'a différencié de l'aspect des parcelles de référence.

III.1.3 Interprétation des succès de restauration

L'enjeu pour le FMA sera maintenant de voir pourquoi les méthodes employées ont permis dans certains cas d'atteindre les objectifs de zones humides "en bon état de conservation".

L'évolution paysagère, analysée en première partie de l'étude peut être une première piste d'interprétation du succès de restauration.

Pour le site de Bois Orcan la proportion de parcelles en culture passe de 30% en 1950 à quasiment 80% en 2010, ce qui a pu impacter les connectivités et la résilience de la zone humide. Néanmoins l'occupation du sol sur le site de Keribet présente l'exemple contraire, puisque malgré une grande évolution du milieu anthropique de 7% en 1950 à 58% en 2010, le site restauré est 100% conforme aux parcelles de références. L'évolution paysagère n'est donc pas la seule explication du succès des projets de restauration.

Concernant le linéaire de haie, la moyenne sur les sites ETREZH est passée de 177 m.ha⁻¹ en 1950, à 118 m.ha⁻¹ en 1970 et 66 m.ha⁻¹ en 2010. Cela correspond à la moyenne nationale de 128,6 m.ha⁻¹ en 1972, à 68,7 m.ha⁻¹ en 2012 (Passerault *et al.*, 2018).

Une autre piste d'interprétation du succès de restauration serait la connectivité entre les sites restaurés. Cet aspect n'a pas été analysé dans cette étude mais des chercheurs ont démontré qu'augmenter la connectivité des habitats et leur prise en compte peut améliorer le succès des projets de restauration (Tarabon *et al.*, 2021). Ce même article présente une méthode pour prendre en compte cette connectivité dès la conception des projets et fait écho au concept de « mitigation banking » qui propose qu'une personne tierce restaure des sites regroupés pour constituer une « biodiversity savings bank » et qu'ensuite les porteurs de projet achètent une partie de cette réserve, ce qui équivaldrait à un projet de restauration (Bekessy *et al.*, 2010 ; Tarabon *et al.*, 2021).

III.2 Comparaison géographique à l'échelle de la Bretagne

Le département le plus à l'est de la Bretagne, l'Ille-et-Vilaine, a le moins de zones humides potentielles de Bretagne (Dausse *et al.*, 2020). Par ailleurs, il accueille les trois sites les moins conformes au panel de référence, Bois Orcan, La Haie et Le Matz. Une prochaine étude pourrait analyser s'il y a un lien entre la densité de zones humides non dégradées sur un territoire et leur résilience.

Les tendances des résultats de conformité des relevés floristiques au panel de référence restent les mêmes entre les sites ETREZH 2021 (partie 2.3.3) et les sites ETREZH 2020 ET 2021 et RERZH (partie 2.4.3). Cela signifie que même en ayant un panel de référence avec tous les sites de Bretagne, Bois Orcan est toujours considéré comme un site peu conforme par exemple. Les résultats et les analyses des différents programmes RERZH et ETREZH 2020 et 2021 semblent donc cohérents.

III.3 Retour méthodologique

III.3.1 Définition du panel de référence

L'objectif fixé par le comité de pilotage du programme était de 23 parcelles de références. Les critères de la partie méthode permettent de choisir les références les plus représentatives de zones humides en "bon état de conservation". Néanmoins il n'a pas été possible de trouver assez de références qui répondent à tous les critères. Le choix a été fait de prendre 3 références même si elles étaient dans une zone biogéographique éloigné et qui n'avait pas les mêmes modes de gestion.

L'ACP et le CAH du panel de référence ont permis d'isoler les individus différents du corpus général, le relevé 132 a donc été supprimé afin de ne pas fausser les inerties de projection.

Néanmoins, l'analyse phytosociologique réalisée dans les dernières semaines du stage a mise en lumière deux relevés liés à des associations d'habitats mésophile et eutrophile, le relevé numéro 333 et 285. Ils auraient aussi mérité d'être supprimés du panel de référence puisqu'ils ne sont pas représentatifs de zones humides en « bon état de conservation ».

En dernière partie, le panel de référence a été augmenté avec les références de toute la Bretagne, et malgré une uniformisation des conformités, les grandes tendances se sont maintenues. La composition floristique de Bois Orcan est passés de 6% conforme à 15% conforme. Cela confirme que le panel de référence de cette étude est représentatif de l'objectif.

Pour conclure, rappelons que le panel de référence permet de représenter une variation d'écosystème de référence (Gallet, 2019 ; Thiry, 2015 ; Suganuma et Durigan, 2018), toutefois il n'est pas exhaustif, certaines compositions floristiques présentes dans les zones humides en « bon état de conservation » ne sont pas présentes dans le panel de référence, exemple du relevé numéro 132. **L'ACP du panel de référence est une première approche représentative mais elle nécessite donc aussi une analyse des compositions floristiques des relevés non conformes.**

III.3.2 Les limites de l'approche floristique

Parmi l'ensemble des études publiées dans le magazine *Restoration Ecology* entre 1993 et 2003, 61% n'ont étudié qu'un groupe d'organisme et 79% ont étudié la composition floristique (Ruiz-Jean et Aide, 2005). Bien qu'il soit représentatif et pratique à mettre en place (Holl, 2016 ; Thiry, 2015 ; Gallet, 2019), cet indicateur a certaines limites.

Lors des relevés

L'identification des espèces floristiques peut se révéler compliquée. En effet, elle nécessite des connaissances approfondies, une maîtrise des clés de détermination et est influencée par la période de réalisation des relevés. Les parcelles du programme ETREZH sont toutes gérées en fauche ou en pâturage, il fallait que les relevés soient réalisés avant ces perturbations, en juin. Toutes les espèces n'avaient alors pas atteint leur stade de floraison, cela a compliqué certaines identifications. La qualité de l'évaluation des projets de restauration par le volet floristique est basée sur l'identification des espèces. Il est donc impératif d'avoir une certaine qualité de ces relevés.

Lors des analyses

D'autre part, à cause du grand nombre d'espèces et de relevés, et malgré le cumul des 3 premières dimensions, les projections des différentes ACP sont très faibles. Respectivement de 21,3% pour la comparaison des sites et du panel de référence 2021 (partie 2.3.3) et de 11,4% pour la comparaison à l'échelle de la Bretagne (partie 2.4.3). Ces qualités faibles peuvent être expliquées par le nombre important d'espèces et de relevés dans les analyses et dans le fait que les types de milieux soient très proches. Elles vont limiter les interprétations, d'où aussi la nécessité de comparer les résultats avec les autres indicateurs écologiques.

Les indicateurs écologiques, espèces indicatrices de zones humides, habitats préférentiels, indices d'Ellenberg et hydrométries, ont été calculés à partir des relevés floristiques, ils proviennent donc tous de la même mesure. La comparaison doit aussi se faire avec des indicateurs venant d'autres mesures, notamment des deux autres volets du programme ETREZH.

Perceptive

Afin de comparer les compositions floristiques des sites restaurés et des références, outre les analyses multivariées, un indice d'intégrité de la structure de communauté peut être calculé. Il permet de mesurer la proportion de l'abondance des espèces de la communauté de référence représentée dans la communauté réhabilitée (Jaunatre *et al.*, 2013).

D'autres part, le PRIMER 2016 de la SER a défini idéalement 6 attributs à analyser pour avoir une évaluation optimale des projets de restauration. Cela demande trop de ressources pour être réalisable pour chaque projet, de façon plus réaliste, l'évaluation peu se limiter à 3 attributs clés, la diversité, la structure de la végétation et les processus écologiques, les attributs doivent être mesurés au moins à partir de 2 variables sur le terrain (Ruiz-Jean et Aide, 2005 ; Holl, 2016).

Le débat se dirige aussi de nos jours à une prise en compte d'indicateurs de sciences humaines et sociales. La mise en paysage des zones humides est inhérente aux pratiques et aux rôles joués par les acteurs locaux (Bazin et Barnaud, 2002). Tous, financeurs, scientifiques, administratifs, etc., peuvent avoir des visions et des objectifs différents, ce qui peut entraîner des conflits (Weng, 2015). D'où la nécessité indispensable de prendre aussi en compte les acteurs locaux pour voir le succès d'un projet de restauration (Gallet, 2019).

Certaines méthodes d'évaluation incluant ces indicateurs écologiques et sociales voient le jour. La méthode ASPIRE par exemple a pour ambition d'avoir une appréciation globale du projet de restauration à partir des scores des objectifs, prenant en compte la vision des différents acteurs, et des variables écologiques (Jaunatre *et al.*, 2017).

III.3.3 Croisement avec les volets entomologiques et hydro-géomorphologiques

Deux autres études sur les mêmes sites restaurés et sur les deux témoins de la Haie et Bois Orcan sont menées dans le cadre du programme ETREZH. Les résultats du volet faunistique sont uniquement disponibles pour les sites étudiés en 2020, ceux de 2021 sont étudiés cette année tout comme pour le volet hydro-géomorphologique. Les comparaisons entre le volet floristique, faunistique et hydro-géomorphologique ne seront ici qu'une ébauche faite à partir de résultats préliminaires.

Volet faunistique

La grande diversité taxonomique des Arthropodes en fait un indicateur pertinent pour évaluer les dynamiques écologiques suite à des travaux de restauration (Geosh, 1998). C'est aussi le deuxième groupe d'organismes le plus étudiés après les végétaux (Ruiz-Jaen et Aide, 2005). Trois taxons ont été étudiés dans le cadre du programme ETREZH, les odonates, les orthoptères et les araignées. Les deux premiers sont faciles à échantillonner et sont complémentaires. L'étude des odonates est peu sensible aux habitats faiblement humides tandis que l'étude des orthoptères est peu sensible aux habitats peu humides. Enfin les araignées sont de très bons indicateurs mais le protocole demande plus de ressources.

Parmi les 7 sites de 2020, et selon les orthoptères, 3 ont obtenu des notes correspondant à une bonne intégrité de zones humides, 3 ont obtenu des notes moyennes et le site témoin Pégase V a obtenu des notes plutôt pauvres. De façon générale les projets de restauration ont permis un retour des cortèges d'arthropodes de zones humides. Les premières conclusions montrent aussi que les sites restaurés ont des diversités plus importantes puisqu'ils sont composés d'une mosaïque d'habitats plus hétérogènes. A l'inverse, les parcelles de références sont plus homogènes (Hacala, 2020).

Volet Hydro-géomorphologique

La hauteur des nappes a été mesurée sur les deux sites approfondis, la Haie et Bois Orcan. Pour ce premier, elles sont similaires au témoin adjacent. Quant à Bois Orcan, il présente une hydrométrie typique des zones humides (Verseil, 2021), la nappe ne déborde pas. Cela corrèle le fait que Bois Orcan présente des espèces de zones humides, bien qu'elles soient non conformes au panel de référence. Les projets de restauration ont donc permis de retrouver une partie des caractéristiques hydrologiques des sites, il reste néanmoins à voir si le fonctionnement hydrique, tel que la période de saturation en eau ou la qualité chimique, correspond aux objectifs de zones humides en bon état de conservation.

III.4 Conclusion générale

Si ce stage a permis d'évaluer 7 projets de restaurations en zones humides de Bretagne, il fait partie du programme ETREZH qui analyse 14 projets sur 2020 et 2021. Les parcelles de références ont été choisies par rapport à l'objectif visé par le programme qui est de restaurer une zone humide « en bon état de conservation ». L'évaluation par l'indicateur floristique a permis de voir que les sites étudiés cette année ont évolué de façon hétérogène. Bois Orcan a très peu retrouvé les communautés floristiques présentes dans les références, contrairement aux autres sites restaurés. Ce fait peut s'expliquer de plusieurs façons, notamment l'évolution du contexte paysager, la différence de temps de retour des fonctions de la zone humide, ou encore la qualité de la gestion du site et du projet de restauration. D'autre part, les indicateurs écologiques calculés à partir des relevés floristiques montrent que chacun des sites restaurés semblent avoir retrouvé au moins une partie des fonctions visées, ces résultats devront être confirmés par les analyses faunistiques et hydro-géomorphologiques.

La comparaison en ACP des relevés floristiques des sites restaurés à ceux du panel de référence permet une première visualisation de la conformité. Toutefois, le panel n'est pas forcément exhaustif, il est donc nécessaire d'analyser plus finement les compositions floristiques des relevés des sites restaurés non conformes.

L'indicateur floristique est un indicateur simple à mettre en place et est représentatif de l'écosystème, néanmoins il n'est pas exhaustif et possède certaines limites. Il est primordial de prendre en compte d'autres indicateurs, au moins 3 attributs parmi les 9 définis par le PRIMER de la SER doivent être pris en compte, la diversité, la structure de la végétation et les processus écologiques, et à l'aide d'au moins deux variables ou groupes d'organismes distincts.

Le programme ETREZH a donc étudié conjointement le volet floristique, faunistique et hydro-géomorphologique. Les rapports de Nathan Viel et Rémi Verseil rédigés en 2021 détaillent respectivement ces deux volets. A la suite des différents rapports rédigés tout au long du programme, les responsables de ce dernier, Armel Dausse et Sébastien Gallet, vont assembler les analyses et interpréter, sur l'ensemble des résultats, la qualité des projets de restauration. L'ambition à terme est d'identifier les facteurs de réussites et d'échecs des projets pour pouvoir conseiller au mieux les futurs meneurs de projet.

Pour finir la perspective à évoquer dans le conseil pour tout projet de restauration est la prise en compte des composantes sociales puisque chaque acteur local va influencer la qualité et les objectifs du projet.

Retour d'expérience

Ce stage au laboratoire Geoarchitecture de l'Université Bretagne Occidentale a été encadré par M. Sébastien Gallet et Mme. Armel Dausse du Forum des Marais Atlantique.

J'ai dû mobiliser de nombreuses compétences pour mener à bien mes missions. Une prise en main du sujet du programme était importante puisque mon stage se trouve dans la continuité de deux autres stages de fin d'étude.

Lors des deux premiers mois, j'ai dû m'emparer de la bibliographie dans le domaine de la restauration, concevoir un protocole et préparer le terrain. La prise de contact avec les acteurs a nécessité beaucoup d'organisation et de diplomatie. C'est plus d'une cinquantaine d'agriculteurs et de syndicat qui ont été contactés pour présenter la mission et négocier de mener l'étude chez eux. Les contacts ont parfois été difficiles, avec une grande méfiance, notamment la crainte de leur imposer des restrictions selon les résultats des espèces identifiées. S'en sont suivies deux mois de terrain, où j'ai dû mobiliser des compétences botaniques pour l'identification des espèces de zones humides et de l'organisation pour effectuer ces relevés dans toute la Bretagne avant les fauches. Enfin, les deux derniers mois se sont concentrés sur l'analyse des données et la rédaction. J'ai pu travailler en autonomie pour réaliser les analyses exploratoires qui me paraissaient pertinentes et ainsi renforcer mes capacités de recherche. Les difficultés qui se sont présentées à moi ont été la prise de contact avec les agriculteurs, le choix et la compréhension des analyses et de l'homogénéisation du rapport, et enfin la mise en commun des corpus de relevés effectués lors des études antérieures.

Une expérience acquise avec ce stage est la plongée dans le monde de la recherche. J'ai eu la possibilité de réaliser un poster pour le colloque de REVER 11 (annexe 4) à Gap en juin 2021. Ce poster décrivait le programme du stage.

La deuxième expérience a été l'encadrement d'un stagiaire de licence 3. En effet, afin de m'accompagner sur le terrain et pour les premières analyses, M. Gallet a engagé un stagiaire, M. Jonathan Veillet pour 6 semaines en juin et en juillet, du master GC bio de Brest, et m'a confié la charge de son encadrement. Pour la première fois, j'ai été responsable du travail d'une autre personne. Mon ambition a été de pouvoir lui apporter de nouvelles compétences et de nouvelles expériences. La partie terrain lui a permis de travailler la détermination floristique. Quant à la partie analyse, j'ai souhaité le faire travailler avec un logiciel SIG et avec le logiciel R. Ce sont deux logiciels qu'il n'avait pas encore eu l'occasion de prendre en main. J'ai donc pris le temps de lui apporter mes premières connaissances pour l'initier à ces logiciels et aux analyses associées. Cette expérience m'a été très bénéfique.

Enfin, la démarche ACP et panel de référence employé dans ce stage est une méthode élaborée par M. Gallet depuis quelques années. Suite à mon intérêt pour le sujet et la recherche, il m'a proposé de l'aider pour finir la rédaction de l'article et le mettre à jour avec les résultats de ce stage. Je m'y emploierai, du mieux que je peux, dès la fin de ce stage en septembre 2021 et nous espérons une publication pour l'année 2022. Si l'objectif de la publication est réalisé, cela sera un grand atout dans mes constructions de projet de thèse.

Bibliographie

Barnaud G., Fustec E., 2007, « Conserver les zones humides : pourquoi ? comment ? », QUAE éditions, 230p.

Bazin P., Barnaud G., 2002, « Du suivi à l'évaluation : à la recherche d'indicateurs opérationnels en écologie de la restauration », Revue d'Ecologie suppl.9, 201-224pp.

Bekessy S., Wintle B., Lindenmayer D., Anderw Mccarthy M., Colyvan M., Burgman M., Possingham H., 2010, « The biodiversity bank cannot be a lending bank », Conservation Letters, vol. 3, 151-158pp.

Bunce R., Webb N., Smart S., Watkins J., Van de Poll H., Scott W., 1999, « Ecological factors controlling biodiversity in the British countryside (ECOFAC) », Institute of terrestrial ecology, Natural environment research council, 115p.

Code de l'environnement, 2008, « Arrêté du 24 juin 2008 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement », Annexe II Végétation des zones humides

Code de l'environnement, 2006, « Article L211-1 du chapitre 1^{er}- Régime général et gestion de la ressource ».

Code de l'environnement, 2005, « Article L211-1-1 du chapitre 1^{er}-Régime général et gestion de la ressource ».

Dausse A., Augier A., Magueur A., Grouhan L., Burguin E., Jungas E., 2020, « Zones humides de Bretagne – Etat des lieux des altérations, Enjeux de la restauration », Forum des Marais Atlantique, 108p.

Davidson N-C., 2014, « How much wetland has the world lost ? Long-term and recent trends in global wetland area », Marine and freshwater Research n°65, 934-941pp.

Delassus L., Mesnage C., Laurent E., Guitton H., Goret M., Magnanon S., Colasse V., 2015, « Guide de terrain pour la réalisation des relevés phytosociologiques », Conservatoire Botanique National de Brest, 52p.

Fustec E., Lefeuvre J-C., 2000, « Fonctions et valeurs des zones humides », Dunod Paris, 426p.

Gallet S., 2019, « HDR - Approche intégrée et méthodologie de la restauration de la biodiversité – Référence, Évaluation, Réseaux », Ecole doctorale n°604, 116p.

Gallet S., Hurugen A., Biteau B., Gaucherand S., 2017, « La restauration des zones humides, enjeu majeur du XXI^e siècle », Science eaux et territoire, n°24, 3-5pp.

Gallet S., Bioret F., Fichaut B., Sawtschuk J., 2010, « La phytosociologie, outil pertinent pour le suivi de la restauration écologique ? », Revue Forestière Française LXII, 409-416pp.

Gayet G., Baptist F., Maciejewski L., Poncet R., Bensetiti F., 2018, « Guide de détermination des habitats terrestres et marins de la typologie EUNIS », Guides et protocoles, AFB, 230p.

Genty C., 2012, « Résultats de l'enquête nationale à dire d'experts sur les zones humides – États en 2010 et évolution entre 2000 et 2010 », Service de l'observation et des statistiques, Etudes et documents n°70, 100p.

Geosh M., 1998, « The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators », *Biological reviews*, vol 73, issue 2, 181-201pp.

Grévillet F., Muller S., 2013, « Etude de l'impact des changements des pratiques agricoles sur la biodiversité végétale dans les prairies inondables du Val de Meuse : présentation méthodologique et premiers résultats », *Acta Botanica Gallica*, vol 143, 317-338pp.

Hacala A., 2020, « Suivi de restauration de zones humides par l'étude des communautés d'arthropodes », *Ecobio Rennes*, 34p.

Holl K., 2016, «PRIMER of Ecological Restoration », *Society for Ecological Restoration*, 224p.

Jaunatre R., Buisson E., Muller I., Morlon H., Mesléard F., Dutoit T., 2013, « New synthetic indicators to assess community resilience and restoration success », *Ecological Indicators*, vol.29, 468-477pp.

Jaunatre R., Gaucherand S., Rey F., Guerold F., Muller S., 2017, « ASPIRE un cadre méthodologique pour l'appréciation du succès des projets d'ingénierie et de restauration écologiques : application à une opération de restauration d'une zone humide d'altitude », *Science Eaux et Territoires n°24*, pp.66-71

Jordan W., Gilpin M., Aber J., 1990, "Restoration Ecology – A synthetic approach to ecological research", *Cambridge University Press*, 356p.

Julve P., 1998, « Baseflor. Index botanique, écologique et chronologique de la flore de France », *Catminat*.

Kolka R., Nelson E., Trettin C., 2000, « Conceptual assessment framework for forested wetland restoration: The Pen Branch experience », *Ecological Engineering*, vol.15, 517-521pp.

Lahondère C., 1997, « Initiation à la phytosociologie sigmatiste », *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*, numéro spécial 16, 46p.

Lecq S., 2013, « Importance de la structure des haies, des lisières, et de la disponibilité en abris sur la biodiversité, implications en termes de gestion », thèse, UFR des sciences fondamentales et appliquées, CEBC, 204p.

Le Floc'h E., Aronson J., 1995, « Écologie de la restauration – Définitions de quelques concepts de base », *Nature Science et Sociétés*, vol 3 (hors-série), 6p.

Les-zones-humides.org, 2015, « Instruments réglementaires de protection », *Eaufrance*, 2p.

Lutherer L., 2020, « Évaluation de la réhabilitation de zones humides en Bretagne », *Université de Rouan*, 69p.

Passerault M., Commagnac L., Sinoquet A., Benest F., Marin S., 2018, « Dispositif National de suivi des bocages », *ONCFS, IGN*, 4p.

Pinay Gilles, Clément J-C., 2003, « Le rôle des ripisylves dans la régulation des pollutions azotées », forêt méditerranéenne, T.24, n°3, 291-296pp.

Ramsar, 1971, « Convention relative aux zones humides d'importance internationale particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau », 3p.

Ruiz-Jaen M., Aide M., 2005, « Restoration success : How is it being measured », restoration Ecology vol.13, No.3, 569-577pp.

Skinner J-R., Zalewski S.,1995, « Functions and values of Mediterranean wetlands », Tour du Valat, 80p.

Suganuma M., Durigan G., 2015, « Indicators of restoration success in riparian tropical forests using multiple reference ecosystems », Restoration ecology, vol 23, issue 3, 238-251pp.

Tarabon S., Dutoit T., Isselin-Nondedeu F., 2021, « Pooling biodiversity offsets to improve habitat connectivity and species conservation », Journal of Environmental Management n°277, 10p.

Thiry J., 2015, « Évaluation édaphique et botanique de mesures de réhabilitation de zones humides », Mémoire de fin d'étude, Agro campus ouest CFR Rennes, 66p.

Vaschalde D., 2014, « Services écologiques rendus par les zones humides en matière d'adaptation au changement climatique – État des lieux des connaissances et évaluation économique », rapport technique, Tour du Valat, 78p.

Verseil R., 2021, « Évaluation des fonctions biogéochimiques et hydrologiques de zones humides restaurés », DAE Polytech Tours, 30p.

Weng H-H., Chen J-S., 2015, « Effects of Green Innovation on Environmental and Corporate Performance : A Stakeholder Perspective », Sustainability, 4997-5026pp.

White P., Walker J., 1997, « Approximating nature's variation : selecting and using reference information in restoration ecology », Restoration ecology, vol 5, 338-349pp.

Annexes



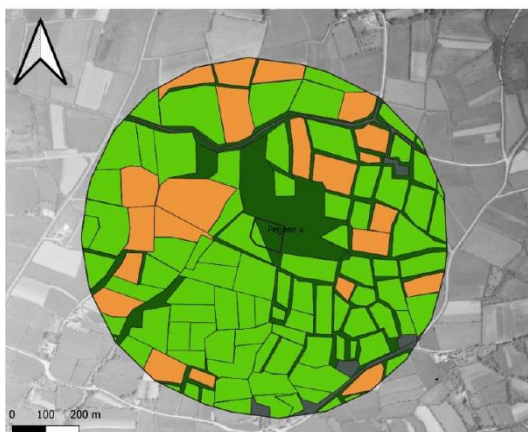
Légende

-  Sites
-  Zone_tampon
- Occupation du sol
-  Zone boisée
-  Milieu ouvert
-  Zone humide
-  Zone agricole
-  Cours d'eau
-  Milieu urbain



Annexe 1 : Évolution de l'occupation du sol sur le site de Launay-Geffroy de 1950 à 2010.

Source :
BD Ortho® IGN-2015



Source :
BD Ortho® IGN-2015
Laurène LUTHERER
17/08/2020

Annexe 2 : Occupation du sol sur le site de Pegase V et linéaire de haie en 1950

P	Ty	Ta p	Ge	Id z-h	Ta z-h	Habitat préférentiel baseflor							D s p zh	Indice Ellenberg						Hydrométrie			
						prairies, pelouses, landes	prairies humides, mégaphorbiaies et	tourbières et prés tourbeux	Bois, oulet et fourrés	friches et lisières	cultures	milieux aquatiques		NA	L	T	K	F	R	N	S	mésophile	meso-hygrophile
1.2	R	11 350	P	121	88%	53%	45%	1%	0%	0%	0%	0%	2%	6,53	5,97	3,31	6,40	5,96	6,05	0,86	51%	49%	0%
				122	12%	46%	53%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	6,79	5,98	3,56	6,44	6,11	6,10	0,85	40%
1.3	R	25 374	F	131	79%	63%	9%	27%	0%	0%	0%	1%	7,45	5,82	2,73	6,62	5,53	4,68	0,40	61%	39%	0%	
				132	13%	59%	25%	15%	0%	0%	0%	1%	7,45	5,66	3,39	6,58	4,89	4,60	0,39	50%	48%	2%	
1.6	R	1 901	F	161	100%	89%	1%	0%	0%	0%	0%	10%	6,87	5,94	2,96	6,00	5,59	5,01	0,76	94%	6%	0%	
				212	87%	88%	2%	0%	0%	0%	0%	10%	7,02	5,98	3,00	5,89	4,73	5,12	0,87	97%	2%	0%	
2.1	R	5 888	Ft	213	13%	80%	19%	1%	0%	0%	0%	1%	7,06	6,00	3,00	5,97	5,00	5,28	0,49	99%	1%	0%	
				281	2%	94%	5%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	6,81	5,97	2,97	6,23	4,33	5,30	0,90
2.8	R	6 788	F	2101	89%	92%	2%	0%	0%	0%	3%	0%	4%	7,01	6,00	3,10	5,79	5,60	5,28	0,79	98%	2%	0%
				282	92%	50%	47%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	7,51	5,98	3,00	7,35	6,94	6,92	1,41	7%	93%	0%
2.9	R	5 473	F	283	2%	87%	8%	0%	0%	1%	0%	4%	6,87	6,00	2,98	6,28	6,44	6,01	0,67	68%	32%	0%	
				285	3%	4%	91%	0%	0%	1%	0%	0%	4%	8,36	6,00	3,00	7,63	7,00	7,00	1,68	10%	90%	0%
2.10	R	7 048	F	286	1%	99%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	6,13	5,98	3,00	4,19	5,88	4,15	0,10	97%	3%	0%	
				291	59%	81%	1%	0%	0%	0%	0%	18%	7,07	6,00	3,00	6,03	5,57	5,07	0,98	98%	2%	0%	
3.2	R	9 754	Ft	292	41%	25%	4%	1%	0%	0%	0%	70%	7,39	5,95	2,95	6,36	5,83	5,30	0,83	80%	20%	0%	
				321	59%	68%	9%	20%	0%	1%	0%	1%	6,95	5,98	3,00	6,04	6,89	5,04	0,94	95%	4%	1%	
3.3	R	12 143	Ft	322	21%	36%	19%	44%	0%	1%	0%	0%	8,32	5,94	2,47	7,45	5,43	4,43	0,65	25%	75%	0%	
				324	5%	88%	4%	2%	0%	5%	2%	0%	0%	7,15	5,96	2,97	5,97	5,26	5,41	0,80	90%	10%	0%
4.2	R	3 468	F	325	8%	99%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	7,38	6,00	3,00	5,61	5,11	5,40	0,53	100%	0%	0%	
				326	7%	97%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	7,30	6,00	3,00	5,61	5,11	5,40	0,51	100%	0%	0%	
4.7	R	3 837	Pb	331	70%	76%	4%	19%	0%	1%	0%	0%	7,64	5,18	3,03	6,06	4,70	5,35	0,41	66%	34%	0%	
				332	12%	24%	7%	68%	0%	1%	0%	0%	8,20	5,94	2,67	6,97	5,05	3,79	0,22	34%	66%	0%	
5.1	R	3 830	F	333	4%	59%	2%	0%	0%	28%	12%	0%	0%	7,37	6,00	3,00	4,56	6,78	4,73	0,07	98%	2%	0%
				334	14%	9%	22%	68%	0%	0%	0%	1%	8,41	5,72	2,27	7,66	5,08	3,04	0,04	4%	96%	0%	
5.2	R	3 012	Pe	421	38%	87%	7%	0%	0%	3%	1%	1%	7,01	5,93	2,99	6,06	7,00	5,21	0,91	93%	7%	0%	
				422	49%	57%	6%	0%	0%	9%	28%	0%	0%	7,03	5,81	3,00	5,64	7,94	5,61	0,32	93%	7%	0%
5.9	R	1 664	Pe	423	13%	88%	6%	6%	0%	0%	0%	0%	7,00	5,94	3,00	6,12	3,00	5,06	0,94	88%	12%	0%	
				471	79%	2%	98%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7,69	5,03	3,00	6,98	7,00	5,29	1,83	2%	98%	0%
6.1	R	523	F	472	14%	0%	32%	68%	0%	0%	0%	0%	7,39	5,03	2,97	7,02	3,20	4,90	0,31	2%	98%	0%	
				473	7%	3%	97%	0%	0%	0%	0%	0%	6,42	5,14	3,27	6,95	7,00	6,53	1,16	6%	94%	0%	
6.5	R	7 553	F	511	65%	85%	0%	1%	6%	1%	0%	6%	7,09	5,24	3,07	4,50	4,81	3,44	0,06	98%	2%	0%	
				512	7%	31%	9%	46%	0%	3%	3%	0%	9%	7,86	5,86	2,44	6,91	5,43	4,11	0,05	42%	58%	0%
7.7	R	908	F	514	28%	84%	0%	2%	2%	4%	0%	5%	6,97	5,86	2,95	5,66	5,33	5,66	0,49	93%	7%	0%	
				521	25%	97%	1%	0%	1%	0%	0%	1%	7,30	5,86	3,08	5,09	5,27	4,89	0,46	98%	2%	0%	
7.8	R	3 314	F	522	42%	91%	4%	0%	1%	0%	0%	4%	7,07	5,94	3,09	5,92	5,00	5,12	0,87	95%	5%	0%	
				523	33%	93%	0%	2%	0%	2%	0%	2%	7,37	5,94	2,94	6,02	5,14	5,34	0,53	94%	6%	0%	
7.8	R	3 314	F	591	18%	93%	3%	1%	0%	0%	0%	3%	6,81	5,78	3,00	5,81	5,10	4,56	0,85	88%	13%	0%	
				592	10%	37%	31%	0%	0%	0%	2%	0%	31%	7,00	6,50	3,00	4,32	6,50	3,47	0,14	89%	5%	0%
7.8	R	3 314	F	595	55%	60%	20%	2%	0%	0%	0%	18%	6,98	5,94	3,00	5,83	5,25	4,89	0,59	94%	6%	0%	
				611	86%	75%	21%	2%	0%	0%	0%	1%	6,65	5,94	2,97	5,95	5,55	5,25	0,67	90%	10%	0%	
7.8	R	3 314	F	612	7%	89%	2%	6%	2%	0%	0%	0%	7,38	5,42	2,93	5,55	5,93	5,82	0,17	84%	16%	0%	
				613	7%	90%	0%	2%	6%	0%	0%	2%	7,14	5,83	3,28	5,93	5,19	5,47	0,47	95%	5%	0%	
7.8	R	3 314	F	651	90%	99%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	6,52	6,00	3,00	5,51	NA	5,54	0,48	99%	1%	0%	
				652	8%	99%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	6,99	6,00	3,00	5,94	6,00	5,11	0,51	100%	0%	0%	
7.8	R	908	F	653	2%	27%	46%	27%	0%	0%	0%	0%	7,95	5,53	2,51	6,99	6,25	4,48	1,15	27%	73%	0%	
				771	90%	13%	61%	6%	2%	0%	0%	15%	6,42	5,79	3,14	6,75	5,55	6,39	0,77	17%	83%	0%	
7.8	R	3 314	F	772	10%	61%	5%	1%	4%	0%	4%	0%	7,14	5,74	3,19	5,44	5,76	5,74	0,22	90%	10%	0%	
				781	5%	9%	47%	15%	0%	0%	6%	0%	24%	6,73	5,82	2,65	6,99	5,23	5,88	0,64	15%	85%	0%
7.8	R	3 314	F	782	44%	11%	2%	3%	1%	1%	2%	0%	6,76	5,50	2,99	6,29	5,71	5,57	0,35	64%	36%	0%	
				783	40%	67%	10%	9%	9%	1%	1%	0%	3%	6,98	5,67	2,79	5,86	6,08	5,44	0,46	77%	23%	0%
7.8	R	3 314	F	784	11%	60%	35%	2%	1%	1%	1%	0%	6,78	5,80	2,97	6,35	6,18	5,78	0,74	59%	41%	0%	
				101	63%	42%	23%	32%	0%	3%	0%	0%	0%	7,16	5,50	2,89	6,51	4,90	5,33	0,50	39%	61%	0%
7.8	R	3 314	F	102	37%	63%	8%	0%	0%	29%	0%	0%	6,99	6,42	3,00	5,19	6,64	6,49	0,45	91%	9%	0%	
				201	63%	92%	3%	0%	0%	0%	1%	0%	4%	7,16	5,99	3,00	5,70	6,57	5,43	0,76	95%	5%	0%
7.8	R	3 314	F	202	32%	51%	39%	4%	0%	0%	0%	6%	6,99	5,95	3,50	6,55	3,29	5,32	0,75	52%	45%	3%	
				203	4%	10%	14%	0%	0%	76%	0%	0%	0%	6,87	6,90	3,02	4,62	7,00	7,57	0,23	85%	15%	0%
7.8	R	3 314	F	301	22%	88%	8%	0%	0%	4%	0%	0%	7,22	5,88	3,00	5,56	5,83	5,67	0,66	87%	11%	2%	
				302	4%	2%	2%	89%	5%	0%	0%	2%	7,60	5,00	3,00	7,20	4,40	4,60	0,40	20%	60%	20%	
7.8	R	3 314	F	303	1%	38%	4%	1%	0%	1%	3%	0%	7,67	5,33	2,50	6,67	6,50	5,33	0,67	33%	67%	0%	
				304	11%	25%	63%	7%	2%	2%	2%	0%	6,83	5,76	3,05	6,22	6,00	5,32	0,78	78%	22%	0%	
7.8	R	3 314	F	305	25%	69%	17%	0%	0%	0%	11%	0%	6,93	6,00	3,15	6,11	7,00	5,19	0,82	85%	15%	0%	
				307	37%	40%	15%	13%	0%	5%	10%	0%	18%	6,87	5,56	3,00	6,09	6,44	4,55	0,24	62%	31%	7%
7.8	R	3 314	F	401	83%	19%	49%																

Bienvenu, L.^{1,5}, Hacala, A.², Lutherer, L.¹, Viel, N.², Colasse, V.⁴, Pétilion, J.², Dausse, A.³, Gallet, S.¹.

- 1 - EA 7462 - Géographie - Territoires, Urbanisation, Biodiversité, Environnement, UBO, Brest
- 2 - UMR CNRS 6573 EcoBio, Université de Rennes 1
- 3 - Forum des Marais Atlantiques, Pôle-relais zones-humides
- 4 - Conservatoire botanique national de Brest
- 5 - Ecole Polytechnique de l'Université de Tours - Département Aménagement et Environnement



Programme ETREZH

Le programme *Évaluation de l'effet de Travaux de Restauration sur les fonctions des Zones Humides de Bretagne (ETREZH)*, porté par le Forum des Marais Atlantiques, doit contribuer à répondre aux questions sur le **choix des milieux à restaurer**, la **priorisation des sites** et les **techniques à employer**.

Dans le cadre de ce programme, 14 zones humides restaurées dans la Bretagne entre 2010 et 2019 sont étudiées avec un volet floristique, faunistique et hydrologique. Sept sites ont été étudiés en 2020 et 7 autres sont en cours d'étude (2021).

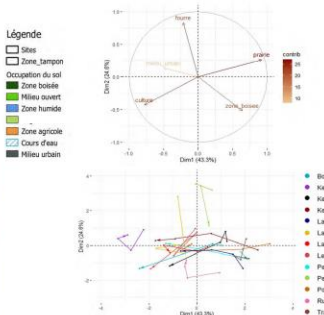
Objectif : Optimiser la restauration des fonctions perdues de zones humides



Fig 1 : Occupation du sol sur le site de Keravilin



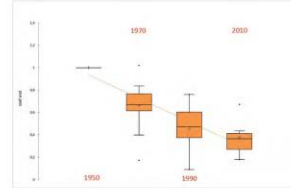
Fig 2 : Projection des variables et trajectoire de l'occupation du sol des sites ETREZH



Évolution paysagère

L'évolution de l'occupation du sol a été analysée par photo interprétation sur 4 années entre 1950 et 2010 (Fig 1). L'ACP permet de visualiser une tendance générale des trajectoires de l'évolution paysagère montrant **une transition des prairies et zones boisées vers des milieux anthropisés** (Fig 2).

Fig 3 : Évolution du linéaire de haies sur les sites ETREZH



La densité du linéaire de haies décroît en moyenne de 63% sur les sites ETREZH. Elle est passée de 177 m/ha en 1950 à 66 m/ha en 2010 (Fig 3). Ces valeurs correspondent à la moyenne nationale qui était de 68,7 m/ha en 2012 (1).

Des paysages qui évoluent vers des milieux anthropisés

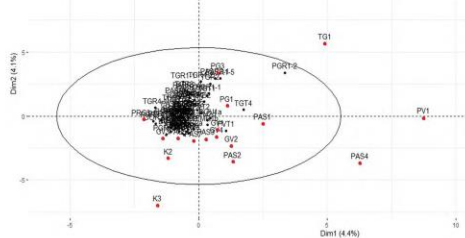
Indicateur Floristique

En 2020, 47 relevés phytosociologiques ont été réalisés et constituent le **panel de référence**, représentatif de zones humides de Bretagne en « bon état de conservation ». La majorité des relevés se rattachent à des prairies hygrophiles acidoclines méso-eutrophile de l'alliance *Ranunculo repensis - Cynosurion cristati* Passarge 1969.

Seuls 2 des 7 sites restaurés 2020 présentent des relevés non conformes au panel (Fig 4). Ces projets n'ont donc pas permis d'atteindre les objectifs de restauration contrairement aux autres.

En 2021 de nouvelles observations sont effectuées, le panel sera alors composé de plus de 100 relevés, et l'étude des 7 sites restaurés 2021 est en cours. L'objectif est aussi d'améliorer la robustesse du modèle (inertie de projection).

Fig 4 : Relevés des sites restaurés 2020 (en rouge) dans le panel de référence



5 des 7 sites restaurés ont retrouvé les fonctions de zones humides

Indicateur Faunistique

L'étude des assemblages d'arthropodes montre un retour de l'intégrité des zones humides et souligne la **complémentarité de ces taxons** comme bioindicateur de restauration.

Fig 5 : Complémentarité des indicateurs entomologiques

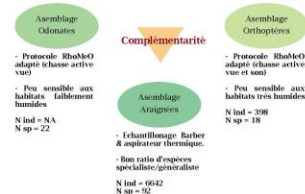


Fig 6 : Score d'intégrité de la zone humide en fonction des cortèges d'orthoptères et de leur valeur d'hygrophilie (rouge = dégradé, jaune = moyen, vert = bon)

	Keravilin 1	Keravilin 2	Keravilin 3	Keravilin Total
Orthoptères bromiens	1	3	3	7
Conocephalus dorsalis	1	1	1	3
Conocephalus fuscus	1	1	1	3
Euchorthippus declivus	1	1	1	3
Euchorthippus elegans	1	1	1	3
Leptothorax gracilipes	1	1	1	3
Pholidopterus griseus	1	1	1	3
Pholidopterus montanus	1	1	1	3
Pholidopterus parvulus	2	2	2	6
Pholidopterus parvulus	3	3	3	9
Tetrix sp.	3	3	3	9
Tetrix subulata	1	1	1	3
Tetrix undulata	1	1	1	3
Tetrix undulata	1	1	1	3
Total général	10	27	20	57
Notes:	30,00	94,50	40,00	48,00

La Figure 6 présente un exemple de résultats concernant les orthoptères. La mosaïque d'habitats plus diversifiés du site de Keravilin explique sa meilleure note par rapport au Témoin. Des espèces hygrophiles sont notamment présentes comme *Conocephalus sp.* et *Tetrix sp.*

Une dynamique de restauration positive

Conclusion

La première année du programme ETREZH a montré que les projets de restauration sur les 7 sites 2020 étudiés tendaient dans l'ensemble vers les objectifs fixés. Les indicateurs floristiques et entomologiques sont complémentaires et permettent une évaluation approfondie des projets. L'année 2021 va permettre de continuer l'étude sur les 7 autres sites restaurés, de compléter le panel et les analyses et de produire des articles et des conclusions générales.

Évaluation de projet de restauration en zones humides de Bretagne par le volet floristique

Programme ETREZH

-

Louison Bienvenu

Mémoire de fin d'étude

2021

Abstract : Wetlands are remarkable for their richness and biodiversity. They have a great diversity of flora and fauna and can be described by their biological, hydrological and biogeochemical functions. However, despite the conservation tools, they are deteriorating all over the world and especially in West Brittany. The goal of the ETREZH program is to assess 14 restoration work in wetland between 2010 and 2019. The floristic, faunistic and hydro-geomorphological aspects are studied, this study focuses on the first one. Since 1950, the landscape context has globally evolved towards urban area and intensive agriculture. The comparison with a reference panel of wetlands in good conservation status, showed that the restored wetlands had overall good resilience. The next perspectives are to compare these results with the result of faunistic and hydro-geomorphological studies, in order to determine the key success factors to best advise future project leaders. All the floristic indicators across West Brittany also made it possible to initiate a comparison of ecological conditions between departments.

