



## ÉVALUATION DE LA RÉHABILITATION DE ZONES HUMIDES EN BRETAGNE

Laurène LUTHERER

Maître de stage : Sébastien GALLET

Tuteur universitaire : Estelle

LANGLOIS

Master 2 Gestion de la biodiversité des  
écosystèmes terrestres

2019-2020



# Évaluation de la réhabilitation de zones humides en Bretagne

# Table des matières

Introduction.....	1
Cadre de l'étude.....	5
Sites d'études.....	5
Partie I – Évolution paysagère autour des sites restaurés.....	7
Introduction.....	7
Matériel et méthodes.....	7
Résultats.....	11
1/ Description individuelle des sites.....	11
2/ Tendances générales du contexte paysager des sites restaurés.....	15
Discussion.....	17
Partie II : Évaluation des parcelles restaurées.....	19
Introduction.....	19
Matériel et méthode.....	19
1/ Choix des parcelles de référence.....	19
2/ Protocoles d'observation.....	20
a/ Cartographie et description de la végétation.....	20
b/ Transects irrégulier.....	21
3/ Analyses et comparaison des sites restaurées.....	23
a/ Espèces indicatrices de zones humides.....	23
b/ Analyses multivariées.....	23
Résultats.....	24
1/ Caractéristiques générales de la flore.....	24
2/ Cartographies et description des sites.....	25
3/ Transects irréguliers.....	34
a/ Indice d'Ellenberg et habitats préférentiels.....	34
b/ Paramètres édaphiques.....	38
4/ Résultats des analyses multivariées.....	39
a/ Construction du panel de référence.....	39
b/ Intégration des sites restaurés.....	42
Discussion.....	45
Conclusion générale.....	49
Bibliographies.....	51
Table des figures.....	54
Annexes.....	56

## Préambule et bilan du stage

La crise sanitaire liée à la Covid 19 qui est survenue au début du stage n'as pas eu de répercussion négative majeure sur le déroulement de celui-ci. En effet, la période de relevés de végétation était prévue après la fin de la période de confinement. Le stage s'est donc déroulé en télétravail du 16 mars 2020 au lundi 18 mai avec des points réguliers afin d'organiser le travail et d'avoir un suivi même à distance. À la suite de cette période, le retour du présentiel a permis de commencer les passages sur les sites. La plus grosse contrainte liée au virus a été la limitation des déplacements qui a impliqué un changement dans le choix des sites étudié en 2020 : deux sites localisés à proximité de Rennes ont été échangés avec d'autres proches de Brest.

Malgré cette crise sanitaire, ce stage a été une excellente opportunité pour mon projet professionnel. Il m'a permis de consolider mes connaissances en botanique et de développer d'autres compétences de terrain. Il m'a également permis de rencontrer beaucoup d'acteurs de la biodiversité et échanger avec eux m'a permis d'aborder certaines thématiques sous un autre angle.

Certaines difficultés sont tout de même apparues et notamment des difficultés liées aux échanges et au planning. En effet, un site ne devait pas être fauché cette année et ayant été prévenue tardivement de ce changement, le planning a dû être revu pour un passage au plus tôt. Ensuite, un site n'a pas eu de parcelle de référence par manque de temps.

## Présentation de la structure d'accueil

Le stage a eu lieu au sein de l'équipe de recherche EA 7462. Géoarchitecture, territoire, urbanisation, biodiversité, environnement, au sein de l'Université de Bretagne Occidentale. Cette équipe a été créée en 1986 et son directeur actuel est Frederic BOIRET. L'équipe se compose de 33 membres titulaires, 1 personne d'appui à l'administration et un appui technique (35 membres au total). Les recherches sont principalement axées autour de la dynamique des territoires (qu'ils soient urbains ou naturels) ainsi que de l'invention et la gestion des patrimoines. Étant donné son ancrage territorial, l'approche transversale concernant les pratiques, les usages et les représentations est également un axe transversal des recherches menées. Ces thématiques sont abordées de façon pluridisciplinaire et intègre une diversité de disciplines, à la fois dans le domaine des sciences de l'environnement (écologie, physiologie, génétique ...) que dans celui des sciences humaines et sociales (sociologie, économie, urbanisme, architecture, histoire...).

## Remerciements

Tout d'abord je tiens à remercier Sébastien Gallet pour m'avoir accordé du temps en toutes circonstances, pour tout le temps que tu as accordé au suivi de l'avancé de mon travail ainsi que pour tous tes conseils.

Merci à Armel Dausse du Forum des Marais Atlantiques, pour m'avoir également accompagné tout au long du stage, du terrain à la rédaction du rapport.

Je remercie également Vincent Colasse du Conservatoire National Botanique de Brest pour m'avoir accompagné sur le terrain et pour m'avoir transmis tant de connaissances.

Également, merci à Damien pour son aide précieuse sur le terrain ainsi que le reste de l'équipe pour m'avoir intégré si rapidement et pour leur bonne humeur.

Un grand merci à mon plus fidèle lecteur et à ma famille pour leur soutien inconditionnel, leur patience et leurs remarques.

Pour finir, je remercie tous ceux qui ont accepté de m'accorder du temps, qui, je le sais, est pourtant précieux.



## Introduction

Les zones humides ne représentent qu'une très faible partie de la surface terrestre pourtant elles comptent parmi les milieux les plus importants mais aussi les plus menacés ([Le Secrétariat de la Convention de Ramsar 2013](#)). Les principaux enjeux de ces zones résident dans différents paramètres et notamment dans les nombreuses fonctions qu'elles rendent (stockage du carbone, épuration eau, soutien durant la période d'étiage, stockage de l'eau par exemple), la richesse de la diversité biologique qu'elles abritent (40% de la flore mondiale sur une surface terrestre réduite ([Mitra, Sudip; Wassmann, Reiner; Vlek 2003](#))) et leur forte productivité ([Le Secrétariat de la Convention de Ramsar 2013](#)). Cependant, en cas de dégradation, les fonctions qu'elles assurent sont altérées ou ne peuvent plus être assurées ([Zedler and Kercher 2005](#)).

De nombreuses définitions existent pour les zones humides et malgré quelques divergences dans les notions abordées, toutes se rejoignent sur la présence d'une flore caractéristique liée aux conditions d'engorgement en eau qui peuvent être très contraignantes ([Mitra, Sudip; Wassmann, Reiner; Vlek 2003](#)). La définition qui semble la plus utilisée reste celle de la Convention Ramsar de 1971 et qui définit les zones humides comme étant « *des régions où l'eau est le principal facteur déterminant l'environnement et la vie végétale et animale associée. On les trouve là où la nappe phréatique affleure ou est proche de la surface du sol, ou encore là où la terre est recouverte par des eaux peu profondes.* » Cette définition inclut également les étendues d'eau marines qui ne dépassent pas les 6m de profondeur à marée basse. Quant au code de l'environnement, l'article L211-1 définit les zones humides comme des « *terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant une partie de l'année* ».

Les zones humides comptent parmi les milieux les plus menacés ([Amezaga, Santamaría, and Green 2002](#)) du fait de nombreuses sources d'altération comme par exemple l'assèchement par drainage, l'urbanisation, la mise en culture, la pollution, la surexploitation ou encore l'introduction d'espèces exotiques envahissantes ([Strayer and Dudgeon 2010](#)). De nombreux pays ont donc décidé de mettre en place des actions permettant de répondre aux objectifs de la CDB (Convention sur la diversité biologique) en restaurant ces milieux afin de retrouver la biodiversité et les services écosystémiques rendus par ces écosystèmes ([Rey Benayas et al. 2009](#)). En 2000, l'Europe a adopté la Directive Cadre sur l'Eau (DCE 2000/60/CE) qui a été transposée en 2006 en loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) dans le droit français. Cette loi prend en compte différents aspects dont la protection des zones humides d'intérêt particulier (ZHIEP) contre les pollutions dites diffuses.

Diverses études ont tenté d'évaluer l'ampleur des dégradations subies par les zones humides. Junk *et al.* (2013) estiment que la perte de ces milieux varie, selon la localisation, entre 30 et 90%. Quant à Davidson (2014), son étude estime que depuis les années 1900, le monde aurait perdu entre 64 et 71% de ses zones humides. Cette dégradation impacte de façon différentielle les zones humides intérieures (-69% à -75%) des zones humides côtières (-62 à -63%).

Face à ces dégradations et notamment pour répondre aux attentes réglementaires, des travaux de restauration sont mis en place. Selon la SER (2004), la restauration écologique est définie comme étant « *le processus qui assiste l'auto-réparation d'un écosystème qui a été dégradé, endommagé ou détruit* ». Cependant, selon l'intensité de l'altération du milieu et les objectifs fixés, différentes voies peuvent être utilisées. Ainsi, on distingue la restauration au sens strict, de la réhabilitation. Ce dernier processus « *insiste sur la réparation des processus, de la productivité et des services de l'écosystème, tandis que le but de la restauration vise aussi à rétablir l'intégrité biotique préexistante en termes de composition spécifique et de structure des communautés* » ([SER, 2004](#)). Les travaux de restaurations visent le retour de certaines fonctions biologiques ainsi que le retour d'une biodiversité. Pourtant, malgré des efforts dans la mise en place de travaux, les zones humides





restaurées possèdent encore des fonctions dont le fonctionnement est inférieur à celles des parcelles de référence (Moreno-mateos et al. 2012).

La Bretagne n'échappe pas à la tendance mondiale puisque les zones humides y ont fortement régressé. On estime à 47 % la surface initiale des zones humides qui aurait été dégradée par les activités humaines. L'intensité des altérations varie d'un département à l'autre mais la principale cause de cette dégradation reste la mise en culture. Le drainage agricole ainsi que la modification des cours d'eau sont des dégradations très présentes. Néanmoins, les travaux de restauration qui sont le plus fréquemment réalisés sont les suppressions remblai. La majorité des travaux qui sont initiés se font dans le cadre de compensation écologique (incluant un cadre réglementaire). Suite à des travaux de restauration, les milieux mettent plusieurs années avant de se stabiliser (Moreno-mateos et al. 2012).

Le projet ETREZH (Évaluation de l'effet des Travaux de Restauration sur les fonctions des Zones Humides de Bretagne) propose d'évaluer sur 3 ans les effets des travaux de restauration sur certaines fonctions (hydrologiques, biogéochimiques et biologiques) des zones humides de Bretagne. L'étude porte sur plusieurs sites restaurés localisés sur l'ensemble du territoire breton. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour évaluer l'intégrité fonctionnelle de ces milieux : une étude diachronique (avec un état initial, avant les travaux et suivi sur plusieurs années) ou une étude synchronique (portant sur des travaux plus anciens et en comparant avec des sites non dégradés). Ici, c'est cette dernière approche qui a été utilisée. Les travaux ont été réalisés à des dates différentes et les sites sont comparés simultanément à des sites de référence qui n'ont pas été dégradés.

Dans ce cadre, ce stage a pour objectif de réaliser un diagnostic des végétations sur différents sites restaurés à l'échelle de la Bretagne et à des dates différentes. Les travaux de restauration effectués peuvent être de la suppression de remblai ainsi que de la suppression de drains agricoles. Ces parcelles seront comparées avec une sélection de sites de référence et une analyse des facteurs expliquant les variations sera effectuée. Pour cela, dans un premier temps une analyse de l'évolution du contexte paysager des parcelles restaurées a été réalisée. Dans un second temps, une caractérisation des végétations et des habitats présents ainsi qu'une analyse de ces végétations vont permettre d'évaluer les parcelles restaurées en comparaison avec les sites de référence eux même caractérisés.



Figure 1: Localisation des sites restaurés étudiés en 2020

Tableau 1: Récapitulatif des sites restaurés

Nom	Département	Commune	Type d'altération	Date travaux	Surface	Gestion
<b>Guervern</b>	29	Bohars	Remblai	2013	0.21 ha	Fauche
<b>Keravilin</b>	29	Plounevez-Lochrist	Remblai	2014 et 2019	0.18 ha	Pâturage
<b>Kerguélidic</b>	29	Plabennec	Remblai	2016	0.71 ha	Aucune
<b>Pégase V</b>	22	Lannion	Remblai	2016	0.56 ha	Fauche
<b>Penn-ar-stang</b>	22	Loguivy-Plougras	Remblai	2013	1.13 ha	Aucune
<b>Traou-guern</b>	22	Penvénan	Remblai	2010	0.24 ha	Pâturage
<b>Pont-Guérin</b>	35	Gaël	Remblai	2019	1.39 ha	Fauche

## Cadre de l'étude

En 2013, face aux nombreux questionnements des acteurs locaux sur les modalités de restauration des zones humides, le Conseil départemental du Finistère et le Forum des Marais Atlantiques ont initié un réseau expérimental pour la restauration des zones humides en Finistère (RERZH). Il avait notamment pour objectif d'étudier, à l'échelle de ce département, l'efficacité des méthodes de restauration ainsi que la pertinence des méthodes de suivi et d'évaluation. Suite à ce programme, en 2019, un nouveau projet visant à étendre cette analyse sur l'ensemble de la Bretagne a vu le jour : le programme ETREZH (Evaluation de l'effet des Travaux de Restauration sur les fonctions des Zones Humides de Bretagne).

Ce projet rassemble de nombreux partenaires. Le FMA (Forum de Marais Atlantique) assure principalement trois rôles : la coordination du projet, une partie de la mise en œuvre (technique et scientifique) ainsi que la valorisation des données. Les autres partenaires sont des organismes de recherche, à savoir l'Université de Bretagne Occidentale (au sein de laquelle ce stage a été réalisé), l'INRA et l'Université de Rennes 1. Le Conservatoire Botanique National de Brest apporte également un soutien technique et scientifique sur le volet flore et végétation. Les co-financeurs du projet sont l'Agence de l'eau Loire-Bretagne, la Région Bretagne, la DREAL Bretagne et les départements du Finistère et d'Ille et Vilaine.

Le projet ETREZH a pour vocation d'étudier les effets de travaux de restauration sur les fonctions des zones humides, à savoir les fonctions hydrologiques, biogéochimiques ou biologiques. Deux types de travaux sont étudiés : la suppression de remblai ainsi que la suppression de drains agricoles. Le programme se base donc sur l'observation synchronique de 14 sites restaurés dont les travaux sont plus ou moins récents (2010 pour le plus ancien et 2019 pour le plus récent). Ces sites seront ensuite comparés avec différents sites de référence, ce qui permettra de répondre à deux questions principales :

- Les zones humides restaurées accueillent-elles une flore et une faune spécifique équivalentes à celles de milieux en bon état de conservation ?
- Les travaux réalisés dans un objectifs d'améliorer la régulation quantitative et/ou qualitative de l'eau aboutissent-elles également à la restauration d'habitats favorables ?

## Sites d'études

Le programme ETREZH intègre 14 sites restaurés répartis sur le territoire breton, parmi lesquels seuls 7 seront étudiés durant ce stage ([tableau 1](#)) : 3 dans le Finistère, 3 dans les Côtes d'Armor et 1 en Ille-et-Vilaine ([figure 1](#)). L'étude des autres sites est prévue pour 2021. Tous les sites prévus cette année ont subi le même type d'altération et donc les mêmes travaux de restauration, à savoir la suppression de remblai. Les travaux ont eu lieu entre 2013 pour le plus ancien et 2019 pour le plus récent. La surface moyenne des sites est de 0.6 ha, ce sont donc des superficies assez réduites. Certains des travaux de restauration ont été réalisés dans le cadre de mesures compensatoires (Pégase V, Penn-ar-stang et Pont-Guérin). Sur Traou-Guern et Keravilin, les travaux ont été réalisés suite à des mises en demeure de propriétaires après constat du dépôt de remblai en zone humide.

Vis-à-vis des circonstances exceptionnelles mises en place dans le cadre de la crise sanitaire qui a eu lieu au cours du stage, certains sites qui auraient dû être étudiés en 2020 ont été échangés avec d'autres sites prévus pour 2021 car ils étaient situés en Ille et Vilaine. En effet, la restriction initiale de la circulation à un périmètre de 100km a rendu incertaine la possibilité d'étudier ces sites. Ainsi, La Haie et le Bois d'Orcan seront étudiés en 2021 et Kerguélidic et Guerven ont été étudiés cette année.

Cependant, la partie historique ayant été traitée avant cette décision, l'analyse a été réalisée pour l'ensemble des 9 sites.

L'évaluation de l'état de restauration de la flore des zones humides restaurées est réalisée à l'aide de deux méthodes de suivi : des suivis simples et des suivis approfondis. Tous les sites font l'objet de suivis simples (cartographie des végétations, analyse des végétations, transects irréguliers et comparaison avec des sites de référence). Étant donné le grand nombre de sites étudiés, tous ne peuvent être soumis à suivi approfondi donc seuls quelques sites le sont. Ces suivis consistent à mettre en place de protocoles plus complexes afin de comprendre quels sont les processus impliqués dans le fonctionnement des sites. Pour l'étude du fonctionnement hydrologique par exemple, l'évolution du niveau d'eau relatif dans le cours d'eau et la nappe est suivi à l'aide de sondes de niveau sur 3 transects de 3 piézomètres ; pour l'étude de la faune, du piégeage passif est réalisé. Pour la partie floristique, en plus des autres méthodes, de transects réguliers sont réalisés. Dans ce rapport, seuls les suivis simples seront analysés.

Sur l'ensemble des sites restaurés, dans le cadre du programme ETREZH, un témoin a été défini. Néanmoins, la méthodologie d'évaluation utilisée a nécessité de créer un panel de parcelles de référence. Les sites témoins et les autres sites du panel de référence ayant été analysés de la même façon, aucune distinction ne sera faite dans cette étude : les sites témoins sont intégrés aux sites de référence.

# Partie I – Évolution paysagère autour des sites restaurés

## Introduction

Les zones humides sont des milieux sensibles aux changements comme en témoigne leur très forte régression au cours du temps. Ces modifications peuvent être analysées à différentes échelles : spatiale (étude mondiale ou paysagère) ou temporelle (étude à court, moyen ou long terme). En ce qui concerne l'étude spatiale, prendre en compte le paysage est intéressant. Un paysage est une matrice composée de plusieurs écosystèmes interconnectés entre eux. Les zones humides sont des écosystèmes qui s'intègrent dans cette matrice et sont donc connectées aux autres milieux situés à proximité (fonctionnement hydrologique partagé, déplacement de certaines espèces). Une modification dans le paysage peut donc impacter leur fonctionnement et donc les services qu'elles rendent. En effet, certaines fonctions des écosystèmes sont dépendantes d'échelles spatiales importantes (White and Walker 1997). La capacité d'une zone humide à reconquérir une fonction perdue dépend de nombreux facteurs dont sa nature et sa taille : une zone humide de taille importante retrouvera plus facilement des fonctions qu'une petite parcelle (Moreno-mateos et al. 2012).

Bien que recommandé par la SER (2004), peu d'études sur le succès de restauration prennent en compte l'intégration de sites dans le paysage (Ruiz-jaen and Aide 2005). L'étude à moyen terme de l'évolution de l'occupation du sol sur un périmètre donné autour d'un site permet d'apporter des informations concernant l'influence des activités humaines récentes sur l'état de l'écosystème actuel (tel que sa structure ou sa composition) et les interactions avec d'autres milieux alentours (continuité écologique). Elle permet aussi de visualiser les changements dans les politiques agricoles et les incidences sur les zones humides : les retournements de prairies et le drainage agricole sont des causes importantes de dégradation de ces zones (Dausse, à paraître).

Cette partie aura ainsi pour objectif de retracer les changements observables dans l'occupation du paysage autour des parcelles restaurées depuis les années 1950, par cartographie, par photo-interprétation. Cette phase permettra notamment d'identifier les moments clés liés à des grands changements d'usages par exemple.

## Matériel et méthodes

L'étude historique a été réalisée pour 9 sites d'études : le Bois d'Orcan, Keravilin, La haie, Pont-Guérin, Penn-ar-stang, Traou-Guern, Pégase V ainsi que Guervern et Kerguélidic. Pour cela, les photographies aériennes du site de l'IGN ont été utilisées (remonterletemps.ign). Afin de prendre en compte un pas de temps assez large pour visualiser une dynamique, 4 années ont été étudiées, à savoir 1950, 1970, 1990 et enfin 2010. Sur le site de Guervern, peu de photos historiques sont disponibles et l'analyse n'a pas été possible.

A partir de ces photographies et à l'aide du logiciel Qgis 3.12.0, un travail de photo-interprétation des formations végétales a été effectué. Différents milieux sont distingués :

- Les zones boisées
- Les prairies
- Les zones humides
- Les végétations herbacées ou arbustives (quand la distinction entre prairie et une zone arbustive ou boisée n'a pas été possible)
- Les cultures

## Occupation du sol de Pegase V (1952)

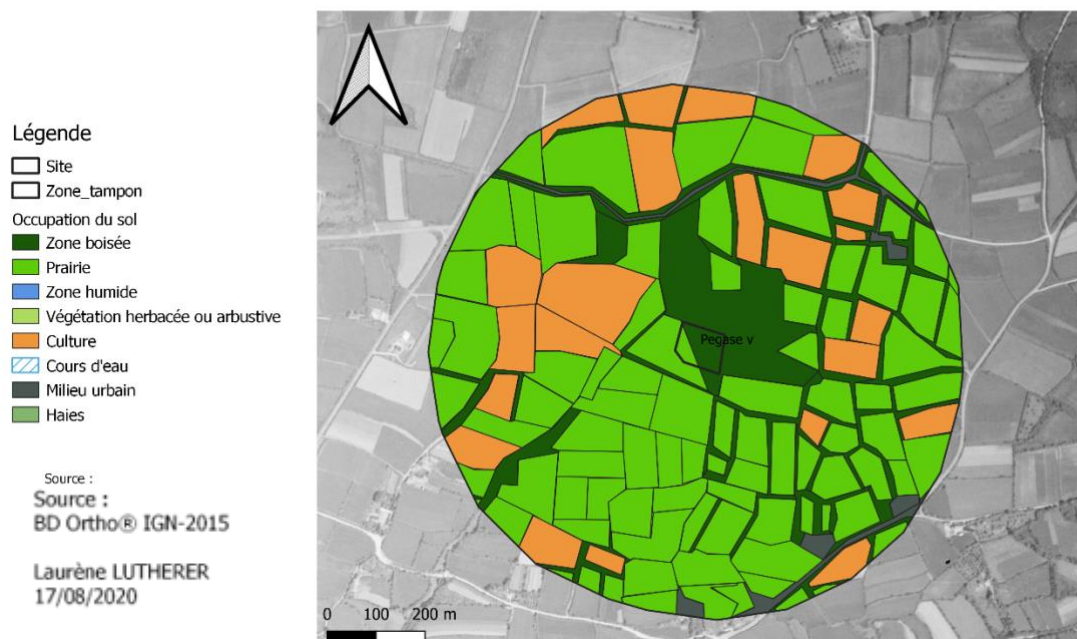


Figure 2: Occupation des sols sur le site de Pégase V (1952)

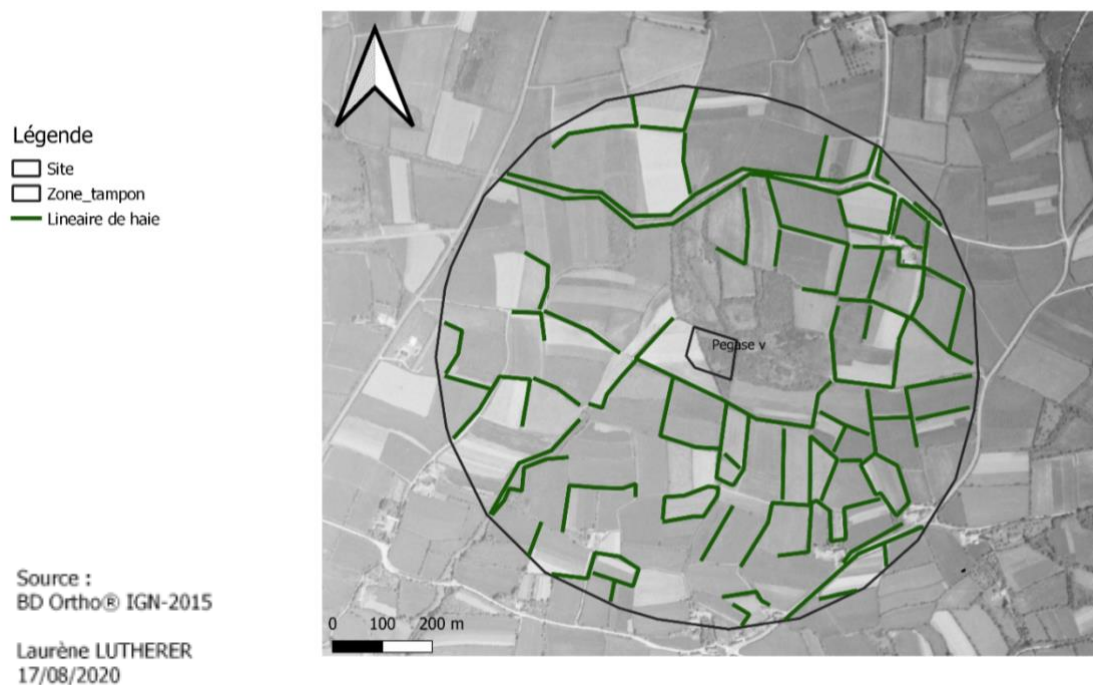


Figure 3: Linéaire de haie sur le site de Pégase V (1952)

- Les cours d'eau
- Les milieux urbains

Le rayon défini pour cette étude est de 500m afin de prendre en compte une partie de la matrice paysagère dans laquelle s'insère le site.

Le linéaire de haie présent dans le périmètre a également été analysé afin d'étudier l'évolution du paysage bocager entre 1950 et 2010. Ce travail a permis de calculer la densité du linéaire de haies sur chaque site. La formule est la suivante :  $I = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{S}$ , avec I la densité par mètre linéaire par hectare (ml/ha), n le nombre d'entité de haies,  $l_i$  la longueur de la haie (en m) et S la surface totale de la zone prise en compte (en ha) (Saliou, 2000).

Étant donné le grand nombre de cartes éditées au cours de cette étude (64 cartes au total), elles ne peuvent toutes apparaître dans ce rapport. Pour illustrer le travail réalisé, deux cartes sont tout de même insérées : il s'agit de l'occupation des sols et du linéaire de haies pour Pégase V ; pour l'année 1952 (figure 2 et 3).



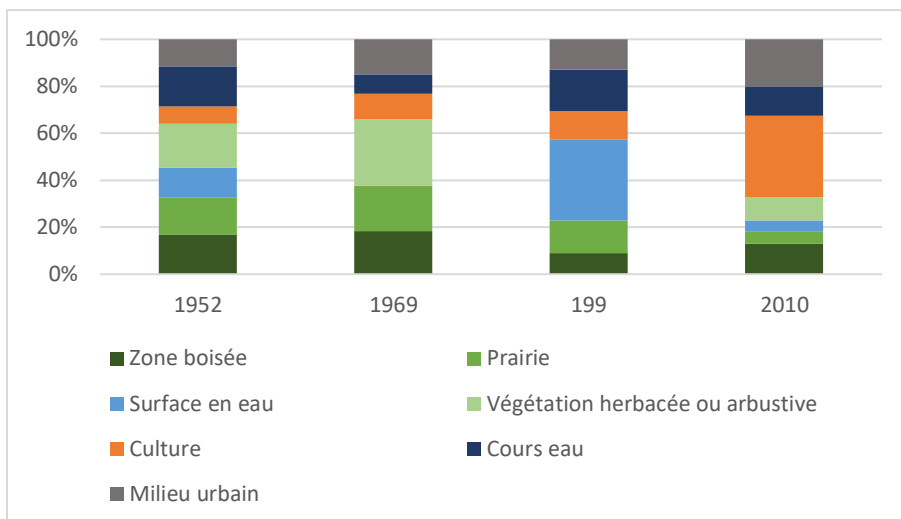


Figure 4 : Évolution de l'occupation du sol entre 1950 et 2010 sur le site du Bois d'Orcan

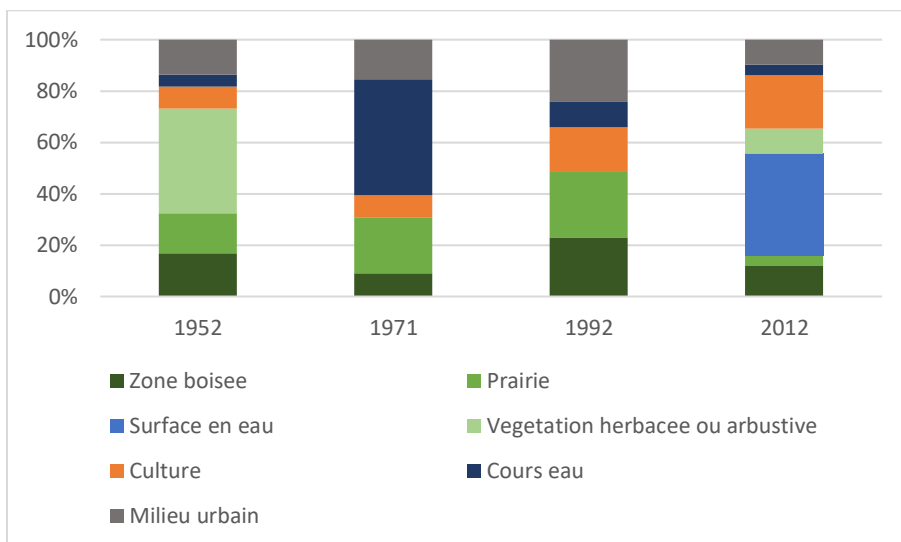


Figure 5 : Évolution de l'occupation du sol entre 1950 et 2010 sur le site de Keravilin

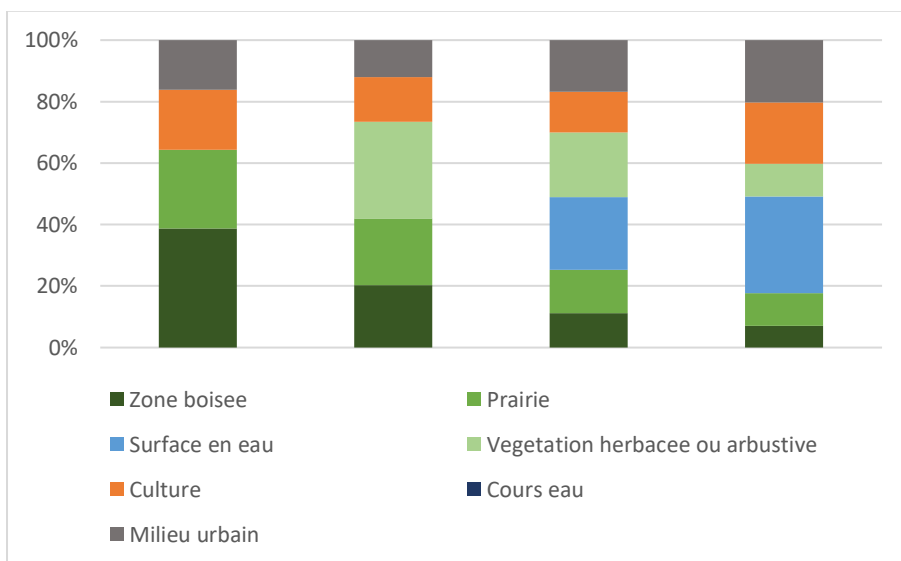


Figure 6 : Évolution de l'occupation du sol entre 1950 et 2010 sur le site de La Haie



## Résultats

### 1/ Description individuelle des sites

- Bois d'Orcan

Depuis 1950, l'occupation des sols autour du site a été fortement modifiée avec notamment une très forte diminution de la surface de prairies (la surface totale a été divisé par 3 : 70 ha en 1950 pour 20 ha en 2010). Les zones boisées ont également diminué puisqu'au cours du temps elles ont été réduites de moitié (presque 20 ha en 1950 et 10 ha en 2010). De plus, la densité de haie durant cette période montre une réduction à l'échelle du paysage. A l'inverse de ces milieux en pleine régression, les zones de cultures ont fortement augmenté et représentent, en 2010, 75% de la surface totale. Parmi les changements les plus importants, on trouve les travaux de suppression des drains agricoles souterrains qui ont eu lieu vers 2016.

- Keravilin

Sur ce site, les prairies ont diminué de moitié depuis les années 1950 puisque leur superficie de 50ha a été réduite à 20 ha. Le linéaire de haie est le second élément paysager à avoir fortement régressé puisque la densité est passée de 75 ml/ha à 12 ml/ha en 1990 et 2010. Enfin, les cultures sont devenues l'occupation du sol majoritaire au sein du paysage (elles représentent 60% en 2010) avec une forte augmentation entre les années 1990 et 2010. Les zones urbaines semblent s'être stabilisées au cours du temps. Cependant, le site semble subir une dégradation liée à une activité anthropique depuis les années 1990 jusqu'aux travaux de 2016 qui ont permis d'enlever le remblai.

- La Haie

Sur le site de 'la Haie', les zones boisées ont fortement diminué avec une réduction de moitié de leur surface. L'étude de la densité de haies montre que celle-ci a été fortement réduite dès les années 1970 (perte de 7 ml/ha). En ce qui concerne les cultures, leur superficie a été doublée depuis 1950 et aujourd'hui elles sont majoritaires puisqu'elles occupent 40% de la superficie totale (les prairies sont le second milieu le plus présent avec 35% de la surface). L'urbanisation a aussi augmenté au cours de ces dernières années. Enfin, entre 2016 et 2017, des travaux ont été réalisés afin d'enlever les drains souterrains agricoles qui étaient présents sur le site.

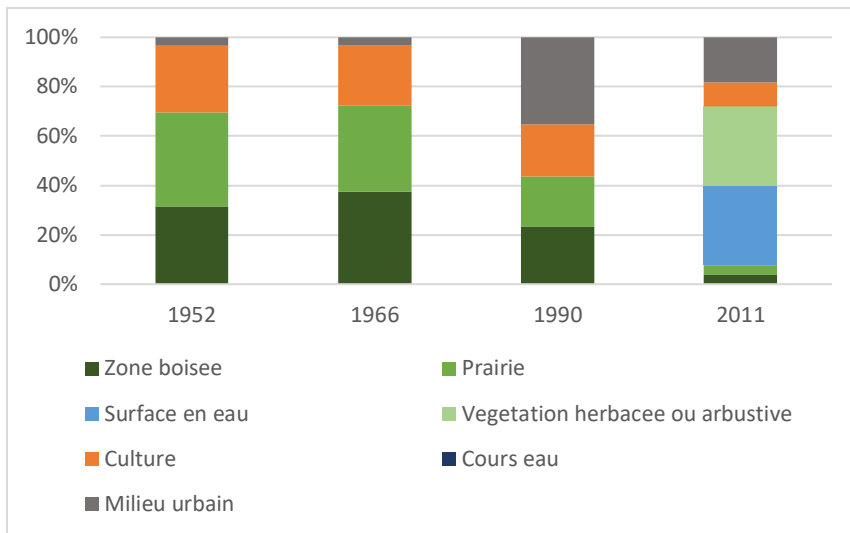


Figure 7: Évolution de l'occupation du sol entre 1950 et 2010 sur le site de Pégase V

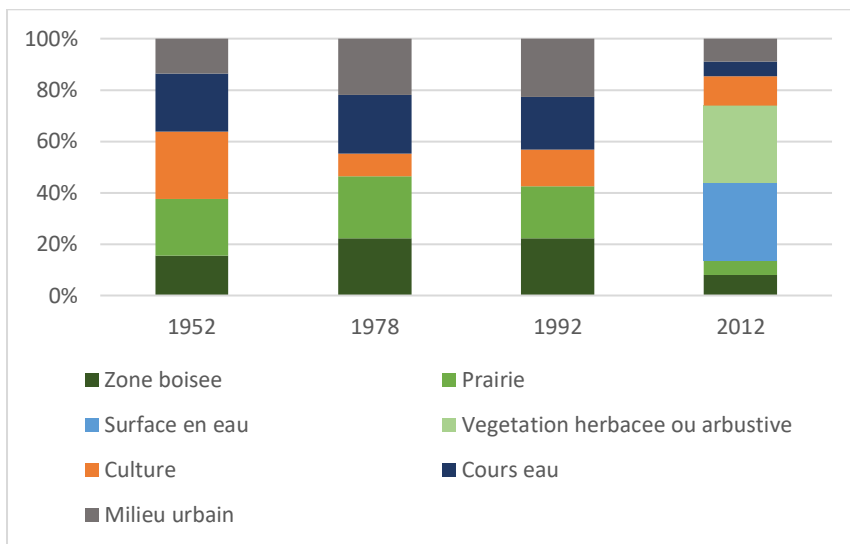


Figure 8: Évolution de l'occupation du sol entre 1950 et 2010 sur le site de Penn-ar-stang

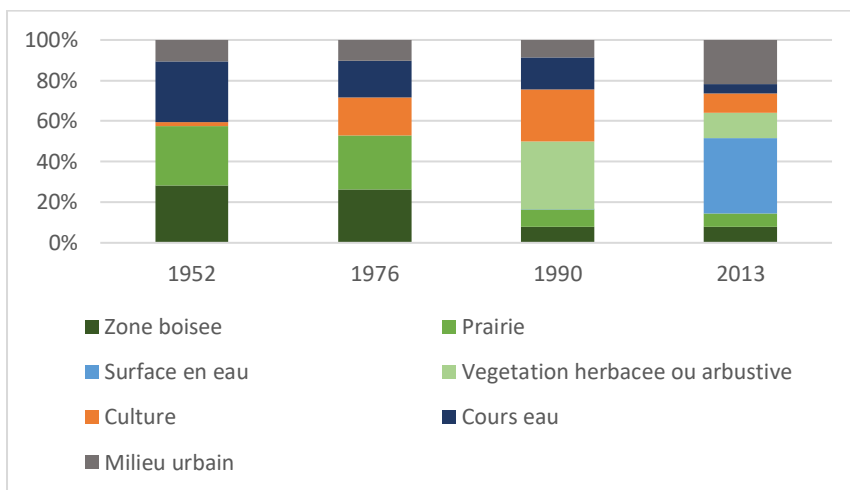


Figure 9: Évolution de l'occupation du sol entre 1950 et 2010 sur le site de Pont-Guérin

- Pégase V

Le site de Pégase V, a subi de nombreux changements au cours du temps. Dans un premier temps entre 1950 et 1970, la parcelle a peu changé (le paysage est assez stable). Cependant, après cette date, l'occupation des sols va être beaucoup modifiée. Tout d'abord, la zone industrielle à proximité va s'agrandir jusqu'à doubler sa superficie au sein de la zone étudiée entre 1990 et 2010. La part de milieu urbain va donc largement augmenter et devenir le milieu le plus représenté dans les années 2010 (45 % de la superficie totale). En effet, au début des années 2000, des routes ont été construites, ce qui modifie profondément le paysage (ainsi que la parcelle dont la surface initiale a été réduite de moitié). Cette urbanisation joue un rôle important dans la disparition progressive du milieu majoritairement représenté jusqu'à 1990, à savoir les prairies (elles représentaient presque 40 % en 1990 et seulement 20% en 2010). De même, à partir de 1970, les zones boisées ont régressé (avec notamment une perte de la moitié des haies présentes dans ce périmètre). Enfin, en 2016 des travaux ont permis d'enlever les matériaux liés à la construction de la route présents sur le site.

- Penn-ar-stang

Les changements observés aux alentours de ce site sont moins prononcés. Le milieu qui a été le plus modifié sont les prairies dont les surfaces ont baissé entre 1950 et 2010 mais restent néanmoins dominantes puisqu'elles représentent 45% de la surface étudiée en 2010. Les zones urbaines et les cultures ont très légèrement augmenté, ainsi que la surface boisée totale. Cependant, le linéaire de haie, qui était le plus dense en 1950, a fortement diminué durant ces dernières années avec environ 100 ml/ha de haie qui ont disparu. Enfin, en 2016, des travaux de restauration ont été réalisés sur le site afin de retirer le remblai (matériaux liés à la construction d'une route) jusqu'à l'horizon organique.

- Pont-Guérin

Jusqu'à 1990, autour du site de Pont-Guérin la superficie des zones en cultures a beaucoup augmenté mais en 2010, leur superficie a légèrement baissé. En effet, avec presque 50 ha de cultures en 1970, c'était le milieu dominant tandis qu'en 2010, il n'y avait plus qu'une vingtaine d'hectares. Les prairies ont baissé de moitié depuis 1950 mais elles restent majoritaires sur le site avec 35 % de la surface sur la dernière année d'étude, à savoir 2010. Les zones boisées ont également diminué et la densité de haie a beaucoup baissé, notamment sur la période entre 1950 et 1990 (perte de 100 ml/ha de haie). En ce qui concerne le milieu urbain, il a augmenté au début des années 2000 avec notamment la construction de bâtiments industriels à proximité du site. Enfin, une zone de surface en eau est apparue vers 2000 avant de laisser la place à un nouveau milieu herbacé.

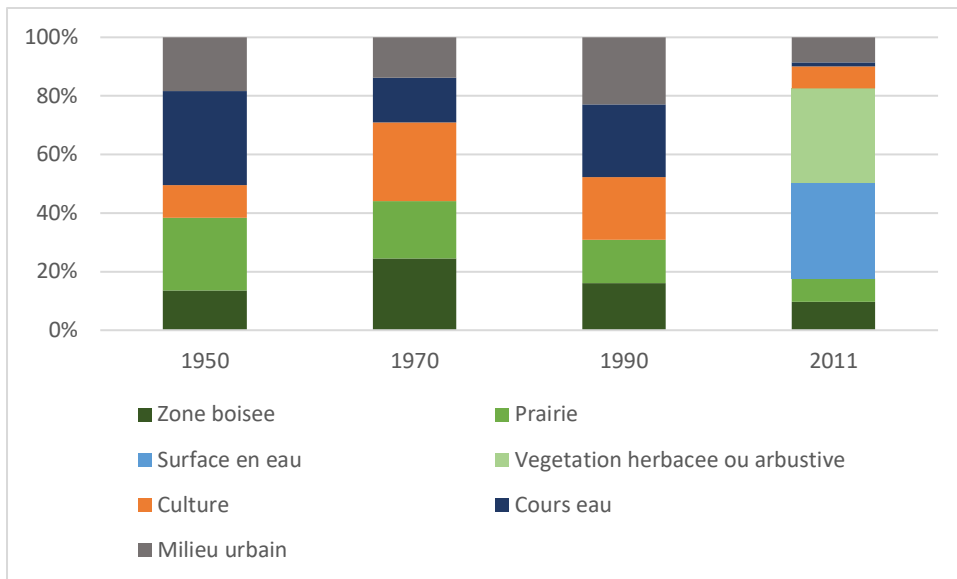


Figure 10: Évolution de l'occupation du sol entre 1950 et 2010 sur le site de Traou-Guern

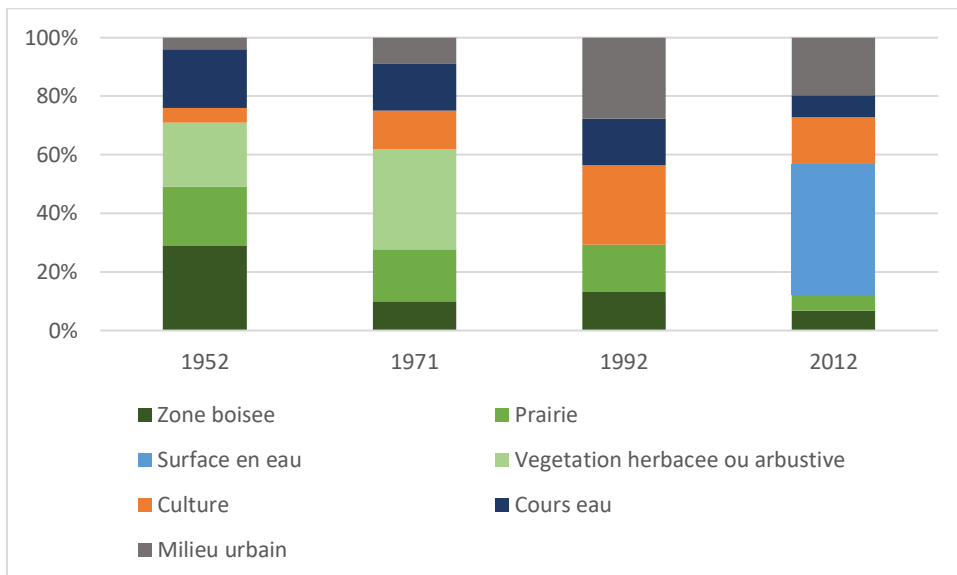


Figure 11: Évolution de l'occupation du sol entre 1950 et 2010 sur le site de Kerguélidic

- Traou-Guern

Le site de Traou-Guern est celui qui est le plus stable dans le temps. En effet, aucun milieu n'a subi de profonds changements. La superficie des prairies a baissé mais reste majoritaire (avec plus de 40 ha, elles représentent 60% sur le périmètre étudié), tandis que les cultures et les zones boisées ont augmentés. Les zones urbaines sont restées assez stables depuis 1950. Cependant la densité de haie a baissé, principalement entre les années 1970 et 1990. Enfin, des travaux ont eu lieu en 2010 afin d'enlever les travaux de constructions présents sur le site.

- Kerguélidic

Sur ce site, on observe une très forte hausse de l'urbanisation sur la période étudiée. C'est le milieu dominant en 2012 avec 40% de la surface totale alors qu'en 1990 les surfaces étaient équivalente à celles des prairies (environ 30% pour chaque milieu). En effet, en 1950, ce milieu s'étendait sur 10 ha tandis qu'en 2010, il est passé à presque 40 ha. Au contraire, les boisements (principalement représentés par la présence de haies dans la matrice paysagère) ont fortement diminué : entre 1950 et 1970, ils ont perdu la moitié de leur surface (cependant cette interprétation visuelle peut être également influencée par une qualité de photo réduite en 1970). Ensuite, les prairies ont perdu de leur superficie tandis que les cultures ont augmenté (proportion moindre que sur certaines parcelles à cause du quartier résidentielle qui s'est rapidement installé autour de la parcelle).

## 2/ Tendances générales du contexte paysager des sites restaurés

Parmi les changements d'occupation des sols qui sont apparus au cours du temps sur les différents sites, il existe certaines similitudes. En effet, l'ensemble des parcelles ont subi une baisse des surfaces en prairies, malgré des amplitudes variables selon les zones concernées. De la même façon, la plupart des sites ont perdu des zones boisées (les parcelles qui n'ont pas subi une diminution ont une surface boisée stable depuis les années 1950), et sur l'intégralité des sites la densité de haies a été réduite de moitié (figure 12) avec une diminution moyenne de 87 ml/ha.

Sur la plupart des sites on observe une hausse de la surface des milieux urbains ainsi que des cultures (les sites n'ayant pas subi une hausse de ces milieux étaient stables au cours du temps). La hausse du milieu urbain est souvent liée à la construction de nombreuses habitations à proximité des sites. Ensuite, tous les sites ont progressivement perdu des parcelles en prairies, de façon plus ou moins importante. Par exemple, la superficie des praires sur le site de Pégase V a été divisé par 3 durant les 50 dernières années tandis que sur le site de Traou-Guern, la baisse a été plus modérée.

Enfin, la taille des parcelles a beaucoup changé depuis 1950. Leur taille moyenne a augmenté de 0,57 ha sur l'ensemble des sites (figure 13). La plus forte variation est observée autour de Bois d'Orcan avec une hausse d'environ 1,5 ha et la plus faible est celle de Penn-ar-stang avec une hausse d'environ 0,15 ha.

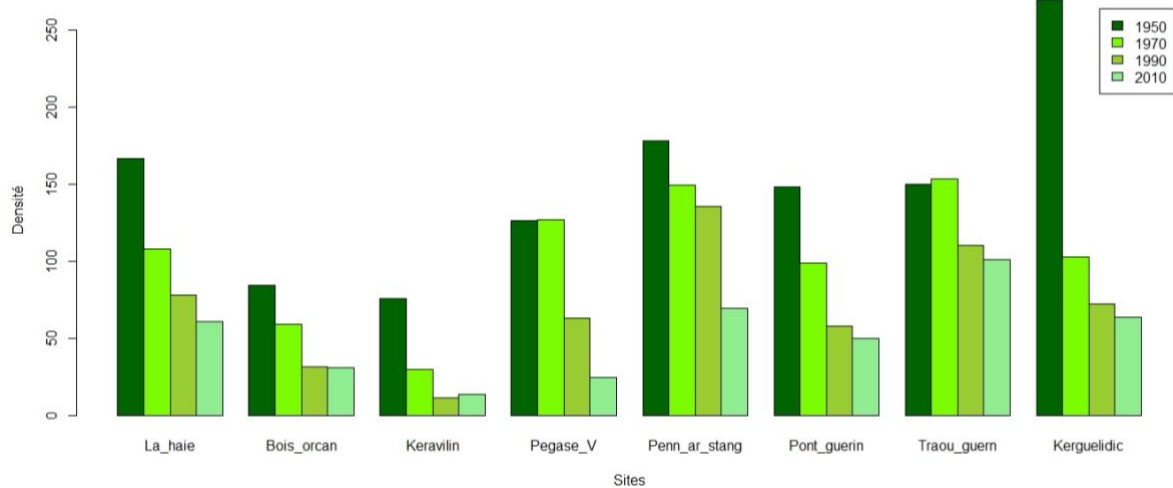


Figure 12: Densité du linéaire de haies entre 1950 et 2010 sur les sites restaurés

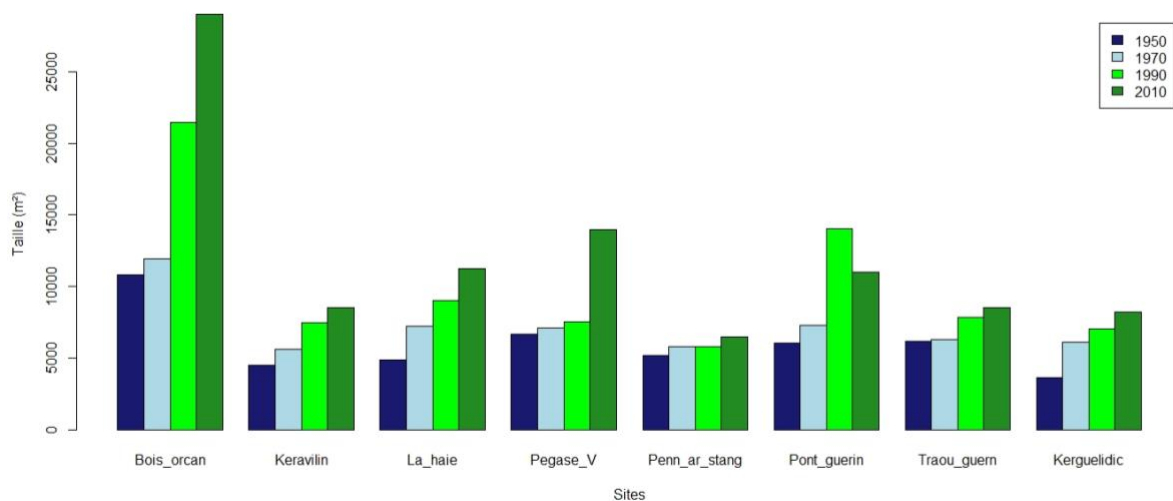


Figure 13: Évolution de la taille moyenne des parcelles sur les sites restaurés

Tableau 2: Récapitulatif de l'évolution de chaque milieu sur les sites d'études entre 1950 et 2010. En vert, il s'agit d'une baisse de la surface occupée et en rouge il s'agit d'une hausse de la surface.

Sites	Département	Boisement	Prairie	Culture	Milieus urbain
Bois d'Orcan	35	21%	27%	27%	0%
La haie	35	27%	6%	17%	20%
Pont-guérin	35	13%	18%	23%	46%
Keravilin	29	1%	19%	37%	1%
Kerguelidic	29	36%	24%	27%	37%
Pégase V	22	16%	22%	7%	54%
Penn-ar-stang	22	7%	9%	4%	12%
Traou-guern	22	13%	7%	9%	3%

## Discussion

L'analyse de l'évolution de l'occupation des sols autour des différents sites d'études sur une durée de 50 ans a mis en évidence plusieurs tendances générales. Le changement le plus flagrant est la baisse de la surface en prairie qui est commune à l'ensemble des sites. De même pour les boisements (incluant les haies) qui ont régressé durant ces dernières années. A l'inverse des cultures ont augmentés dans la plupart des sites. Depuis 1950, on peut aussi constater une urbanisation croissante ainsi qu'une hausse de la taille moyenne des parcelles.

Cette tendance d'une intensification des cultures au détriment des prairies ainsi qu'un agrandissement des parcelles avec une réduction des haies, est cohérente avec un phénomène mondial : durant les derniers siècles, les zones cultivées ont augmenté de 12 millions de km<sup>2</sup> alors que les zones boisées et les prairies ont diminuées de respectivement 12 millions de km<sup>2</sup> et 5,6 millions de km<sup>2</sup> (Richard 1990). A l'échelle de la France, la tendance observable est une diminution dans la densité des haies : entre 1975 et 1987. Elles ont en moyenne diminué de 45 000 km tous les ans (1 244 110km en 1975 alors qu'en 1987 il y avait 707 605km de haie sur le territoire). Actuellement, on estime que 70% des haies qui étaient présente au début du XXème siècle ont disparu en France (Del Fabbro and Prati 2015)(ONCFS 2017).

Enfin, en ce qui concerne la Bretagne, une des grandes régions bocagères de France, le même constat peut être fait. Comme vu dans les résultats, la taille des parcelles a augmenté, ce qui a eu pour conséquence de réduire la densité du linéaire de haies, ce qui est cohérent avec la politique de remembrement agricole de l'époque. Ainsi, entre 1996 et 2008, le bocage breton a baissé d'environ 12% (la partie la plus impactée est l'Ille-et-Vilaine avec une perte de 18%) (Bretagne 2010). Le paysage bocager en Bretagne a fortement diminué depuis les années 1950 avec l'apparition d'un nouveau modèle agricole mécanisé (OEB (observatoire de l'environnement en Bretagne) 2018). Cette perte progressive se fait donc largement ressentir à l'échelle du paysage.

Si l'on compare les résultats selon les départements, deux tendances semblent se dessiner : les changements observés en Ille-et-Vilaine sont les plus prononcés et les changements observés dans les Côtes d'Armor sont les plus modérés : les changements d'occupation des sols moyens sont de 20% en Ille-et-Vilaine et de 13% dans les Côtes d'Armor. En effet, les tendances générales de l'Ille-et-Vilaine sont bien visibles sauf pour les zones urbaines à proximité du bois d'Orcan qui ont peu évolué ; tandis que dans les Côtes d'Armor, les milieux sont plus stables (tableau 2). Enfin, dans le Finistère, les résultats sont plus contrastés : l'occupation du sol autour de Keravilin est stable tandis que le contexte paysager de Kerguélidic a beaucoup changé.

Ces analyses ont permis d'avoir une première vision de l'évolution du contexte dans lequel se situe les parcelles restaurées mais pourront servir de base pour d'autres approches dans le cadre du programme. Par exemple, il est possible de coupler ces informations avec une analyse des impact de ces changements sur la continuité écologique ou de faire le lien avec les zones humides potentielles.





## Partie II : Évaluation des parcelles restaurées

### Introduction

Afin d'évaluer l'intégrité fonctionnelle des sites après travaux de restauration, l'utilisation d'un panel de références peut être nécessaire. En effet, les travaux de restauration des parcelles étudiées dans ce projet ont été réalisés avant le début de l'étude donc aucun état initial n'a été effectué. Afin de pouvoir déterminer si les fonctions cibles des zones humides ont été retrouvées, à savoir les fonctions hydrologiques, biologiques et biogéochimiques, elles seront comparées avec un panel de parcelles de référence c'est à dire considérées comme étant en bon état écologique.

D'après la [SER \(2004\)](#), un site de référence « peut servir de modèle pour planifier un projet de restauration et servir plus tard dans l'évaluation de ce projet ». La création d'une référence peut se faire à l'aide d'un seul ou de plusieurs sites ([Suganuma and Durigan 2015](#); [Cristofoli and Mahy 2010](#); [White and Walker 1997](#); [SER 2004](#); [Zhao et al. 2016](#); [Brinson and Rheinhardt 1996](#)). Dans cette étude, ce sont plusieurs sites qui ont été utilisés ce qui permet de prendre en compte la variabilité locale dans la comparaison des sites dégradés ([Craft 2011](#)). A chaque site est attribué des sites de référence localisés à proximité et n'ayant pas subi de dégradation au cours du temps. Ce sont des sites 'en bon état de conservation'. Pour pouvoir comparer les sites dégradés avec les références, les conditions hydrogéomorphologiques doivent être similaires.

Au cours du précédent projet (RERZH), une base de données avec un panel de sites de référence à l'échelle du Finistère a déjà été créée ([Chevalier 2014](#) ; [Thiry 2015](#)). Ces données seront intégrées à l'analyse et complétées à l'échelle de la Bretagne.

Cette partie comporte 2 objectifs principaux. Dans un premier temps, il s'agit de caractériser la végétation sur les sites en réalisant une cartographie de ceux-ci ainsi que des transects irréguliers. Ensuite les sites de référence qui ont été choisis seront analysés puis seront comparés avec les parcelles restaurées afin de conclure sur l'état des zones humides restaurées.

### Matériel et méthode

#### 1/ Choix des parcelles de référence

Afin de compléter le panel de sites de référence établi pour le Finistère en 2014 et 2015 ([Chevalier 2014](#) ; [Thiry 2015](#)), la même démarche a été mise en œuvre. Les parcelles de référence potentielles ont été pré-localisées sur la base de différentes couches intégrées sous SIG tels que les inventaires communaux des zones humides et le RPG (Registre Parcellaire Graphique). Plusieurs paramètres ont été pris en compte pour la sélection des parcelles notamment : leur localisation, l'occupation du sol et les données géomorphologiques. En effet, les parcelles de référence doivent répondre aux critères suivants :

- Elles doivent être localisées à proximité des sites restaurés (distance inférieure à 5km)
- Les conditions hydro-géomorphologiques doivent être similaires
- La végétation en place doit correspondre à une prairie humide (milieu cible)
- Les parcelles doivent être en 'bon état de conservation'. Aucune dégradation ne doit être visible sur le site.

Pour chaque site d'étude, plusieurs parcelles de référence ont été présélectionnées. Cependant, certaines parcelles ne sont pas toujours bien renseignées dans les inventaires. Ainsi, les

inventaires communaux comportent des incohérences entre la classification Corine Biotopes et la réalité du terrain, étant donné que certains milieux ont évolués depuis la réalisation de ceux-ci. Par exemple, des parcelles renseignées dans les inventaires des zones humides il y a quelques années ont depuis été converties en cultures. Pour pallier ces problèmes, des visites de terrain et un entretien avec chaque correspondant locaux a permis d'affiner le choix des parcelles de référence et d'obtenir des informations complémentaires ainsi que l'autorisation d'intervenir pour réaliser des relevés de végétation.

Au total, 17 parcelles de référence ont été retenues et caractérisées cette année. Pour le site de Guervern et de Kerguélidic, les données du panel de référence qui avait été acquises dans le cadre des études précédentes ont été utilisées. Suite à des problèmes de calendrier, Pégase V ne possède pas de parcelles de référence en dehors de son témoin, néanmoins le site de Traou-guern étant proche les parcelles de référence choisies pour celui-ci peuvent être utilisés. L'ensemble des parcelles de référence sont intégrées au panel.

## 2/ Protocoles d'observation

### a/ Cartographie et description de la végétation

Afin de caractériser la végétation présente, une cartographie des sites a été réalisée sur l'ensemble des parcelles (restaurés et références).

Pour réaliser une cartographie de la végétation, au sein de chaque parcelle, les zones homogènes d'un point de vue floristique et physiognomique sont identifiées et caractérisées et leurs contours sont tracés directement sous QGIS à l'aide d'une tablette de terrain équipée d'un GPS.

Ensuite, sur toutes les zones homogènes définies, un relevé phytosociologique est effectué sur une surface floristiquement homogène supérieure à 25m<sup>2</sup> (surface qui correspond à l'aire minimale pour une prairie) (Meddour 2011). Une fois toutes les espèces déterminées, un coefficient d'abondance dominance de Braun-Blanquet leur est attribué et les informations complémentaires sont indiquées (hauteur de végétation, recouvrement total, surface du relevé ...).

Pour faciliter les analyses, des codes ont été attribués aux différents sites. Les codes sont les suivants :

- Guervern : GV
- Keravilin : K
- Kerguélidic : KP
- Pégase V : PV
- Penn-ar-stang : PAS
- Pont-guérin : PG
- Traou-guern : TG
- Si le code est suivi d'un 'T' alors il s'agit d'un site témoin
- Si le code est suivi d'un 'R' alors il s'agit d'un site de référence
- Le chiffre suivant le code est le numéro du relevé. Par exemple, le relevé effectué dans la première zone du site témoin de Pégase V aura pour code 'PVT1'.

A partir de ces relevés, un rattachement phytosociologique a été réalisé (classification phytosociologique allant jusqu'à l'alliance pour cette étude) et mis en correspondance avec les typologies d'habitats existantes (codes EUNIS et Corine Biotopes). Ces données permettent ainsi d'établir un état des lieux global des végétations en place sur les sites et donnent une première idée de comparaison avec les sites de référence. Les rattachement phytosociologiques sont ajoutés à la cartographie de terrain.

#### b/ Transects irrégulier

Sur les sites restaurés, un transect irrégulier est mis en place suivant le gradient d'humidité du site. Ce transect est localisé d'un bout à l'autre du site de façon à prendre en compte le plus grand nombre possible de végétations (deux transects peuvent être réalisés si la configuration ne permet pas d'en réaliser un seul). Un décimètre de 50m est déroulé le long du site, suivant la pente du site et les différentes zones avec des végétations homogènes sont identifiées et délimitées (figure 14). A partir de cette distinction, les relevés vont être effectués sur 1m de chaque côté du décimètre : toutes les espèces sont identifiées et une estimation de leur recouvrement permet de leur attribuer un pourcentage de recouvrement. La hauteur moyenne de la végétation ainsi que la longueur de chaque tronçon sont également renseignées.

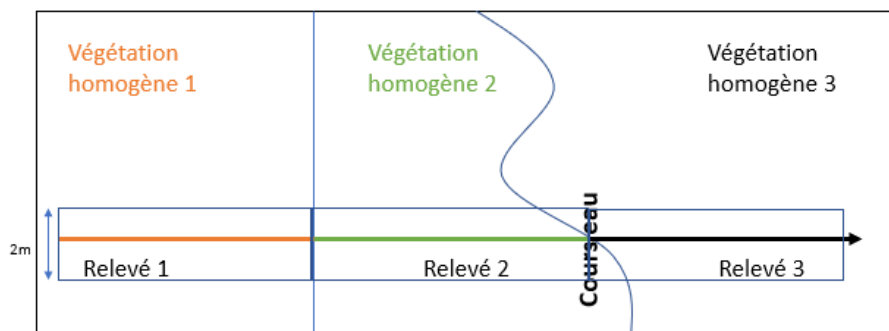


Figure 14: Représentation schématique d'un transect irrégulier

Sur ces segments, différentes analyses sont faites, à savoir des profils pédologiques, la densité du sol par pénétrométrie, des prélèvements d'échantillons de sol pour analyser les teneurs en C, N et P du sol et ainsi que des échantillonnages de la faune (araignées, carabes, orthoptères, odonates). Des analyses de la qualité de l'eau et des mesures du niveau de nappe sont également prévues sur certains sites. Durant ce stage, seuls les relevés de végétation sont réalisés.

Ces différentes mesures pourront ensuite être comparées et permettre une compréhension globale des sites. Dans le cadre de cette étude, peu de paramètres sont étudiés car les autres données ne sont pas disponibles pour des raisons de matériel, de période du protocole, et de la crise sanitaire qui a décalé certains traitements des échantillons. Seule la pénétrométrie a pu être mesurée le long des transects à l'aide d'un pénétromètre manuel. Ce paramètre permet de mesurer la compaction du sol (Herrick and Jones 2002).

Sur les transects, deux types analyses ont été réalisées. Tout d'abord, à l'aide du travail effectué sur les espèces indicatrices de zones humides, une étude de l'humidité a été réalisée. A chaque espèce l'indice de d'Ellenberg pour l'humidité adapté par Hill a été attribué (ECOFACT2 1999).

Tableau 3: Échelles des valeurs pour le coefficient d'humidité (F) selon HILL et al. 2004

Code	Explanation
1	Indicator of extreme dryness, restricted to soils that oft en dry out for some time (Corynephorus canescens, Helianthemum apenninum, Koeleria vallesiana)
2	Between 1 and 3 (Clinopodium acinos, Saxifraga tridactylites, Sedum acre)
3	Dry-site indicator, more oft en found on dry ground than in moist places (Asplenium trichomanes, Centaurea scabiosa, Spergularia rubra)
4	Between 3 and 5 (Arctium minus, Hefi ctotrichon pratense, Iris foetidissima, Thymus polytrichus)
5	Moist-site indicator, mainly on fresh soils of average dampness (Anthriscus sylvestris, Euphorbia amygdaloides, Hyacinthoides non-scripta, Solarium nigrum)
6	Between 5 and 6 (Agrostis stolonifera, Empetrum nigrum, Rumex crispus)
7	Dampness indicator, mainly on constantly moist or damp, but not on wet soils (Carex ovalis, Dactylorhiza maculata, Pulicaria dysenterica, Ranunculus repens)
8	Between 7 and 9 (Cardamine pratensis, Equisetum telmateia, Phalaris arundinacea, Schoenus nigricans)
9	Wet-site indicator, oft en on water-saturated, badly aerated soils (Drosera rotundifolia, Myosotis scorpioides, Vaccinium oxKoccus, Viola palustris)
10	Indicator of shallow-water sites that may lack standing water for extensive periods (Alisma plantago-aquatica, Carex limosa, Ranunculus finguia, Typha latifolia)
11	Plant rooting under water, but at least for a time exposed above, or plant fl oating on the surface (Lemna minor, Nuphar lutea, Sagitt aria sagittifolia, Schoenoplectus lacustris)
12	Submerged plant, permanently or almost constantly under water (Isoetes lacustris, Potamogeton crispus, Ranunculus circinatus, Zostera marina)

Sur le même principe, une analyse du recouvrement des espèces selon leur habitats préférentiel a été réalisée. Ces données sont issues de la base de données Baseflor (Julve 1998) et ont été simplifiées selon 5 grands types d'habitats, à savoir :

- Bois et ourlet
- Prairies, pelouses et landes
- Tourbières et landes humides
- Milieux aquatiques
- Prairies humides et mégaphorbiaies
- Na (certaines espèces ne sont pas renseignées : ce sont des espèces qui n'ont pas été identifiées à l'espèces tel que *Rumex sp*)

### 3/ Analyses et comparaison des sites restaurées

#### a/ Espèces indicatrices de zones humides

L'objectif de la restauration étant de rétablir une végétation typique des zones humides, une liste des espèces indicatrices a été établie. Pour cela, deux critères ont été utilisés. Tout d'abord, les indices d'Ellenberg pour l'humidité adapté par Hill (EcoFact2 1999) ont été attribués aux espèces. Ces indices vont de 4 à 11 dans la liste des taxons relevés sur les sites (tableau 3) :

- Pour les codes allant de 4 à 6, il a été considéré que sont des taxons mésophiles,
- Entre 7 et 8, ce sont des espèces mésohygrophiles
- Entre 9 et 11, ce sont les espèces hygrophiles.

Parmi les espèces présentes, seule *Lemna minor*, la petite lentille d'eau possède une valeur de 11 et a été ajoutée aux analyses car elle a été retrouvée dans des zones d'affleurement de la nappe et non dans le cadre d'eau stagnantes comme une mare.

Les espèces inscrites à l'Annexe II de l'arrêté du 24 juin 2008 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement ont été considérées comme des espèces hygrophiles.

La part de ces espèces dans les relevés phytosociologiques ainsi que sur les relevés issus des transects a pu être analysée.

#### b/ Analyses multivariées

Afin de comparer les sites restaurés avec les sites de référence, des analyses multivariées ont été réalisées sur l'ensemble des relevés. Tout d'abord, les sites de référence ont été isolés dans le jeu de données. Étant donné la nature du jeu de données, une Analyse en Composantes Principale (ACP) a été réalisée.

A la suite de l'ACP, une Classification Hiérarchique Ascendante (CAH) a été réalisée afin de constituer des groupes d'individus les plus similaires possibles. Pour la distance entre les clusters, c'est la méthode de 'Ward' qui a été choisie et pour les individus c'est la distance euclidienne qui a été utilisée.

Une fois le panel de référence sélectionné, une nouvelle ACP est réalisée en ajoutant les individus supplémentaires, c'est-à-dire en ajoutant les relevés des sites restaurés. Cette dernière étape

permet de regarder comment se positionnent les parcelles restaurées par rapport aux sites de référence. Les relevés les plus différents sont considérés comme non conforme au panel de référence.

## Résultats

### 1/ Caractéristiques générales de la flore

Au total, 17 sites de référence ont été recensés pour 7 sites restaurés. Ce qui correspond à 73 relevés qui ont été effectués dont 47 sur les sites de référence et 26 sur les sites restaurés. Sur l'ensemble des sites, 197 espèces ont été identifiées. Parmi ces espèces, 78 sont considérées comme mésophiles, 19 comme mésohygrophiles et enfin 73 hygrophiles (tableau 4).

Cependant, il existe certaines différences entre les sites restaurés et les sites de référence. En effet, il y a plus d'espèces présentes uniquement sur les sites restaurés que sur les sites de référence. De même, un plus grand nombre d'espèces hygrophiles ont été identifiées uniquement dans les sites restaurés (tableau 4).

Tableau 4: Récapitulatif des espèces observées uniquement dans les sites restaurés et dans les sites de référence.

Végétation	Restauré		Référence		Commune	Total
Mésophile	63 (29%)	18*	59 (24%)	14*	45	78
Mésohygrophile	16 (44%)	7*	13 (31%)	4*	9	19
Hygrophile	61 (26%)	16*	56 (20%)	11*	45	73
Na	16 (31%)	5*	22 (50%)	11*	11	26
Total	156 (29%)	46*	150 (27%)	40*	110	196

\* uniquement présente dans le type de site considéré

La richesse spécifique des sites restaurés est légèrement plus élevée que celle des sites de référence mais l'ANOVA réalisé sur les données indique qu'il n'existe pas de différences significatives (figure 15).

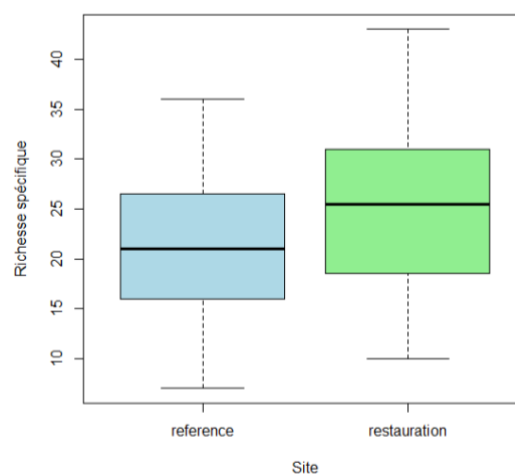


Figure 15: Richesse spécifique des sites restaurés et des sites de référence ( $p.value = NS$ )

L'ajout des sites de référence dont les relevés ont été réalisés par les précédents stages font passer les relevés au nombre de 105 et le nombre d'espèces à 219.

## 2/ Cartographies et description des sites

Sur l'ensemble des relevés réalisés sur des sites, 9 alliances phytosociologiques ont été identifiées. En moyenne, les sites restaurés sont plus hétérogènes que les sites de référence avec respectivement des moyennes de 2,4 et 1,9 groupements par site.

En ce qui concerne les sites restaurés, certains sont très homogènes, comme par exemple Traou-Guern qui est composé d'un seul groupement végétal. D'autres sont très diversifiés comme Penn-ar-stang qui est composé de 4 types de végétations différentes. Les autres sites sont composés de 2 ou 3 groupements.

Pour les sites de référence, les résultats sont identiques : la gamme de valeur oscille entre 1 et 4 groupements. Les moyennes pour les sites de référence sont inférieures pour Keravilin, Pégase V et Penn-ar-stang. Dans le cas de Pont-Guérin et de Traou-Guern, ce sont les sites de référence qui sont plus hétérogènes.

Les alliances décrites sont les suivantes :

Tout d'abord, le *Ranunculo repentis - Cynosurion cristati* Passarge 1969 : ce sont des prairies hygrophiles méso à eutrophes. Ce sont les grands types de milieux les plus représentés dans les relevés. Ils sont caractérisés par la présence d'espèces prairiales méso-hygrophiles et mésophiles. Les joncs sont souvent dominants. On retrouve cette alliance dans les relevés suivants : KR3-2, K1, KT2, PG1, PGR1-1, PGR1-2, PGR1-3, PGR2-1, PRG2-2, PRG3-1, PAS1, TGR1-1, TGR7-1, TGR3, TGR4-2, TGR4-3, TGR4-4, TGR5, TGR6, TGR2, PV1, PV2, PVT1, PVT2, PASR1-1, PASR1-4, PASR1-5, PASR2-1, PASR2-2, PASR2-3, PASR2-6, PAS3, TG1, TG2, TGT1, TGT3, TGT4, kr1-1. Sur PGR1-2, PGR1-3 et PVT1, les milieux tendent à se fermer par colonisation du saule. Sur TGT4 est en cours de fermeture par un roncier et PV2 est colonisé par l'Ajonc d'Europe.

La seconde alliance la plus présente est le *Convolvulion sepium* Tüxen in Oberdorfer 1949. Il s'agit de mégaphorbiaies de prairies humides abandonnées. Les espèces dominantes sont principalement le lierre terrestre (*Glechoma hederacea*), le liseron des haies (*Convolvulus sepium*), l'épilobe hérissé (*Epilobium hirsutum*) ainsi que de l'ortie (*Urtica dioica*) et l'Eupatoire à feuilles de chanvre (*Eupatorium cannabinum*). Les relevés concernés sont : PASR2-5, PAS7, KR3-3, KR3-4, kr1-2, PGR3-4, PAS2 et PAS5.

Ensuite, l'*Oenanthion fistulosae* correspond à des prairies longuement inondables caractérisées par la présence de nombreuses cypéracées. Ce sont des prairies humides eutrophes qui sont gérées par de la fauche ou du pâturage extensif. Cette alliance concerne les relevés suivants : KR3-1, KT1, PG2, PG3, PV3 et TGR1-2.

L'*Achilleo ptarmicae - Cirsion palustris* Julve & Gillet ex B. Foucault 2012 est également présente dans les relevés. Il s'agit également de mégaphorbiaies avec les espèces suivantes : *Juncus acutiflorus*, *Juncus effusus* et *Oenanthe crocata*. Ce sont donc des formations hautes, denses et diversifiées présentes dans les relevés suivants : GV2, PASR2-4, KP1 et PASR1-2. GV1 est une végétation qui est en transition et TGR7-2 est un début de mégaphorbiaie.

Le *Rhamno catharticae - Prunetea spinosae* Rivas Goday & Borja ex Tüxen 1962, sont des fourrés humides. La strate arbustive est souvent dominée par le saule roux (*Salix atrocinerea*) et la

strate herbacée est dominée par des espèces de mégaphorbiaies. Dans les relevés, cette alliance correspond à un roncier et n'est présente que dans le cas du relevé TGT2.

Il y a également le *Magnocaricion elatae* W. Koch 1926 (*Caricetum acutiformi - paniculatae* Vlieger & van Zinderen Bakker in Boer 1942). Ce sont des magnocaricaies (formations végétales à grand Carex). Les espèces dominantes sont des principalement des carex comme la Laïche paniculée (*Carex paniculata*) ou la laïche des marais (*Carex acutiformis*). Cette alliance est également présente que dans un seul relevé, il s'agit de PAS6.

L'*Impatiens noli-tangere - Stachyon sylvaticae* Görs ex Mucina in Mucina, Grabherr & Ellmauer 1993 est également présent pour un relevé. Cette alliance est caractérisée par la présence de *Impatiens noli-tangere* notamment. D'autres espèces sont fréquentes comme des carex (la Laïche à épis pendants *Carex pendula*, la Laïche espacée *Carex remota*) ou l'Epiaire des bois (*Stachys sylvatica*). Le relevé K2 correspond donc à un ourlet mésohygrophile méso-eutrophile.

Enfin, l'alliance *Juncion acutiflori* Braun-Blanquet in Braun-Blanquet & Tüxen 1952 et *Glycerio fluitantis - Sparganion neglecti* correspond au relevé K2. Il s'agit d'une prairie marécageuse. Les espèces caractéristiques de cette alliance sont des Joncs et des Laïches.

Huit relevés n'ont pas pu être rattachés car les végétations sont, soit trop mélangées pour être identifiables, soit en transition vers un autre milieu et ne sont pas non plus identifiable. Quant au relevé K3, aucun rattachement phytosociologique n'est possible car il s'agit d'une végétation qui a été semée.

Le code EUNIS le plus courant est le suivant : E3.4. Il correspond à des prairies eutrophes et mésotrophes humides ou mouilleuses. Ce sont des prairies qui sont dominées par des graminées et des Joncs. Le second milieu le plus présent correspond au code EUNIS E5.42, c'est-à-dire à des communautés à grandes herbacées des prairies humides. Dans la typologie EUNIS, ces milieux correspondent plutôt à des milieux avec des espèces non rudérales.

Quelques alliances correspondent au code EUNIS E5.43, à des lisières de forêt ombragées (ce sont les mégaphorbiaies). Le code D5.21 représente des milieux plus proches des tourbières hautes/bas marais : ce sont les magnocaricaies (communautés à grand Carex). Le dernier code, C3.1, est caractérisé par des formations à héliophytes riches en espèces.

Les cartes des sites restaurés correspondent aux figures 16 à 22. Les cartes des sites de référence sont en annexes ([Annexe 1](#)).





Source :  
BD Ortho® IGN-2015

Laurène LUTHERER  
17/08/2020

### Légende

Groupement végétal

■ Achilleo ptarmicae - Cirsion palustris Julve & Gillet ex B. Foucault 2011

■ En transition

■ Glycerio fluitantis - Sparganion neglecti

Figure 16: Cartographie des groupements végétaux de Guervern



Source :  
BD Ortho® IGN-2015

Laurène LUTHERER  
17/08/2020

### Légende

Groupements végétaux

Ranunculo repentis - Cynosurion cristati Passarge 1969

Impatienti noli-tangere - Stachyon sylvaticae Görs ex Mucina in Mucina, Grabherr & Ellmauer 1993

Prairie semée

Figure 17: Cartographie des groupements végétaux de Keravilin



## Légende

— rivière

Groupements végétaux

■ Achilleo ptarmicae - Cirsion palustris Julve & Gillet ex B. Foucault 2011

■ En transition

■ Entrée

Source :  
BD Ortho® IGN-2015

Laurène LUTHERER  
17/08/2020

Figure 18: Cartographie des groupements végétaux de Kerguélidic





### Légende

Groupements végétaux

Mare

Ranunculo repentis - Cynosurion cristati Passarge 1969

Oenanthion fistulosae

Source :  
BD Ortho® IGN-2015

Laurène LUTHERER  
17/08/2020

Figure 19: Cartographie des groupements végétaux de Pégase v



## Légende

### Groupement végétal

- Convolvulion sepium Tüxen in Oberdorfer 1949
- Juncion acutiflori Braun-Blanquet in Braun-Blanquet & Tüxen 1952
- Magnocaricion elatae W. Koch 1926 (Caricetum acutiformi - paniculatae Vlieger & van Zinderen Bakker in Boer 1942)
- Mare
- Ranunculo repentis - Cynosurion cristati Passarge 1969

Source :  
BD Ortho® IGN-2015

Laurène LUTHERER  
17/08/2020

Figure 20: Cartographie des groupements végétaux de Penn-ar-stang




Source :  
BD Ortho® IGN-2015

Laurène LUTHERER  
17/08/2020

## Légende

Groupements végétaux

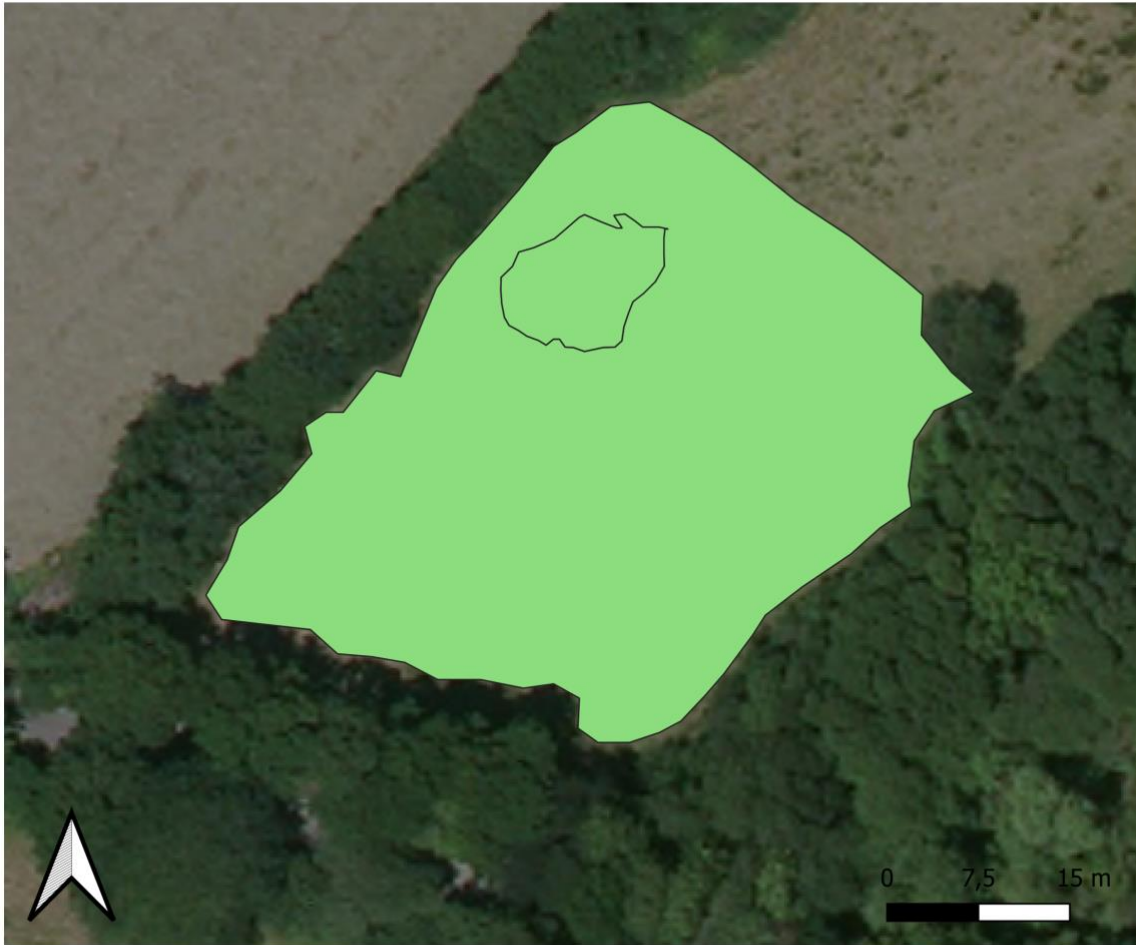
 Mare

 Ranunculo repentis - Cynosurion cristati Passarge 1969

 Oenanthion fistulosae

Figure 21: Cartographie des groupements végétaux de Pont-Guérin





### Légende

Groupements végétaux

Ranunculo repentis - Cynosurion cristati Passarge 1969

Source :  
BD Ortho® IGN-2015

Laurène LUTHERER  
17/08/2020

*Figure 22: Cartographie des groupements végétaux de Traou-Guern*

### 3/ Transects irréguliers

#### a/ Indice d'Ellenberg et habitats préférentiels

- Guervern

Pour le site de Guervern, les analyses qui ont été faites sur les relevés des transects mettent en avant un gradient d'humidité avec un relevé comprenant majoritairement des espèces mésohygrophiles puis des espèces majoritairement hygrophiles. Ces tendances sont cohérentes avec la mise en avant d'habitats préférentiels distincts pour les deux parties du transect. Le relevé mésohygrophile correspond à un milieu de tourbière tandis que la partie plutôt hygrophile comprend des espèces de milieux aquatiques, de prairies humides ainsi que de tourbières.

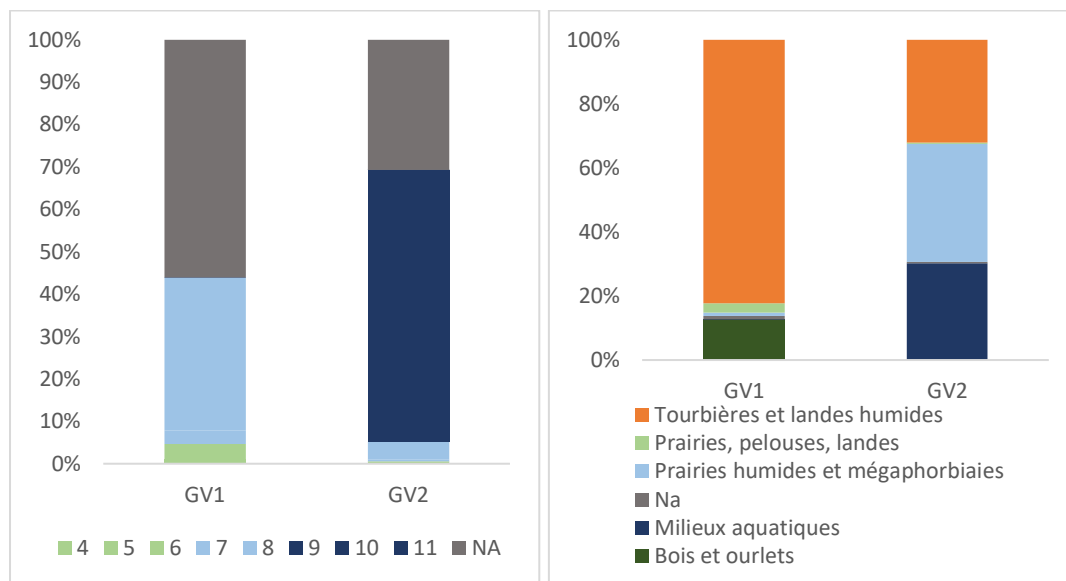


Figure 23: Recouvrement des espèces selon leur indice d'Ellenberg (gauche) et selon les habitats préférentiels (droite) le long du transect de Guervern

- Keravilin

Pour le site de Keravilin, les transects mettent en avant une tendance qui se dessine autour du cours d'eau traversant le site. En effet, K1 et K5 sont plutôt représentés par des espèces mésophiles, tandis que K2 et K4 qui sont au bord du cours d'eau comprennent majoritairement des espèces mésohygrophiles. Sur ce site, le gradient d'humidité est bien visible. En ce qui concerne les habitats préférentiels, la tendance est moins nette : les espèces de K1 sont des espèces de prairies tandis que K2 possède majoritairement des espèces de bois et d'ourlet. Les relevés suivant sont plus mélangés : K4 est un mélange entre tourbières, prairies humides et bois tandis que K5, bien que les prairies soient majoritaires, présente un recouvrement d'habitats de prairies humides et de bois qui est proches de celui de la prairie.



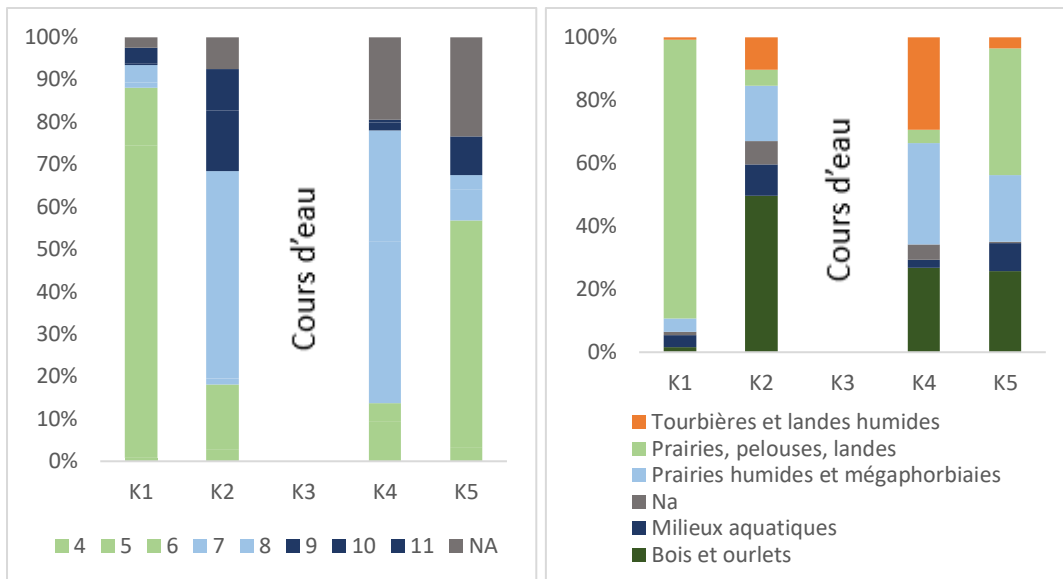


Figure 24: Recouvrement des espèces selon leur indice d'Ellenberg (gauche) et selon les habitats préférentiels (droite) le long du transect de Keravilin. K3 correspond au cours d'eau traversant le site.

- Kergéulidic

Sur le site de Kergéulidic, le gradient d'humidité est très visible. Le relevé KP2 correspond au cours d'eau qui traverse le site. KP1 est majoritairement représentés par des espèces hygrophiles tandis que KP3 et KP4 sont principalement des espèces mésohygrophiles. Enfin, le dernier relevé correspond à des espèces principalement mésophiles. Ces résultats sont également présents pour l'analyse des habitats préférentiels : KP1 est un mélange d'espèces de milieux aquatiques et de prairies humide tandis que KP3 et KP4 sont des espèces de prairies humides en majorité. KP5, quant à lui est représenté par des espèces de prairies avec quelques espèces de prairies humides.

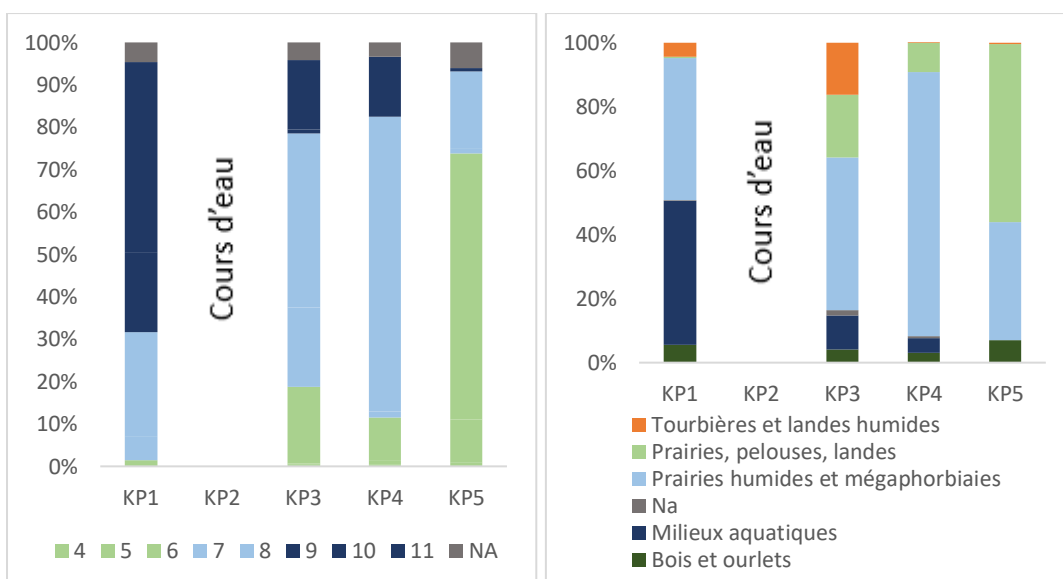


Figure 25: Recouvrement des espèces selon leur indice d'Ellenberg (gauche) et selon les habitats préférentiels (droite) le long du transect de Kergéulidic. KP2 correspond au cours d'eau traversant le site.

- Pégase V

Le site de Pégase V est un site assez homogène puisque seulement 2 relevés ont été réalisés. De plus le gradient d'humidité est moins visible. En effet, PV1 est principalement représenté par des espèces mésophiles tandis que PV2 est un mélange d'espèces mésophiles avec des espèces plutôt méso-hygrophiles. En ce qui concerne les habitats préférentiels, les espèces de PV1 sont plutôt typiques des prairies et pelouses tandis que pour PV2, les espèces se développent majoritairement dans des milieux de bois/ourlet ainsi que dans des tourbières.

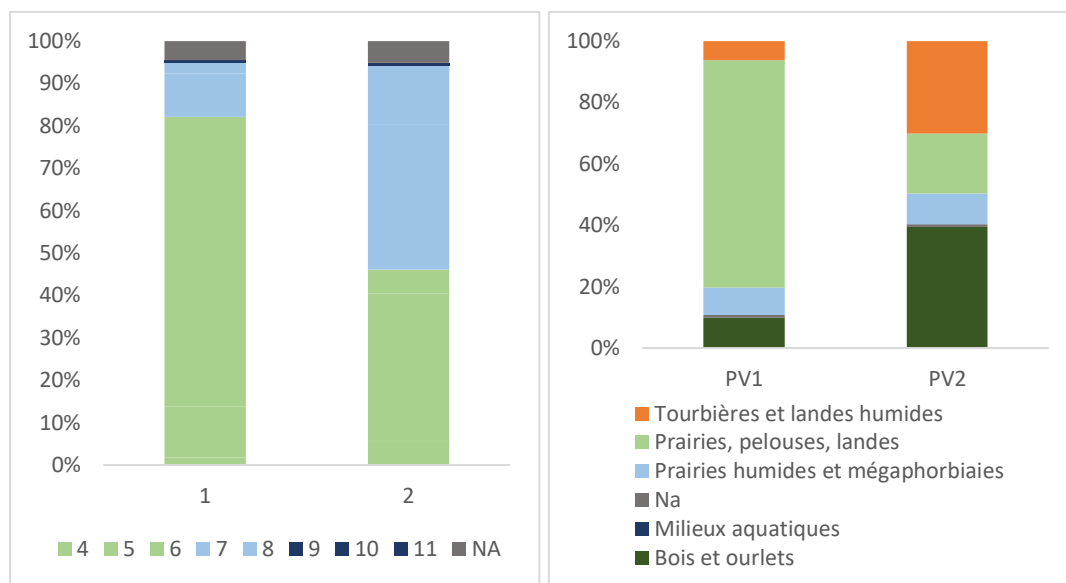


Figure 26 : Recouvrement des espèces selon leur indice d'Ellenberg (gauche) et selon les habitats préférentiels (droite) le long du transect de Pégase V

- Penn-ar-stang

Sur le site de Penn-ar-stang, le recouvrement des espèces selon leur indice d'Ellenberg le long du transect ne met pas en avant de gradient d'humidité : les trois relevés correspondent à des espèces méso-hygrophiles. Cependant, l'étude des habitats préférentiels tend à mettre en lumière un changement dans la végétation : tout d'abord avec des espèces mélangées entre bois et prairies humides, puis des espèces typiques des tourbières apparaissent avant de laisser la place à des espèces de prairies humides.

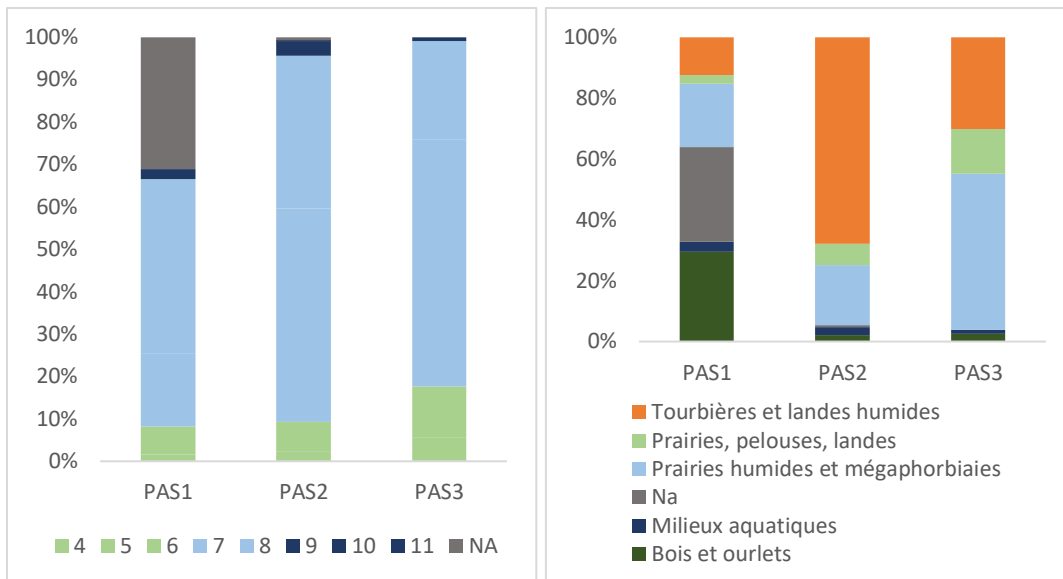


Figure 27: Recouvrement des espèces selon leur indice d'Ellenberg (gauche) et selon les habitats préférentiels (droite) le long du transect de Penn-ar-stang

- Pont-Guérin

Pour le site de Pont-Guérin, deux transects ont été réalisés afin de prendre en compte toutes les végétations dominantes préalablement identifiées. En termes de recouvrement d'indice d'Ellenberg, les relevés sont assez similaires. En effet, les deux indices dominants sont des espèces mésohygrophiles et hygrophiles. Sur chaque transects le second relevé est plus mésophile que le relevé précédent. Pour les habitats préférentiels, sur chaque relevé, les milieux dominants correspondent aux milieux aquatiques et aux prairies humides. Seul PG1-1 présente un recouvrement pour les espèces de bois et de tourbière supérieur aux autres mais il reste dominé par milieux aquatiques et prairies humides.

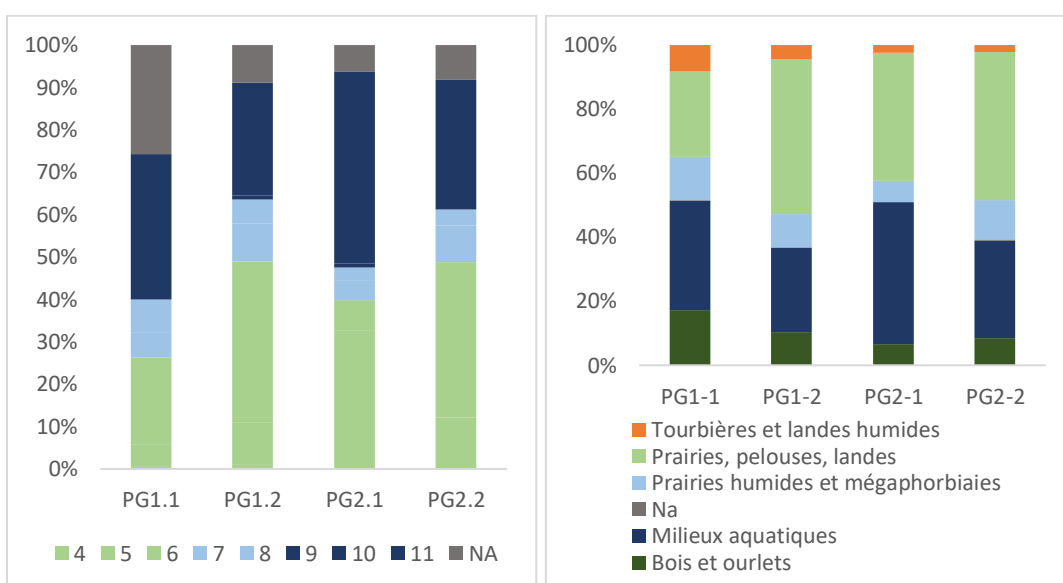


Figure 28 : Recouvrement des espèces selon leur indice d'Ellenberg (gauche) et selon les habitats préférentiels (droite) le long du transect de Pont-Guérin

- Traou-Guern

Le site de Traou-guern est très homogène en ce qui concerne l'indice de Hill : sur les trois relevés, il y a une majorité d'espèces mésophiles. Beaucoup d'espèces ont aussi des données non disponibles pour cet indice. Cependant, sur les habitats préférentiels, des tendances apparaissent plus distinctement. Le relevé TG1 comprend principalement des espèces de bois/ourlet et prairies. Quant au relevé TG2, ce sont surtout des espèces NA avec des espèces de prairies et de bois/ourlet. Enfin TG3 est caractérisé par la présence d'espèces de prairies humides.

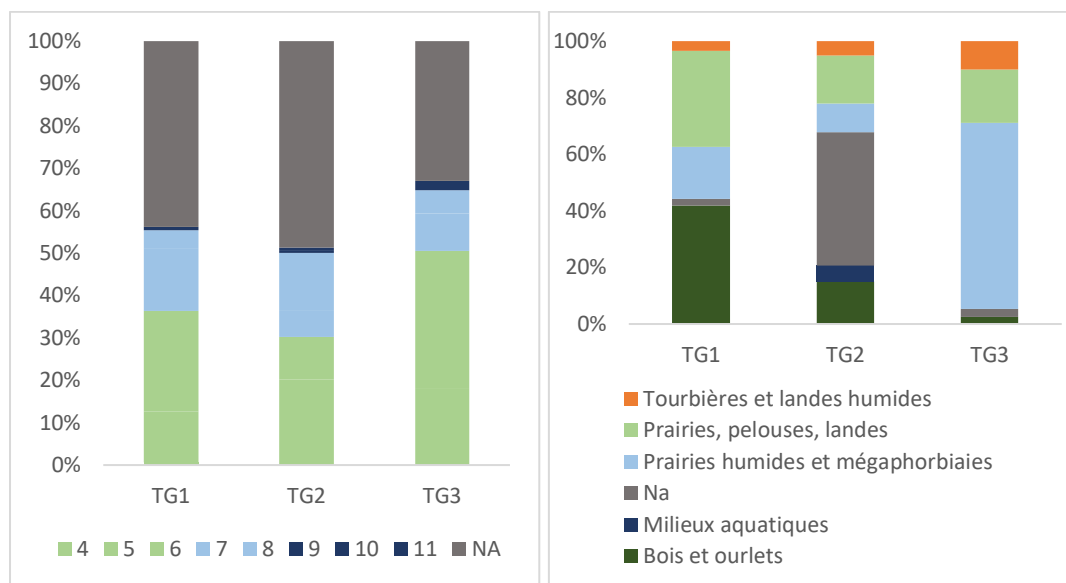


Figure 29 : Recouvrement des espèces selon leur indice d'Ellenberg (gauche) et selon les habitats préférentiels (droite) le long du transect de Traou-guern

#### b/ Paramètres édaphiques

Durant la phase de terrain, un paramètre édaphique a été mesuré le long de chaque transect : il s'agit de la pénétrométrie. De plus, sur chaque site, un profil pédologique a été réalisé. Les valeurs brutes de la pénétrométrie et les profils pédologiques sont en annexes ([Annexe 4](#) et [5](#)). Cependant, étant donné que les profils pédologiques n'ont pas été réalisés sur l'ensemble du transect, aucune corrélation entre ces deux paramètres ne peut être réalisée à ce jour. Des analyses pourront être réalisées plus tard pour mettre en relation ces paramètres avec la répartition de la végétation.

#### 4/ Résultats des analyses multivariées

##### a/ Construction du panel de référence

Une première Analyse Composante Principale (ACP) avec l'ensemble des relevés réalisée dans les sites de référence a été réalisée (figure 30). L'inertie des différents axes indique que pour l'analyse, 3 axes peuvent être gardés. L'axe 1 représente 6,1% de l'inertie totale, l'axe 2 représente 5,4% et l'axe 3 est plus faible car il représente 4,6% de l'inertie totale. Ces valeurs sont faibles mais influencées par le très grand nombre de variables intégrées dans l'analyse.

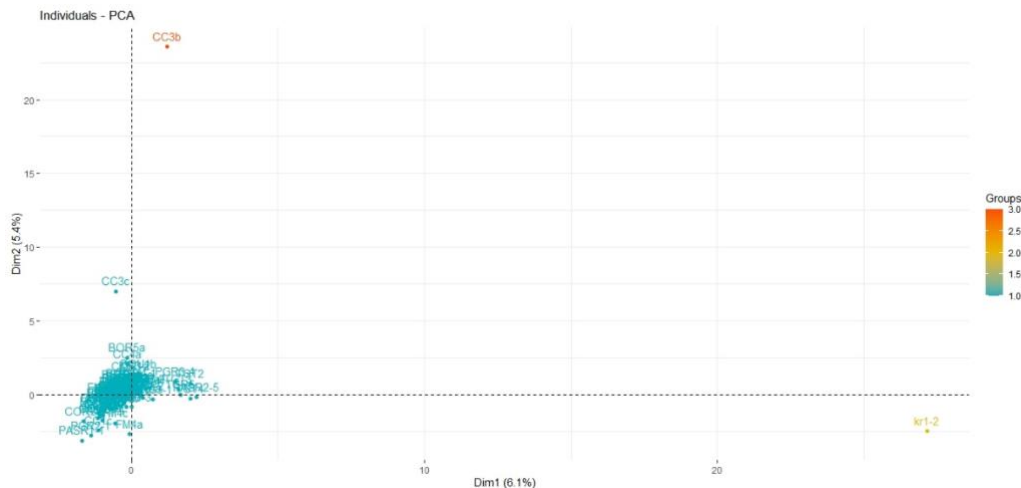


Figure 30: Représentation graphique du plan factoriel de l'ACP avec l'axe 1 (6,1% de l'inertie totale) et l'axe 2 (5,4% de l'inertie totale). Les relevés rouges correspondent au groupe 3, les relevés jaunes correspondent au groupe 2 et les relevés en bleus correspondent au groupe 1.

La représentation graphique permet de mettre en avant que 2 relevés sont largement isolés du reste : il s'agit de kr1-2 et de CC3b. En 2015, lorsque le panel de référence pour le Finistère a été constitué, le relevé CC3b était déjà isolé du reste. Il est dominé par le Jonc diffus (*Juncus effusus*), et par des espèces nitrophiles (*Rumex obtusifolius*, la patience à feuilles obtuses, principalement). Il s'agit d'une végétation dégradée. En ce qui concerne le relevé kr1-2, il s'agit d'une mégaphorbiaie dominée par plusieurs espèces hygrophiles : l'œnanthe safranée (*Oenanthe crocata*), l'Iris des marais (*Iris pseudacorus*), la ronce (*Rubus sp*) et l'Ache nodiflore (*Helosciadium nodiflorum*). La présence de la Dorine à feuilles alternes (*Chrysosplenium alterniflorum*) est également un élément qui discrimine ce relevé. La Classification hiérarchique Ascendante (CAH) réalisée avec les coordonnées sur les axes de l'ACP a confirmé que ces deux relevés étaient différents (figure 31).

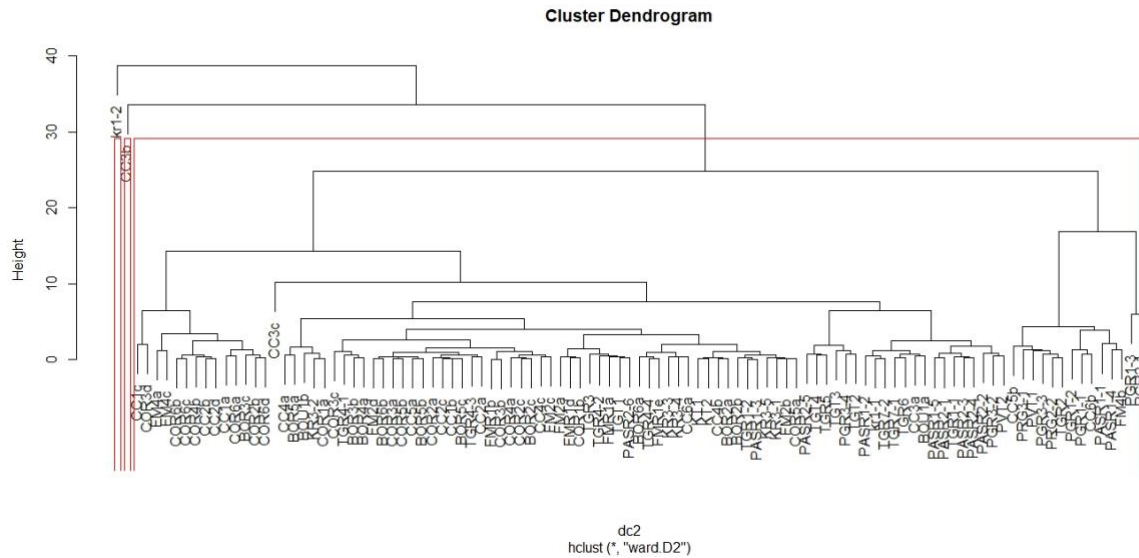


Figure 31: Représentation graphique de la CAH avec l'ensemble des relevés ( $k=3$ )

Afin de constituer le panel de référence, une seconde ACP a donc été réalisée en excluant Kr1-2 et CC3b, ce qui permet de mettre en évidence des groupes qui n'étaient pas visibles précédemment. Sur le plan factoriel, l'axe 1 correspond à 5,1% de l'inertie totale, l'axe 2 correspond à 4,8% et l'axe 3 correspond à 4,5% de l'inertie totale. Cette nouvelle ACP permet d'isoler de nouveaux relevés (figure 32).

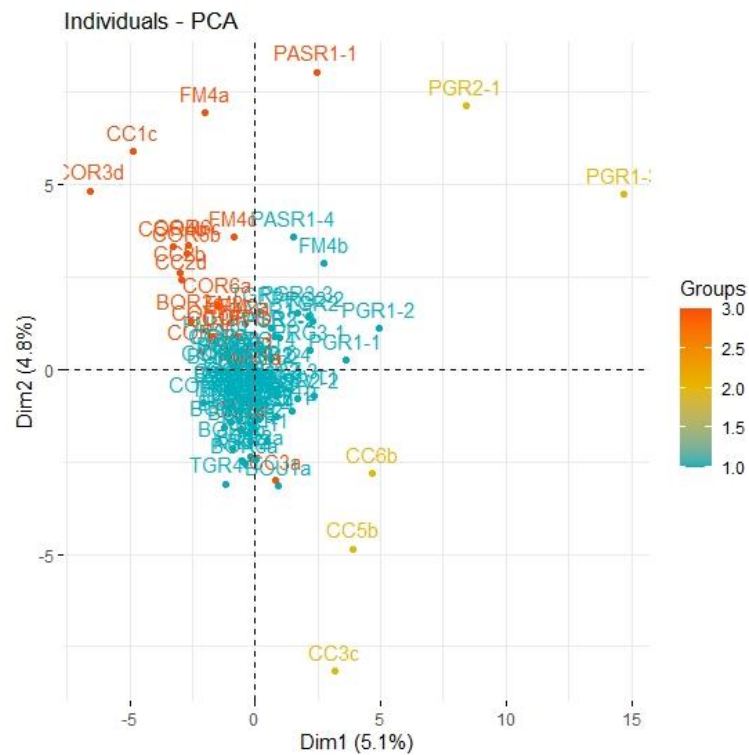


Figure 32 : Représentation graphique du plan factoriel de l'ACP avec l'axe 1 (5,1% de l'inertie totale) et l'axe 2 (4,8% de l'inertie totale). Les relevés rouges correspondent au groupe 3, les relevés jaunes correspondent au groupe 2 et les relevés en bleus correspondent au groupe 1.

La CAH qui a ensuite été réalisée met en évidence la distinction entre 3 groupes (figure 33).

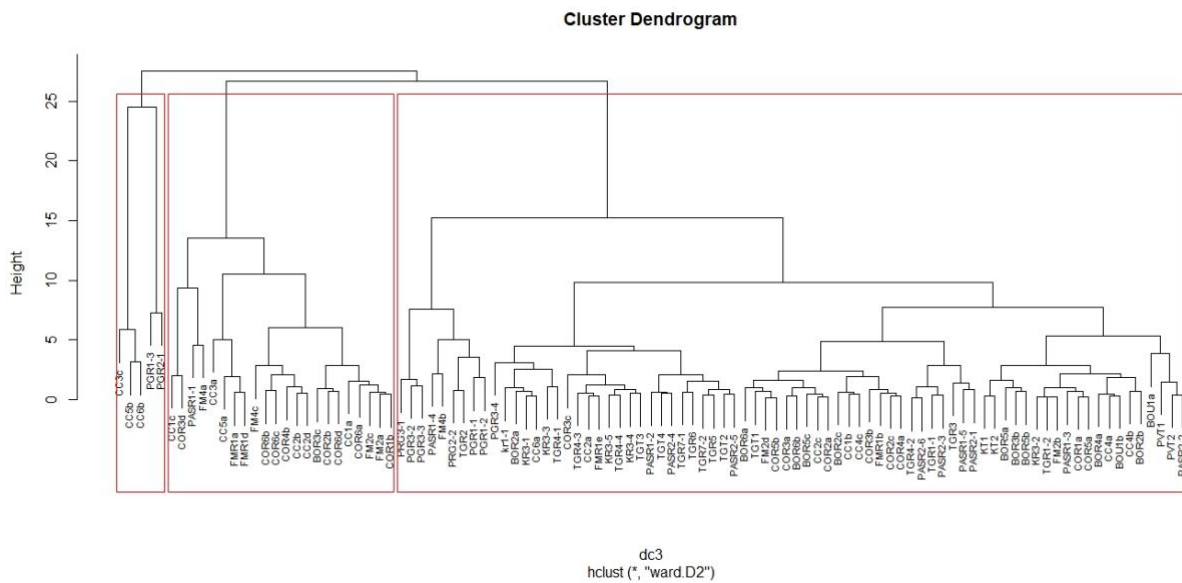


Figure 33: Représentation graphique de la CAH réalisée sur les données après exclusion des relevés Kr1-2 et CC3b (k=3).

Le groupe 1 est composé de 5 relevés : PGR1-3, PGR2-1, CC3c, CC5b et enfin CC6b. Cependant, le groupe semble composé de 2 'sous-groupes'. En effet, les deux relevés PGR1-3 ainsi que PGR2-1 sont des prairies hygrophiles méso à eutrophes en début de colonisation par le Saule roux. Quant aux autres relevés, ils sont plutôt caractérisés par la présence d'espèces nitrophiles, rudérales et synanthropiques (Thiry 2015) et une richesse spécifique très faible.

Le groupe 2 est composé de 22 relevés : PASR1-1, CC2b, CC2d, CC3a, CC5a, CC1a, CC1c, FM4a, FM4c, COR1b, COR2b, FMR1a, FMR1d, FM2a, FM2c, BOR3c, COR3d, COR4b, COR6a, COR6b, COR6c, COR6d. Ces relevés semblent correspondre à des végétations dominées par le Jonc à tépales aigus (*Juncus acutiflorus*) ainsi que par le Lotier des marais (*Lotus pedunculatus*). Ce sont également des relevés dont le rattachement phytosociologique correspond à *Junco acutiflori - Cynosuretum cristati*, c'est-à-dire à des prairies marécageuses.

Le dernier groupe, c'est-à-dire le groupe 3 rassemble les 76 derniers relevés. Ce sont des prairies dominées par la Houlque laineuse (*Holcus lanatus*) ainsi que par la Renoncule rampante (*Ranunculus repens*). Ce sont donc majoritairement des relevés qui ont été rattachés au *Ranunculo repentis - Cynosurion cristati*.

Le panel de référence qui a donc été gardé pour les prochaines analyses correspond uniquement au groupe 3. Les groupes 1 et 2 ont été exclus car le groupe 1 est composé de végétations trop dégradées pour être considérés comme des prairies humides 'en bon état de conservation' et le groupe 2 ne correspond pas à des prairies humides mais à des prairies marécageuses.

## b/ Intégration des sites restaurés

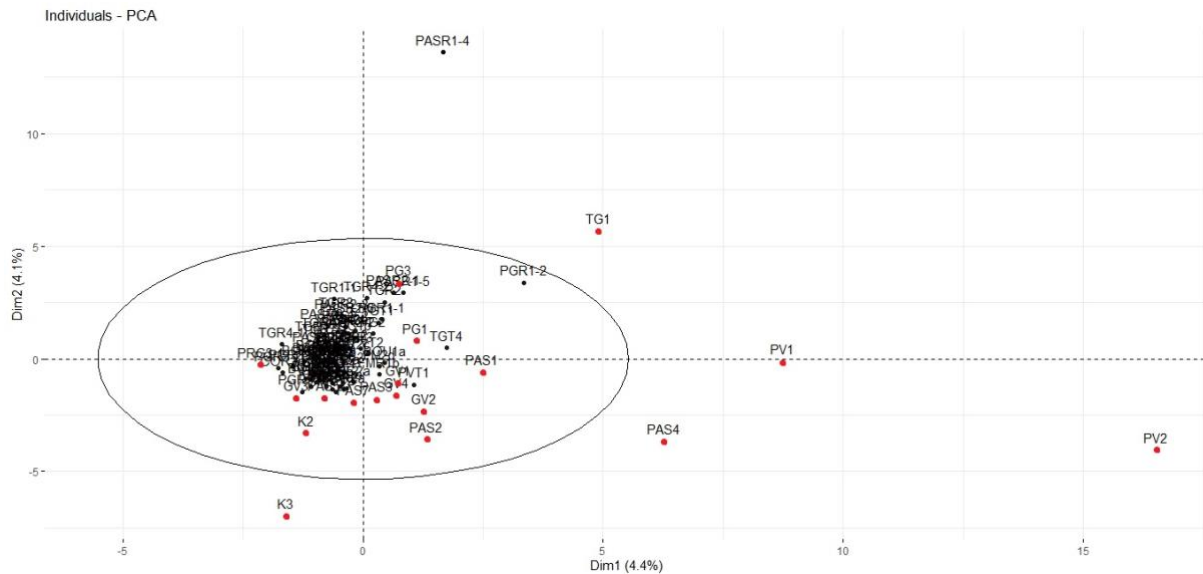


Figure 34: Représentation graphique du plan factoriel de l'ACP avec l'axe 1 (4,4 %) et l'axe 2 (4,1 %). Les relevés en rouges sont les relevés des sites restaurés.

Une dernière ACP a été réalisée avec les relevés du panel de référence sélectionné précédemment et en ajoutant les sites restaurés en tant qu'individus supplémentaires. Sur le plan factoriel, l'axe 1 représente 4,4% de l'inertie totale tandis que l'axe 2 représente 4,1% (figure 34).

Sur cette figure, le cercle entourant certains relevés correspond au cercle de concentration, c'est-à-dire, un cercle qui entoure la plus grande partie des données et en excluant ceux qui sont plus différents du reste. Les individus qui sont en dehors de ce cercle peuvent être considérés comme n'étant pas conforme au panel de référence. Un unique relevé du panel de référence se situe en dehors de ce cercle, il s'agit de PASR1-4. C'est une parcelle de référence du site de Penn-ar-stang. Elle est composée d'espèces comme la Molinie bleue (*Molinia caerulea*) et la Luzule multiflore (*Luzula multiflora*), qui ne sont présentes dans aucun autre relevé.

Parmi les 26 relevés des sites restaurés, 5 ne sont pas conformes au panel de référence. Il s'agit de TG1, PV1, PV2, PAS4 et de K3. La visualisation du plan factoriel avec l'axe 3 n'ajoute pas d'informations supplémentaires (axes 1/3 et axes 2/3).

Sur le site de Keravilin, K3 est une partie semée avec le Ray-grass d'Italie qui est très présent. Il est donc normal que le relevé ne soit pas conforme au panel de référence.

PV1 et PV2 sont deux relevés réalisés sur le site de Pégase V. C'est une parcelle qui est en cours de colonisation par l'Ajonc d'Europe (*Ulex europaeus*) sur une partie du site (principalement sur la zone correspondant à PV2). Ces relevés ont également une richesse spécifique faible.

Le relevé TG1, du site de Traou-Guern est le seul site pâturé des sites restaurés.



En ce qui concerne PAS4, il s'agit de la seule prairie marécageuse. C'est un des relevés de Penn-ar-stang qui est caractérisé par la présence de Saule roux (*Salix atrocinerea*) et de Bouleau pubescent (*Betula pubescens*) ainsi que la laïche vert jaunâtre (*Carex demissa*).

Ainsi, seuls 3 sites correspondent à 100% à une végétation de zones humides comme on s'attend à en trouver en Bretagne ([tableau 7](#)).

Tableau 5: Récapitulatif pour chaque site du pourcentage de la surface conforme et non conforme au panel de référence.

Sites	Conforme	Non conforme
Guervern	100 %	0 %
Keravilin	67 %	33 %
Kerguélidic	100 %	0 %
Pégase V	19 %	81 %
Penn-ar-stang	98 %	2 %
Pont-Guérin	100 %	0 %
Traou-Guern	20 %	80 %



## Discussion

### 1/ Organisation de la végétation

L'étude des transects a permis la réalisation de différents suivis : floristique, faunistique, hydrologique et biogéochimique. Les données sur la végétation ont permis d'analyser deux paramètres : l'indice d'humidité d'Ellenberg adapté de Hill et les habitats préférentiels.

L'étude de la répartition de la végétation selon leur affinité avec l'humidité édaphique permet de mettre en avant les gradients d'humidité. Les parcelles avec les gradients les plus visibles sont Guernvern, Kerguelidic et Keravilin. Ce sont tous les trois des sites parcourus par des cours d'eau. Bien que la variation de topographie sur les sites soit assez faible, des gradients d'humidité se distinguent tout de même avec des milieux hygrophiles à proximité du cours d'eau et des milieux qui deviennent mésophiles lorsque l'on s'éloigne.

Les habitats préférentiels des espèces présentes qui sont les plus présents sont les prairies humides, les prairies/pelouses et enfin les milieux aquatiques. Ce constat est cohérent avec les sites étudiés. De plus, une seconde tendance se dégage : lorsque les sites sont en contacts directs avec des boisements, des espèces de bois ou d'ourlet apparaissent, même si elles restent minoritaires dans la plupart des cas.

L'étude de la végétation a permis de mettre en avant une diversité de milieux puisque 9 alliances phytosociologiques ont été identifiées. Deux milieux sont dominants par rapport aux autres. Il s'agit des prairies hygrophiles méso à eutrophes (*Ranunculo repentis – Cynosurion cristati*) ainsi que des mégaphorbiaies (*Convolvulion sepium* ou *Achilleo ptarmicae - Cirsion palustris*). Ces résultats sont cohérents avec les milieux cibles qui sont des prairies avec une végétation typique des zones humides. En effet, les prairies hygrophiles de l'alliance *Ranunculo repentis – Cynosurion cristati* correspondent à cette recherche et les mégaphorbiaies sont les milieux qui apparaissent après abandon du site.

Il ne semble pas y avoir non plus de tendances sur la répartition en fonction des différents départements : les alliances sont réparties équitablement sur toute la Bretagne. De plus, la comparaison de l'hétérogénéité entre les sites restaurés et les sites de référence varie d'un site à l'autre : Penn-ar-stang est plus diversifié que ses références tandis que Pont-Guérin l'est moins. Les moyennes des groupements végétaux par sites sont pourtant proches : pour les sites restaurés, la moyenne est de 2,4 groupements et pour les sites de référence, la moyenne est de 1,9.

Le croisement des données de transects et de cartographies montre que les résultats sont plutôt cohérents. Sur chaque transect, la mise en relation entre les habitats préférentiels et les indices d'Ellenberg coïncident avec les végétations identifiées dans le cadre du rattachement phytosociologique pour presque tous les sites. Cependant, pour Kerguelidic, Pont-Guérin et Traou-Guern, les résultats ne sont pas aussi cohérents :

- Kerguelidic : l'analyse des groupements végétaux n'a pas permis d'identifier l'ensemble des relevés. Ainsi, la correspondance entre les transects et la phytosociologie est difficile car la plupart des relevés ont été identifiés comme 'en transition'.
- Pont-Guérin : les transects n'ont pas mis clairement en évidence de gradients. Pourtant la phytosociologie a distingué une végétation longuement inondable (*Oenanthion fistulosae*) d'une prairie hygrophile (*Ranunculo repentis - Cynosurion cristati*).

- Traou-Guern : les transects ont été compliqués à analyser car de nombreux habitats préférentiels étaient présents tandis que la cartographie est très homogène : la seule alliance identifiée correspond au *Ranunculo repentis - Cynosurion cristati*.

Peu d'autres paramètres sont disponibles à ce jour. Ce manque s'explique de plusieurs façons : décalage lié à la crise sanitaire ou décalage de période d'échantillonnage. Seuls deux paramètres sont disponibles mais le croisement entre les valeurs de pénétrations et de la profondeur de l'horizon organique est impossible : les profils pédologiques n'ont pas été réalisés le long des transects. Cependant, tenir compte du sol est important dans l'évaluation du succès de restauration des zones humides (Daniels and Whittecar 1996). De futures analyses pourront être réalisées sur la base des relevés effectués lorsque l'ensemble des données prévues dans le programme seront disponibles.

## 2/ Comparaison sites restaurés et panel de référence

### a/ Définition du panel de référence

Pour évaluer l'intégrité fonctionnelle des sites, plusieurs sites de référence ont été choisis pour leur bon état de conservation. Les sites restaurés vont ensuite être comparés avec le panel de référence qui a été constitué. Une précédente étude avait permis de construire un panel pour l'ensemble du Finistère et ces données ont été valorisées et complétées à l'échelle de la Bretagne. Il est important de noter que cette étude se base sur un relevé à un instant T et ne possède pas d'états initiaux effectués avant les travaux de restauration. Or les végétations sont des systèmes dynamiques qui varient dans le temps. L'étude de la dynamique des végétations se base donc sur une substitution du temps par l'espace avec l'utilisation de plusieurs sites de référence (White and Walker 1997; SER 2004; Zhao et al. 2016; Cristofoli and Mahy 2010; Suganuma and Durigan 2015).

Au total, 76 relevés ont été sélectionnés pour constituer les références. Il s'agit de végétation de prairies hygrophiles méso à eutrophes principalement. En effet, une partie des sites présentent une végétation dégradée. Cette analyse repose sur l'hypothèse que les sites restaurés sont des sites 'en bon état de conservation', c'est-à-dire avec une végétation caractéristique des zones humides et des paramètres édaphiques ne présentant pas de dysfonctionnement. C'est pour cette raison que les relevés avec des végétations dégradées ou caractéristiques des prairies marécageuses n'ont pas été gardés pour la suite.

Comme cette étude l'a montré, le choix de parcelles de référence en 'bon état' peut se révéler complexe : malgré une sélection de sites qui ne semblaient pas avoir subi de dégradation, certains relevés sont le reflet d'une végétation dégradée. Le couplage des analyses statistiques et de la connaissance phytosociologique s'est donc révélé indispensable pour choisir les parcelles typiques des zones humides de Bretagne.

Pour compléter le panel de référence, d'autres paramètres que la végétation doivent être pris en compte. En effet, la végétation est un bon indicateur des conditions du site mais d'autres paramètres sont importants comme la faune et le sol (Kentula 2000). De plus, les objectifs de cette étude visent à retrouver les fonctions biologiques, hydrologiques et biogéochimiques des zones humides. Les différents paramètres ne réagissent pas de la même façon, par exemple, les conditions biogéochimiques n'ont pas les mêmes temps de stabilisation que les végétations car le développement du sol est un processus assez lent (Ballantine and Schneider 2009).

## b/ Évaluation de l'état des sites restaurés

Sur l'ensemble des sites restaurés, les processus de restauration de la végétation ne sont pas les mêmes. Parmi les 7 sites étudiés, seuls 3 possèdent une végétation complètement typique des zones humides tandis que les autres sont plus ou moins mitigés dans cette évaluation. Tous les sites possèdent au moins une petite partie de leur superficie conforme au panel de référence. Le site qui est le plus proche des 100% est Penn-ar-stang puisque seul 2% de sa surface ne correspond pas au panel de référence. Malgré cette différence, les fonctions biologiques pour l'aspect floristique semblent être assurées de nouveau puisque la richesse spécifique des relevés est assez élevée et que les groupements végétaux correspondent en grande partie au panel de référence.

Sur le site de Keravilin, les travaux de restauration sont en bonne voie mais une partie est trop récente pour évaluer le succès dès maintenant.

Enfin, les deux sites les plus dégradés à l'heure actuelle sont Pégase V et Traou-Guern. Dans le cas du premier site, la colonisation par l'Ajonc d'Europe est peu typique sur une prairie humide étant donné que cette espèce a été très peu observée sur les sites et que son habitat préférentiel correspond aux bois et non aux prairies. De plus, le site est très compacté par rapport aux autres sites. Afin de mieux comprendre la répartition de cette végétation, il faut coupler ces résultats avec d'autres paramètres. En effet, d'autres éléments non étudiés ici peuvent influencer la végétation telle que la hauteur de la nappe phréatique ou la disponibilité en nutriments, facteurs connus pour leur influence sur la richesse spécifique (Audet et al. 2015).

En ce qui concerne le site de Traou-Guern, contrairement au ressenti lors du passage sur le site, une grande partie ne correspond pas au panel de référence. Cette différence peut être expliquée en partie par la pression de pâturage qui est exercée une partie de l'année sur ce site : le pâturage a compacté le sol comme en témoigne la valeur de pénétrométrie.

Afin de répondre aux objectifs de cette étude, une description site par site est indispensable :

- Guervern : 100% de la surface du site est typique des zones humides de Bretagne. Ce site de petite taille est composé de trois milieux, une prairie flottante et deux mégaphorbiaies dont une qui est actuellement en transition vers un autre milieu. La végétation qui s'y est installée est caractéristique des zones très humides puisque certaines zones correspondent à des affleurements de la nappe phréatique : présence de la Massette à feuilles larges (*Typha latifolia*), de l'Ache nodiflore (*Helosciadium nodiflorum*) ou encore de la petite lentille d'eau (*Lemna minor*). Cependant, une partie du site est dominée par le Saule roux (*Salix atrocinerea*) et sa progression est à surveiller.
- Keravilin : la végétation conforme aux zones humides représente 67% de la surface du site. La particularité de ce site réside dans le fait que les travaux de restauration ont eu lieu en deux temps : une zone a été restaurée en 2014 et une zone qui a été restaurée plus tard, en 2019. La zone non conforme est la zone la plus récente puisque la végétation met plusieurs années avant de se stabiliser (Moreno-mateos et al. 2012). Elle est encore dominée par le Ray-grass italien (*Lolium multiflorum*) mais d'autres espèces plus typiques des zones humides commencent à apparaître avec par exemple l'apparition de la Glycérie flottante (*Glyceria fluitans*).

- Kerguelidic : l'intégralité de la végétation est conforme au panel de référence. La végétation est assez homogène puisque seuls deux groupements végétaux sont identifiables. Elle est dominée par le Phalaris faux roseau (*Phalaris arundinacea*) avec une végétation herbacée plus rase.
- Pégase V : seuls 19% du site est conforme au panel de référence. Le reste de la végétation est peu typique des zones humides : le site est en cours de colonisation par l'Ajonc d'Europe (*Ulex europaeus*). De plus, la valeur de pénétrométrie est très élevée, ce qui indique que le sol est très compact. L'ajout des données issues de mesures piézométriques aurait pu permettre de faire le lien entre la compaction du sol, le niveau de la nappe ainsi que la végétation qui s'est installée sur le site. Ces données auraient permis de comprendre comment les paramètres édaphiques et hydrologiques influencent la répartition de la végétation. De plus, le site s'insère dans un contexte d'urbanisation très fort. Ce changement dans l'occupation des sols peut avoir un impact négatif sur les flux d'eau (McGrane 2016). Un changement dans le régime hydrologique comme celui-ci et le compactage du sol qui a été réalisé durant les travaux de restauration influencent le développement du sol durant des années après la fin des travaux (Ballantine and Schneider 2009). Un suivi à plus longs termes permettrait éventuellement de constater le retour d'une végétation plus conforme au panel de référence.
- Penn-ar-stang, 98% de la surface est une végétation typique des zones humides. Les 2% non conformes correspondent à une prairie marécageuse : milieu qui a été exclu des analyses lors de la constitution du panel de référence. C'est un site qui est très complexe : le site possède une très grande hétérogénéité. C'est le site avec le plus grand nombre de groupements végétaux différents, ce qui peut s'expliquer par l'absence de gestion depuis plusieurs années.
- Pont-Guérin est assez homogène et l'ensemble de sa végétation correspond à une végétation de zones humides. C'est le sol avec la valeur de pénétrométrie la plus faible. Deux milieux se distinguent : une prairie hygrophile ainsi qu'une prairie longuement inondable. Cette parcelle est similaire aux deux parcelles de référence qui l'entourent. Cependant, le troisième site est assez différent puisqu'il est en partie constitué d'une mégaphorbiaie, d'une prairie hygrophile et de végétation denses en transitions mais c'est aussi le plus éloigné de la parcelle restaurée.
- Traou-Guern : seuls 20% du site est conforme au panel de référence. Il s'agit de la seule prairie pâturée parmi l'ensemble des sites restaurés. La pression de pâturage en place sur le site rend le sol compact comme en témoigne la valeur de pénétrométrie élevée : c'est la seconde plus forte après Pégase V. En effet, la modification des propriétés du sol causé par le pâturage entraîne une augmentation de la résistance du sol à la pénétration (Donkor et al. 2002). Cependant, en termes de groupements végétaux, ce site correspond quand même à une prairie hygrophile méso à eutrophe : même si le site de Traou-Guern possède le même groupement végétal dominant que ses références, il se distingue tout de même de ceux-ci par une très grande homogénéité. Par exemple, le site qui est juxtaposé est composé de 3 groupements végétaux distincts alors qu'il est également pâturé une partie de l'année.

## Conclusion générale

Face aux enjeux liés aux zones humides, des travaux de restauration sont entrepris notamment dans le cadre de mesures compensatoires afin de retrouver certaines fonctions indispensables. Pour évaluer le succès de ces travaux, plusieurs méthodes sont possibles. Dans le cadre du projet ETREZH, plusieurs fonctions sont étudiées : hydrologiques, biologiques et biogéochimiques sur 7 sites ayant subi des travaux de restauration entre 2010 et 2019. L'étude de la végétation a été réalisée en deux étapes : une étude du paysage et une évaluation des sites restaurés.

Une phase de photo-interprétation à moyen terme (de 1950 à 2010) sur des photos aériennes a mis en avant plusieurs tendances. Tout d'abord, dans le rayon de 500m autour des sites restaurés, les surfaces des cultures ont augmenté depuis les années 1950 ainsi que la taille des parcelles. Cette tendance est cohérente avec une modification de la politique agricole. Ensuite, la seconde tendance générale est une baisse des prairies ainsi que de la densité du linéaire de haie. Cette observation est également liée à un phénomène national. Enfin, l'urbanisation est un facteur qui a changé de façon conséquente sur plusieurs sites.

Pour la seconde phase, deux sous objectifs ont été établis : caractériser la végétation et comparer les sites restaurés avec les sites de référence. Une précédente étude avait permis de constituer un panel de référence dans le Finistère (Chevalier 2014 ; Thiry 2015) et elle a permis de valoriser et de compléter le panel à l'échelle de la Bretagne.

Une forte diversité de groupements végétaux a été observé puisque 9 alliances phytosociologiques ont été identifiées bien que celle qui soit dominante corresponde aux prairies hygrophiles méso à eutrophes (il s'agit du *Ranunculo repentis - Cynosurion cristati*). Les mégaphorbiaies sont également des milieux très présents puisque ce sont les végétations qui s'installent lorsque les prairies sont abandonnées. Le panel de référence a été construit et est actuellement constitué de 76 relevés. Sur l'ensemble des sites restaurés, seuls 3 sont entièrement constitués d'une végétation typique des zones humides, il s'agit de Guervern, Kerguélidic et Pont-Guérin. Sur les autres parcelles, les valeurs varient : le site le plus dégradé est Pégase V (un site qui a subi beaucoup de changements au cours du temps et notamment une très forte hausse de l'urbanisation) et le site qui a été le moins dégradé correspond à Penn-ar-stang (la zone non conforme au panel de référence est une prairie marécageuse qui ne représente que 2% du site).

Le croisement de ces deux approches confirme le lien entre l'étude du paysage et l'évaluation du succès des travaux de restauration sur l'aspect floristique. L'étude des transects ainsi que des relevés phytosociologiques peut sembler redondante, cependant, elles apportent des informations différentes. En effet, le transect permet de comparer les résultats avec d'autres paramètres tandis que la phase de cartographie des groupements végétaux permet d'avoir une vision globale du site. Initialement, la cartographie devait être réalisée uniquement sur sites restaurés. Cependant, il s'est avéré au début du terrain qu'étendre cette analyse aux sites de référence ne représentait pas une perte de temps et pouvait apporter des informations intéressantes en permettant la comparaison de l'organisation de la végétation sur l'ensemble des sites.

Ainsi, cette étude portant sur l'aspect floristique a permis d'évaluer l'intégrité fonctionnelle des zones humides restaurées. Elle peut servir de base pour une approche plus globale des sites pour comprendre les processus qui se mettent en place suite à des travaux de restauration.





## Bibliographies

- “ECOFAC2, Ecological Factors Controlling Biodiversity in the British Countryside.” 1999 31 (3): 221–25.
- Amezaga J. M., Santamaría L., and Green A. J. 2002. “Biotic Wetland Connectivity - Supporting a New Approach for Wetland Policy.” *Acta Oecologica* 23 (3): 213–22. [https://doi.org/10.1016/S1146-609X\(02\)01152-9](https://doi.org/10.1016/S1146-609X(02)01152-9).
- Ballantine K., and Schneider R. 2009. “Fifty-Five Years of Soil Development in Restored Freshwater Depressional Wetlands.” *Ecological Applications* 19 (6): 1467–80. <https://doi.org/10.1890/07-0588.1>.
- Bretagne, Draaf. 2010. “Résultats de l’enquête Régionale Sur Les Haies En 2008 182 500 Km de Linéaire Bocager En Bretagne.” *Agreste Bretagne*.
- Brinson M., and Rheinhardt R. 1996. “The Role of Reference Wetlands in Functional Assessment and Mitigation.” *Ecological Applications* 6 (1): 69–76. <https://doi.org/10.2307/2269553>.
- Chevalier J. 2014. “Création d ’ Un Référentiel Écologique Pour l ’ Évaluation Du Succès d ’ Opérations de Réhabilitation de Zones Humides.” Rapport Master 2 PAMEQ Agrocampus ouest.
- Craft C. 2011. “Reference Wetlands for Assesing Wetland Mitigation Projets: When Is One Not Enough?” *Society of Wetland Scientists*, 1–4.
- Davidson N. C. 2014. “How Much Wetland Has the World Lost? Long-Term and Recent Trends in Global Wetland Area.” *Marine and Freshwater Research* 65 (10): 934–41. <https://doi.org/10.1071/MF14173>.
- Daniels W. L., and Whittecar G. R. 1996. “Assessing Soil and Hydrologic Properties for the Successful Creation of Non-Tidal Wetlands,” no. 1: 1–11.
- Donkor N. T., Gedir J. V., Hudson R J., Bork E. W., Chanasyk D. S., and Naeth M. A. 2002. “Impacts of Grazing Systems on Soil Compaction and Pasture Production in Alberta.” *Canadian Journal of Soil Science* 82 (1): 1–8. <https://doi.org/10.4141/S01-008>.
- Forum des Marais Atlantiques. 2020. “Les Zones Humides de Bretagne.” *A Paraitre*.
- Herrick, J. E., and Jones T. L. 2002. “A Dynamic Cone Penetrometer for Measuring Soil Penetration Resistance.” *Soil Science Society of America Journal* 66 (4): 1320–24. <https://doi.org/10.2136/sssaj2002.1320>.
- Hill, M O, Preston C D, and Roy D B. 2004. “PLANTATT - Attributes of British and Irish Plants: Status, Size, Life History, Geography and Habitats.” *Centre for Ecology and Hydrology*, 73.
- IGN, <https://remonterletemps.ign.fr/>. Consulté en Mars 2020.

- Julve, P., 1998. Baseflor. <http://philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm>
- Junk, W. J., An S., Finlayson C. M., Gopal B., Květ J., Mitchell S. A., William Mitsch J., and Robarts R. D. 2013. “Current State of Knowledge Regarding the World’s Wetlands and Their Future under Global Climate Change: A Synthesis.” *Aquatic Sciences* 75 (1): 151–67. <https://doi.org/10.1007/s00027-012-0278-z>.
- Kentula, M E. 2000. “Perspectives on Setting Success Criteria for Wetland Restoration” 15: 199–209.
- Secrétariat de la Convention de Ramsar, Le. 2013. “Le Manuel de La Convention de Ramsar: Guide de La Convention Sur Les Zones Humides.,” 1–116.
- McGrane, S. J. 2016. “Impacts of Urbanisation on Hydrological and Water Quality Dynamics, and Urban Water Management: A Review.” *Hydrological Sciences Journal* 61 (13): 2295–2311. <https://doi.org/10.1080/02626667.2015.1128084>.
- Meddour, R. 2011. “La Méthode Phytosociologique Sigmatiste Ou Braun-Blanqueto-Tuxenienne.” *Université Mouloud Mammeri*, 40. [https://www.tela-botanica.org/wp-content/uploads/2017/03/méthode\\_phytosociologique\\_Braun-Blanqueto-Tuxenienne\\_2011.pdf](https://www.tela-botanica.org/wp-content/uploads/2017/03/méthode_phytosociologique_Braun-Blanqueto-Tuxenienne_2011.pdf).
- Mitra, S; Wassmann, R; Vlek, P L. G. 2003. “Global Inventory of Wetlands and Their Role in the Carbon Cycle.” *ZEF Discussion Papers on Development Policy*, no. 64.
- Moreno-mateos, D., Yockteng R., Power M. E., and Comi F. A. 2012. “Structural and Functional Loss in Restored Wetland Ecosystems” 10 (1). <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001247>.
- OEB (observatoire de l’environnement en Bretagne). 2018. “Le Bocage En Bretagne.”
- ONCFS. 2017. “Bocage et Biodiversité, Intérêt et Gestion Pratique.”
- Ramsar. 1971. “Convention Relative Aux Zones Humides d’importance Internationale Particulièrement Comme Habitats Des Oiseaux d’eau.” [http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/scan\\_certified\\_f.pdf](http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/scan_certified_f.pdf).
- Benayas R., José M., Newton A. C., Diaz A., and Bullock J. M. 2009. “Enhancement of Biodiversity and Ecosystem Services by Ecological Restoration: A Meta-Analysis.” *Science* 325 (5944): 1121–24. <https://doi.org/10.1126/science.1172460>.
- Ruiz-jaen, M. C, Mitchell A. T. 2005. “Vegetation Structure, Species Diversity, and Ecosystem Processes as Measures of Restoration Success” 218: 159–73. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.07.008>.
- Saliou P. 2000. Thèse de l’Université de Rennes 1. “Analyses phyto-écologiques et fonctionnelles du bocage breton en vue de sa restauration ou récréation”. 314 pages
- SER. 2004. “L’abécédaire sur l’écologie de la restauration de la SER internationale” 13 (8): 945–48. <https://doi.org/10.1016/j.inoche.2010.05.002>.

- Strayer, D L., and Dudgeon D. 2010. “Freshwater Biodiversity Conservation: Recent Progress and Future Challenges.” *Journal of the North American Benthological Society* 29 (1): 344–58. <https://doi.org/10.1899/08-171.1>.
- Suganuma, M. S., and Durigan G. 2015. “Indicators of Restoration Success in Riparian Tropical Forests Using Multiple Reference Ecosystems.” *Restoration Ecology* 23 (3): 238–51. <https://doi.org/10.1111/rec.12168>.
- Thiry, J. 2015. “Evaluation Édaphique et Botanique de Mesures de Réhabilitation de Zones Humides.” Rapport Master 2 PAMEQ Agrocampus ouest.
- White, P S, and Walker J L. 1997. “Approximating Nature’ s Variation: Selecting and Using Reference Information in Restoration Ecology” 5 (4): 338–49.
- Zedler, J B., and Kercher S. 2005. “Wetland Resources: Status, Trends, Ecosystem Services, and Restorability.” *Annual Review of Environment and Resources* 30: 39–74. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.30.050504.144248>.
- Zhao, Q, Bai J, Huang L, Gu B, and Lu Q. 2016. “A Review of Methodologies and Success Indicators for Coastal Wetland Restoration” 60: 442–52.

## Table des figures

Figure 1: Localisation des sites restaurés étudié en 2020 .....	4
Figure 2: Occupation des sols sur le site de Pégase V (1952) .....	8
Figure 3: Linéaire de haie sur le site de Pégase V (1952).....	8
Figure 4: Évolution de l'occupation du sol entre 1950 et 2010 sur le site du Bois d'Orcan .....	10
Figure 5 : Évolution de l'occupation du sol entre 1950 et 2010 sur le site de Keravilin .....	10
Figure 6: Évolution de l'occupation du sol entre 1950 et 2010 sur le site de La Haie .....	10
Figure 7: Évolution de l'occupation du sol entre 1950 et 2010 sur le site de Pégase V .....	12
Figure 8: Évolution de l'occupation du sol entre 1950 et 2010 sur le site de Penn-ar-stang .....	12
Figure 9: Évolution de l'occupation du sol entre 1950 et 2010 sur le site de Pont-Guéryn.....	12
Figure 10: Évolution de l'occupation du sol entre 1950 et 2010 sur le site de Traou-Guern .....	14
Figure 11: Évolution de l'occupation du sol entre 1950 et 2010 sur le site de Kerguélidic.....	14
Figure 12: Densité du linéaire de haie entre 1950 et 2010 sur les sites restaurés.....	16
Figure 13: Évolution de la taille moyenne des parcelles sur les sites restaurés .....	16
Figure 14: Représentation schématique d'un transect par segment homogène .....	21
Figure 15: Richesse spécifique des sites restaurés et des sites de référence (p.value = NS) .....	24
Figure 16: Cartographie des groupements végétaux de Guervern.....	27
Figure 17: Cartographie des groupements végétaux de Keravilin.....	28
Figure 18: Cartographie des groupements végétaux de Kerguélidic.....	29
Figure 19: Cartographie des groupements végétaux de Pégase v.....	30
Figure 20: Cartographie des groupements végétaux de Penn-ar-stang .....	31
Figure 21: Cartographie des groupements végétaux de Pont-Guéryn .....	32
Figure 22: Cartographie des groupements végétaux de Traou-guern.....	33
Figure 23: Recouvrement des espèces selon leur indice d'Ellenberg (gauche) et selon les habitats préférentiels (droite) le long du transect de Guervern .....	34
Figure 24: Recouvrement des espèces selon leur indice d'Ellenberg (gauche) et selon les habitats préférentiels (droite) le long du transect de Keravilin.K3 correspond au cours d'eau traversant le site. .....	35
Figure 25: Recouvrement des espèces selon leur indice d'Ellenberg (gauche) et selon les habitats préférentiels (droite) le long du transect de Kerguélidic. KP2 correspond au cours d'eau traversant le site.....	35
Figure 26 : Recouvrement des espèces selon leur indice d'Ellenberg (gauche) et selon les habitats préférentiels (droite) le long du transect de Pégase V .....	36
Figure 27: Recouvrement des espèces selon leur indice d'Ellenberg (gauche) et selon les habitats préférentiels (droite) le long du transect de Penn-ar-stang .....	37
Figure 28 : Recouvrement des espèces selon leur indice d'Ellenberg (gauche) et selon les habitats préférentiels (droite) le long du transect de Pont-Guéryn.....	37
Figure 29 : Recouvrement des espèces selon leur indice d'Ellenberg (gauche) et selon les habitats préférentiels (droite) le long du transect de Traou-guern.....	38
Figure 30: Représentation graphique du plan factoriel de l'ACP avec l'axe 1 (6,1% de l'inertie totale) et l'axe 2 (5,4% de l'inertie totale). Les relevés rouges correspondent au groupe 3, les relevés jaunes correspondent au groupe 2 et les relevés en bleus correspondent au groupe 1.....	39
Figure 31: Représentation graphique de la CAH avec l'ensemble des relevés (k=3).....	40
Figure 32 : Représentation graphique du plan factoriel de l'ACP avec l'axe 1 (5,1% de l'inertie totale) et l'axe 2 (4,8% de l'inertie totale). Les relevés rouges correspondent au groupe 3, les relevés jaunes correspondent au groupe 2 et les relevés en bleus correspondent au groupe 1.....	40

Figure 33: Représentation graphique de la CAH réalisé sur les données après exclusion des relevés Kr1-2 et CC3b (k=3). .....	41
Figure 34: Représentation graphique du plan factoriel de l'ACP avec l'axe 1 (4,4 %) et l'axe 2 (4,1 %). Les relevés en rouges sont les relevés des sites restaurés. ....	42

## Annexes

### Annexe 1 : Cartographies des sites de référence

#### Cartographie des groupements végétaux des sites de référence de Keravilin



#### Légende

Groupement végétal

- Convolvulion sepium Tüxen in Oberdorfer 1949
- Ranunculo repentis - Cynosurion cristati Passarge 1969
- En transition
- Oenanthion fistulosae

Source :  
BD Ortho® IGN-2015

Laurène LUTHERER  
17/08/2020





## Cartographie des groupements végétaux du site de référence de Pégase V



### Légende

Groupements végétaux

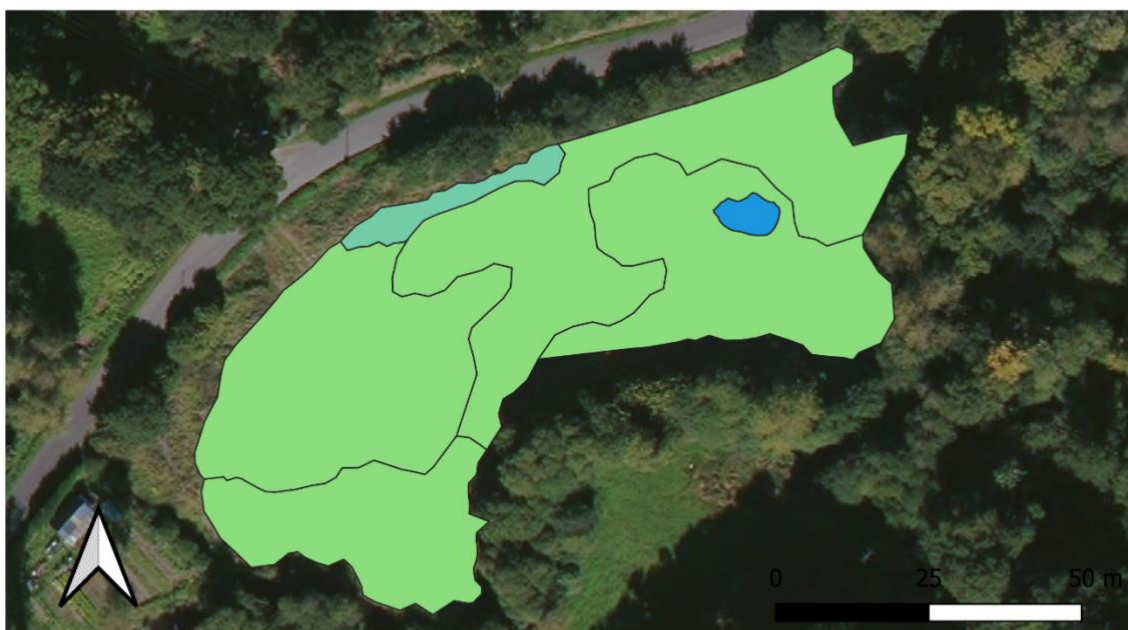
 Ranunculo repentis - Cynosurion cristati Passarge 1969

 Zone de cicatrisation

Source :  
BD Ortho® IGN-2015





Laurène LUTHERER  
17/08/2020

## Cartographie des groupements végétaux des sites de référence de Penn-ar-stang



### Légende

#### Groupement végétal

-  *Achilleo ptarmicae - Cirsion palustris* Julve & Gillet ex B. Foucault 2011
-  *Convolvulus sepium* Tüxen in Oberdorfer 1949
-  *Ranunculo repentis - Cynosurion cristati* Passarge 1969
-  En transition

Source :  
BD Ortho® IGN-2015

Laurène LUTHERER  
17/08/2020



## Cartographie des groupements végétaux des sites de référence de Pont-Guérin



### Légende

Groupements végétaux

- Convolvulion sepium Tüxen in Oberdorfer 1949
- Ranunculo repentis - Cynosurion cristati Passarge 1969
- En transition
- Autres

Source :  
BD Ortho® IGN-2015

Laurène LUTHERER  
17/08/2020

## Cartographie des groupements végétaux des sites de référence de Traou-Guern



### Légende

#### Groupements végétaux

- Achilleo ptarmicae* - *Cirsion palustris* Julve & Gillet ex B. Foucault 2011
- Convolvulion sepium* Tüxen in Oberdorfer 1949
- Ranunculo repentis* - *Cynosurion cristati* Passarge 1969
- Glycerio fluitantis* - *Sparganion neglecti*
- Oenanthion fistulosae*
- Rhamno catharticae* - *Prunetea spinosae* Rivas Goday & Borja ex Tüxen 1962
- Saule

Source :  
BD Ortho® IGN-2015

Laurène LUTHERER  
17/08/2020

## Annexe 2 : Transect de Guervern

Distance	Transect	
	0-8 m	8-22 m
Recouvrement	98	95
Hauteur moyenne	70	170
<i>Acer pseudoplatanus</i>	0,1	
<i>Dactylis glomerata</i>	0,1	
<i>Heracleum sphondylium</i>	0,5	
<i>Plantago lanceolata</i>	0,5	
<i>Sonchus asper</i>	0,1	
<i>Schedonorus arundinaceus</i>	0,1	0,1
<i>Holcus lanatus</i>	3	0,5
<i>Holcus x hybridus</i>	1	
<i>Urtica dioica</i>	0,5	
<i>Athyrium filix-femina</i>	4	
<i>Ranunculus repens</i>		0,5
<i>Salix atricinerea</i>	10	
<i>Convolvulus sepium</i>		0,1
<i>Epilobium hirsutum</i>	0,1	
<i>Lotus pedunculatus</i>	35	2
<i>Lycopus europaeus</i>		1
<i>Scrophularia auriculata</i>	1	1
<i>Carex paniculata</i>		2
<i>Galium palustre</i>		2
<i>Helosciadium nodiflorum</i>		30
<i>Typha latifolia</i>		30
<i>Lemma minor</i>	0,1	0,1
<i>Epilobium sp.</i>	1	0,5
<i>Juncus effusus</i>	70	30
<i>Rubus sp.</i>	0,5	
<i>Rumex sp.</i>		0,1

## Transect de Keravilin

Distance	Transect			
	0-11.3	11.3-12.6	14.6-16	16-32
Recouvrement	98	98	100	98
Hauteur moyenne				
Kickxia elatine	0,5			
Veronica arvensis	0,5			
Acer pseudoplatanus				0,5
Cerastium glomeratum	0,5			
Cirsium vulgare	0,5			
Dactylis glomerata subsp. glomerata	0,5		2	0,5
Elytrigia repens				0,5
Geranium dissectum	0,5		0,5	
Lolium multiflorum (semé)	85	2		0,5
Plantago major	0,5	0,5		
Poa annua	0,5	0,5		
Rumex acetosa				0,5
Rumex obtusifolius	0,5		7	1
Sonchus asper	0,5			
Sonchus oleraceus	0,5			
Agrostis stolonifera v. stolonifera				15
Anthoxantum odoratum				0,5
Galium aparine	0,5			
Geranium robertianum			0,5	0,5
Holcus lanatus	15	1	1	40
Holcus mollis			0,5	1
Poa trivialis	0,5	0,5	1	2
Silene dioica v. dioica			1	0,5
Stachys sylvatica			0,5	
Urtica dioica	0,5			
Alopecurus geniculatus				0,5
Athyrium filix-femina			2	
Juncus bufonius	0,5			0,5
Juncus effusus		10	30	4
Ranunculus repens	1	0,5	7	3
Angelica sylvestris			25	0,5
Convolvulus sepium	1	1		
Carex pendula		50		
Cirsium palustre		0,5	1	0,5
Hypericum tetrapterum	0,5			
Impatiens glandulifera		0,5	1	
Juncus acutiflorus	0,5	0,5		
Juncus foliosus	0,5			
Lotus pedunculatus	0,5			
Oenanthe crocata				3
Rumex conglomeratus	0,5			
Scrophularia auriculata	1			
Stellaria alsine	0,5			
Carex paniculata		15		
Epilobium parviflorum	0,5	0,5		
Galium palustre/elongatum			2	
Myosotis secunda				
Glyceria fluitans	2		0,5	10
Helosciadium nodiflorum	2	10		
Rumex crispus	0,5	0,5		
Agrostis x murbeckii				0,5
Cardamine hirsuta/flexuosa	0,5			

Epilobium sp.	0,5	0,5		
Erigeron cf. floribundus	0,5			
Holcus x hybridus			15	25
Myosotis dubia	0,5			
Polypogon viridis	0,5	0,5		
Rubus sp.		7	5	0,5
Taraxacum sp.	0,5			

## Transect de Kerguelidic

Distance	Transect			
	0-4,4 m	5,5-16,5 m	16,5-26 m	26-36 m
Recouvrement	95	100	100	100
Hauteur moyenne	70	110	90	60
<i>Conyza sumatrensis/canadensis</i>		0,1	0,5	1
<i>Trifolium campestre</i>		0,5		
<i>Vicia sativa</i>			0,1	0,1
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1	0,1	0,1	
<i>Centaurea nigra</i>				0,1
<i>Cerastium fontanum</i>				0,1
<i>Dactylis glomerata</i>	0,5			
<i>Geranium dissectum</i>				1
<i>Heracleum sphondylium</i>			0,1	0,1
<i>Milium effusum</i>	0,1			
<i>Plantago lanceolata</i>		0,1	0,1	0,5
<i>Potentilla reptans</i>				1
<i>Rumex acetosa</i>				1
<i>Rumex obtusifolius</i>	0,1			1
<i>Ervum tetraspermum</i>			0,5	7
<i>Anthoxanthum odoratum</i>		0,1		
<i>Holcus lanatus</i>		20	5	50
<i>Holcus mollis</i>		1		
<i>Schedonorus arundinaceus</i>		1	6	20
<i>Stellaria graminea</i>				3
<i>Juncus bufonius</i>	1	1	1	
<i>Juncus conglomeratus</i>				0,5
<i>Juncus effusus</i>	5	20		
<i>Argentina anserina</i>				0,1
<i>Ranunculus repens</i>		2	0,5	1
<i>Angelica sylvestris</i>	7		0,1	
<i>Convolvulus sepium</i>		3	4	1
<i>Cirsium dissectum</i>		0,1	0,1	
<i>Epilobium hirsutum</i>	0,5	1	1	
<i>Oenanthe crocata</i>	20	5		
<i>Phalaris arundinacea</i>		40	70	20
<i>Rumex cf conglomeratus</i>		0,1		
<i>Salix atrocinerea</i>		1		
<i>Stellaria alsine</i>	0,1			
<i>Carex cf paniculata</i>	1	1		
<i>Iris pseudacorus</i>	20			1
<i>Lychnis flos-cuculi</i>		0,1	0,1	
<i>Myosotis scorpioides</i>	0,1			
<i>Helosciadium nodiflorum</i>	50	10		
<i>Glyceria fluitans</i>		3	5	
<i>Phragmites communis</i>		7	10	
<i>Rumex crispus</i>		0,1	0,1	
<i>Epilobium sp.</i>		2	0,5	
<i>Holcus x hybridus</i>	5	3	3	7
<i>Myosotis sp.</i>	0,1			
<i>Rubus sp.</i>	0,1			
<i>Taraxacum sp.</i>			0,1	
<i>Vicia sp.</i>			0,1	

## Transect de Pégase V

Distance	Transect	
	0-9 m	9-36 m
Recouvrement	95	60
Hauteur moyenne		
<i>Daucus carota</i> s. <i>carota</i>	0,5	0,5
<i>Hypochaeris radicata</i>	1	3
<i>Jacobaea vulgaris</i> s. <i>vulgaris</i>	0,5	0,5
<i>Briza minor</i>		0,5
<i>Trifolium campestre</i>		0,5
<i>Vulpia bromoides</i>		0,5
<i>Ulex europaeus</i> s. <i>europaeus</i>	7	25
<i>Trifolium repens</i>	3	2
<i>Leontodon saxatilis</i>	0,5	2
<i>Cytisus scoparius</i> s. <i>scoparius</i>	0,5	0,5
<i>Plantago lanceolata</i>	0,5	0,5
<i>Cirsium vulgare</i>	0,5	
<i>Cerastium fontanum</i>	0,5	0,5
<i>Dactylis glomerata</i> s. <i>glomerata</i>	0,5	0,5
<i>Helminthotheca echioides</i>	0,5	0,5
<i>Poa annua</i>		0,5
<i>Bellis perennis</i>		0,5
<i>Plantago major</i>		0,5
<i>Trifolium pratense</i>		0,5
<i>Sagina procumbens</i>	0,5	0,5
<i>Agrostis stolonifera</i> v. <i>stolonifera</i>	4	2
<i>Poa trivialis</i>	1	0,5
<i>Holcus lanatus</i>	70	2
<i>Cirsium arvense</i>	0,5	
<i>Anthoxanthum odoratum</i>		0,5
<i>Ranunculus repens</i>	5	3
<i>Juncus conglomeratus</i>	4	25
<i>Juncus effusus</i>	2	1
<i>Betula pubescens</i>	0,5	2
<i>Parentucellia viscosa</i>		1
<i>Juncus bufonius</i>		1
<i>Salix atrocinerea</i>	2	10
<i>Lotus pedunculatus</i>	1	3
<i>Cirsium palustre</i>		0,5
<i>Isolepis setacea</i>		0,5
<i>Rumex</i> cf. <i>crispus</i>	0,5	
<i>Erigeron floribundus</i>	3	2
<i>Epilobium obscurum/tetragonum</i>	0,5	0,5
<i>Agrostis</i> x <i>murbeckii</i>	0,5	1
<i>Vicia</i> sp.	0,5	
<i>Taraxacum</i> sp.	0,5	0,5
<i>Lotus hispidus</i>		0,5
<i>Rubus</i> sp.		0,5

## Transect de Penn-ar-stang

Distance	Transect		
	0-8,5 m	8,5-38,6 m	38,6-47 m
Recouvrement	98	100	100
Hauteur moyenne	70	80	90
<i>Dactylis glomerata</i>		0,5	3
<i>Plantago lanceolata</i>		1	2
<i>Prunella vulgaris</i>			0,5
<i>Rumex acetosa</i>	2	1	1
<i>Rumex obtusifolius</i>		0,5	
<i>Agrostis stolonifera</i>		0,5	
<i>Dryopteris filix-mas</i>	0,5		
<i>Epilobium ciliatum</i>		0,1	
<i>Schedonorus arundinaceus</i>			0,1
<i>Galium aparine</i>	0,5		0,5
<i>Geranium robertianum</i>	2		
<i>Holcus lanatus</i>		5	5
<i>Holcus x hybridus</i>	0,5	2	1
<i>Poa trivialis</i>		1	2
<i>Stellaria graminea</i>		0,5	3
<i>Urtica dioica</i>	5		2
<i>Ajuga reptans</i>	1		
<i>Athyrium filix-femina</i>	5		
<i>Betula pubescens</i>	10		
<i>Dactylorhiza maculata</i>			0,5
<i>Juncus conglomeratus</i>		0,5	1
<i>Juncus effusus</i>	5	50	15
<i>Ranunculus repens</i>	1	15	50
<i>Angelica sylvestris</i>	20	3	
<i>Carex laevigata</i>	1	1	10
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	3		
<i>Cirsium palustre</i>	3	2	3
<i>Epilobium cf. obscurum</i>	0,5	3	1
<i>Epilobium hirsutum</i>		0,5	
<i>Juncus acutiflorus</i>	10	30	3
<i>Lotus pedunculatus</i>		5	5
<i>Mentha cf. aquatica</i>		1	
<i>Oenanthe crocata</i>		1	4
<i>Salix atrocinerea</i>	15		
<i>Stellaria alsine</i>	0,5	0,5	0,5
<i>Carex paniculata</i>	3		
<i>Epilobium parviflorum</i>		1	0,5
<i>Galium palustre</i>		1	
<i>Lychnis flos-cuculi</i>		0,5	1
<i>Ranunculus flammula</i>		2	
<i>Rumex crispus</i>		0,1	
<i>Rubus sp.</i>	40	1	



## Transect de Pont-Guérin

Distance	Transect 1		Transect 2	
	0-9 m	9-50 m	0-21 m	21-50 m
Recouvrement	98	100	95	98
Hauteur moyenne	50	90	30	30
Briza minor				0,1
Daucus carota		0,1		
Kickxia elatine				0,1
Leucanthemum vulgare	0,5	0,5	0,1	
Vicia sativa		0,5		
Centaurea nigra	2	0,1		
Cytisus scoparius				0,1
Geranium dissectum		0,5		0,5
Lolium multiflorum		0,1		
Lolium perenne		0,1		
Plantago lanceolata	1	2	2	1
Plantago major	2	1		
Potentilla reptans	0,1	2	2	2
Rumex acetosa			0,1	
Rumex obtusifolius		1	0,5	1
Sonchus asper				0,1
Trifolium hybridum		1	0,1	
Trifolium pratense		1	30	7
Trifolium repens	1	2	2	2
Ulex europaeus		0,1		0,1
Ervum tetraspermum		0,5		2
Agrostis stolonifera				2
Anthoxanthum odoratum	1	1	0,1	0,1
Stellaria graminea		0,1		0,5
Schedonorus arundinaceus				0,5
Galium aparine		0,1		
Holcus lanatus	20	40	7	40
Holcus mollis		0,5		
Poa trivialis	3	1	1	5
Persicaria maculosa			0,1	0,1
Ranunculus acris		0,1		0,1
Juncus conglomeratus	2	1	0,1	1
Juncus cf bufonius		2	0,1	0,5
Ranunculus repens	5	7	5	10
Convolvulus sepium	1	1	1	3
Cirsium palustre		0,5		
Juncus acutiflorus	0,5		0,5	1
Lotus pendunculatus	7	4	2	1
Rumex cf conglomeratus	0,5	1		
Juncus articulatus		1		
Lythrum salicaria		0,1	1	
Alisma plantago			0,1	
Glyceria fluitans	40	30	50	40
Rumex cf crispus			1	0,5
Agrostis x murbeckii	10			
Cirsium sp				0,1
Holcus x hybridus	20	10	7	10
Rubus sp	0,1			
Taraxacum sp				0,5

## Transect de Traou-Guern

Distance	Transect		
	0-25 m	25,5-32 m	32-38 m
Recouvrement	98	100	95
Hauteur moyenne	35	90	30
<i>Daucus carota</i>	0,5		
<i>Vicia sativa</i>	0,5		
<i>Centaurium erythraea</i>	0,1		
<i>Cerastium fontanum</i>	1		
<i>Cirsium vulgare</i>		1	
<i>Dactylis glomerata</i>	2	15	
<i>Ervum tetraspermum</i>	1		
<i>Geranium dissectum</i>	0,1		
<i>Lolium multiflorum</i>	5		5
<i>Plantago lanceolata</i>	3	1	1
<i>Plantago major</i>			0,5
<i>Prunella vulgaris</i>		0,5	
<i>Quercus robur</i>	0,1		
<i>Rumex acetosa</i>	2		
<i>Rumex obtusifolius</i>	2		
<i>Trifolium repens</i>	1		15
<i>Ulex europaeus</i>		7	
<i>Cirsium arvense</i>	1	5	1
<i>Dryopteris filix-mas</i>		0,1	
<i>Glechoma hederacea</i>	2	4	0,5
<i>Holcus lanatus</i>	15		
<i>Agrostis stolonifera</i>	10	1	35
<i>Holcus mollis</i>	5		
<i>Persicaria maculosa</i>	1		2
<i>Urtica dioica</i>	0,5	2	0,5
<i>Argentina anserina</i>	1		
<i>Juncus effusus</i>	3	4	7
<i>Potentilla cf erecta</i>	15	0,5	1
<i>Pulicaria dysenterica</i>		2	0,5
<i>Ranunculus repens</i>	2	1	2
<i>Angelica sylvestris</i>	0,5	1	0,5
<i>Cirsium dissectum</i>		0,1	0,1
<i>Cirsium palustre</i>	1	5	0,5
<i>Epilobium obscurum</i>		7	
<i>Equisetum palustre</i>		1	0,5
<i>Juncus acutiflorus</i>			3
<i>Lotus pedunculatus</i>	2	2	2
<i>Oenanthe crocata</i>	1		
<i>Rumex conglomeratus</i>	2	0,5	
<i>Iris pseudacorus</i>			0,5
<i>Lychnis flos-cuculi</i>		0,5	
<i>Lythrum salicaria</i>			2
<i>Rumex crispus</i>	1	1	
<i>Agrostis x murbeckii</i>	10	1	35
<i>Carex sp</i>	1		
<i>Conyza sp</i>	2	7	
<i>Epilobium sp</i>			0,5
<i>Holcus x hybridus</i>	50		1
<i>Hypericum perforatum</i>		1	
<i>Rubus sp</i>	0,5	50	3
<i>Taraxacum sp</i>	0,1		

### Annexe 3 : Liste des espèces communes et propres aux différents sites

Communes	Espèces propres aux sites restaurés	Espèces propres aux sites de référence
Agrostis cf canina	Acer pseudoplatanus	Achillea millefolium
Agrostis stolonifera	Ajuga reptans	Anacamptis laxiflora
Agrostis x murbeckii	Alisma plantago-aquatica	Cirsium dissectum
Alopecurus geniculatus	Alnus glutinosa	Cruciata laevipes
Angelica sylvestris	Anthemis cotula	Dactylorhiza maculata
Anthoxanthum odoratum	Betula pubescens	Dryopteris affinis
Argentina anserina	Brassica nigra	Eleocharis sp.
Arrhenatherum elatius	Callitriche cf stagnalis	Equisetum palustre
Athyrium filix-femina	Carex demissa	Ervilia hirsuta
Bellis perennis	Carex laevigata	Erythranthe guttata
Callitriche sp.	Carex pendula	Fraxinus excelsior
Cardamine pratensis	Chamaemelum nobile	Geranium sp.
Carex cf. leporina	Cirsium filipendulum	Geum urbanum
Carex echinata	Cirsium vulgare	Hydrocotyle vulgaris
Carex paniculata	Cytisus scoparius	Impatiens glandulifera
Carex remota	Daucus carota	Isolepis cf fluitans
Carex sp.	Dryopteris filix-mas	Kickxia elatine
Centaurea nigra	Epilobium tetragonum / obscurum	Lathyrus sp.
Centaurium erythraea	Erigeron cf floribundus	Leucanthemum vulgare
Cerastium fontanum	Galium cf mollugo	Luzula multiflora
Cerastium glomeratum	Glechoma hederacea	Medicago cf lupulina
Chrysosplenium alternifolium	Helminthotheca echioides	Mentha suaveolens
Cirsium arvense	Hypericum perforatum	Molinia caerulea
Cirsium palustre	Hypericum tetrapterum	Myosotis laxa
Convolvulus sepium	Isolepis setacea	Myosotis sp.
Conyza sumatrensis/canadensis	Juncus articulatus	Phleum pratense
Dactylis glomerata	Juncus bulbosus	Poa pratensis
Digitalis purpurea	Lemna minor	Poa sp.
Elytrigia repens	Leontodon saxatilis	Polygonum sp.
Epilobium cf parviflorum	Lysimachia arvensis	Ranunculus acris
Epilobium ciliatum	Parentucellia viscosa	Raphanus raphanistrum
Epilobium hirsutum	Phragmites australis	Rumex sp.
Epilobium obscurum	Plantago major	Solanum dulcamara
Epilobium palustre	Poa annua	Spergula arvensis
Epilobium sp	Ranunculus subgen. Batrachium	Stachys palustris
Equisetum arvense	Sagina procumbens	Valeriana officinalis
Equisetum cf fluviatile	Scrofularia auriculata	Veronica scutellata
Equisetum telmateia	Sibthorpia europaea	Veronica sp
Ervum tetraspermum	Sonchus asper	Vicia segetalis
Eupatorium cannabinum	Sparganium erectum	Vicia sp.
Festuca arundinacea	Stellaria graminea	
Festuca sp.	Trifolium dubium	
Filipendula ulmaria	Trifolium squarrosum	
Galium aparine	Typha cf latifolia	
Galium palustre	Ulex europaeus	
Geranium dissectum	Wahlenbergia hederacea	
Geranium robertianum		
Glyceria fluitans		
Gnaphalium uliginosum		
Helosciadium nodiflorum		
Heracleum sphondylium		
Holcus lanatus		
Holcus mollis		
Holcus x hybridus		
Hypochaeris cf radicata		
Iris pseudacorus		
Jacobaea vulgaris		
Juncus acutiflorus		
Juncus bufonius		
Juncus conglomeratus		
Juncus effusus		
Juncus foliosus		
Lolium multiflorum		
Lolium perenne		

Lolium sp		
Lotus pedunculatus		
Lychnis flos-cuculi		
Lycopus europaeus		
Lythrum portula		
Lythrum salicaria		
Mentha aquatica		
Myosotis scorpioides		
Myosotis secunda		
Nasturtium officinale		
Oenanthe crocata		
Pedicularis palustris		
Persicaria maculosa		
Phalaris arundinacea		
Plantago lanceolata		
Poa trivialis		
Populus tremula		
Potentilla erecta		
Potentilla reptans		
Prunella vulgaris		
Pulicaria cf. dysenterica		
Quercus robur		
Ranunculus flammula		
Ranunculus repens		
Rosa sp.		
Rubus sp.		
Rumex acetosa		
Rumex cf conglomeratus		
Rumex cf crispus		
Rumex obtusifolius		
Salix atrocinerea		
Silene dioica		
Sonchus oleraceus		
Stachys sylvatica		
Stellaria alsine		
Stellaria sp.		
Succisa pratensis		
Taraxacum sp		
Trifolium pratense		
Trifolium repens		
Trocdaris verticillatum		
Urtica dioica		
Veronica chamaedrys		
Vicia cracca		
Vicia sativa		
Viola palustris		

#### Annexe 4 : Données brutes de pénétrométrie

Site	Pénétrométrie (KN/cm <sup>2</sup> )
TGS1	0,3
TGS2	0,25
TGS3	0,15
TGS4	0,3
PASS1	0,05
PASS2	0,1
PASS3	0,02
PASS4	0,04
PASS5	0,09
GR1	0,05
GR2	0,08
GR3	0,04
GV1	0,06
GV2	0,09
GV3	0,04
GV4	0,04
KP1	0,15
KP2	0,05
KP3	0,06
KP4	0,075
KS1	0,2
KS2	0,05
KS3	0,05
KS4	0,1
KS5	0,12
KS6	0,12
PV1	0,35
PV2	0,7
PV3	1

## Annexe 5 : Profils pédologiques des sites restaurés

Guervern :



Keravilin :





Kerguélidic :



Penn-ar-stang :





Traou-guern :



Pont-guérin :







## Résumé

Malgré les fonctions indispensables qu'elles assurent, les zones humides sont des milieux fortement menacés et qui ont subi de nombreuses dégradations au cours du temps. Face à ce constat, des actions sont mises en place sur un grand nombre de sites.

Afin d'évaluer le succès des travaux de restauration, le programme ETREZH vise à évaluer le retour de certaines fonctions assurées par les zones humides de Bretagne, à savoir des fonctions hydrologiques, biogéochimiques et biologiques. Quatorze sites restaurés ont été sélectionnés et leur étude est répartie sur 2 ans (2020-2021). Ainsi, seuls 7 sites sont traités dans ce rapport.

Dans un premier temps, l'occupation des sols ainsi que la densité du linéaire de haie dans un rayon de 500m a été étudié. Pour cela une étape de photo-interprétation sur les photos aériennes depuis 1950 a été réalisée. Cette première partie a permis de mettre en avant plusieurs changements majeurs : une baisse du linéaire de haie ainsi que de la surface des prairies et une hausse des cultures et de l'urbanisation.

Dans un second temps, une évaluation de l'intégrité fonctionnelle des sites après travaux de restauration a été réalisée. Pour cela, deux objectifs ont été identifiés : caractériser la végétation et comparer les sites restaurés avec des sites de référence sélectionnés. Un panel de référence constitué de 76 relevés a été construit. Ainsi, après analyse, il a été observé que les végétations présentes étaient majoritairement des prairies hygrophiles méso à eutrophes et des mégaphorbiaies. Seuls 3 sites possèdent une végétation typique des zones humides de Bretagne sur la totalité de leur surface.

In spite of the indispensable functions they perform, wetlands are highly threatened environments that have suffered numerous degradations over time. Faced with this observation, actions are being put in place to restore some of these areas.

In order to evaluate the success of the restoration works, the ETREZH program aims to assess the restoration of specific functions provided by the wetlands of Brittany, namely hydrological, biogeochemical and biological functions. Fourteen restored sites have been selected and their study is spread over 2 years (2020-2021). Thus, only 7 sites are treated in this report.

Initially, the land use as well as the density of the hedge line within a radius of 500m was studied. For this, a stage of photointerpretation on aerial photos since 1950 was carried out. This first part allowed to highlight several major changes: a decrease in the density of the hedge line as well as in the surface of the meadows and an increase in crops and urbanization.

Secondly, an evaluation of the functional integrity of the sites after restoration work was carried out. For this, two objectives were identified: characterizing the vegetation and comparing the restored sites with selected reference sites. A reference panel consisting of 76 surveys was constructed. Thus, after analysis, it was highlighted that the vegetation present was mainly meso to eutrophic hygrophilic grasslands and megaphorbias. Only 3 sites have typical vegetation of the wetlands of Brittany on the whole of their surface.