

École Supérieure d'Agriculture d'Angers  
55 rue Rabelais  
49007 ANGERS



Lannion-Trégor Communauté  
1 rue Gaspard Monge, 22300 Lannion  
David MENANTEAU



## ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS OUVERTS OLIGOTROPHES D'INTÉRÊT COMMUNAUTAIRE. Réserve naturelle régionale des landes, prairies et étangs. Plounérin.



*Mémoire de Fin d'Études*  
*Promotion 122*

Date : 04/10/2024

*FUGÈRE Valentine*  
*Élève-Ingénieur ESA*  
*Patron du mémoire : Lucie LOPES-FERREIRA*



École Supérieure d'Agriculture d'Angers  
55 rue Rabelais  
49007 ANGERS



Lannion-Trégor Communauté  
1 rue Gaspard Monge, 22300 Lannion  
David MENANTEAU



## ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS OUVERTS OLIGOTROPES D'INTÉRÊT COMMUNAUTAIRE. Réserve naturelle régionale des landes, prairies et étangs. Plounérin.



*Mémoire de Fin d'Études*  
*Promotion 122*

Date : 04/10/2024

*FUGÈRE Valentine*  
*Élève-Ingénieur ESA*  
*Patron du mémoire : Lucie LOPES-FERREIRA*



## FICHE RÉSUMÉ DE L'AUTEUR

### NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

AUTEUR : Valentine FUGERE

Promotion : 122

Signalement du rapport : Évaluation de l'état de conservation des habitats ouverts oligotrophes d'intérêt communautaire de la réserve naturelle régionale des Landes, Prairies et Étangs de Plounérin. 80 pages. 8 cartes. 9 figures. 14 graphiques. 11 tableaux. 6 annexes.

Mots-clefs : indicateur, état de conservation, habitats d'intérêt communautaire, comparaison de méthodes, lande, prairie, tourbière

### RÉSUMÉ D'AUTEUR

#### PLAN INDICATIF

Le présent rapport débutera par une synthèse bibliographique portant sur les méthodes d'évaluation de l'état de conservation des habitats, la notion d'habitat d'intérêt communautaire et le contexte de l'étude menée. Nous poursuivrons par une présentation des trois méthodes utilisées et de la façon dont elles ont été mises en place. Nous aborderons les avantages et inconvénients à l'utilisation de chacune d'entre elles. Puis, nous comparerons les méthodes entre elles et avec l'avis du gestionnaire avant de conclure.

#### BUTS DE L'ÉTUDE

Les buts de l'étude sont d'une part, d'évaluer l'état de conservation de huit habitats d'intérêt communautaire de la réserve naturelle régionale de Plounérin, d'autre part, de mettre en place et comparer trois méthodes récentes d'évaluation de l'état de conservation entre elles et avec l'avis du conservateur.

#### MÉTHODES & TECHNIQUES

Les trois méthodes testées sont les grilles d'« indicateurs d'état de conservation des habitats landicoles et tourbeux de Bretagne », le « Vegetation Conservation Status » (VCS) et l'« Ecological Quality Assessment » (EQA). La première méthode, qui avait déjà été utilisée en 2017 et 2019, a servi à réévaluer 8 habitats soit 134 polygones (patches) d'habitat. Le VCS et l'EQA ont été utilisés pour la première fois avec un teste sur les 40 polygones de landes humides et un autre sur 26 quadrats du même habitat.

#### RÉSULTATS

Pour les quadrats de landes humides, l'EQA est la méthode la plus en accord avec l'avis du gestionnaire. Pour les polygones de landes, le VCS est la méthode la plus en accord avec l'avis du gestionnaire. Les habitats sont en meilleurs état, avec un passage de 19 à 48 % de surfaces en état favorable par rapport à 2019.

#### CONCLUSIONS

Les indices VCS et EQA seront utilisés sur la réserve de manière ponctuelle sur des secteurs particuliers. De nouveaux tests seront menés pour mieux les appréhender. Ils serviront prochainement à évaluer la trajectoire écologique de certaines surfaces d'habitat et à mesurer l'impact d'une intervention de gestion via une comparaison « avant / après » travaux. La méthode des grilles d'indicateurs sera maintenue pour évaluer l'ensemble des habitats. Bien que le poids de ses indicateurs puisse être ajusté, elle reste la méthode qui met le mieux en avant l'origines des dégradations subies par un polygone d'habitat. Elle est simple à utiliser pour un « non-spécialiste » et les notes qu'elle fournit peuvent être calculées directement sur le terrain.

## AUTHOR SUMMARY

### BIBLIOGRAPHIC RECORD

AUTHOR : Valentine FUGERE

Class : 122

Report reference: Evaluation of the conservation status of open oligotrophic habitats of heritage interest in the Landes, Prairies and Ponds of Plounérin regional nature reserve. 80 pages. 8 maps. 9 figures. 14 graphs. 11 tables. 6 appendices.

Keywords: indicator, conservation status, habitats of Community interest, comparison of methods, moorland, grassland, peatland

INDICATIVE PLAN	<p>This report will begin with a bibliographic synthesis on methods for assessing the conservation status of habitats, the concept of habitat of Community interest and the context of the study. We will then present the three methods used and how they were implemented. We will discuss the advantages and disadvantages of each method will be discussed. Subsequently a comparison of the methods with each other and with the curator's opinion will take place before concluding.</p>
AIMS OF THE STUDY	<p>The aims of the study are, on the one hand, to assess the conservation status of eight habitats of community interest in the Plounérin regional nature reserve, and on the other hand, to compare three recent methods for assessing conservation status with each other and with the curator's opinion.</p>
METHODS	<p>The three methods tested are the grids of « conservation status indicators grid for moorland and peatland habitats in Brittany », the « Vegetation Conservation Status » (VCS) and the « Ecological Quality Assessment (EQA) ». The first method, already been used in 2017 and 2019, was applied to reassess eight habitats, covering 134 habitat polygons (patches). The VCS and EQA were used for the first time, with one test on the 40 wet heathland polygons and another on 26 quadrats of the same habitat.</p>
RESULTS	<p>For the wet heathland quadrats, the EQA is the method most in line with the curator. For heathland polygons, the VCS is the method most in line with the curator's assessment. The habitats are in better condition, with an increase from 19% to 48% of areas in favourable condition compared with 2019.</p>
CONCLUSIONS	<p>The VCS and EQA indices will be used intermittently in specific areas of the reserve. New tests will be carried out to gain a better understanding of these methods. They will soon be used to assess the ecological trajectory of certain habitat areas and to measure the impact of a management intervention through a 'before / after' comparison. The indicators grids methods will be maintained for evaluating all habitats. Although the weight of its indicators may be adjusted, it remains the method that best highlights the origins of the degradation suffered by a habitat polygon. It is simple to use for 'non-specialist' and the scores it provides can be calculated directly in the field.</p>

## REMERCIEMENTS

Je profite de ce rapport pour exprimer mes remerciements à toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Je tiens tout d'abord à exprimer mes remerciements au service environnement de Lannion-Trégor Communauté qui m'a accueilli pour ce stage. À Frédéric, du service informatique et SIG sans qui il aurait été difficile de se localiser dans les landes, les prairies et les tourbières. Aux autres stagiaires : Élias, pour sa joie de vivre et pour les sorties nocturnes pour étudier la chouette chevêche, à Brewen pour toute l'aide sur le terrain et pour avoir été un super colocataire, à Romain pour l'aide à la saisie des données et la découverte du monde des vikings et des arts martiaux historiques européens et à Victor pour nous avoir accompagné sur le terrain et pour ses belles photographies. Un merci tout particulier à mon maître de stage pour sa bienveillance, ses conseils et tout le temps qu'il m'a accordé au bureau et sur le terrain durant ces 6 mois.

Merci à Stevens pour la visite des plantations de fraises.

Merci aux chercheurs qui ont échangé avec nous pour nous permettre de mettre en place leurs méthodes d'évaluations de l'état de conservation sur la réserve.

Merci également au Conservatoire Botanique de Brest et plus particulièrement à Vincent Colasse et Pauline Guillaumeau qui ont répondu à nos questions sur la flore, nous ont conseillé et ont pris le temps de lire ce rapport.

Merci à toutes les personnes avec qui j'ai pu faire des suivis d'espèces et à tous ceux que j'oublie.

Je remercie Lucie Lopes Ferreira, mon enseignante référente, pour les échanges que nous avons pu avoir et le temps qu'elle a accordé à la relecture de mon rapport.

Je tiens également à remercier les camarades de promotion avec qui j'ai pu échanger au sujet de leur stage et de la rédaction de nos rapports écrits. Guillaume, Emma, Romain et tous les autres.

Enfin, ma gratitude à ma mère et à ma grand-mère pour les relectures attentives et leurs points de vue extérieurs qui m'ont permis de rendre ce rapport plus accessible.

## **TABLE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS**

ACP : Analyse en Composantes Principales

CBNB : Conservatoire Botanique Nationale de Brest

CBMA : Communauté de Bas-Marais Acidiphile / Tourbière de Transition et Tremblantes

CSRPN : Conseil Scientifique Régionale du Patrimoine Naturel

DHFF : directive Habitats Faune Flore

EQA : Ecological Quality Assessment

F : Humidité édaphique

FCSi : Favorable Conservation Status index

HE : Humidité édaphique

HIC : habitat d'intérêt communautaire

Lh : Landes humides

Lhs : Landes humides à Sphaignes

Lm : Landes mésophiles

Ls : Landes sèches

LTC : Lannion Trégor Communauté

MEDDTL : Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, du Transport et du Logement

MNHN : Muséum National d'Histoire Naturelle

N : Nutriments du sol ou degré trophique

OFB : Office Française de la Biodiversité

OEB : Observatoire de l'Environnement en Bretagne

PHOD : Prairie Humide Oligotrophe Diversifiée

POM : Prairie Oligotrophe à Molinie

RNC : Réserve Naturelle de Corse

RNR : Réserve Naturelle Régionale

RNN : Réserve Naturelle Nationale

TN : Tourbière à Narthécie / Tourbières de pente

UE : Union Européenne

VCS : Vegetation Conservation Status

ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Faunistique et Floristique

ZPS : Zone de Protection Spéciale

ZSC : Zone Spéciale de Conservation

## GLOSSAIRE

### A

Altéré : état de conservation intermédiaire entre mauvais et favorable (Maciejewski, 2012) aussi appelé défavorable inadéquat. Un changement dans la gestion ou les politiques en place est nécessaire pour que l'habitat retrouve un statut favorable, mais l'habitat n'est pas en danger d'extinction (Bensettiti, 2012), 31

### B

Biocénose : ensemble des espèces, animales et végétales, vivant dans un biotope. Les relations systémiques de ces espèces entre elles et de ces espèces avec le biotope forment l'écosystème (Géo confluence, 2024)., 11

Biogéographie : Une zone biogéographique est une aire délimitée géographiquement sur la base de sa composition floristique et/ou faunistique, sa biocénose, le biotope et l'écologie d'un habitat (aquaportail, 2024)., 12

Biotope : Le terme « biotope » est utilisé pour décrire l'environnement physique dans lequel vit une communauté biologique spécifique. Le biotope englobe les facteurs abiotiques, c'est-à-dire les éléments non vivants tels que le sol, le climat, la lumière, l'eau, et d'autres caractéristiques environnementales (Futura, 2024), 11

### C

Centroïde : fait référence au centre géométrique d'un ensemble de points dans un espace multidimensionnel., 54

Climax : terme d'une progression, son point culminant. En biogéographie, il s'agit de l'état naturel vers lequel tendent sol, végétation et faune en un point donné dans les conditions environnementales présentes à un moment t. C'est le stade terminal stable du dynamisme végétal naturel dans une succession végétale (Centre National des Ressources Textuelles et Lexicales, 2024 a), 13

Correction RTK : l'antenne RTK à laquelle nous nous sommes rattachés pour corriger l'erreur de positionnement est LTC2. Dans le cas où elle n'aurait pas fonctionné, nous aurions utilisé MRLX ou MSE1., 30

### D

Dégradé : mauvais état de conservation, état de conservation défavorable. Cela concerne les d'habitats qui sont en danger sérieux d'extinction. (Bensettiti, 2012), 31

Degré trophique : Le degré trophique ou indice d'état trophique indique le niveau de trophicité d'un milieu terrestre ou aquatique. Le niveau de trophicité dépend de la richesse en nutriments du sol (Aquaportail, 2024 a)., 28

Diversité beta : mesure de la biodiversité qui consiste à comparer la diversité des espèces entre deux écosystèmes. Il s'agit de comparer le nombre de taxons qui sont uniques à chacun des écosystèmes., 54

### E

Édaphique : qui a rapport à la nature du sol (Centre National des Ressources Textuelles et Lexicales, 2024 b)., 13

Espèces compagnes : En plus des espèces indicatrices d'un habitat, il y a des espèces compagnes. Ces espèces sont caractéristiques / typiques de cet habitat. Ces plantes peuvent être moins sensibles aux variations des conditions du milieu que les espèces indicatrices. Leur présence est « normale » mais leur absence n'annule pas la certitude d'être sur l'habitat défini pas les espèces indicatrices., 28

Espèces indicatrices : qualifie les espèces ou les populations qui, par leur présence à l'état spontané, renseignent sur certains caractères écologiques (Botarela, 2024). Il s'agit souvent

de plantes à faible potentiel écologique, peu tolérantes aux changements de leurs conditions de vie. La présence de toutes les espèces indicatrices permet de caractériser la communauté végétale sur laquelle on se trouve puis l'habitat qui lui correspond., 28

## F

Favorable : état de conservation favorable, qui se rapproche d'un optimum théorique (Maciejewski, 2012). L'habitat prospère actuellement et la situation se maintiendra vraisemblablement sans changement dans la gestion ou les politiques existantes (Bensettiti, 2012), 31

Floristique : Étude et description des espèces végétales (Gatin, 1924), 12

## H

Habitats « élémentaires » ou « déclinés » : divisions des grands types d'habitats appelés « génériques » (INPN, 2024)., 13

Habitats génériques : grands types d'habitats qui ont été divisés en habitats « déclinés » ou habitats « élémentaires » (INPN, 2024)., 13

Hyperoligotrophile : Organisme vivant dans des milieux très pauvres en nutriments – substances nutritives – et en humus., 28

Hyperxérophile : La plante adaptée à un climat ou à un habitat extrêmement sec, ou à des conditions où l'humidité est très rare (Aquaportail, 2024 b)., 28

## I

Indicateurs : variables qualitatives ou quantitatives à mesurer sur un habitat (Maciejewski, 2012, p10)., 22

## M

Moliniaie : végétation où la Molinie bleue est dominante – *Molinia caerulea* –, 10

## P

Phytosociologie : branche de l'écologie dont l'objet est l'étude des communautés végétales. Elle repose sur des inventaires floristiques à partir desquels peuvent être mis en évidence des ensembles d'espèces (notions de groupements végétaux, de formations végétales ou de végétations) en relation avec les conditions du milieu (sol, climat, etc). On décrit et cherche à comprendre les liens fonctionnels entre les communautés d'espèces et le milieu naturel (Tela Botanica, 2024)., 12

Polytrophile : Organisme vivant dans des milieux caractérisés par une abondance ou un excès en nutriments (La langue Française, 2024)., 28

## S

Sites Natura 2000 : Outils fondamentaux de la politique européenne de préservation de la biodiversité, les sites Natura 2000 visent une meilleure prise en compte des enjeux de biodiversité dans les activités humaines. Ces sites sont désignés pour protéger un certain nombre d'habitats et d'espèces représentatifs de la biodiversité européenne (Site web du centre de ressources Natura 2000, 2024)., 12

## SOMMAIRE

FICHE RÉSUMÉ DE L'AUTEUR .....	5
AUTHOR SUMMARY .....	6
REMERCIEMENTS .....	7
TABLE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS .....	8
GLOSSAIRE .....	9
SOMMAIRE .....	11
TABLE DES CARTES .....	14
TABLE DES FIGURES .....	14
TABLE DES GRAPHIQUES .....	14
TABLE DES TABLEAUX.....	15
INTRODUCTION .....	1
<b>1 MÉTHODES D'ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS D'INTÉRÊT COMMUNAUTAIRE POUR UNE RÉSERVE NATURELLE.....</b>	<b>2</b>
1.1 Que sont les habitats et pourquoi les protéger ?.....	2
1.2 Contexte réglementaire .....	2
1.3 Les habitats d'intérêt communautaire.....	3
1.3.1 IDENTIFICATION DES HABITATS D'INTÉRÊTS COMMUNAUTAIRES ET DÉFINITIONS.....	3
1.3.2 ÉTAT DE CONSERVATION ET HABITATS D'INTÉRÊTS COMMUNAUTAIRES DE L'UNION EUROPÉENNE.....	4
1.3.3 DES HABITATS FAÇONNÉS PAR L'HUMAIN.....	4
1.4 Évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire sur la réserve de Plounérin dans les côtes d'Armor. ....	5
1.4.1 RÉSERVE NATURELLE RÉGIONALE DES LANDES, PRAIRIES ET ÉTANGS DE PLOUNÉRIN ..	5
1.4.2 ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS SUR LA RÉSERVE .....	9
1.4.3 2024, HABITATS CONCERNÉS PAR L'ÉTUDE .....	9
1.4.4 DESCRIPTION COURTE DES HABITATS ÉTUDIÉS .....	11
1.5 Méthodes d'évaluation de l'état de conservation des habitats.....	13
1.5.1 MÉTHODES DES GRILLES DU MNHN (d'après Maciejewski, 2012) .....	13
1.5.2 L'ÉTAT DE RÉFÉRENCE .....	14
1.5.2.1 Avantages .....	15
1.5.2.2 Inconvénients .....	15
1.5.2.3 Perspectives.....	16
<b>2 GRILLE D'INDICATEURS D'ÉTAT DE CONSERVATION DES GESTIONNAIRES BRETONS .....</b>	<b>18</b>
2.1 Contexte .....	18

2.2	Matériel et Méthode : Grilles d'indicateurs d'état de conservation des habitats landicoles et tourbeux de Bretagne .....	18
2.2.1	PRÉSENTATION DE LA MÉTHODE .....	18
2.2.2	MODALITÉS DE SAISIE DES DONNÉES.....	21
2.2.3	MATÉRIEL.....	21
2.2.4	APPLICATION DE LA MÉTHODE DES INDICATEURS D'ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS LANDICOLES ET TOURBEUX DE BRETAGNE .....	21
2.3	RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION.....	22
2.4	Discussion .....	32
2.4.1	FORCES .....	32
2.4.2	FAIBLESSES.....	32
2.4.3	PERSPECTIVES.....	33
3	VEGETATION CONSERVATION STATUS.....	34
3.1	Contexte (d'après Jung & <i>al.</i> , 2021 ; Jung, 2023) .....	34
3.2	Matériel et méthode : l'indice Vegetation Conservation Status – VCS – (d'après Jung & <i>al.</i> , 2021 ; Jung & <i>al.</i> , 2023). .....	36
3.2.1	MÉTHODE .....	36
3.2.2	MATÉRIEL.....	39
3.3	Résultats .....	39
3.4	Interprétation.....	42
3.5	Discussion .....	43
3.5.1	FORCES .....	43
3.5.2	FAIBLESSES.....	43
3.5.3	PERSPECTIVES.....	44
3.6	Conclusion .....	44
4	Ecological Quality Assessment .....	45
4.1	Contexte : .....	45
4.1.1	GÉNÉRALITÉS (d'après Sturbois & <i>al.</i> , 2023) .....	45
4.1.2	L'ECOLOGICAL QUALITY ASSESSMENT (d'après Sturbois & <i>al.</i> , 2023) .....	45
4.2	Matériel et méthode : .....	46
4.2.1	APPLICATION DE L'ECOLOGICAL QUALITY ASSESSMENT (d'après Sturbois & <i>al.</i> , 2023) 46	
4.2.2	DEUX TESTS DE LA MÉTHODE EQA SUR LA RÉSERVE DE PLOUNÉRIN (d'après Sturbois & <i>al.</i> , 2023) : .....	47
4.2.2.1	Un test portant sur des quadrats de landes humides .....	47
4.2.2.2	Un test portant sur des polygones de landes humides .....	53
4.2.2.3	Matériel .....	53

4.3	Résultats : .....	54
4.3.1	RÉSULTATS DE L'ANALYSE EQA DES QUADRATS DE LANDES HUMIDES.....	54
4.3.1	RÉSULTATS DE L'ANALYSE EQA DES POLYGONES DE LANDES HUMIDES .....	56
4.4	Discussion : .....	57
4.4.1	FORCES .....	58
4.4.2	FAIBLESSES.....	58
4.4.3	PERSPECTIVES.....	59
4.5	Conclusion : .....	60
5	COMPARAISON DES MÉTHODES .....	61
5.1	Comparaisons des méthodes pour des polygones.....	64
5.1.1	MÉTHODE .....	64
5.1.2	RÉSULTATS.....	64
5.1.2.1	Comparaison des notes des 3 méthodes avec l'avis d'un « expert ».....	67
5.1.2.2	Comparaison deux par deux des 3 méthodes testées. ....	69
5.1.3	INTERPRÉTATION.....	71
5.1.4	DISCUSSION .....	72
5.1.5	CONCLUSION .....	72
5.2	Comparaison des méthodes pour les quadrats.....	72
5.2.1	MÉTHODE .....	72
5.2.2	RÉSULTATS.....	73
5.2.3	INTERPRÉTATION.....	74
5.2.4	DISCUSSION .....	75
5.2.5	CONCLUSSION .....	75
	DISCUSSION GENERALE .....	75
	CONCLUSION GENERALE .....	76
	BIBLIOGRAPHIE.....	79
	ANNEXES.....	85

## TABLE DES CARTES

Carte 1 : Périmètres d'inventaire et de protection de la réserve naturelle régionale de Plounérin lors de son classement en 2016 .....	8
Carte 2 : Carte des secteurs de la réserve naturelle régionale de Plounérin .....	17
Carte 3 : État de conservation des 8 habitats d'intérêt communautaire étudiés de la réserve en 2019. ....	27
Carte 4 : État de conservation des 8 habitats d'intérêt communautaire étudiés de la réserve en 2024. ....	27
Carte 5 : État de conservation des habitats d'intérêt communautaire de la réserve sur le secteur de Pen Ar Wern en 2019. ....	28
Carte 6 : État de conservation des habitats d'intérêt communautaire de la réserve sur le secteur de Pen Ar Wern en 2024. ....	29
Carte 7 : Illustration des écarts de notes entre 2019 et 2024 avec la méthode de la grille d'indicateurs pour la réserve de Plounérin. ....	31
Carte 8 : Écarts de notes entre 2019 et 2024, méthode de la grille d'indicateurs. ....	31

## TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Carte des 9 réserves naturelles régionales de Bretagne (OEB, 2024). ....	6
Figure 2 : Photos de la Bruyère ciliée ( <i>Erica ciliaris</i> ) à gauche et la Bruyère à quatre angles ( <i>Erica tetralix</i> ) à droite. ....	12
Figure 3 : Gradient d'état de conservation après analyse statistique des données pour les pelouses et prairies. Issu de Maciejewski, 2012. ....	15
Figure 4 : Communauté végétale observée et inclusion du pool d'habitat dans le pool régional – entité phytogéographique – (Jung, 2023). ....	34
Figure 5 : Espèces typiques et non-typiques d'un pool d'habitat. ....	35
Figure 6 : Les deux premiers axes de l'Analyse en Composante Principale de l'EQA pour 26 quadrats de landes humides. ....	54
Figure 7 : Seconde représentation des deux premiers axes de l'analyse en composante principale de l'EQA pour 26 quadrats de landes humides. ....	55
Figure 8 : Les deux premiers axes de l'Analyse en Composante Principale de l'EQA pour 40 polygones et 9 quadrats de landes humides. ....	56
Figure 9 : Seconde représentation des deux premiers axes de l'analyse en composante principale de l'EQA pour 40 polygones et 9 quadrats de landes humides. ....	57

## TABLE DES GRAPHIQUES

Graphique 1 : Nombre de réserves en France et leur surfaces (d'après les données du site réserve naturelles de France, 2024 b) .....	6
Graphique 2 : Nombre moyen de points gagnés ou perdus en 2019 et 2024 par type de dégradation. ....	25
Graphique 3 : Histogrammes du nombre d'espèces par catégorie « typiques », « neutres » et « non-typiques » pour les 40 polygones de landes humides pour la liste d'« origine » à gauche et pour la liste « réduite » à droite. ....	38
Graphique 4 : distribution des notes de VCS pour les polygones de landes humides de la réserve de Plounérin en 2024, à gauche pour la liste d'« origine » et à droite pour la liste « réduite ». ....	41
Graphique 5 : distribution des notes de VCS pour l'ensemble des polygones de landes de la réserve de Plounérin en 2024. ....	42

Graphique 6 : Comparaison entre les notes « expert » et les notes du VCS pour les 40 polygones de landes humides de la réserve. ....	68
Graphique 7 : Comparaison entre les notes « expert » et les notes de l'EQA pour les 40 polygones de landes humides de la réserve .....	69
Graphique 8 : Comparaison entre les notes « expert » et les notes de la grille d'indicateur pour les 40 polygones de landes humides de la réserve .....	69
Graphique 9 : corrélation entres les notes des polygones de landes humides obtenues avec l'indice VCS et celles obtenues avec la grille d'indicateurs d'état de conservation des habitats landicoles et tourbeux de Bretagne pour les 40 polygones de landes humides. ....	70
Graphique 10 : corrélation entres les notes des polygones de landes humides obtenues avec l'indice EQA et celles obtenues avec la grille d'indicateurs d'état de conservation des habitats landicoles et tourbeux de Bretagne pour les 40 polygones de landes humides. ....	70
Graphique 11 : corrélation entres les notes des polygones de landes humides obtenues avec l'indice EQA et celles obtenues avec le VCS pour les 40 polygones de landes humides de la réserve.....	71
Graphique 12 : Comparaison des valeurs du VCS et de la note « expert » pour les quadrats de landes humides .....	73
Graphique 13 : Comparaison des valeurs de l'EQA et de la note « expert » pour les quadrats de landes humides .....	74
Graphique 14 : Comparaison des valeurs du VCS et de l'EQA pour les quadrats de landes humides .....	74

## TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Ensemble des habitats d'intérêt communautaire de la réserve.....	10
Tableau 2 : Habitats d'intérêt communautaire dont l'état est évalué en 2024.....	11
Tableau 3 : Grille de notation pour l'évaluation de l'état de conservation des landes tourbeuses caractérisées par <i>Erica tetralix</i> , <i>Narthecium ossifragum</i> et <i>Sphagnum sp.</i> [IC 4020] (Collectif de gestionnaires de landes et tourbières de Bretagne, 2018).....	20
Tableau 4 : état des habitats d'intérêt communautaire exprimé en surfaces pour 2019 et pour 2024 .....	23
Tableau 5 : état des habitats d'intérêts communautaires exprimé en nombre de polygones pour 2019 et pour 2024 .....	24
Tableau 6 : Une partie des données des relevés phytosociologiques de 26 quadrats de landes humides mises en forme pour le calculateur en ligne du VCS. ....	37
Tableau 7 : Résultats du VCS pour les landes de la réserve de Plounérin avec la liste d'« origine » .....	40
Tableau 8 : Pourcentages de recouvrement des 26 quadrats de landes humides mis en forme pour l'analyse sous R studio. ....	48
Tableau 9 : comparatif des 3 méthodes d'évaluation testées .....	62
Tableau 10 : Notes obtenues avec les trois méthodes et avis du conservateur. ....	65
Tableau 11 : Cohérence des notes proposées par chacune des méthodes avec l'état du polygone selon le conservateur.....	67

## INTRODUCTION

La perte d'habitat est l'une des plus grandes menaces pour la survie des espèces. Depuis 1992, la directive européenne Habitat Faune Flore (Conseil de la CEE, 1992) a pour objectif de maintenir les habitats et les espèces d'intérêt communautaire dans un état de conservation favorable. Les états membres de l'union européenne se sont engagés à agir pour atteindre cet objectif. L'une de leurs obligations est de suivre l'évolution de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire. Or, aucune méthode d'évaluation ne fait encore consensus. En France, le ministère de l'écologie, du développement durable, du transport et du logement (MEDDTL) a chargé le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN) de mettre en place des méthodes pour évaluer l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire dans les sites protégés. Le MNHN a développé des grilles d'indicateurs pour évaluer l'état de conservation de certains habitats (Maciejewski, 2015). Cependant, tous les habitats n'ont pas encore de grille d'évaluation qui leur soit propre. D'autres méthodes d'évaluation de l'état de conservation sont en cours de création ou déjà utilisées par des gestionnaires de sites protégés.

Sur la réserve naturelle régionale bretonne des landes, prairies et étangs de Plounérin, géré par Lannion-Trégor communauté, une méthode d'évaluation créée par un collectif de gestionnaires de landes et tourbières de Bretagne inspirée des grilles du MNHN est en place depuis plusieurs années (Collectif de gestionnaires de landes et tourbières de Bretagne, 2018). Au cours de la présente étude, l'évaluation de l'état de conservation a été renouvelé sur 8 habitats ouverts d'intérêt communautaire : les landes humides atlantiques tempérées à Bruyère ciliée et Bruyère à quatre angles [Code Natura 2000 : 4020-1], les landes humides atlantiques tempérées à Bruyère ciliée et Bruyère à quatre angles sous-type à Sphaignes [4020-1], les landes hyperatlantiques subsèches [4030-5], les landes atlantiques fraîches méridionales [4030-8], les prés humides et bas-marais acidiphiles atlantiques [6410-6], les moliniaies<sup>1</sup> hygrophiles acidiphiles atlantiques [6410-9], les végétations des tourbières hautes actives [7110-1] et les tourbières de transition et tremblantes [7140-1].

A la demande du conservateur, deux nouvelles méthodes ont été testées sur des surfaces homogènes de 100 m<sup>2</sup> ainsi que sur des polygones de lande humide préalablement cartographiés par le botaniste José Durfort (Durfort, 2016). Ces deux nouvelles méthodes ont ensuite été comparées à la méthode des grilles d'indicateurs des gestionnaires bretons et à l'avis du conservateur de la réserve. La première méthode appliquée est le Vegetation Conservation Status (VCS) (Jung and *al.*, 2021) et la seconde méthode l'Ecological Quality Assessment (EQA) (Sturbois & *al.*, 2023).

---

<sup>1</sup> Moliniaie : végétation où la Molinie bleue est dominante – *Molinia caerulea* –.

# 1 MÉTHODES D'ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS D'INTÉRÊT COMMUNAUTAIRE POUR UNE RÉSERVE NATURELLE

## 1.1 Que sont les habitats et pourquoi les protéger ?

Les habitats naturels sont définis par la directive européenne Habitat Faune Flore comme des zones terrestres ou aquatiques se distinguant par leurs caractéristiques géographiques, abiotiques et biotiques, qu'elles soient entièrement naturelles ou semi-naturelles (European Union, 1992). Un habitat est donc un ensemble d'êtres vivants – biocénose<sup>2</sup> – et d'éléments physiques et chimiques – biotope<sup>3</sup> – qui interagissent, c'est-à-dire un écosystème (Jung, 2023).

La disparition des habitats naturels constitue l'une des principales menaces pour la survie des espèces. Elle est principalement due à la diminution des surfaces d'habitats naturels, à leur fragmentation et à l'altération de leur qualité (Maciejewski L., 2012). Aussi, la protection des habitats est un enjeu majeur de préservation de la biodiversité.

## 1.2 Contexte réglementaire

Face à la dégradation marquée de l'état de la biodiversité, la commission européenne adopte en 1992, la directive Habitats Faune Flore (DHFF). L'un des objectifs de cette directive est de maintenir les habitats et des espèces d'intérêt communautaire dans un état de conservation favorable. Les habitats et les espèces d'intérêt communautaire en question sont listés dans les annexes de la directive (Conseil de la CEE, 1992). Avec l'adoption de la directive Habitats-Faune-Flore, les états membres de l'Union Européenne s'engagent à agir pour la préservation et le rétablissement des habitats et des espèces de faune et de flore sauvages. Il devient dès lors nécessaire de pouvoir mesurer si les états favorables sont atteints.

La DHFF impose que l'état de conservation des habitats soit évalué à deux niveaux, d'une part au niveau de sites – obligation nationale –, d'autre part au niveau biogéographique<sup>4</sup> – obligation communautaire –. En France, l'évaluation au niveau biogéographique concerne 132 habitats et près de 300 espèces sur six domaines biogéographiques que sont les domaines continental, alpin, méditerranéen, atlantique, atlantique marin et méditerranéen marin. Pour les sites, le suivi et l'évaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces à l'échelle des sites Natura 2000<sup>5</sup> sont prévus dans l'article R. 414-11 et l'article R. 414- 8-5 du Code de

---

<sup>2</sup> Biocénose : ensemble des espèces, animales et végétales, vivant dans un biotope. Les relations systémiques de ces espèces entre elles et de ces espèces avec le biotope forment l'écosystème (Géo confluence, 2024).

<sup>3</sup> Biotope : Le terme « biotope » est utilisé pour décrire l'environnement physique dans lequel vit une communauté biologique spécifique. Le biotope englobe les facteurs abiotiques, c'est-à-dire les éléments non vivants tels que le sol, le climat, la lumière, l'eau, et d'autres caractéristiques environnementales (Futura, 2024).

<sup>4</sup> Biogéographie : Une zone biogéographique est une aire délimitée géographiquement sur la base de sa composition floristique et/ou faunistique, sa biocénose, le biotope et l'écologie d'un habitat (aquaportail, 2024).

<sup>5</sup> Sites Natura 2000 : Outils fondamentaux de la politique européenne de préservation de la biodiversité, les sites Natura 2000 visent une meilleure prise en compte des enjeux de biodiversité dans les activités humaines. Ces sites

l'Environnement (Anonyme, 2008). Ces articles sont la transposition en droit français des dispositions de l'article 6 de la DHFF (Maciejewski L., 2012). Pour répondre à ces obligations d'évaluation, le Ministère français de l'Écologie, du Développement Durable, du Transport et du Logement (MEDDTL) a chargé le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) de mettre en place des méthodes pour évaluer l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire dans les sites protégés. Ces méthodes doivent si possible être standardisées sur tout le territoire français métropolitain et pouvoir être utilisées sur l'ensemble des sites protégés – et pas seulement sur les sites Natura 2000 (Maciejewski L., 2012).

### 1.3 Les habitats d'intérêt communautaire

#### 1.3.1 IDENTIFICATION DES HABITATS D'INTÉRÊTS COMMUNAUTAIRES ET DÉFINITIONS.

Dès 1991, la typologie CORINE Biotopes élaborée par le Conseil de l'Europe (Devillers et al., 1991) fournit un standard européen de description hiérarchisée des milieux naturels de l'Union Européenne. Complétée en 1996 avec l'élargissement de l'Europe, la typologie CORINE Biotopes, basée sur une typologie phytosociologique<sup>6</sup>, a servi à la construction du système de codification du manuel d'interprétation des habitats d'intérêt communautaire EUR 15, devenue depuis EUR 27 (European Commission, 2007) dans le cadre de la mise en œuvre de la DHFF. Le manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne EUR27 (European Commission, 2007) donne une définition de chaque habitat toujours basé sur la classification phytosociologique principalement caractérisée par la floristique<sup>7</sup>. Le manuel EUR 27 a une portée européenne et sert à l'interprétation des habitats dans tous les pays de l'UE. Les cahiers d'habitats Natura 2000 sont des documents techniques complémentaires spécifiques des habitats en France qui précisent la description des habitats du manuel européen (Bensettiti et al., 2001 ; Bensettiti et al., 2002 a ; Bensettiti et al., 2002 b ; Bensettiti et al., 2002 c ; Bensettiti et al., 2004 a ; Bensettiti et al., 2004 b ; Bensettiti et al., 2005). Ils intègrent des aspects de gestion et déclinent les habitats génériques<sup>8</sup> en habitats élémentaires<sup>9</sup> pour mieux tenir compte de la diversité – ex : variabilité écologique – qui peut exister au sein d'un même habitat générique en détaillant les caractéristiques écologiques, la répartition et l'état de conservation des habitats. Ils traitent, selon les tomes, des habitats forestiers, côtiers, humides, agropastoraux ou encore rocheux. Une version actualisée de ces cahiers d'habitat est en cours de rédaction et sera prochainement publié (INPN, 2024 ; Tela Botanica 2024)

---

sont désignés pour protéger un certain nombre d'habitats et d'espèces représentatifs de la biodiversité européenne (Site web du centre de ressources Natura 2000, 2024).

<sup>6</sup> Phytosociologie : branche de l'écologie dont l'objet est l'étude des communautés végétales. Elle repose sur des inventaires floristiques à partir desquels peuvent être mis en évidence des ensembles d'espèces (notions de groupements végétaux, de formations végétales ou de végétations) en relation avec les conditions du milieu (sol, climat, etc). On décrit et cherche à comprendre les liens fonctionnels entre les communautés d'espèces et le milieu naturel (Tela Botanica, 2024).

<sup>7</sup> Floristique : étude et description des espèces végétales (Gatin, 1924).

<sup>8</sup> Habitats génériques : grands types d'habitats qui ont été divisés en habitats « déclinés » ou habitats « élémentaires » (INPN, 2024).

<sup>9</sup> Habitats « élémentaires » ou « déclinés » : divisions des grands types d'habitats appelés « génériques » (INPN, 2024).

### 1.3.2 ÉTAT DE CONSERVATION ET HABITATS D'INTÉRÊTS COMMUNAUTAIRES DE L'UNION EUROPÉENNE

La publication en 1992 de la directive « Habitats-Faune-Flore » (92/43/CEE) donne une valeur juridique à la conservation des milieux naturels. Elle introduit une définition de la notion d'état de conservation en précisant préalablement ce qu'est la conservation.

Conservation : « ensemble des mesures requises pour maintenir ou rétablir les habitats naturels et les populations d'espèces de faune et de flore sauvages dans un état favorable » (Conseil de la CEE, 1992).

État de conservation d'un habitat naturel : « effet de l'ensemble des influences agissant sur un habitat naturel ainsi que sur les « espèces typiques » qu'il abrite, qui peuvent affecter à long terme sa répartition naturelle, sa structure et ses fonctions ainsi que la survie à long terme de ses « espèces typiques » » (Conseil de la CEE, 1992).

« *L'état de conservation résulte de la comparaison entre l'état observé et un état favorable théorique* » (Maciejewski, 2012). Cette définition et son application font aujourd'hui encore débat mais restent néanmoins la référence.

### 1.3.3 DES HABITATS FAÇONNÉS PAR L'HUMAIN

Une partie des habitats d'intérêt communautaire français est issue des pratiques agricoles. Les habitats agropastoraux sont des habitats en équilibre ; les activités humaines jouent un rôle clé dans leur maintien et leur préservation. « *En effet, ce sont les activités agricoles et notamment l'élevage qui ont permis au cours des siècles de modeler, d'entretenir, et de conserver ces habitats.* » (Maciejewski, 2012). En France, les végétations herbacées, les arbustes, arbrisseaux et sous-arbrisseaux des pelouses, des prés, des prairies, des garrigues et des landes sont souvent associés aux activités pastorales (Maciejewski, 2012). En l'absence d'interventions humaines, les habitats de pelouses, de prairies et de landes occupent naturellement les espaces où le climax<sup>10</sup>, n'a pu se développer. En Europe la formation climacique majoritaire est la forêt. Les espaces où le climax n'a pu s'étendre sont le plus souvent des milieux où les contraintes climatiques et édaphiques<sup>11</sup> empêchent l'installation des ligneux en arrêtant la dynamique qui tend à aboutir à la forêt. Les zones de haute montagne, de bord de mer, d'éboulement ou d'incendie, des abords fluviaux, etc. font partie de ces milieux. On peut considérer l'ensemble de ces habitats non forestiers associés à des perturbations dont l'origine n'est pas anthropique comme des habitats primaires (Maciejewski, 2012).

A l'inverse, les espaces de pelouses, de prairies et de landes dont l'origine est l'exploitation pastorale peuvent être appelés « habitats secondaires ». Au fil du temps, le développement de l'agriculture et de l'élevage a ouvert des espaces initialement forestiers autorisant l'apparition d'habitats herbacés et sous-frutescents – sous arbrisseaux tels que les ajoncs, les

---

<sup>10</sup> Climax : terme d'une progression, son point culminant. En biogéographie, il s'agit de l'état naturel vers lequel tendent sol, végétation et faune en un point donné dans les conditions environnementales présentes à un moment t. C'est le stade terminal stable du dynamisme végétal naturel dans une succession végétale (Centre National des Ressources Textuelles et Lexicales, 2024 a)

<sup>11</sup> Édaphique : qui a rapport à la nature du sol (Centre National des Ressources Textuelles et Lexicales, 2024 b).

callunes et les bruyères –. Ces nouveaux espaces ouverts ont créé de nouvelles niches écologiques avec migration, installation et maintien de nouvelles communautés végétales et animales (Maciejewski, 2012). « *Au cours des siècles d'exploitation pastorale, de nouveaux génomes ont été sélectionnés, de nouveaux taxons et de nouveaux habitats adaptés aux pratiques pastorales agricoles se sont peu à peu différenciés.* » (Bensettiti et al., 2005)

Aujourd'hui, les espaces agropastoraux sont considérablement influencés par les changements de pratiques agropastorales (Bensettiti et al., 2005). L'intensification des pratiques peut mener à l'apparition d'habitats à faible diversité tandis que l'abandon de pratiques dû à la déprise agricole autorise « la colonisation ligneuse » à reprendre son cours (Maciejewski, 2012). Cette colonisation par les ligneux réduit la surface des habitats ouverts et les fragmentent (Dutoit & Alard 1995a, in Chabrerie, 2002 in Maciejewski, 2012), constituant une barrière à la dispersion des espèces (Collinge 1996 ; Fahrig & Merriam 1994, in Chabrerie, 2002 in Maciejewski, 2012) et accentuant l'isolement des sites. Des actions de gestion sont parfois nécessaires pour maintenir les habitats ouverts dans un but de conservation ou de restauration écologique.

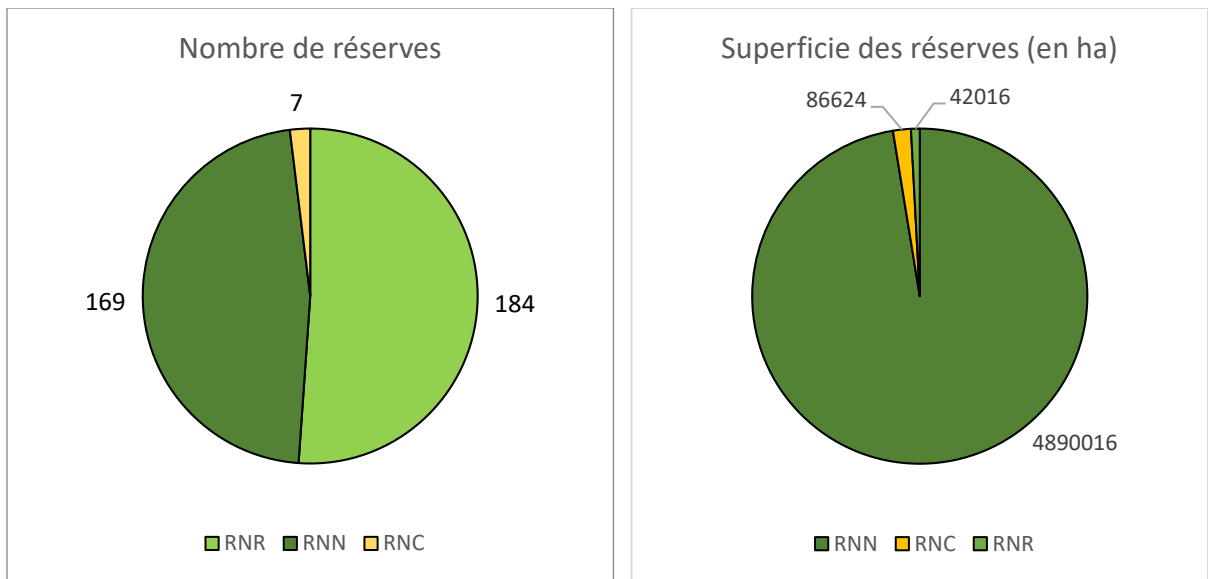
« *Finalement, ces processus dynamiques et les fluctuations de l'activité pastorale ont induit des paysages en mosaïque, à forte diversité structurale et dont l'évolution n'est pas toujours prévisible.* » (Maciejewski, 2012).

#### **1.4 Évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire sur la réserve de Plounérin dans les côtes d'Armor.**

##### **1.4.1 RÉSERVE NATURELLE RÉGIONALE DES LANDES, PRAIRIES ET ÉTANGS DE PLOUNÉRIN**

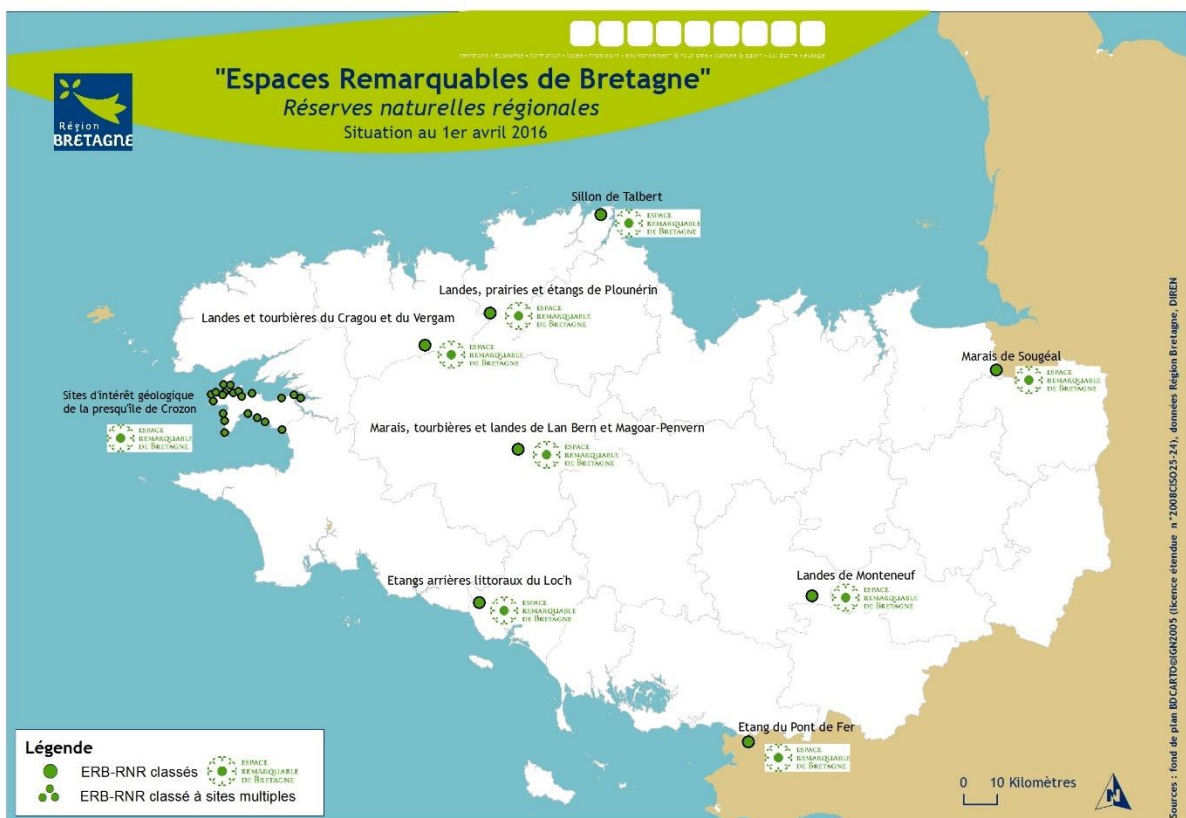
Les réserves naturelles de France sont des outils juridiques qui ont pour but de protéger les milieux naturels et les espèces associées (réserves naturelles de France, 2024 a). Les réserves naturelles nationales (RNN), régionales (RNR) et de Corse (RNC) sont des instruments réglementaires réservés à des enjeux patrimoniaux forts, notamment géologiques, écologiques, historiques, etc. Elles ont pour objectif de protéger une zone sur le long terme au travers d'une réglementation adaptée à chaque site. Les réserves ont également pour mission d'améliorer la connaissance scientifique, de sensibiliser et d'éduquer à l'environnement.

La France compte à ce jour 360 réserves naturelles pour une surface de 171 218 655 hectares.



*Graphique 1 : Nombre de réserves en France et leur surfaces (d'après les données du site réserve naturelles de France, 2024 b)*

La Bretagne, compte 9 réserves naturelles régionales et 6 réserves naturelles nationales. La Région Bretagne est l'autorité de classement de ces réserves naturelles régionales.

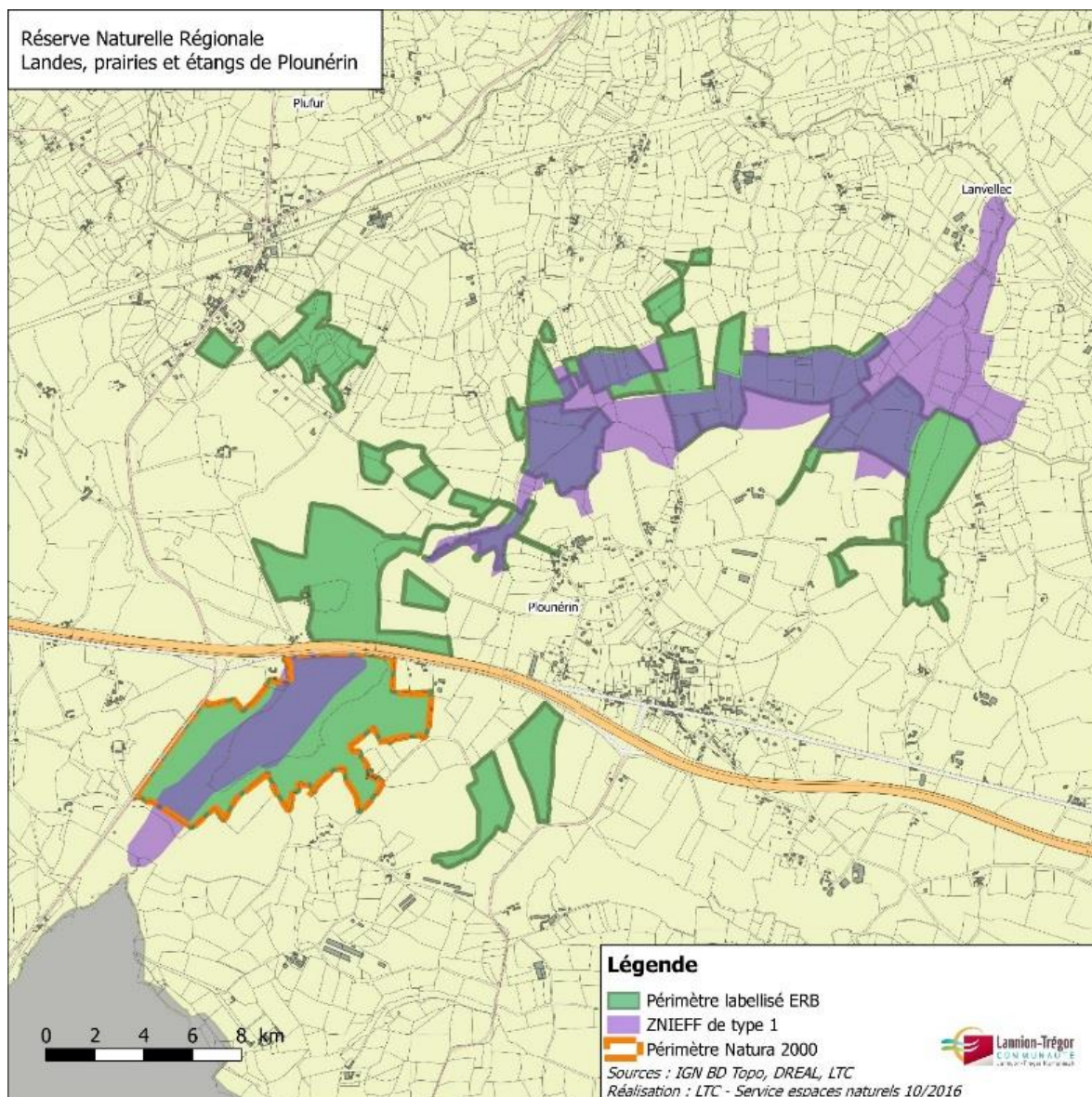


*Figure 1 : Carte des 9 réserves naturelles régionales de Bretagne (OEB, 2024).*

Le département des côtes d'Armor comprend 3 des 9 réserves naturelles régionales de Bretagne : les « Landes, prairies et étangs de Plounérin », le « Sillon de Talbert » et les « Marais, tourbières et landes de Lan Bern et Magoar-Penvern ».

Sur les réserves, le code de l'environnement impose la désignation d'un gestionnaire chargé d'assurer la surveillance, la gestion et l'animation (OFB, 2024 a). La gestion des réserves naturelles peut être confiée par convention à des établissements publics, des syndicats mixtes, des associations régies par la loi du 1<sup>er</sup> juillet 1901, des fondations, des propriétaires de terrains classés dans la réserve naturelle, des collectivités territoriales, des groupements de collectivités, etc. Ainsi, la région Bretagne, après avoir classé la réserve des « Landes, prairies et étangs de Plounérin » en 2016, a nommé la communauté d'agglomérations Lannion-Trégor communauté comme gestionnaire (Réserves naturelles de France, 2024 c).

Sur la réserve des « Landes, prairies et étangs de Plounérin », où se déroule ce stage, l'outil réglementaire « réserve naturelle régionale » se superpose à d'autres outils. Les deux secteurs de la réserve « étang du Moulin Neuf » et « landes de Saint Junay », ont en effet été recensés comme Zone d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de type 1 en 1983 (Réserves naturelles de France, 2024b). L'intérêt écologique du site est donc connu depuis longtemps. L'étang du Moulin neuf a également été classé Zone Spéciale de Conservation Natura 2000 sur 45 ha par l'arrêté préfectoral du 6 juin 2007 (NATURA 2000, 2024a). Les Zones Spéciales de Conservation (ZSC) appartiennent au réseau Natura 2000 au même titre que les Zones de Protection Spéciales (ZPS). Les ZSC sont mises en place pour protéger les habitats et espèces d'intérêt communautaire tandis que les ZPS protègent les oiseaux. Ces deux périmètres proviennent des directives européenne « Oiseaux » (Union Européenne, 1978) et « Habitats, Faune, Flore » (Union Européenne, 1992) mises en place par pour préserver la diversité biologique. Pour finir, le site est nommé en 2018 « Espace Naturel Sensible » de la Région Bretagne (Côtes d'Armor le Département, 2024).



Carte 1 : Périmètres d'inventaire et de protection de la réserve naturelle régionale de Plounérin lors de son classement en 2016

La communauté d'agglomération Lannion-Trégor Communauté doit mener les missions assignées aux réserves naturelles régionales sur la réserve de Plounérin : la protection des espaces et des espèces, la valorisation du patrimoine et la pédagogie à l'environnement. La réserve a pour visée de préserver et de restaurer les habitats patrimoniaux, c'est-à-dire les habitats présentant un intérêt à l'échelle locale et les habitats d'intérêt communautaires, identifiés à l'échelle européenne. En conservant ou en améliorant les fonctionnalités des différents habitats de la réserve, le gestionnaire assure le maintien de conditions favorables à la présence de nombreuses espèces patrimoniales et « ordinaires ». La réserve s'inscrit aussi dans une démarche d'acquisition de connaissances et de données scientifiques. Elle prend part activement à la sensibilisation du public au travers de sentiers d'interprétation (enquête et chasse au trésor, animations nature avec les écoles ou pour le grand public, panneaux informatifs sur les espèces présentes ou la réglementation en vigueur). Dans cette optique, et pour mener à bien toutes ses missions, Lannion-Trégor communauté a dû concevoir un plan de gestion pour la jeune réserve de Plounérin (OFB a, 2024).

#### 1.4.2 ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS SUR LA RÉSERVE

Le premier plan de gestion de la réserve court de 2018 à 2024 et arrive aujourd'hui à son terme. Dans ce cadre, la communauté d'agglomération cherche à évaluer l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire pour permettre une comparaison avec leur état en début de plan de gestion. Cette évaluation doit permettre de savoir si la gestion actuelle du site permet ou non de répondre aux objectifs de préservation ou de restauration des habitats d'intérêt communautaire (HIC). Le conservateur de la réserve propose d'étudier 8 habitats d'intérêt communautaire avec trois méthodes d'évaluation d'état de conservation.

Nous utiliserons, parmi d'autres, une méthode mise au point par un ensemble de gestionnaires (Collectif de gestionnaires de landes et tourbières de Bretagne, 2018) avec l'appui scientifique du Conservatoire Botanique National de Brest et d'universitaires spécialisés dans l'écologie de la conservation qui s'inspirent des grilles du Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) (Maciejewski et al., 2015 ; Epicoco et Viry, 2015 ; Mistarz et Grivel, 2020). Cette méthode s'appuie sur un tableau comportant un ensemble d'indicateurs d'évaluation de l'état de conservation des prairies, landes et tourbières. Elle est mise en place par les gestionnaires de réserves naturelles régionales, nationale et espaces naturels sensibles de Bretagne : RNR des landes et marais de Glomel, RNR des landes, prairies et étangs de Plounérin, RNR des landes et tourbières du Cragou et du Vergam, RNN du Venec, etc. Cette utilisation commune permet d'une part de comparer les états de conservation en début et en fin de plan de gestion, et d'autre part de comparer des habitats du même type situé sur différents sites.

Or, depuis la réalisation de l'état initial de l'état de conservation des HIC de la réserve en 2019, plusieurs méthodes ont été développées par des structures de recherche (Young & al., 2021 ; Sturbois & al., 2023). Aussi, le gestionnaire souhaite tester ces nouvelles méthodes pour les comparer à son avis d'expert et à la méthode des grilles d'indicateurs en place sur la réserve.

#### 1.4.3 2024, HABITATS CONCERNÉS PAR L'ÉTUDE

La création de la réserve des landes, prairies et étangs de Plounérin s'explique par la présence d'une riche biodiversité due aux conditions physiques du milieu – humidité, oligotrophie et acidité – et à la mosaïque d'habitats maintenue par des activités humaines mesurées – intensité du pâturage, fauche tardive, etc. (Lannion-Trégor communauté et al., 2018). Sur le site « *la présence d'une mosaïque d'habitats diversifiés constitue un réservoir de biodiversité et un réseau fonctionnel à différentes échelles qu'il convient de préserver* » (Lannion-Trégor communauté et al., 2018). L'enjeu de conservation et de restauration des habitats d'intérêt communautaire de la réserve réside principalement dans les habitats humides oligotrophes. Ces habitats présentent un intérêt fort vis-à-vis du maintien des espèces animales ou végétales qui y vivent ou en dépendent pour un stade de leur cycle de vie. Par exemple, *Euphydryas aurinia*, aussi appelé Damier de la Succise, est un papillon dépendant des prairies humides oligotrophes et dont la présence est conditionnée par celle de sa plante hôte, la Succise des prés. La conservation de ce papillon protégé à l'échelle française et européenne nécessite la préservation et l'amélioration de l'état de son habitat : les prairies à Succise des prés (OFB b, 2024).

Les habitats patrimoniaux regroupent à la fois les habitats d'intérêt communautaire et les habitats d'intérêt régional. Les habitats patrimoniaux sont au nombre de treize sur la réserve : 12 d'intérêt communautaire et 1 d'intérêt régional. Le seul habitat d'intérêt régional de la

réserve, correspond aux saulaies/aulnaies hygrophiles à marécageuses. Son statut a été proposé par le Conservatoire Botanique National de Brest (CBNB) et validé par le Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel (CSRPN). Les 12 habitats d'intérêt communautaire sont divisés en 16 habitats déclinés. Ensemble, les habitats d'intérêt patrimonial représentent 48 hectares soit 30% de la superficie de la réserve (Lannion-Trégor communauté et *al.*, 2018).

Tableau 1 : Ensemble des habitats d'intérêt communautaire de la réserve

Code Natura 2000 décliné	Nom de l'habitat
3110-1	Eaux stagnantes à végétation vivace oligotrophique planitaire à collinéenne des régions atlantiques, des <i>Littorelletea uniflorae</i>
3140-2	Communautés à characées des eaux oligo-mésotrophes faiblement acides à faiblement alcalines
3150-1	Plans d'eau eutrophes avec végétation enracinée avec ou sans feuilles flottantes
3150-2	Plan d'eau eutrophes avec dominance de macrophytes libres submergés
3150-3	Plans d'eau eutrophes avec dominance de macrophytes libres flottant à la surface de l'eau
4020-1	Landes humides tempérées à Bruyère ciliée et Bruyère à 4 angles
4030-5	Landes hyperatlantiques subsèches
4030-8	Landes atlantiques fraîches méridionales
6410-6	Prés humides et bas-marais acidiphiles atlantiques
6410-9	Moliniaies hygrophiles acidiphiles atlantiques
6430-1	Mégaphorbiaies mésotrophes collinéennes [mégaphorbiaies rivulaire]
7110-1	Végétation des tourbières hautes actives
7140-1	Tourbières de transition et tremblantes
9120-2	Hêtraies-chênaies collinéennes à Houx
9130-3	Hêtraies-chênaies à Jacinthe des bois
91D0-1.1	Boulaies pubescentes tourbeuses de plaine

Parmi ces habitats d'intérêt communautaire (HIC), ceux auxquels nous allons nous intéresser sont les habitats terrestres des milieux ouverts de la réserve. Ils sont au nombre de 5 et divisés en 8 habitats déclinés – « sous-habitats ». Plusieurs HIC ne sont pas pris en compte dans l'évaluation d'état de conservation des habitats de 2024 : il s'agit d'une part des HIC de type boisements car ils ont été expertisés récemment. Qui plus est, les boisements présentent une dynamique évolutive bien plus lente que les habitats ouverts oligotrophes. D'autre part, les habitats aquatiques ont été écartés car ils ont des dynamiques évolutives différentes des habitats terrestres.

Tableau 2 : Habitats d'intérêt communautaire dont l'état est évalué en 2024

Code Natura 2000 décliné	Nom de l'habitat Natura 2000	Nom de l'habitat sur la grille d'indicateurs des gestionnaires de Bretagne	Nom végétation José Durfort	Code végétat° Qgis	Surface
4020 -1	Landes humides atlantiques tempérées à <i>Erica ciliaris</i> et <i>Erica tetralix</i>	Lande humide	Landes humides = Lh	18	13,4 ha
		Lande humide à Sphaigne	Landes humides à Sphaignes = Lhs	19	
4030-5	Landes hyperatlantiques subsèches	Lande xérophile	Landes sèches = Ls	14	0,25 ha
4030-8	Landes atlantiques fraîches méridionales	Lande mésophile caractérisée par <i>Erica cinerea</i> et <i>Ulex minor/galii</i>	Landes mésophiles = Lm	15	1,35 ha
6410-6	Prés humides et bas-marais acidiphiles atlantiques	Prairie humide oligotrophe > prairie humide à <i>Juncus acutiflore</i> et <i>Agrostis canina</i> > Prés humide et bas marais acidiphiles atlantiques	Prairie humide oligotrophe diversifiée = POM	26	5,74 ha
6410-9	Moliniaies hygrophiles acidiphiles atlantiques	Prairie humide oligotrophe > prairie humide à <i>Juncus acutiflore</i> et <i>Molinia caerulea</i> >	Prairie oligotrophe à molinie, méso-hygrophile à marécageuse = PHOD	25	6,54 ha
7110-1	Végétation des tourbières hautes actives	Tourbière de pente	Tourbières à narthécie = TN	20	0,21 ha
7140-1	Tourbières de transition et tremblantes	Tourbières de transition et tremblantes	Communauté de bas marais à lèche ou à linaigrette = CBMA	27	0,18 ha + 0,26 ha

Les huit habitats étudiés sont des habitats agropastoraux historiquement maintenus ouverts par les usages agricoles. Il s'agit de landes, de prairies et de tourbières. En l'absence de gestion ils se boisent spontanément et les espèces inféodées aux stades successionnels pionniers sont menacées de disparition. Aujourd'hui, les activités de gestion, parmi lesquelles se trouvent le pâturage, la fauche et le dessouchage, permettent leur maintien.

#### 1.4.4 DESCRIPTION COURTE DES HABITATS ÉTUDIÉS

Landes humides et landes humides à Sphaignes atlantiques tempérées à *Erica ciliaris* et *Erica tetralix* [4020 -1]: Les landes sont des habitats ouverts caractérisés par des végétations buissonnantes basses. Les landes humides se développent « *sur des substrats oligotrophes acides constamment humides ou connaissant des phases d'assèchement temporaire* » (Bensettiti et al., 2002 a). Ces landes sous forte influence océanique sont caractérisées par la présence à la fois de la Bruyère à quatre angles (*Erica tetralix*) et de la Bruyère ciliée (*Erica ciliaris*) et où il y a codominance ou dominance d'*Erica tetralix*. On y trouve en Bretagne d'autres espèces « indicatrices » du type d'habitat telles que l'Ajonc de Le Gall (*Ulex gallii*), la

Callune (*Calluna vulgaris*), la Molinie Bleue (*Molinia caerulea*), le genêt d'Angleterre (*Genista anglica*) ou encore la Rossolis à feuilles rondes (*Drosera rotundifolia*) et la Grassette du Portugal (*Pinguicula lusitanica*).



Figure 2 : Photos de la Bruyère ciliée (*Erica ciliaris*) à gauche et la Bruyère à quatre angles (*Erica tetralix*) à droite.

Landes hyperatlantiques subsèches [4030-5] : Les landes hyperatlantiques subsèches sont des landes qui se développent sur des sols oligotrophes secs et sous climat hyperatlantique. Le sous-type de landes hyperatlantiques subsèches présent sur la réserve de Plounérin est la lande à Ajonc de le Gall (*Ulex gallii*) et Bruyère cendrée (*Erica cinerea*) (Bensettiti et al., 2005). L'autre espèce « indicatrice » du type d'habitat que l'on retrouve le plus souvent sur la réserve est la Callune (*Calluna vulgaris*).

Landes atlantiques fraîches méridionales [4030-8] : Les landes atlantiques fraîches méridionales sont des landes mésophiles à mésohygrophiles sous forte influence océanique. Elles se caractérisent par une végétation dominée par des bruyères et des ajoncs, sur des sols acides bien drainés à légèrement humides. Sur la réserve, il s'agit du type de lande à Ajonc de le Gall (*Ulex gallii*) et Bruyère ciliée (*Erica ciliaris*) (Bensettiti et al., 2005). La Bruyère à quatre angles (*Erica tetralix*) peut être présente mais avec un pourcentage de recouvrement inférieur ou égal à celui de la Bruyère ciliée (*Erica ciliaris*). La Molinie bleue (*Molinia caerulea*), la Dactylorhize tachetée (*Dactylorhiza maculata*), la Scorsonère humble (*Scorzonera humilis*), la Bruyère cendrée (*Erica cinerea*) et la Callune (*Calluna vulgaris*) sont autant d'espèces « indicatrices » du type d'habitat que l'on retrouve régulièrement sur les landes mésophiles de la réserve.

Prés humides et bas-marais acidiphiles atlantiques [6410-6] : Cet habitat caractérisé par une végétation herbacée est décliné de l'habitat générique « Prairie à *Molinia* sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux » (Bensettiti et al., 2005). Il s'agit sur la réserve de près à Lychnis fleur-de-coucou (*Lychnis flos-cuculi*) et Trocдарide verticillée (*Trocdaris verticillatum*) poussant sur un sol souvent inondé ou humide en permanence et pauvre en nutriments. Les espèces « indicatrices » du type d'habitat que sont la Molinie bleue (*Molinia caerulea*), l'Agrostide des chiens (*Agrostis canina*), le Cirse des anglais (*Cirsium dissectum*), l'Épilobe des marais (*Epilobium palustre*), l'Hydrocotyle commune (*Hydrocotyle vulgare*), le Jonc à

fleurs aiguës (*Juncus acutiflorus*), le Peucedan lancéolé (*Thysselinum lancifolium*) ainsi que diverses laïches et de nombreuses autres espèces y sont rencontrées.

Moliniaies hygrophiles acidiphiles atlantiques [6410-9] : Cet habitat de végétation herbacée se développe sur des roches mères acides avec un sol à forte humidité temporaire hivernale (Bensettiti et al., 2005). Il est caractérisé sur la réserve par une très forte dominance de Molinie bleue (*Molinia caerulea*), avec présence de Jonc à fleurs aiguës (*Juncus acutiflorus*) et régulièrement de Trocдарide verticillée (*Trocdaris verticillatum*). La Callune, la Scorsonère humble, les Bruyères et le Cirse des anglais font partis des espèces « indicatrices » pouvant être présentes de façon disséminées sur les patches d'habitat.

Végétation des tourbières hautes actives [7110-1] : Ce type de végétation se caractérise par des mousses du genre *Sphagnum* formant des buttes et creux, sur des sols pauvres en nutriments, acides et saturés en eau. Ces tourbières accumulent de la tourbe par décomposition des Sphaignes. En plus des Sphaignes, la Bruyère à quatre angles (*Erica tetralix*), la Callune (*Calluna vulgaris*), la Linaigrette à feuilles étroites (*Eriophorum angustifolium*), la Narthécie des marais (*Nartheicum ossifragum*), la Rossolis à feuilles rondes (*Drosera rotundifolia*), la Rossolis intermédiaire (*Drosera intermedia*) ou encore le Comaret des marais (*Comarum palustre*) se trouvent parmi les espèces « indicatrices » des tourbières hautes actives de la réserve (Bensettiti et al., 2002 a).

Tourbières de transition et tremblantes [7140-1] : Ces tourbières sont des zones très humides de transition entre les « stades aquatiques et stades terrestres » et entre les « groupements de bas-marais et ceux de hauts-marais ». Ces milieux acides très variés présentent des zones plus ou moins tourbeuses. Sur la réserve, se trouvent notamment des groupements acidiphiles à *Eriophorum angustifolium* et *Sphagnum* sp. Les espèces indicatrices comprennent également *Agrostis canina*, *Comarum palustre*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Juncus acutiflorus*, *Molinia caerulea*, *Viola palustris*, des laïches et plusieurs espèces de bryophytes.

## 1.5 Méthodes d'évaluation de l'état de conservation des habitats

### 1.5.1 MÉTHODES DES GRILLES DU MNHN (d'après Maciejewski, 2012)

Les méthodes des grilles d'évaluations d'état de conservation créées par le MNHN ont pour but de faciliter le travail des opérateurs et permettre la comparaison et la mutualisation des données des différents sites grâce à des méthodes standardisées au niveau français pour tous les habitats d'intérêt communautaire. Le but recherché est la mise en place de méthodes faciles à mettre en œuvre, pratiques, reproductibles et accessibles à tous les opérateurs. Ce cadre permet de diagnostiquer l'état des habitats d'un site Natura 2000, et plus généralement de tout site protégé mais aussi de connaître son évolution et évaluer l'effet des mesures de gestion mises en œuvre.

L'évaluation de l'état de conservation avec la méthode du MNHN s'appuie sur des polygones d'habitats : des unités d'échantillonnage élémentaires de faible surface qui s'intègrent à un ensemble d'habitats. Parfois un polygone – ou plusieurs – se trouvent sur une « parcelle » dont le passé de gestion agro-pastorale explique la présence.

Chaque grille évalue la structure et le fonctionnement d'un habitat, les altérations qu'il subit, et les évolutions de sa surface au sein du site d'étude. Les grilles sont construites à partir d'un ensemble d'indicateurs<sup>12</sup>. Les créateurs des méthodes du MNHN ont cherché à mettre en place, lorsque cela était possible, des alternatives dans le choix des indicateurs pour le même critère. Cela doit permettre à chaque opérateur de choisir selon le temps dont il dispose et les données auxquelles il peut avoir accès, l'indicateur qu'il va renseigner.

La méthode d'évaluation des habitats agropastoraux prend en compte des indicateurs liés à la flore, mais aussi à d'autres groupes taxonomiques comme les espèces exotiques envahissantes, les lépidoptères diurnes et les coprophages. En effet, les coprophages réagissent rapidement aux changements environnementaux (Mortimer et al., 1998 in Maciejewski, 2012) et sont considérés comme des indicateurs de la qualité de l'habitat (New, 1997 ; in Polus et al., 2007 in Maciejewski, 2012).

Pour la flore, deux indicateurs se substituant l'un à l'autre ont été retenus : l'un porte sur la présence ou l'absence de plantes parmi une liste floristique prédéfinie pour rendre compte des conditions écologiques ou pratiques de gestion et le seconde sur l'identification de fleurs facilement reconnaissables. Cette seconde méthode « prairies fleuries » est un « *outil déjà connu des agriculteurs et des gestionnaires, simple et facile, ce qui en fait un candidat idéal pour participer à l'évaluation de l'état de conservation des prairies* » (Maciejewski, 2012). Les créateurs de la méthode ont choisi de ne pas préconiser le relevé floristique pour l'évaluation, le considérant comme une opération longue et pointue mais laissent néanmoins la possibilité de l'utiliser.

La méthode intègre aussi l'altération et l'évolution de la surface de l'habitat et incite à en renseigner les origines. Dans le cas d'une diminution de la surface, l'habitat peut évoluer vers un autre habitat – dynamique naturelle – ou être partiellement ou totalement détruit. Les indicateurs liés à l'altération de l'habitat « Structure et fonction » et « Surface » prennent en compte le maximum de perturbations que l'habitat peut subir et qui altèrent son fonctionnement, sa structure, et sa capacité de résilience. Certaines dégradations susceptibles d'être subies par l'habitat ne peuvent être prises en compte. Ces atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface sont identifiées et évaluées dans l'indicateur « *atteintes « diffuses » au niveau du site* ».

### 1.5.2 L'ÉTAT DE RÉFÉRENCE

Les méthodes des grilles MNHN, comme d'autres méthodes, utilisent la distance à un état de référence pour évaluer l'état de conservation des habitats (Maciejewski, 2012 ; (Collectif de gestionnaires de landes et tourbières de Bretagne, 2018 ; Sturbois & al., 2023, etc.). Il s'agit de comparer l'entité observée appartenant à un habitat à une (ou des) entité(s) de référence pour cet habitat.

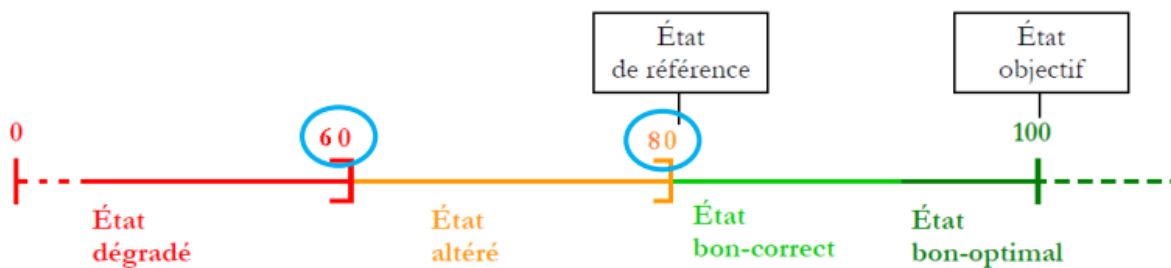
Une valeur de référence est une valeur seuil, au-dessus de laquelle l'habitat est considéré comme en état de conservation favorable. L'état de conservation d'un habitat n'est pas binaire

---

<sup>12</sup> Indicateurs : variables qualitatives ou quantitatives à mesurer sur un habitat (Maciejewski, 2012, p10).

et se situe le long d'un gradient allant d'un habitat fortement détérioré à un habitat jugé en bon état de conservation (Maciejewski, 2012).

Dans le cas de la grille MNHN, l'habitat étudié se voit associée lors d'une évaluation, une note permettant de le situer d'une manière plus précise au sein d'une « catégorie » d'état de conservation. La note de départ correspondant à l'état optimal vaut 100 auxquels on ajoute ou retire des points au fil de l'évaluation. Cette évaluation se fait par l'étude de caractéristiques de l'habitat à l'aide d'indicateurs. Ces indicateurs peuvent être liés à la flore, la faune et à bien d'autres paramètres de l'habitat. « *Le poids des indicateurs a été, lorsque cela était possible, défini à partir d'analyses statistiques pour maximiser la corrélation avec l'avis d'expert* » (Maciejewski, 2012).



*Figure 3 : Gradient d'état de conservation après analyse statistique des données pour les pelouses et prairies. Issu de Maciejewski, 2012.*

#### 1.5.2.1 Avantages

L'un des points forts des méthodes d'évaluation de l'état de conservation type « grille MNHN » est leur simplicité d'utilisation. Leurs créateurs ont fait le choix d'indicateurs simples, avec utilisation de données faciles à recueillir afin de les rendre accessibles au plus grand nombre (Maciejewski, 2012). En plus d'être faciles à mettre en œuvre par les opérateurs, les évaluations sont reproductibles.

D'autre part, l'évaluation de l'état de conservation des grilles MNHN prend en compte d'autres groupes taxonomiques que la flore vasculaire considérant que « *le bon état de conservation d'un habitat est aussi lié à tous les autres groupes taxonomiques participant à son fonctionnement, et pas uniquement à ceux permettant de le définir* » (Maciejewski, 2012).

De plus, les grilles du MNHN peuvent être considérées comme fiables puisque le choix et le calibrage des indicateurs retenus sont issus d'analyses statistiques et corrélés à l'avis de plusieurs experts (Maciejewski, 2012). Ces tests statistiques ont également permis de mettre en évidence et donc de limiter voire de supprimer les redondances entre indicateurs (Maciejewski, 2012).

#### 1.5.2.2 Inconvénients

L'hétérogénéité des conditions environnementales comme l'acidité, l'humidité et l'oligotrophie du sol. peut conduire à des variations de structure des communautés végétales au sein d'un même habitat qui sont difficiles à prendre en compte. Par exemple des zones de landes rases fauchées dans une lande plus âgée mais aussi les changements le long d'un gradient écologique tel qu'un gradient trophique ou hydrique. Cette « zone d'ombre » de la

méthode sur la variabilité écologique a pour effet de sanctionner très fortement les habitats en transition (Maciejewski, 2012).

Deuxièmement, la méthode a tendance à surévaluer l'état de conservation par rapport à l'avis d'expert. Cela signifie que certaines dégradations ne sont pas ou peu prises en compte par la méthode (Maciejewski, 2012).

### 1.5.2.3 Perspectives

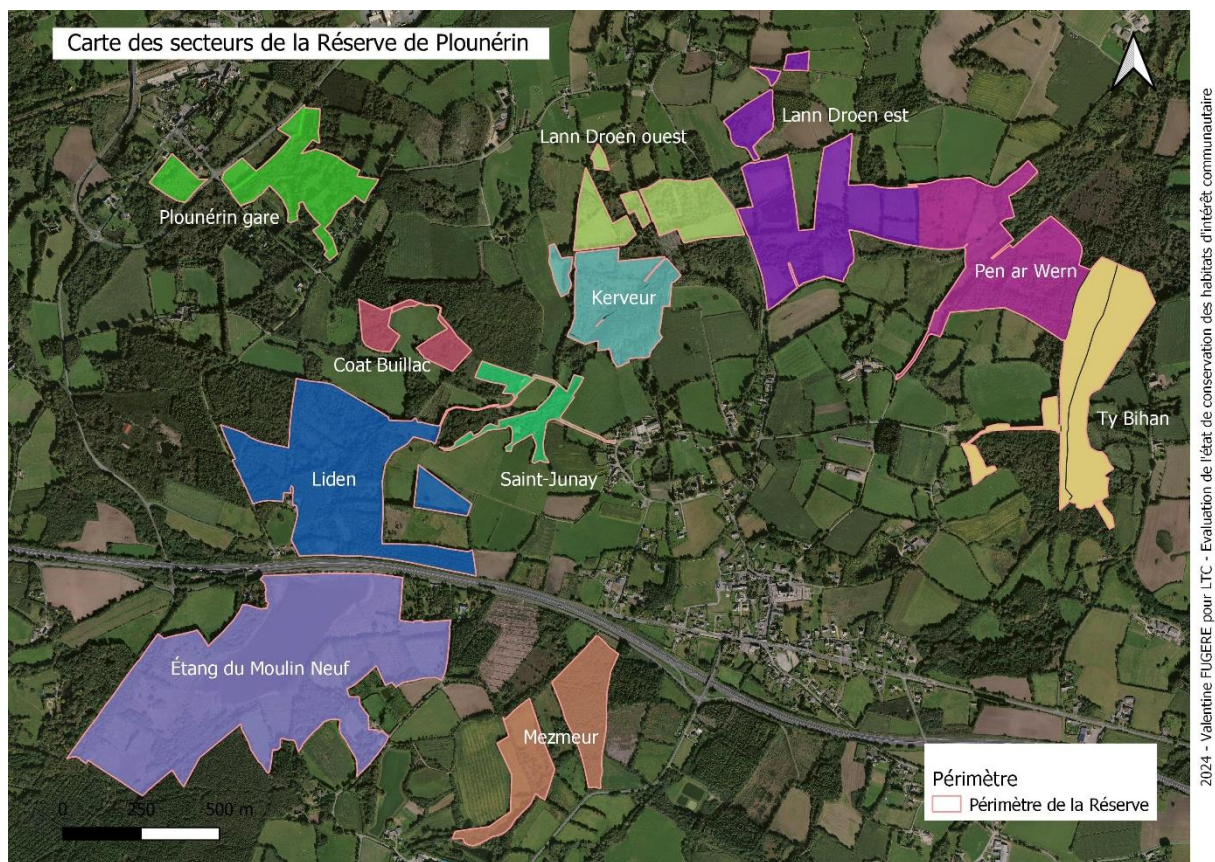
Le Muséum National d'Histoire Naturelle propose d'ajuster les grilles d'évaluation en tenant compte de l'avancement des recherches sur le sujet et des retours d'expérience des opérateurs (Maciejewski, 2012). En outre, le MNHN avance que des adaptations pour ajuster les méthodes au contexte local seront parfois nécessaires.

Pour le moment, les grilles du MNHN ne permettent pas d'évaluer l'ensemble des habitats d'intérêt communautaire français. Les recherches au MNHN continuent d'avancer pour évaluer de plus en plus d'habitats mais l'objectif de fournir un cadre méthodologique global commun et cohérent pour tous les types d'habitats agropastoraux relevant de la DHFF n'est pas encore atteint. C'est pourquoi, d'autres méthodes sont parfois utilisées.

Puisqu'il n'y a pas encore de grilles du MNHN pour évaluer certains habitats de la réserve naturelle des Landes, Prairies et Etangs de Plounérin, c'est la méthode des grilles d'évaluation créée par un collectif de gestionnaires de landes et tourbières de Bretagne inspirée des grilles du MNHN qui est utilisée depuis plusieurs années (Collectif de gestionnaires de landes et tourbières de Bretagne, 2018). Deux autres méthodes seront étudiées : le Vegetation Conservation Status (VCS) (Jung and *al.*, 2021) et l'Ecological Quality Assessment (EQA) (Sturbois & *al.*, 2023).

Les flores retenues pour l'identification des espèces végétales sont le Guide expert de la flore du massif armoricain et ses marges de Vincent Guillemot paru en 2023 (Guillemot, 2023) et le Guide Delachaux des fleurs de France et d'Europe de Steeter et Cie de 2011 (Steeter and *al.*, 2011).

Les fonds de cartes utilisés sous le système d'information géographique QGIS sont des orthophotos de 2015. Les informations et surfaces relatives aux polygones d'habitats sont tirées de la cartographie des végétations réalisée par le botaniste José Durfort en 2016 (Durfort, 2016).



Carte 2 : Carte des secteurs de la réserve naturelle régionale de Plounérin

## **2 GRILLE D'INDICATEURS D'ÉTAT DE CONSERVATION DES GESTIONNAIRES BRETONS**

### **2.1 Contexte**

Amenés à renouveler leur plan de gestion, plusieurs gestionnaires de réserves naturelles régionales, nationales ou d'espaces naturels sensibles de Bretagne se sont réunis pour choisir une méthode d'évaluation de l'état de conservation des habitats patrimoniaux. Ne parvenant pas à trouver une méthode faisant consensus, le choix s'est porté sur l'adaptation des grilles d'évaluation de l'état de conservation proposées par le service patrimoine naturel du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris au contexte breton, avec l'appui de Bernard Clément et du Conservatoire botanique national de Brest (CBNB). Ces grilles permettent d'évaluer des habitats déclinés et parfois même des « sous-types » d'habitats déclinés. Elles ont été conçues car il n'y avait pas de grilles du MNHN pour évaluer les habitats landicoles et tourbeux rencontrés sur certains espaces naturels protégés de Bretagne. Elles prennent forme dans un document intitulé « Indicateurs d'état de conservation des habitats landicoles et tourbeux de Bretagne » (Collectif de gestionnaires de landes et tourbières de Bretagne, 2018). Les indicateurs composant la grille d'évaluation ont été sélectionnés pour leur facilité d'utilisation, leur validité scientifique et leur capacité à rendre compte de l'origine des dégradations. La mise en avant des facteurs d'altération des habitats permet aux gestionnaires de cibler les actions de gestion afin de maintenir ou améliorer leur état. Ces grilles d'indicateurs ont été utilisées en 2017 par Samuèle Perrault lorsque les grilles étaient en construction et en 2019 par Gwendal Breton, tous deux stagiaires sur la réserve, pour la première évaluation d'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire. Les grilles d'indicateurs sont utilisées pour la seconde fois en 2024 dans le cadre de la fin du premier plan de gestion de la réserve. Le fonctionnement des grilles est décrit plus en détails dans la partie « matériel et méthode ».

### **2.2 Matériel et Méthode : Grilles d'indicateurs d'état de conservation des habitats landicoles et tourbeux de Bretagne**

#### **2.2.1 PRÉSENTATION DE LA MÉTHODE**

Dans le document « Indicateurs d'état de conservation des habitats landicoles et tourbeux de Bretagne », une grille d'analyses – ou grille d'évaluation – composée d'un ensemble d'indicateurs est proposée pour chaque type d'habitat. A un état optimal souhaité est attribué un total de 100 points, qui croît ou décroît au fil des indicateurs renseignés – la note attribuée à un indicateur pouvant être nulle, positive ou négative –. La somme des notes attribuées à chaque indicateur fournit une note globale allant de 0 à 100. De 0 à 50 points, l'état de conservation de l'habitat est estimé « dégradé » ; de 50 à 80 points, l'état de conservation de l'habitat est estimé « altéré » et de 80 à 100 points, l'état de conservation de l'habitat est estimé « favorable ».

En ce qui concerne l'échelle d'évaluation, l'unité d'échantillonnage est le polygone correspondant au polygone d'habitat cartographié par José Durfort (Durfort, 2016). La

synthèse des résultats obtenus pour tous les polygones d'un habitat permet d'évaluer son état de conservation à l'échelle du site de la réserve.

Plusieurs indicateurs des grilles d'évaluation de l'état de conservation portent sur la composition floristique du polygone étudié. Les nombres d'espèces caractéristiques – indicatrices<sup>13</sup> et compagnes<sup>14</sup> – parmi la liste d'espèces proposées pour chaque habitat sont de ces indicateurs. S'ajoutent d'autres indicateurs tels que l'oligotrophie des habitats qui est estimée en fonction de l'écologie des espèces présentes. Les données d'écologie des plantes, recensées en Europe par H. Ellenberg (Ellenberg, 1988), ont été actualisées par P. Julve dans la base de données Baseflor de Tela Botanica (Julve, 2024). Le caractère oligotrophe des espèces est déterminé selon le coefficient N – Nutriments du sol ou degré trophique<sup>15</sup> – disponible sur la base de données Baseflor (Julve, 2024). Le coefficient N prend des valeurs allant de 1 à 9. 1 est associé aux plantes hyperoligotrophiles<sup>16</sup> et 9 aux polytrophiles<sup>17</sup>. L'humidité édaphique (HE ou F) est estimée de la même manière avec le coefficient HE (ou F) allant de 1 pour les plantes hyperxérophiles<sup>18</sup> à 12 pour les plantes aquatiques profondes (Julve, 2024). Les indices N et HE (ou F) se calculent en faisant la moyenne des coefficients de chaque espèce en présence significative, c'est-à-dire supérieure ou égale à 5% sur le polygone.

Additionnellement aux indicateurs liés à la flore, la grille d'évaluation prend en compte de nombreux paramètres tels que la connectivité du polygone d'habitat, les atteintes qu'il peut présenter, la présence d'espèces indicatrices de fermeture du milieu – Ronces, arbres, autres. –, d'eutrophisation – Ortie, Houlque laineuse, etc. – de changement d'habitat, de remaniement du sol, autres. La présence de ces espèces est considérée comme une dégradation si elles sont en présence significative, c'est-à-dire si elles couvrent plus de 5% de la surface du polygone.

Un exemple de grille est donné ci-après. Les autres grilles utilisées peuvent être consultées dans la version 7 du document « Indicateurs d'état de conservation des habitats landicoles et tourbeux de Bretagne » (Collectif de gestionnaires de landes et tourbières de Bretagne, 2018) disponible sur le site internet de l'Observatoire de l'Environnement de Bretagne.

---

<sup>13</sup> Espèces indicatrices : qualifie les espèces ou les populations qui, par leur présence à l'état spontané, renseignent sur certains caractères écologiques (Botarela, 2024). Il s'agit souvent de plantes à faible potentiel écologique, peu tolérantes aux changements de leurs conditions de vie. La présence de toutes les espèces indicatrices permet de caractériser la communauté végétale sur laquelle on se trouve puis l'habitat qui lui correspond.

<sup>14</sup> Espèces compagnes : En plus des espèces indicatrices d'un habitat, il y a des espèces compagnes. Ces espèces sont caractéristiques / typiques de cet habitat. Ces plantes peuvent être moins sensibles aux variations des conditions du milieu que les espèces indicatrices. Leur présence est « normale » mais leur absence n'annule pas la certitude d'être sur l'habitat défini pas les espèces indicatrices.

<sup>15</sup> Degré trophique : Le degré trophique ou indice d'état trophique indique le niveau de trophicité d'un milieu terrestre ou aquatique. Le niveau de trophicité dépend de la richesse en nutriments du sol (Aquaportail, 2024 a).

<sup>16</sup> Hyperoligotrophile : Organisme vivant dans des milieux très pauvres en nutriments – substances nutritives – et en humus.

<sup>17</sup> Polytrophile : Organisme vivant dans des milieux caractérisés par une abondance ou un excès en nutriments (La langue Française, 2024).

<sup>18</sup> Hyperxérophile : La plante adaptée à un climat ou à un habitat extrêmement sec, ou à des conditions où l'humidité est très rare (Aquaportail, 2024 b).

Tableau 3 : Grille de notation pour l'évaluation de l'état de conservation des landes tourbeuses caractérisées par *Erica tetralix*, *Narthecium ossifragum* et *Sphagnum sp.* [IC 4020] (Collectif de gestionnaires de landes et tourbières de Bretagne, 2018).

Paramètre	Critère	Indicateur (descript°)	Modalité	Note		
Surface couverte	Surface de l'habitat	<b>Évolution surface</b> – entre deux périodes d'évaluation	Stabilité ou progression	0		
			Régression	-5		
	Connectivité	<b>Présence d'élément déconnectant</b> (cf. tableau 2)	Bonne connectivité	0		
			Légère rupture de connectivité	-5		
Structure et fonctionnement	Couverture du sol	<b>Recouvrement de ligneux</b> (hors éricacées) > 100 cm	< 20%	0		
			> 20%	-10		
	Hétérogénéité structurelle de la végétation	<b>Nombre de strates</b> - Toutes les sp significatives sont prises en compte. 1 individu = 1 strate	Strate basse < 1m	0		
			Strate arbustive basse entre 1 et 2 m	0		
			Strate arbustive haute entre 2 et 4 m	-5		
			Strate arborée > 4 m	-10		
	Composition spécifique	Composition floristique	<b>Présence d'espèces caractéristiques de l'habitat</b> Toutes les sp significatives sont prises en compte.	Toutes les espèces indicatrices sont présente	0	
				Toutes les espèces indicatrices ne sont pas présentes - <i>E. tetralix</i> , <i>Sphagnum compactum</i> , <i>Narthecium ossifragum</i> , <i>Ulex gallii/minor</i>	-10	
				0 à 25% des espèces compagnes sont présentes (0 à 2 sp.)	0	
				25 à 75% des espèces compagnes sont présentes (3 à 5 sp.)	+5	
				Plus de 75% des espèces compagnes sont présentes (≥ 6 sp.)	+10	
				<b>Calcul du coefficient d'Ellenberg</b>	Indice F ≥ 7,5	0
				Indice F < 7,5	-10	
				Toutes les sp significatives sont prises en compte.	Indice N ≤ 2,5	0
					Indice N > 2,5	-10
			<b>Présence d'espèces indicatrices de dysfonctionnements.</b>	Espèces témoin d'un dysfonctionnement (autres que ligneux)	Une ou plusieurs espèces	-10
					Aucune espèce	0
				Espèces cicatricielles <i>Carex demissa</i> , <i>Carex panicea</i>	Une ou plusieurs espèces	-5
					Aucune espèce	0
			Toutes les sp significatives sont prises en compte.	Arbres <i>Salix sp.</i> , <i>Betula sp.</i> , <i>Frangula alnus</i>	Une ou plusieurs espèces	-10
					Aucune espèce	0
			<b>Proportion des zones avec présence de <i>Sphagnum sp.</i></b>		<20%	-10
	(20%-50%)	-5				
	>50%	0				
	<b>Présence d'espèces bonus</b> Présence-absence <i>Rhynchospora fusca</i> , <i>Lycopodiella inundata</i> <i>Juncus squarros</i>	Présence/absence	Présence	+10		
			Absence	0		
			Présence historique < 30ans	+5		
	Altérations	Atteintes au niveau du polygone	<b>Somme des atteintes</b> (cf. tableau3)	Somme = 0	0	
Somme = 1				-5		
Somme = 2 ou +				-10		
Atteintes « diffuses » au niveau du site		<b>Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface</b>	Atteintes négligeables ou nulles	0		
			Atteintes moyennes (ponctuelles, maîtrisées)	-5		
			Atteintes importantes, dynamique de l'habitat remise en cause	-10		

## 2.2.2 MODALITÉS DE SAISIE DES DONNÉES

Lors de la première évaluation de l'état de conservation en 2019, les grilles étaient d'abord remplies sur papier sur le terrain puis de nouveau sur un tableur Excel de retour au bureau. Pour éviter cette double saisie lors de la seconde évaluation, il a été décidé de rentrer informatiquement les informations directement sur le terrain.

Sur le terrain, tout commence par l'allumage de l'antenne Rover Sparkfun « Facet », puis le lancement de l'application NTRIP Lefebure sur le téléphone qui va permettre de se connecter à l'antenne Rover. L'application NTRIP compile les données satellitaires et la correction RTK<sup>19</sup> Centipède afin de produire des mesures ou de se localiser avec une précision centimétrique. L'application NTRIP est laissée active en arrière-plan. Une deuxième application, Mergin Maps, est démarrée. Sur cette seconde application, se trouve le projet préparé sur QGIS avec le service informatique-SIG de Lannion-Trégor Communauté. Les polygones cartographiés pour les habitats sont alors visibles sur l'écran du téléphone de même que la position de l'antenne – donc de l'observateur –. En cliquant sur un polygone d'habitat apparaît la liste des indicateurs de la grille correspondant au type d'habitat. Les informations relatives à chaque indicateur peuvent être complétées grâce à un menu déroulant avec des réponses pré-remplies à sélectionner et/ou une case où il est possible d'écrire. Si besoin, des points, des lignes et des polygones peuvent être ajoutés sur l'application, par exemple pour noter la présence de Fougères aigles, d'espèces patrimoniales ou de barbelés. Après synchronisation, les données saisies sur le terrain sont disponibles sur le projet QGIS de l'ordinateur de bureau.

## 2.2.3 MATÉRIEL

Le matériel de terrain comprend : deux flores pour l'identification des espèces : « guide expert de la flore du massif armoricain et ses marges » et « Guide Delachaux des fleurs de France et d'Europe » (Guillemot, 2023, Streeter et *al.* 2011), une loupe, des crayons, le document « Indicateurs d'état de conservation des habitats landicoles et tourbeux de Bretagne » (Collectif de gestionnaires de landes et tourbières de Bretagne, 2018), le téléphone et l'antenne chargés, des bottes, une gourde, un pantalon de terrain ainsi que des enveloppes pour prélever des plantes en cas de doute sur l'espèce. Le choix des flores s'explique par leur complémentarité : l'une possède des descriptions précises et permet d'identifier la plupart des espèces françaises, l'autre présente des descriptions différentes, elle est beaucoup plus récente et on y trouve les espèces du massif armoricain et de ses marges. Elle est donc adaptée à notre zone d'étude. Le matériel de bureau comprend : un ordinateur, Excel et QGIS.

## 2.2.4 APPLICATION DE LA MÉTHODE DES INDICATEURS D'ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS LANDICOLES ET TOURBEUX DE BRETAGNE

---

<sup>19</sup> Correction RTK : l'antenne RTK à laquelle nous nous sommes rattachés pour corriger l'erreur de positionnement est LTC2. Dans le cas où elle n'aurait pas fonctionné, nous aurions utilisé MRLX ou MSE1.

L'application de la méthode de la grille d'indicateurs demande de se rendre sur chaque polygone de végétation d'habitat d'intérêt communautaire de la réserve et de remplir la grille associée à l'habitat du polygone. Cela représente 6 polygones de landes hyperatlantiques subsèches, 16 de landes atlantiques fraîches méridionales, 41 de landes humides tempérées à Bruyère ciliée et Bruyère à quatre angles, 7 de Landes humides tempérées à Bruyère ciliée et Bruyère à 4 angles avec Sphaignes, 4 sites de végétation des tourbières hautes actives, 34 moliniaies hygrophiles acidiphiles atlantiques, 20 prés humides oligotrophes diversifiés à *Juncus acutiflorus* et *Agrostis canina* et 7 Tourbières de transition et tremblantes. Soit 135 polygones.

En 2024, les différents indices nécessitant de définir si la présence de telle ou telle espèces était « significative » ont été renseignés à partir de pourcentages de recouvrement précis issus d'un relevé floristique réalisé sur chaque polygone. Tandis qu'en 2019, ils ont été renseignés à partir d'une observation à vue, sans pourcentage précis.

## 2.3 RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION

Au cours de l'évaluation de l'état de conservation, une note a été attribuée à chaque polygone d'habitat. La grille d'indicateurs d'état de conservation complétée pour le polygone n°1 des landes humides de la réserve de Plounérin est en annexe 3 du rapport. Les notes globales de chaque polygone sont en annexe 4 du rapport. Les résultats généraux de l'évaluation sont donnés dans les deux tableaux qui suivent. Le premier tableau porte sur le classement en surfaces des polygones étudiés dans les catégories d'état « dégradé »<sup>20</sup>, « altéré »<sup>21</sup> et « favorable »<sup>22</sup>. Le second porte sur le nombre de polygones appartenant à chacune de ces catégories. Les résultats de l'évaluation sont ensuite illustrés par des cartes établies sur QGIS.

---

<sup>20</sup> Dégradé : mauvais état de conservation, état de conservation défavorable. Cela concerne les d'habitats qui sont en danger sérieux d'extinction. (Bensettiti, 2012)

<sup>21</sup> Altéré : état de conservation intermédiaire entre mauvais et favorable (Maciejewski, 2012) aussi appelé défavorable inadéquat. Un changement dans la gestion ou les politiques en place est nécessaire pour que l'habitat retrouve un statut favorable, mais l'habitat n'est pas en danger d'extinction (Bensettiti, 2012).

<sup>22</sup> Favorable : état de conservation favorable, qui se rapproche d'un optimum théorique (Maciejewski, 2012). L'habitat prospère actuellement et la situation se maintiendra vraisemblablement sans changement dans la gestion ou les politiques existantes (Bensettiti, 2012).

Tableau 4 : état des habitats d'intérêt communautaire exprimé en surfaces pour 2019 et pour 2024

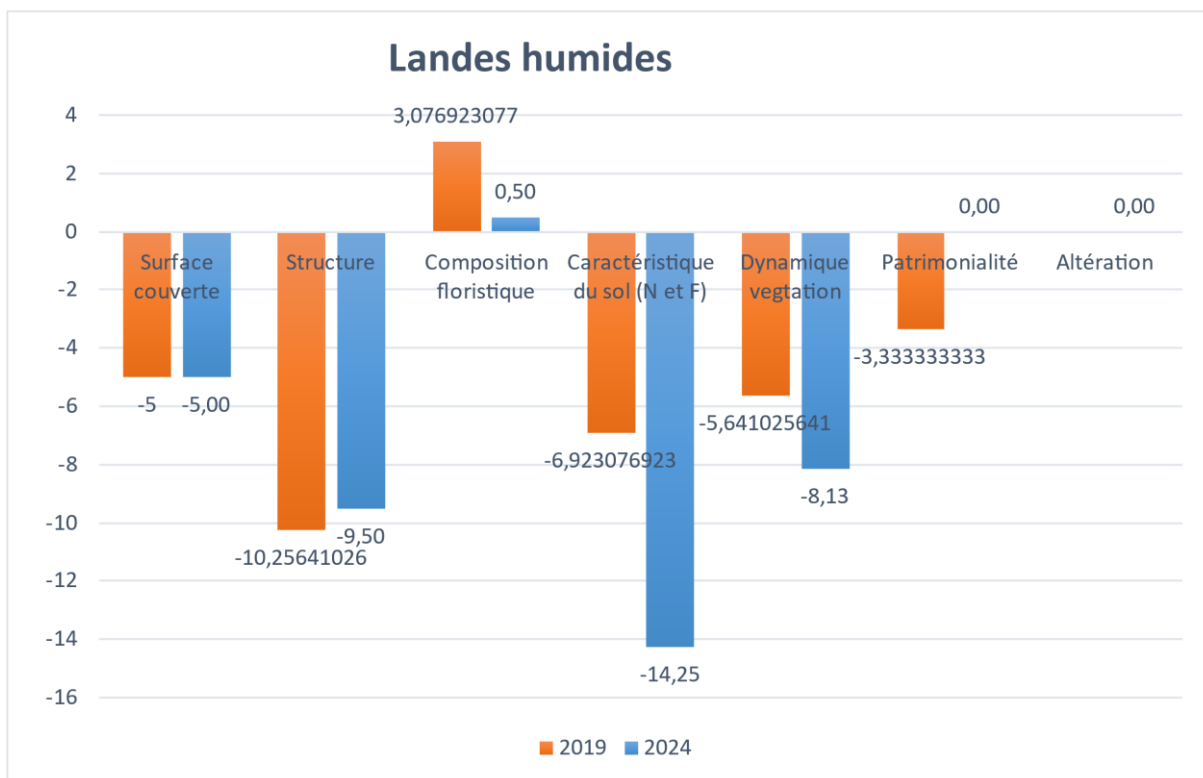
Habitat	État	2019		2024		Surfaces totales (m2)
		Surfaces (m <sup>2</sup> )	Pourcentage	Surfaces (m <sup>2</sup> )	Pourcentage	
Landes humides ou landes humides à Sphaignes	Dégradé	22882	17%	4765	4%	132428
	Altéré	92882	70%	90147	67%	
	Favorable	16664	13%	39095	29%	
Landes mésophiles et sèches	Dégradé	1224	8%	5424	34%	15510
	Altéré	7796	50%	8684	55%	
	Favorable	6490	42%	1815	11%	
Tourbières de pentes	Dégradé	378	18%	984	47%	2109
	Altéré	0	0%	1125	53%	
	Favorable	1731	82%		0%	
Prairies oligotrophes à Molinies	Dégradé	22395	34%	3061	5%	65135
	Altéré	41302	63%	16039	25%	
	Favorable	1438	2%	46035	71%	
Praires humides diversifiées	Dégradé	295	1%		0%	57404
	Altéré	31499	55%	11979	21%	
	Favorable	25610	45%	45425	79%	
Bas marais	Dégradé	104	6%	177	10%	1829
	Altéré	1725	94%	351	19%	
	Favorable	0	0%	1301	71%	
Total	Dégradé	47278	17%	14411	5%	276407
	Altéré	175204	64%	128325	46%	
	Favorable	51933	19%	133671	48%	

*Tableau 5 : état des habitats d'intérêts communautaires exprimé en nombre de polygones pour 2019 et pour 2024*

Habitat	État	2019		2024		Nb de polygones par habitat
		Nb de polygones	Pourcentage	Nb de polygones	Pourcentage	
Landes humides et humides à Sphaignes	Dégradé	18	38%	5	11%	47
	Altéré	13	28%	29	62%	
	Favorable	16	34%	13	28%	
Landes mésophiles et sèches	Dégradé	4	18%	4	18%	22
	Altéré	12	55%	14	64%	
	Favorable	6	27%	4	18%	
Tourbières de pentes	Dégradé	1	25%	2	50%	4
	Altéré	2	50%	2	50%	
	Favorable	1	25%	0	0%	
Prairies oligotrophes à Molinies	Dégradé	17	50%	4	12%	34
	Altéré	15	44%	16	47%	
	Favorable	2	6%	14	41%	
Praires humides diversifiées	Dégradé	1	5%	0	0%	20
	Altéré	14	70%	5	25%	
	Favorable	5	25%	15	75%	
Bas marais	Dégradé	1	14%	2	29%	7
	Altéré	5	70%	3	43%	
	Favorable	1	14%	2	29%	
Total	Dégradé	42	31%	17	13%	134
	Altéré	61	46%	69	51%	
	Favorable	31	23%	48	36%	

### Landes humides et landes humides à Sphaignes

En 2024, l'état de conservation des landes humides et des landes humides à sphaignes s'est amélioré. Le pourcentage de landes humides et des landes humides à Sphaignes en état dégradé est descendu de 17% à 4%. Le pourcentage de landes humides et des landes humides à Sphaignes en état altéré a peu varié tandis que celui landes en état favorable a doublé, passant de 13% en 2019 à 29% en 2024. Le nombre de polygones par catégories d'état (dégradé, altéré ou favorable) suit cette répartition avec des polygones dégradés souvent de petite taille. L'amélioration de l'état conservation des landes humides et landes humides à Sphaignes s'explique par les actions de gestion menées sur le site : abattage d'arbres, dessouchage, débroussaillage.



Graphique 2 : Nombre moyen de points gagnés ou perdus en 2019 et 2024 par type de dégradation.

Ce graphique propose de regrouper certains indicateurs de la grille d'évaluation d'état de conservation des landes humides pour pouvoir identifier les facteurs de dégradation de l'habitat. Ainsi les indicateurs liés à la « surface couverte » qui correspondent à l'évolution de la surface – stabilité, progression ou régression – et la présence d'éléments déconnectant – rupture importante de connectivité, légère rupture de connectivité, bonne connectivité – sont responsables d'une perte moyenne de 5 points sur le total de la note en 2019 et en 2024. Les indicateurs liés aux caractéristiques du sol – degré trophique et humidité – étaient responsables d'une baisse de 6,9 points de la note en 2019 et de 14,25 points en 2024.

### Landes mésophiles et landes sèches

Les landes mésophiles et sèches, qui couvrent une surface presque dix fois inférieure aux landes humides et landes humides à Sphaignes, se sont altérées. Le pourcentage de landes mésophiles et sèches en état dégradé est monté de 8% à 34%. Le pourcentage de landes mésophiles et sèches en état altéré a augmenté de 5% alors que celui des landes en état favorable, a presque été divisé par quatre, tombant de 42% en 2019 à 11% en 2024. Il y a autant de polygones en état dégradé (4) que de polygones en état favorable, mais les surfaces des polygones en état dégradé (34% de la surface) sont, une fois rassemblées, plus importantes que celles des polygones en état favorable (11% de la surface). L'altération de l'état de conservation des landes mésophiles et sèches peut être dû à la petite taille des polygones d'habitats ou à leur isolement qui rend les interventions plus ponctuelles. Une autre possibilité est que, sur la réserve de Plounérin, la priorité de conservation est donnée aux landes humides et aux landes humides à Sphaignes. Elles sont en effets considérées comme enjeu prioritaire.

### **Tourbières de pentes ou tourbières à Narthécie ossifrage**

Les tourbières de pentes ou tourbières à Narthécie, sont l'habitat d'intérêt communautaire étudié ayant la plus petite surface. L'état de conservation des tourbières a fortement baissé puisqu'aucune n'est considérée en état favorable en 2024. En 2019, 82% de leur surface rentrait dans cette catégorie. La surface de tourbières en états altérés et dégradés représente aujourd'hui 53 et 47% contre 0 et 18% lors de la précédente évaluation. Les changements d'état de conservation observés sur les 4 tourbières à Narthécie doivent être regardés en détail, polygone par polygone, leur petit effectif ne permettant pas de décrire une tendance de l'habitat à l'échelle de la réserve. L'absence de Narthécie ou de Linaigrette sur les polygones de tourbières peut être en partie responsable de leur baisse de note.

### **Prairie oligotrophe à Molinie bleue**

L'un des habitats ayant montré l'une des plus fortes améliorations de son état est la prairie oligotrophe à Molinie (POM). Principalement en état altéré (63%) et dégradé (34%) en 2019, les prairies oligotrophes à Molinie sont actuellement évaluées comme majoritairement en état altéré (25%) et favorable (71%). Par contre, le nombre de polygones en état altéré (16) est plus important que le nombre de polygone en état favorable (14). Les polygones en bon état de conservation sont plutôt des polygones de grandes tailles pour la réserve. L'évolution de l'état de conservation des prairies oligotrophes à Molinie est difficile à expliquer car les pratiques de gestion ont peu changé. Cette évolution peut tout de même être due à des interventions ponctuelles de dessouchage, de débroussaillage et à la présence continue de pâturage extensif sur certaines zones bien qu'il n'y en ait pas eu sur tous les polygones de POM ou bien à un biais observateur.

### **Prairies humides oligotrophes diversifiées**

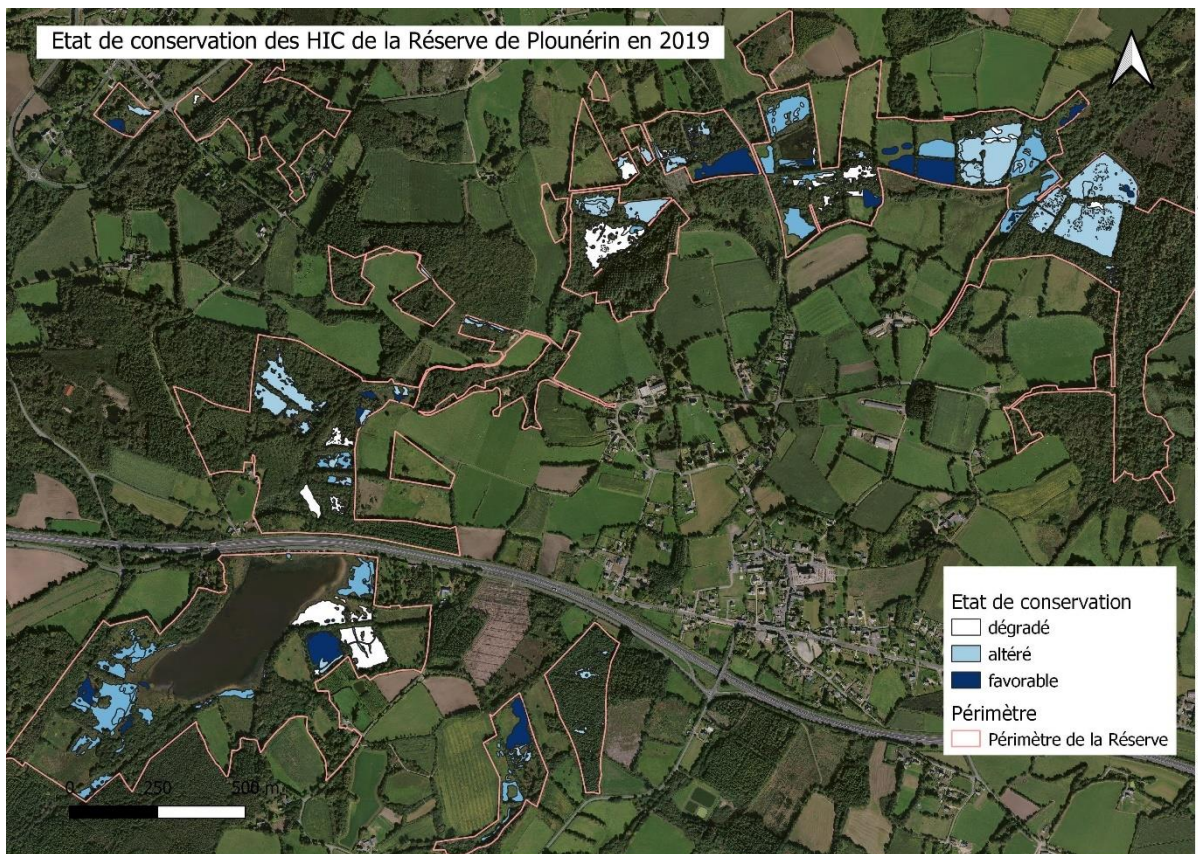
Les prairies humides oligotrophes diversifiées sont en meilleur état qu'en 2019, avec 21% de surface en état altéré et 79% en état favorable. L'évolution de l'état de conservation des prairies humides oligotrophes diversifiées est probablement dû à l'efficacité d'une pratique de gestion : la succession de fauche avec export. Cependant, cette progression semble trop forte pour un si court laps.

### **Bas-marais à *Eriophorum angustifolium* et *Molinia caerulea***

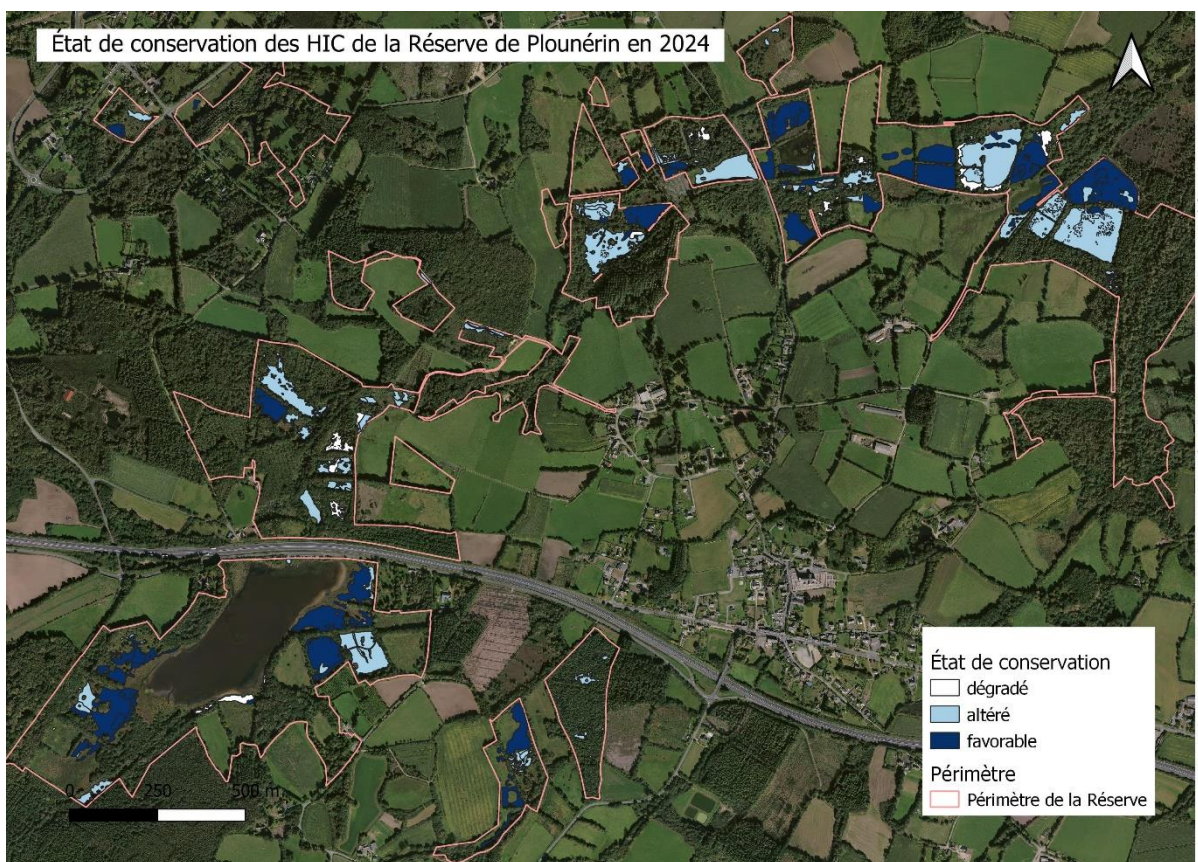
Enfin, les bas-marais à *Eriophorum angustifolium* et *Molinia caerulea* (CBMA) sont majoritairement en meilleur état. En effet, la surface évaluée en état favorable est passée de 8 % à 71% quand les surfaces en état dégradé et altéré sont passées respectivement de 2 à 10% et de 90 à 19%. Comme pour les tourbières à Narthécie, les changements d'état de conservation observés sur les 7 CBMA doivent être regardés en détail, polygone par polygone, leur petit effectif ne permettant pas de décrire une tendance de l'habitat à l'échelle de la réserve.

### **Ensemble des habitats**

Pour finir, si on s'intéresse à l'ensemble des polygones d'habitats, le nombre et la surface d'habitats en état dégradé ont diminué respectivement de 42 à 17 polygones et de 47 278 à 14 411 m<sup>2</sup>. A l'inverse le nombre et la surface des polygones en état favorable ont augmenté respectivement de 31 à 48 polygones et de 52 281 à 133 671 m<sup>2</sup>. Les résultats sont meilleurs en surface qu'en nombre de polygones. Cela met en évidence que les actions de restauration ont principalement été menées sur les grandes surfaces.

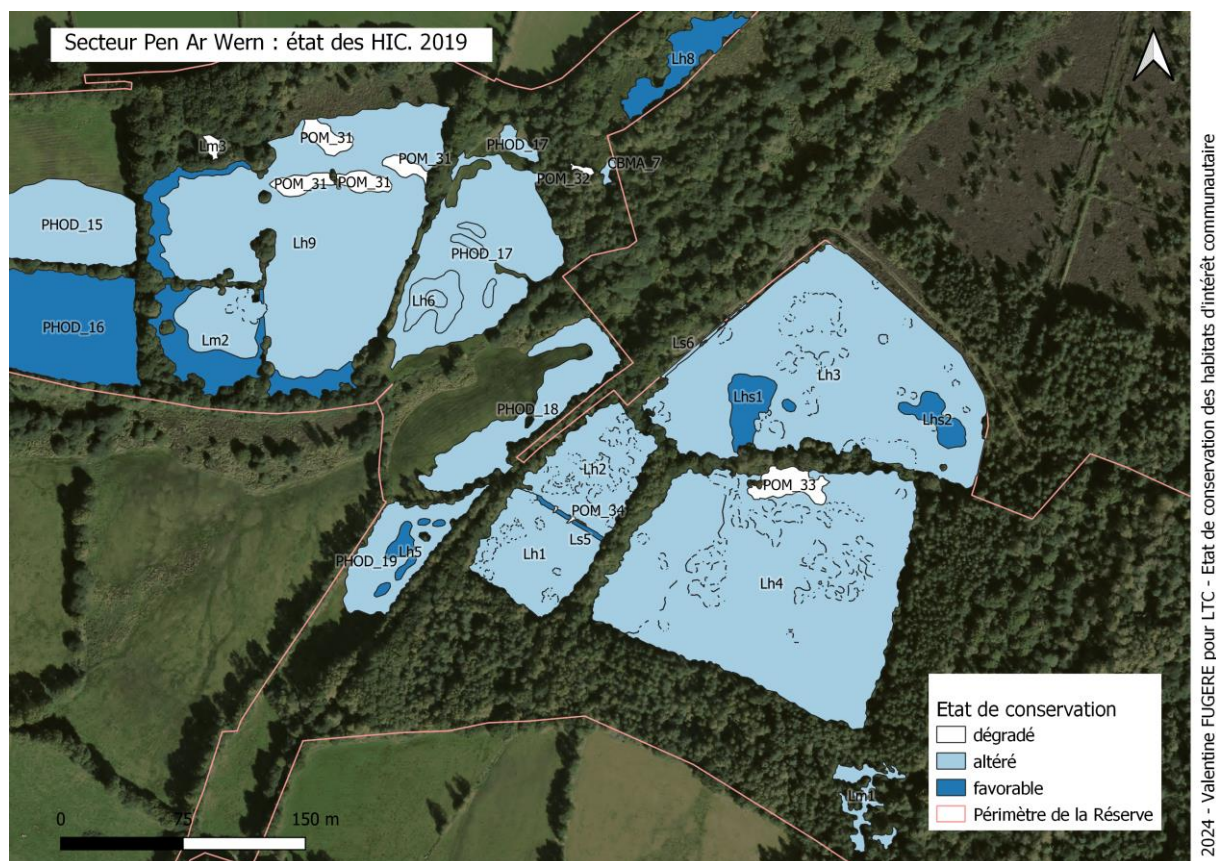


*Carte 3 : État de conservation des 8 habitats d'intérêt communautaire étudiés de la réserve en 2019.*

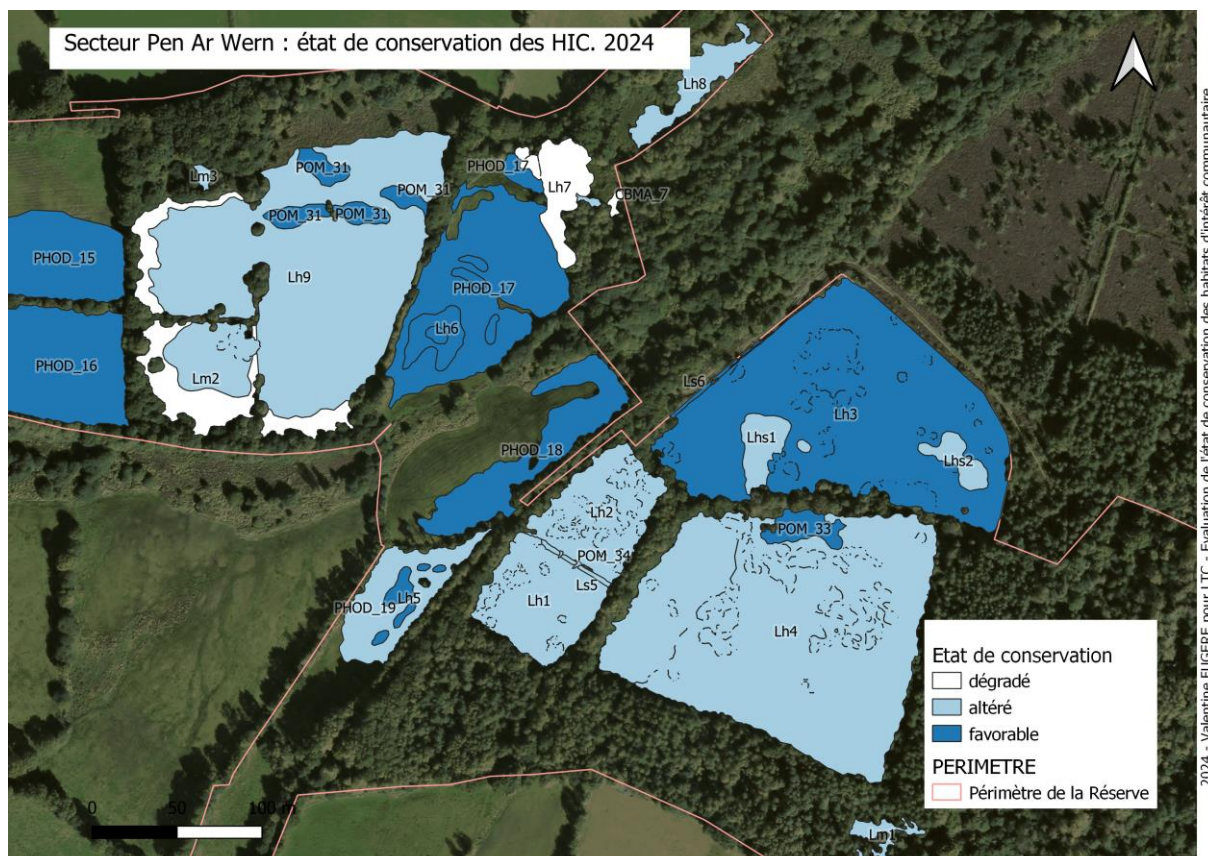


*Carte 4 : État de conservation des 8 habitats d'intérêt communautaire étudiés de la réserve en 2024.*

Les cartes d'états des habitats d'intérêt communautaire de la réserve permettent d'avoir une vue d'ensemble sur le maintien ou le changement d'état des polygones. Pour gagner en lisibilité, il est possible de travailler à plus petite échelle en zoomant sur un secteur particulier de la réserve. Le secteur de Pen Ar Wern est donné pour exemple. Les cartes des autres secteurs sont disponibles en annexe 2 du rapport.



Carte 5 : État de conservation des habitats d'intérêt communautaire de la réserve sur le secteur de Pen Ar Wern en 2019.



Carte 6 : État de conservation des habitats d'intérêt communautaire de la réserve sur le secteur de Pen Ar Wern en 2024.

Sur le secteur de Pen Ar Wern, plusieurs polygones n'ont pas changé d'état de conservation, c'est le cas de certains dont la surface est importante comme les landes humides Lh1, Lh2, Lh3 et Lh4. D'autres polygones ont quant à eux changé d'état de conservation entre 2019 et 2024. Nous allons nous attacher à décrire et expliquer ces principaux changements.

Tout d'abord l'état de la lande mésophile Lm2 en périphérie de la grande lande humide Lh9 s'est beaucoup dégradé passant d'un état favorable à un état dégradé. Cela s'explique par une fermeture de la parcelle par sa périphérie. Cette dernière s'enrichit et se fait progressivement coloniser par les arbres.

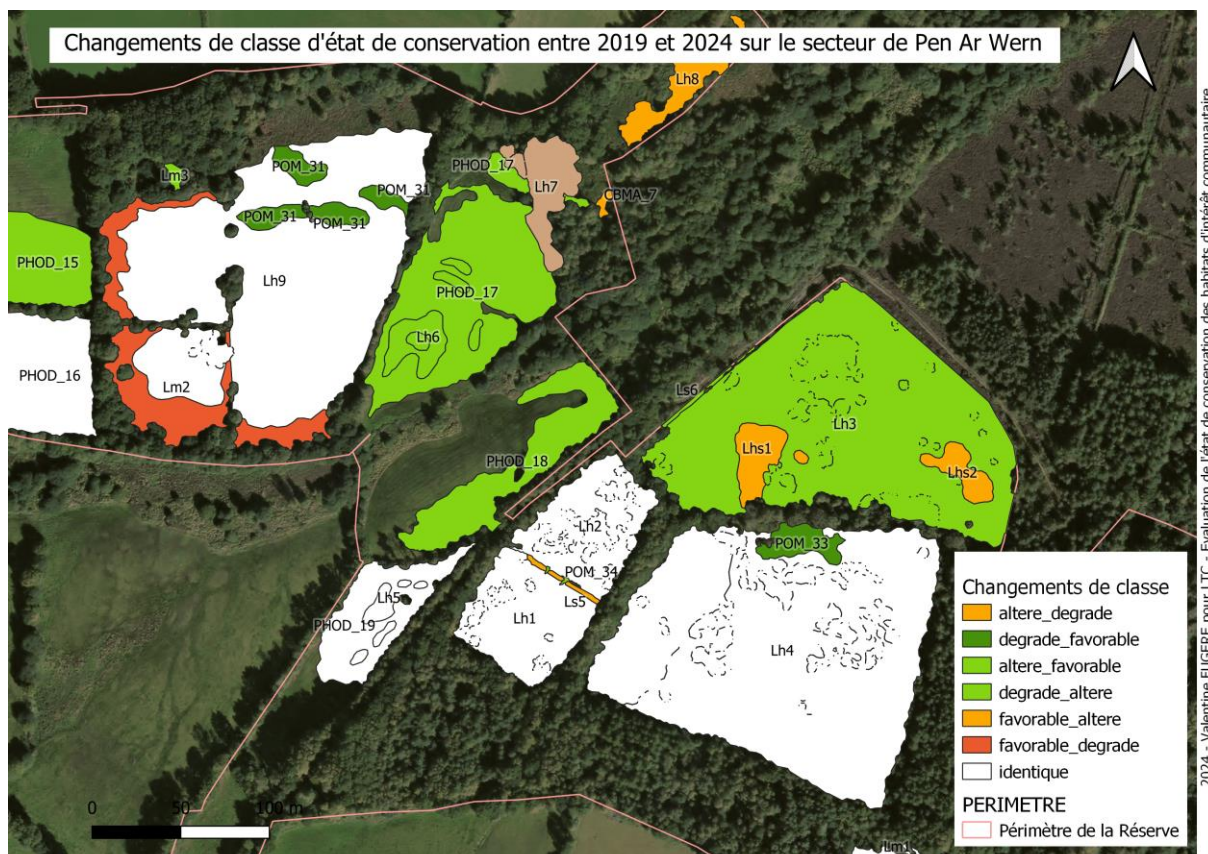
Les sous polygones de prairie oligotrophe à molinie POM31 intégrés à Lh9 sont en meilleur état qu'en 2019. Le conservateur planifie en effet dans cette zone des actions de gestion pour « rajeunir » le faciès de lande et diversifier les habitats.

Les prairies humides oligotrophes diversifiées PHOD\_17 et PHOD\_18 sont en meilleur état. Il est possible que les fauches successives avec export aient appauvri le sol et permis de gagner en état de conservation.

Plus à l'est, l'amélioration de l'état de conservation de la lande humide Lh3 paraît plus surprenante. Il n'y a pas eu d'action de gestion entre 2019 et 2024. Cela est peut-être dû à un effort plus marqué dans la recherche des espèces caractéristiques et bonus<sup>23</sup>.

Une carte permettant de visualiser rapidement des changements de classe d'état de conservation pour les polygones d'habitat du secteur de Pen Ar Wern a été créée.

<sup>23</sup> Espèce bonus : espèce rare, protégée ou menacée



Carte x : changements de classe d'état de conservation entre 2019 et 2024 sur le secteur de Pen Ar Wern

Cette carte met en avant les mêmes informations que les deux cartes précédentes sur l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire mais permet d'identifier rapidement si l'habitat a changé de classe ou non. Dans le cas où il a changé de classe, il est possible de voir de quel état de conservation à quel autre il est passé. En effet, plusieurs « parcours » sont possibles : les habitats dégradés peuvent ne pas changer de classe ou bien monter d'une classe – vers un état altéré – ou de deux classes – vers un état favorable –. Les habitats altérés peuvent rester dans un état stable, gagner une classe ou perdre une classe. Les habitats en état favorable peuvent ne pas changer de classe ou bien descendre d'une classe – vers un état altéré – ou de deux classes – vers un état dégradé –.

Il est ainsi possible de voir que comme sur les cartes précédentes les landes humides Lh1, Lh2, Lh3 et Lh4 n'ont pas changé d'état – en blanc –, au contraire de la lande Lm2 – en rouge – qui est passée d'un état favorable à un état dégradé.

La représentation du nombre de points gagnés ou perdus sur la note de la grille des indicateurs entre 2019 et 2014 est un autre choix de représentation. Cette représentation est illustrée par la carte qui suit.



Cette carte permet de mettre en avant les polygones d'habitat qui ont gagné ou perdu plus de 10 points sur les 100 de la note d'état de conservation. Certains polygones ont pu changer de catégorie – « dégradé », « altéré » ou « favorable » – sans avoir pour autant gagné ou perdu beaucoup de point. En comparant cette carte avec la précédente on peut voir que c'est le cas notamment pour Lh3 qui a gagné une classe d'état de conservation mais avec peu de points en plus – donc un petit changement d'état de conservation –. A l'inverse Lh2 s'est maintenue en état de conservation « altéré » bien que le polygone ait perdu plus de 10 points de note.

## **2.4 Discussion**

La méthode de la grille d'indicateurs d'état de conservation des landes et tourbières de Bretagne, a permis d'évaluer l'état de conservation de 8 habitats d'intérêt communautaire en 2019 et en 2024. Suite à l'application de la méthode, certains des avantages et des inconvénients peuvent être soulignés.

### **2.4.1 FORCES**

La méthode de la grille d'indicateurs des gestionnaires permet une comparaison polygone à polygone dans le temps et de suivre leur évolution. Elle est reproductible et a pu être mise en place sur la réserve de Plounérin en 2019 puis en 2024. La prise en main des grilles d'indicateurs est accessible pour une personne « non spécialiste ».

Globalement, les résultats semblent cohérents avec la gestion menée. Les grilles d'indicateurs ont comme autre intérêt majeur de mettre en avant les origines des dégradations des polygones d'habitats, orientant ainsi les actions de gestion pouvant être nécessaires.

D'autre part, un habitat peut être en meilleur ou en moins bon état de conservation sans pour autant avoir changé de catégorie d'état de conservation, c'est pourquoi la possibilité de gagner en précision avec une grille de 100 points est un plus. Les variations de notes d'une évaluation à l'autre et pas seulement le classement dans l'une des trois catégories « dégradé », « altéré » ou « favorable » permettent d'identifier les polygones qui ont le plus perdu en état de conservation et de savoir ceux qui se dégradent le plus rapidement. Le gestionnaire peut les désigner comme priorité de gestion. A l'inverse, visualiser les polygones qui ont le plus gagné en état de conservation permet de savoir ceux pour lesquels la gestion menée est la plus efficace.

### **2.4.2 FAIBLESSES**

Malgré ces avantages, la méthode de la grille d'indicateurs a quelques inconvénients. Le fait de comparer un à un les polygones au cours du temps ne permet pas de déterminer lorsque les polygones se sont agrandis ni lorsque de nouveaux patches d'habitat sont apparus. Les informations sur les changements de surfaces d'habitats et l'état des nouvelles surfaces pourront être mis en avant par la future cartographie des végétations.

Les notes d'état de conservation des prairies humides oligotrophes diversifiées semblent avoir augmenté fortement bien que la gestion n'ait pas été modifiée. L'origine de ce changement

pourrait être dû à l'appauvrissement du sol suite à une succession de fauches avec export. Les 6 années qui séparent les deux évaluations peuvent-elles suffire à expliquer une telle évolution ? Une autre explication pourrait être le biais « observateur ». Les espèces indicatrices d'eutrophisation sont considérées comme une dégradation si leur présence est significative – supérieure ou égale à 5% –. Or, deux personnes peuvent évaluer différemment les pourcentages de recouvrement. De même, une même personne peut aussi évaluer différemment d'une évaluation à l'autre. L'évaluation du pourcentage de recouvrement en espèces prairiales eutrophes telles que *Holcus lanatus* pose notamment question sur les PHOD. Dire si ces Poacées – anciennement Graminées – à faibles projections au sol sont en présence significative – supérieure ou égale à 5% – sur un polygone est difficile. L'indicateur de la grille d'évaluation qui porte sur les espèces prairiales eutrophes compte pour 10% de la note. Il influence fortement les résultats. Qui plus est, l'identification de certaines épilobes et Poacées des genres *Agrostis* et *Festuca* a posé problème, augmentant le risque d'erreur.

La sévérité de l'observateur lors du renseignement des indicateurs « connectivité<sup>24</sup> », « atteintes directes<sup>25</sup> » et « atteinte difficilement quantifiable en surface » est également l'une des pistes envisagées pour certains changements de note qui paraissent trop importants par rapport à l'évolution réelle du polygone.

Enfin, comme l'évaluation de l'état de conservation des HIC porte sur un grand nombre de polygones pour lesquels sont saisies plusieurs informations, le risque qu'une erreur se soit glissée dans les données n'est pas négligeable.

### 2.4.3 PERSPECTIVES

L'identification des Bryophytes<sup>26</sup> pourrait permettre de mieux évaluer les habitats. Certaines Sphaignes – *Sphagnum compactum*, *Sphaegnum tenellum*, *Sphaegnum magellanicum*, etc. – font déjà partie des espèces indicatrices ou compagnes des landes humides à Sphaignes (Lhs), tourbières de pente (TN) et tourbière de transition et tremblantes (CBMA) des grilles d'indicateurs des habitats landicoles et tourbeux de Bretagne. Elles sont également nombreuses dans les listes d'espèces typiques des cahiers d'habitats Natura 2000 mais elles sont peu connues et restent difficiles à identifier pour un néophyte. Une méthode les incluant serait sûrement très chronophage. Pour Corentin Irien, qui mène actuellement une thèse sur les tourbières et milieux oligotrophes associés du massif armoricain, identifier les Bryophytes permet de doubler la richesse spécifique de l'habitat. Il souligne que certaines espèces de Bryophytes sont plus spécifiques d'un habitat donné que ne sont d'autres plantes (Corentin Irien, communication personnelle, juillet 2024).

---

<sup>24</sup> Connectivité : Relatifs à la présence de haies denses, de grillages, d'infrastructures de transport, de fossés, de cours d'eau, de coupe-feu, la fermeture ou l'ouverture des habitats connexes, l'artificialisation, etc.

<sup>25</sup> Atteintes directes : Présence de drains, passage d'engins, recouvrement en bouses et crottins, espèces exogènes, incendie récent, sur-piétinement, etc.

<sup>26</sup> Bryophytes : plantes feuillées non vascularisées et constituent le groupe le plus primitif des plantes terrestres. Les Bryophytes comprennent plusieurs classes, les trois principales étant les mousses, les hépatiques et les anthocéros (Biologie végétale, 2024).

### 3 VEGETATION CONSERVATION STATUS

Dans cette seconde partie, nous allons nous attacher à présenter, mettre en place et analyser les résultats de la méthode Vegetation Conservation Status (Jung & *al.*, 2021 ; Jung, 2023) avant de conduire une discussion sur le travail mené sur la réserve de Plounérin.

#### 3.1 Contexte (d'après Jung & *al.*, 2021 ; Jung, 2023)

Certaines méthodes proposent d'évaluer l'état de conservation des habitats grâce aux relevés floristiques. Deux définitions avant d'aborder ces méthodes : richesse spécifique et diversité spécifique. La richesse spécifique est le nombre d'espèces présentes dans une communauté. La diversité spécifique tient compte de la richesse spécifique et de l'équitabilité des abondances.

A priori, la richesse et/ou la diversité spécifiques peuvent ne pas sembler pertinentes pour évaluer un habitat. En effet, la dégradation d'un habitat peut se traduire par l'arrivée de nouvelles espèces (invasives, espèces indicatrices d'eutrophisation, espèces indicatrices d'embroussaillage, etc.). Il n'y a pas obligatoirement de perte en nombre d'espèces lorsque l'habitat se dégrade. De plus, certains habitats en bon état sont naturellement pauvres en espèces végétales. C'est le cas des prés salés, des roselières ou des landes.

Certaines méthodes utilisent le concept des pools d'espèces pour un habitat. Un pool d'espèce est un sous-ensemble d'un pool régional d'espèces regroupant toutes les espèces susceptibles d'occuper un milieu particulier (ex. : pool des espèces de landes, pool des espèces de prairies humides, etc.). Il s'agit de l'ensemble des espèces qu'il est « normal » de rencontrer dans un habitat donné (Zobel, 2015). Mentionnons que les espèces d'un pool ne sont pas nécessairement exclusives à cet habitat. Il est ici question d'indices qui distinguent les espèces « que l'on veut » de celles « que l'on ne veut pas ».

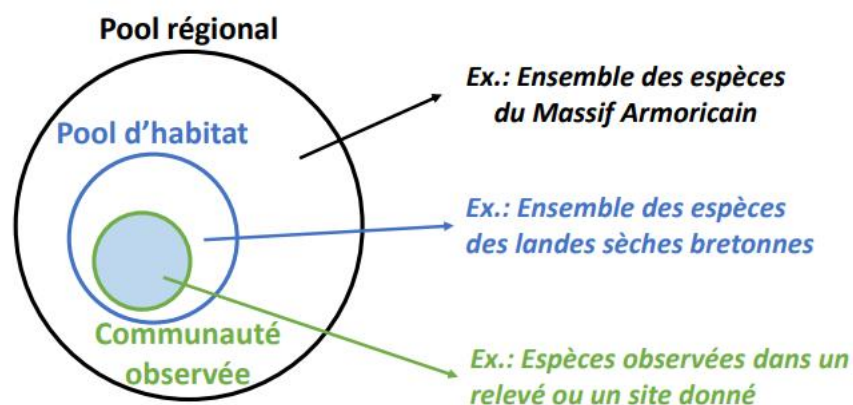


Figure 4 : Communauté végétale observée et inclusion du pool d'habitat dans le pool régional – entité phytogéographique – (Jung, 2023).

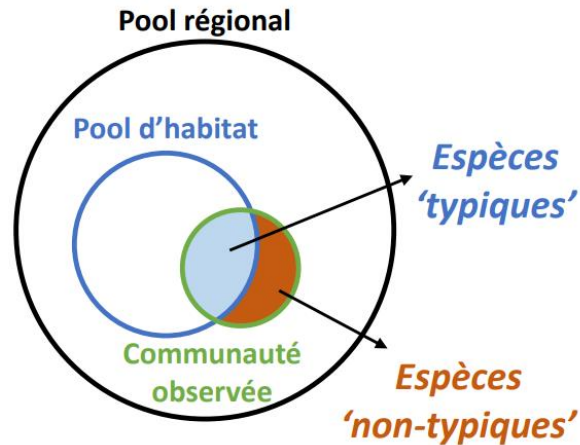


Figure 5 : Espèces typiques et non-typiques d'un pool d'habitat.

Certaines méthodes d'évaluation de l'état de conservation des habitats fonctionnent en définissant des espèces « typiques » qui sont les espèces observées appartenant au pool d'habitat et qu'il est normal d'observer sur cet habitat, ou qui révèlent un bon état de conservation lorsqu'elles sont présentes.

A l'inverse, les espèces « non-typiques » sont les espèces observées n'appartenant pas au pool d'habitat. Autrement dit, toutes les espèces observées qui ne sont pas des espèces « typiques ». Pour Vincent Jung, il s'agit de « toute espèce 'indésirable', qu'il n'est pas 'normal' ou 'souhaitable' d'observer dans l'habitat ciblé, et qui révèle une dégradation de l'habitat ». Les espèces « non-typiques » peuvent être des espèces nitrophiles, invasives ou cultivées, indicatrices de piétinement ou de fermeture du milieu, etc.

Au final, plus la proportion d'espèces « non-typiques » – richesse spécifique et abondance – augmente, moins l'habitat a de chance d'être en bon état de conservation.

Helm & al., proposent l'indice FCSi : Favorable Conservation Status index pour lequel une communauté est en bon état si elle comporte beaucoup d'espèces typiques et peu d'espèces non typiques (Helm & al., 2014).

Le calcul de l'indice est le suivant :  $FCSi = \log \frac{nb. \text{ espèces typiques}}{nb. \text{ espèces non typiques}}$

Cet indice ne prend pas en compte l'abondance des espèces. Ainsi, si une communauté est composée d'une vingtaine d'espèces dont 7 non typiques mais en très faible abondance elle sera considérée comme en mauvais état alors qu'elle ne l'est pas forcément. A l'inverse si la communauté comprend une seule espèce non-typique en très forte abondance, elle sera considérée comme en bon état alors qu'elle ne l'est pas.

Il est donc important de prendre en compte la distribution des abondances entre espèces typiques et non-typiques.

L'indice de diversité spécifique de Simpson, créé par Edward Hugh Simpson en 1949, prend en compte l'abondance des espèces. Il mesure la probabilité que 2 points « jetés » aléatoirement dans une communauté tombent sur 2 espèces différentes. Il varie de façon

continue le long d'un gradient allant de 0 à 1. Il est maximisé lorsqu'il y a beaucoup d'espèces et une bonne équitabilité d'abondance entre ces espèces.

L'indice de Simpson se calcule selon la formule suivante :  $D = 1 - \sum \left(\frac{n_i}{N}\right)^2$

Avec  $n_i$  l'abondance de chaque espèce  $i$ . Et  $N$ , l'abondance de l'ensemble des espèces.

Cependant, cet indice ne prend pas en compte la notion de typicité des espèces à un habitat.

Un indice récent, appelé VCS : Vegetation Conservation Status, prend en compte à la fois le nombre d'espèces non-typiques par rapport au nombre d'espèces typiques, l'abondance des espèces typiques et non-typiques et l'équitabilité de l'abondance entre espèces typiques (Jung & *al.*, 2021). Cet indice sera utilisé pour évaluer l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire de la réserve naturelle régionale de Plounérin et décrit dans la partie « Matériels et Méthodes » ci-après.

### **3.2 Matériel et méthode : l'indice Vegetation Conservation Status – VCS – (d'après Jung & *al.*, 2021 ; Jung & *al.*, 2023).**

#### **3.2.1 MÉTHODE**

L'indice VCS est testé pour la première fois en 2024 sur la réserve de Plounérin afin d'évaluer l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire. Le VCS est une méthode d'évaluation de l'état de conservation des habitats à un moment « t » à partir de relevés phytosociologiques. Elle peut aussi permettre de suivre l'évolution des habitats au cours du temps. Le VCS mesure la probabilité que deux points jetés aléatoirement dans une communauté tombent sur deux espèces typiques différentes – varie de façon continue de 0 à 1 –. La valeur « 1 » est une limite théorique mathématique. La valeur maximale réelle de l'indice dépend de l'habitat, notamment de sa richesse en espèces. Ainsi la note VCS maximale pour les landes est environ 0,8 et celle des prairies 0,9.

Le VCS se calcule selon la formule  $VCS = \left[1 - \sum \left(\frac{n_j}{N_T}\right)^2\right] \times \left(\frac{N_T}{N}\right)^2$

Où  $n_j$  est l'abondance de chaque espèce typique  $j$ ,  $N_T$  est l'abondance de l'ensemble des espèces typiques et  $N$  est l'abondance de l'ensemble des espèces (typiques et non-typiques).

Deux tests sont réalisés à partir de relevés floristiques : l'un porte sur 26 quadrats homogènes de landes humides (Lh), l'autre sur 40 polygones du même habitat ainsi que 7 polygones de landes humides à Sphaignes (Lhs), 6 polygones de landes sèches (Ls) et 16 polygones de landes mésophiles (Lm). Les relevés floristiques sont réalisés en 2024 par Brewen Le Mezec, David Menanteau et Valentine Fugère. Chaque plante s'est vu attribuer un pourcentage de recouvrement. Il est aussi possible de renseigner les abondances-dominances de chaque espèce du relevé selon l'échelle de Braun-Blanquet (Braun-Blanquet, 1964). Les différentes informations ont été notées sur des fiches de relevés phytosociologiques du Conservatoire Botanique National de Brest. Une fiche de relevé est disponible en Annexe 1 du rapport (Delassus, 2015). Les deux types de stations – quadrats et polygones – sont dans des états de conservation variable (Gwendal et Samuële, 2017, 2019 ; Valentine, 2024).

Les relevés de terrain ont été rentrés en format « csv » dans le calculateur en ligne de l'indice VCS sur : <https://outils.ecobio.univ-rennes.fr/paysabio/vcs/>

Tableau 6 : Une partie des données des relevés phytosociologiques de 26 quadrats de landes humides mises en forme pour le calculateur en ligne du VCS.

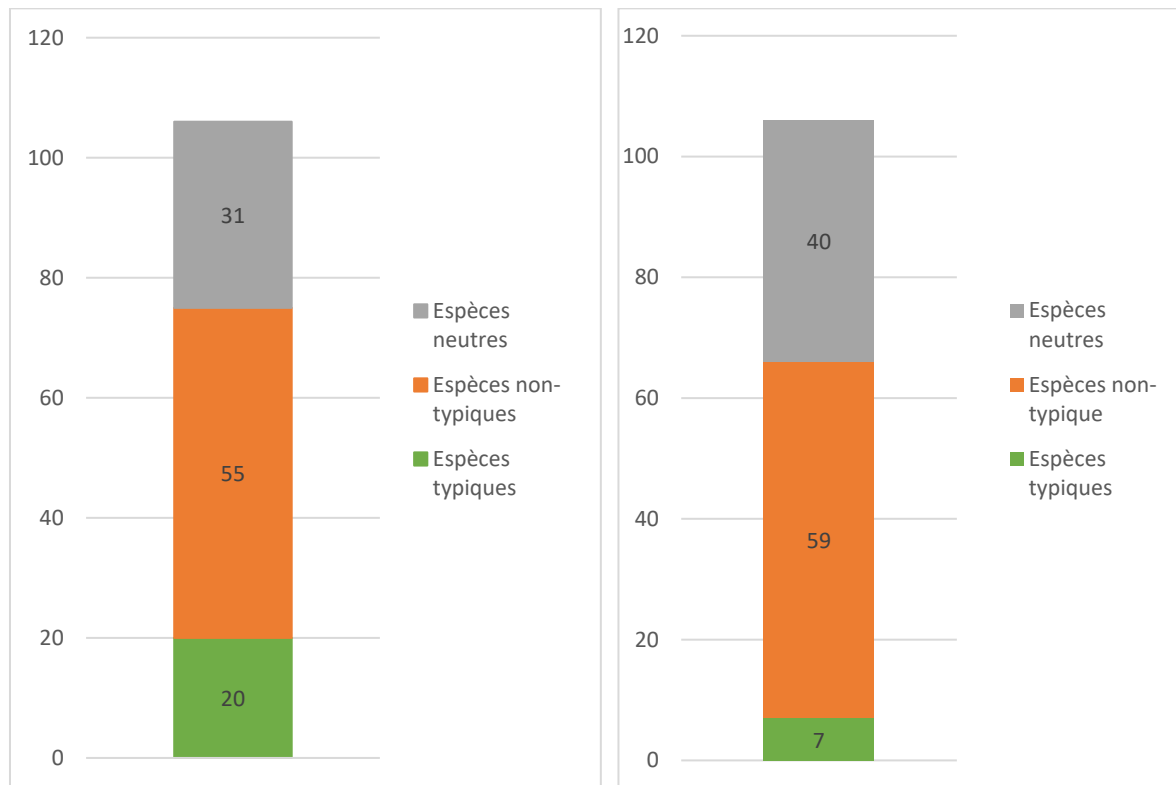
Typicite	Especes	Lh1n1	Lh1n2	Lh2n1	Lh2n2	Lh2n3	Lh2n4	Lh
N	Agrostis.canina	0	0	0	0	0	0	0
nT	Angelica.sylvestris	0	0	0	0	0	0	2
N	Anthoxanthum.odoratum	0	0	0	0	0	0	0
nT	Athyrium.filix.femina	0	0	0	0	0	0	0,1
nT	Betula.pubescens	0	14	1	0	1	14	14
T	Calluna.vulgaris	72	22	8	80	13	0	0
N	Carex.binervis	0	0	0	0	0	0	0
N	Carex.demissa	0	0	0	0	0	0	0
N	Carex.laevigata	0	0	0	0	0	0	3
N	Carex.remota	0	0	0	0	0	0	2
N	Carex.vesicaria	0	0	0	0	0	0	0
N	Centaurea.gr.nigra	0	0	0	0	0	0	0
N	Cirsium.directum	0	0	0	0	0	0	0
nT	Cirsium.palustre	0	0	0	0	0	0	0
nT	Corylus.avellana	0	0	0	0	0	0	0
T	Dactylorhiza.maculata	0	0	0	0	0	0	0
nT	Dryopteris.carthusiana	0	0	0	0	0	0	1
nT	Dryopteris.dilatata	0	0	0	0	0	0	1
nT	Dryopteris.filix.mas	0	0	0	0	0	0	0
N	Elocharis.multicaulis	0	0	0	0	0	0	0

Pour que le calculateur fonctionne, les intitulés des colonnes et les noms des plantes doivent être écrits sans accents et sans espaces. La première colonne « Typicité » présente 3 modalités : N pour les espèces « Neutres », nT pour les espèces « non-typiques » et T pour les espèces « Typiques ». La deuxième colonne comporte les noms de l'ensemble des espèces rencontrées lors des relevés. Chacune des colonnes suivantes est un relevé dans lequel sont renseignés les pourcentages de recouvrement des espèces végétales. L'intitulé de ces colonnes est le nom du relevé. Aucune case ne doit être vide : à toute espèce absente d'un relevé est associé un pourcentage de recouvrement égal à zéro. Exemple : L'espèce non-typique *Angelica sylvestris* n'est pas présente dans le relevé Lh1n1 – pourcentage de recouvrement égal à zéro – ; l'espèce typique *Calluna vulgaris* à un pourcentage de recouvrement de 72 pourcents. Lh1n1 signifie « Lande humide, polygone n°1, quadrat n°1 ».

L'identification des espèces typiques est construite à partir du cahier d'habitat Natura 2000 « Habitats humides », habitat [4020\*] Landes humides atlantiques tempérées à *Erica ciliaris* et *Erica tetralix* (Bensettiti, 2002) et de la liste des espèces caractéristiques des landes humides caractérisées par *Erica tetralix* de la grille d'« indicateurs d'état de conservation des habitats landicoles et tourbeux de Bretagne » (Collectif de gestionnaires de landes et tourbières de Bretagne, 2019). La liste des espèces typiques définie a ensuite été relue et ajustée par deux « experts » : David Menanteau, conservateur d'une RNR et Vincent Colasse du CBNB, pour prendre en compte les spécificités de l'habitat à une échelle plus locale. La base de données Baseflor a servi de support en fournissant des indications concernant le degré trophique des plantes et leur affinité pour l'humidité du sol (Julve, 2019). L'identification des espèces typiques et non-typiques est l'étape la plus importante pour l'utilisation de l'indice VCS. Lorsque l'on ne parvient pas à classer certaines espèces – généralement peu fréquentes et peu abondantes – dans la liste des espèces typiques ou non-typiques, elles sont catégorisées comme « Neutres ». Ce sont des espèces qui n'appartiennent pas au pool

d'habitat mais qui ne sont pas pour autant « problématiques ». Ces espèces ne sont pas prises en compte dans le calcul de l'indice.

Deux tests ont été menés à partir des relevés terrains, l'un portant sur une liste d'espèces neutres, non-typiques et typiques d'origine construite en s'appuyant sur la littérature ((Collectif de gestionnaires de landes et tourbières de Bretagne, 2018 ; Bensettiti 2002 a ; Bensettiti, 2005) et l'autre sur une liste réduite, plus « stricte », s'appuyant la base de données Baseflor et l'avis du CBNB ((Julve, 2019 ; Communication personnelle, Vincent Colasse, 07/2024).



Graphique 3 : Histogrammes du nombre d'espèces par catégorie « typiques », « neutres » et « non-typiques » pour les 40 polygones de landes humides pour la liste d'« origine » à gauche et pour la liste « réduite » à droite.

### 3.2.2 MATÉRIEL

Le matériel de terrain comprend : deux flores pour l'identification des espèces (Guillemot, 2023, Streeter et *al.* 2011), une loupe, des crayons, des fiches à remplir pour les relevés floristiques (Delassus, 2015), le téléphone et l'antenne chargés, des bottes, une gourde, un pantalon de terrain ainsi que des enveloppes pour prélever des plantes en cas de doute sur l'espèce.

Le matériel de bureau comprend : un ordinateur, Excel, QGIS, le calculateur VCS.

### 3.3 Résultats

Les résultats du VCS (Jung & al., 2021) ont été obtenus à partir du calculateur VCS proposé par les chercheurs Vincent Jung, Loïs Morel, Sébastien Bonthoux et Simon Chollet. Ils sont restitués dans un tableau à deux colonnes. La première contient les noms des relevés et la seconde les notes obtenues. La note minimale théorique du VCS pour les landes est 0 et la note maximale est autour de 0,8.

Tableau 7 : Résultats du VCS pour les landes de la réserve de Plounérin avec la liste d'« origine »

Relevés	Valeurs VCS	Relevés	Valeurs VCS
Lhs1	0,576	Lh29	0,091
Lhs2	0,565	Lh30	0,33
Lhs3	0,712	Lh31	0,216
Lhs4	0,494	Lh32	0,51
Lhs5	0,564	Lh33	0,155
Lhs6	0,333	Lh34	0,564
Lhs7	0,481	Lh35	0,545
Lh1	0,587	Lh36	0,086
Lh2	0,264	Lh37	0,374
Lh3	0,598	Lh39	0,269
Lh4	0,347	Lh40	0,008
Lh5	0,481	Lh41	0,23
Lh6	0,374	Lm1	0,127
Lh7	0,003	Lm2	0,285
Lh8	0,313	Lm3	0,269
Lh9	0,18	Lm4	0,016
Lh10	0,041	Lm5	0,125
Lh11	0,602	Lm6	0,465
Lh12	0,075	Lm7	0,265
Lh13	0,024	Lm8	0,352
Lh14	0,604	Lm9	0
Lh15	0,003	Lm10	0,515
Lh16	0,013	Lm11	0,221
Lh17	0,235	Lm12	0,641
Lh18	0,216	Lm13	0,051
Lh19	0,415	Lm14	0,02
Lh20	0,738	Lm15	0,423
Lh21	0,186	Lm16	0,083
Lh22	0,266	Ls1	0,369
Lh23	0,007	Ls2	0,217
Lh24	0,227	Ls3	0,377
Lh25	0,105	Ls4	0,204
Lh26	0,461	Ls5	0,482
Lh27	0,329	Ls6	0,469
Lh28	0,003		

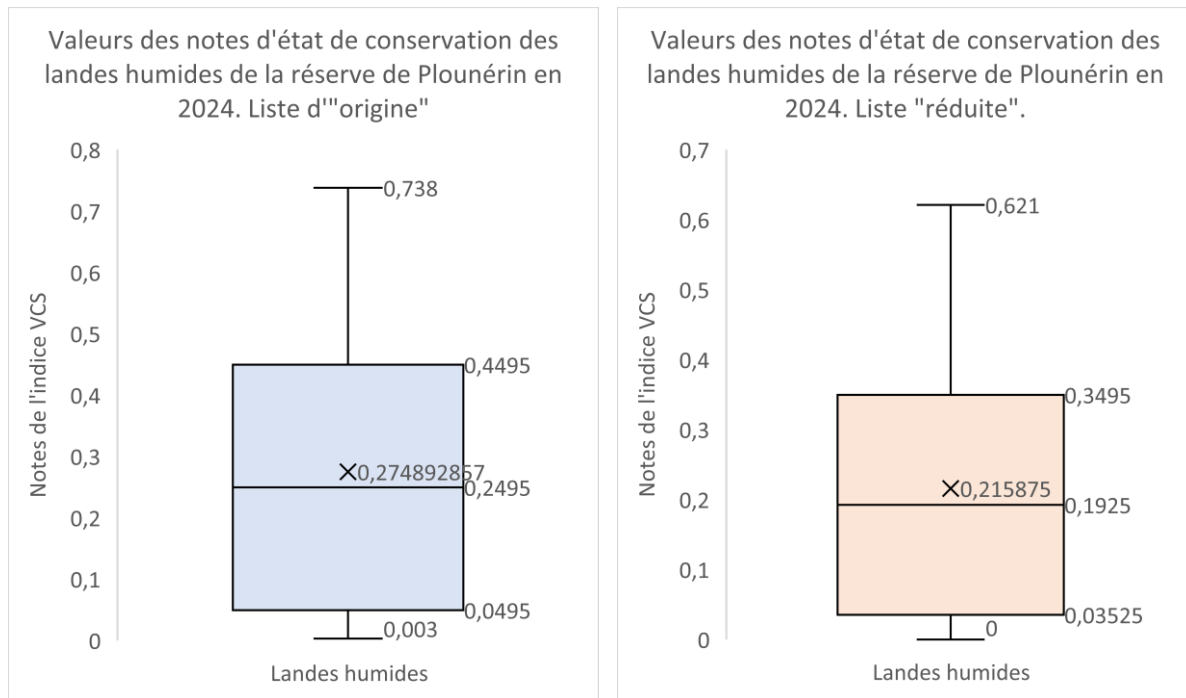
Landes humides à Sphaignes

Landes humides

Landes mésophiles

Landes sèches

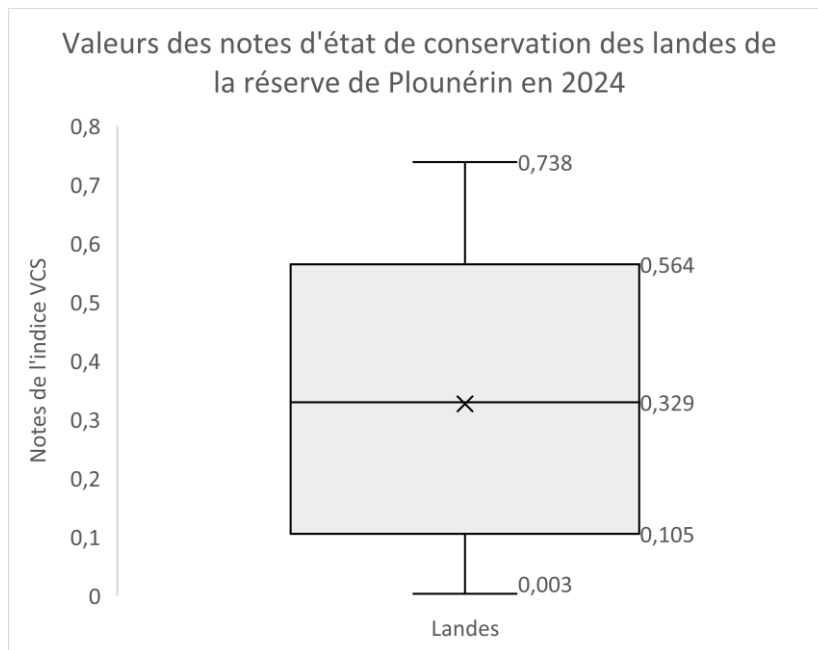
Pour les polygones de landes humides de la réserve, la note minimale obtenu est 0,003 pour Lh15 et Lh28 et la note maximale 0,738 pour Lh20.



Graphique 4 : distribution des notes de VCS pour les polygones de landes humides de la réserve de Plounérin en 2024, à gauche pour la liste d'«origine» et à droite pour la liste «réduite».

Les landes humides de la réserve des landes, prairies et étangs de Plounérin ont une valeur de VCS moyenne de 0,28 avec la liste d'« origine ». Comme nous pouvons le voir sur le graphique, 25% des landes humides ont une note supérieure ou égale à 0,4495. 25% des landes humides ont une note inférieure ou égale à 0,0495. Enfin, 50% des notes sont supérieures à 0,2495 et 50% des notes sont inférieures à 0,2495.

La note moyenne obtenue avec la liste « réduite » est 0,22. La note minimale est égale à 0 pour Lh7 et la note maximale à 0,621 pour Lh20.



Graphique 5 : distribution des notes de VCS pour l'ensemble des polygones de landes de la réserve de Plounérin en 2024.

L'ensemble des landes de la réserve de Plounérin – landes humides, humides à Sphaignes, mésophiles et sèches – ont une valeur de VCS moyenne de 0,301. Comme nous pouvons le voir sur le graphique, 25% des landes ont une note supérieure ou égale à 0,564. 25% des landes humides ont une note inférieure ou égale à 0,105. Enfin, 50% des notes sont supérieures à 0,2495 et 50% des notes sont inférieures à 0,329.

### 3.4 Interprétation

Les listes d'espèces typiques établies pour les landes de la réserve de Plounérin, en s'appuyant sur la littérature et le concours du CBNB, ont montré que le statut « typique » ne doit pas être restreint aux espèces indicatrices de l'habitat mais inclure plus largement toutes les espèces qu'il est normal d'observer sur l'habitat, ou qui révèlent un bon état de conservation lorsqu'elles sont présentes – comme indiqué par Vincent Jung, l'un des créateurs du VCS –. En effet, lorsqu'on réduit le nombre d'espèces typiques en augmentant le nombre d'espèces neutres ou non typiques - comme dans le test VCS portant sur la liste « réduite » - , les espèces « non-typiques » tendent à écraser les espèces « typiques » et à réduire fortement les valeurs des notes du VCS. La note moyenne passe dans le cas des landes humides de 0,275 à 0,216, soit une diminution 7,4% de la note. Pour le gestionnaire, la liste « réduite » est trop exigeante ; la liste d'« origine » paraît plus adaptée pour rendre compte de l'état de conservation des habitats de la réserve.

Un classement croissant ou décroissant des notes obtenues avec le VCS peut être établi. Le gestionnaire a la possibilité de s'appuyer sur ce classement pour prioriser les interventions de gestion.

### 3.5 Discussion

La notion de typicité des espèces, sur laquelle est construite le VCS est sujette à controverse. Lors de la construction de ses grilles d'évaluation, le MNHN a essayé de mettre en place des listes nationales d'espèces caractéristiques au sens phytosociologique par habitat, sans succès. Cette démarche n'a pas semblé être adaptée pour des habitats génériques qui sont trop généraux – trop de variabilité, d'espèces à prendre en compte, etc. – . D'autre part, la création de ces listes aurait demandé un travail trop important de synthèse de tous les relevés phytosociologiques pouvant être rattaché à l'habitat étudié sur le territoire. C'est pourtant le pari que se sont lancés les créateurs du VCS pour leur indice. La tâche d'établissement d'une liste d'espèces « typiques », « neutres » et « non-typiques » pourrait se montrer moins complexe en s'intéressant à une échelle régionale aux habitats déclinés.

Certains avantages et inconvénients la méthode Vegetation Conservation Status ont été relevés lors de son application sur la réserve de Plounérin.

#### 3.5.1 FORCES

D'après le chercheur Vincent Jung (Jung, 2023) l'indice VCS est plus performant que des indices « classiques » tels que la richesse spécifique et la diversité spécifique pour évaluer l'état de conservation des habitats. Il serait également plus pertinent que l'indice FCSi, qui prend en compte le nombre d'espèces « typiques » et « non-typiques » mais pas leurs abondances.

Pour le calcul du VCS, le calculateur VCS mis à disposition par les chercheurs est un outil extrêmement pratique, facile d'utilisation et qui fait gagner du temps. Ce calculateur pourrait fortement aider démocratiser l'utilisation du VCS.

#### 3.5.2 FAIBLESSES

L'utilisation du VCS, bien qu'elle ne demande pas d'être un expert en habitats naturels pour pouvoir évaluer leurs états de conservation, nécessite tout de même des connaissances en botanique pour identifier toutes les espèces végétales. Le VCS nécessite également de maîtriser la méthode de relevé phytosociologique. Le cas échéant, les relevés de terrain deviennent chronophages. C'est l'un des freins à son utilisation.

Comme nous l'avons vu précédemment, la notion de typicité est difficile à définir. Par conséquent, le choix des espèces typiques aussi. En l'absence de liste préexistante, toute personne voulant appliquer le VCS doit construire une liste pour chaque habitat qu'il souhaite évaluer. Le choix des espèces typiques est une étape clef dans la construction de la liste car une variation du nombre d'espèces typiques (T), neutres (N) et non typiques (nT) pour un même relevé change de façon importante les résultats du VCS. Plus il y a d'espèces catégorisées typiques dans la liste d'espèces d'un relevé – moins on est « strict » – plus l'état de conservation du polygone est bon. Plus la plante a un pourcentage de recouvrement fort, plus la note va dépendre de son appartenance à l'une ou l'autre des catégories.

L'indice VCS est construit sur un unique indice qui repose sur la flore. Les Bryophytes ne sont pas prises en compte dans son calcul, laissant de côté une partie des informations liées à la flore. Par ailleurs, le VCS ne donne qu'une note qui ne permet pas d'emblée d'identifier le(s) facteur(s) de dégradation responsable(s) d'un mauvais état de conservation – contrairement aux méthodes types Grilles-MNHN –. Les facteurs de dégradation peuvent être identifiés avec la méthode statistique de partitionnement de la variance. Cela permet d'obtenir le pourcentage de variance du VCS expliquée par les différents facteurs et de pouvoir classer par ordre décroissant les causes de dégradation de l'habitat, donc éventuellement de prioriser les actions de gestion. Cependant, il semble que la plupart des gestionnaires soient en capacité d'identifier les causes de dégradations d'un habitat par simple lecture visuelle ou de relevés de terrain. Cela questionne sur la pertinence / nécessité de passer par des méthodes statistiques.

### 3.5.3 PERSPECTIVES

L'établissement d'une liste régionale des espèces « Typiques », « Non-typiques » et « Neutres » pourrait être un vrai plus pour le VCS. Chaque personne voulant utiliser le VCS ne serait ainsi pas obligée de faire appel à des experts pour valider la catégorisation des espèces d'une liste propre à un site.

Certaines espèces pourraient être classées « typiques » jusqu'à un certain degré : par exemple la Fougère aigle et la Bourdaine dans les landes.

L'indice VCS permet de graduer précisément l'état de conservation des stations de 0 – le plus faible – à 1 – le plus fort – mais ne dispose pas de valeurs seuil permettant de définir si l'état peut être considéré comme dégradé, altéré ou favorable. Cette équivalence rendrait le VCS comparable à d'autres méthodes qui utilisent ces trois catégories. Ces trois classes d'état de conservation ne seraient pas nécessairement de même taille. Leur établissement nécessite une gamme de référence. La gamme de référence, fondée sur des valeurs de VCS calculées sur un ensemble de relevés représentatifs de l'habitat au niveau régional, pourrait être prochainement établie.

## 3.6 Conclusion

Pour conclure, le VCS est un indicateur qui fournit une note à partir d'un relevé floristique. Le fait qu'il n'y ait qu'un seul indicateur pourrait permettre à une personne ayant des connaissances en botanique de gagner du temps par rapport au renseignement d'une grille comprenant de nombreux indicateurs. Le calculateur VCS facilite grandement l'obtention des notes associées aux relevés floristiques mais l'établissement d'une liste des espèces « typiques », « non-typiques » et « neutres » pour chaque habitat décliné est indispensable. Bien que le VCS n'ait pour l'instant pas d'équivalent avec les catégories « dégradés », « altérés » et « favorables », le gestionnaire peut choisir de s'appuyer sur les notes qu'il fournit pour prioriser les actions de gestion à mener. Cependant, le VCS ne donne pas d'indication sur l'origine des dégradations subies par l'habitat et ne permet ainsi pas d'orienter les actions de gestion.

## 4 Ecological Quality Assessment

### 4.1 Contexte :

#### 4.1.1 GÉNÉRALITÉS (d'après Sturbois & *al.*, 2023)

« Qu'est-ce qu'une évaluation de la qualité écologique acceptable ? Qu'est-ce qu'un bon ou un mauvais état écologique ? Quel niveau de synthèse – d'applicabilité – pourrait satisfaire les scientifiques, les gestionnaires et les parties prenantes ? » Le fait qu'il y ait une grande diversité d'indices pour évaluer l'état de conservation des habitats montre qu'il est difficile de se mettre d'accord et qu'il manque encore une méthode commune applicable par tous pour mesurer la qualité des écosystèmes.

Les approches préexistantes concernant les indicateurs d'état de conservation sont souvent limitées pour ce qui est d'évaluer les effets des perturbations anthropiques dans des écosystèmes naturellement soumis à des stress. En réponse, des indices fondés sur un écart à la référence ont vu le jour. Définir une condition de référence – « bonnes » – reste cependant un défi, de même que fixer le seuil à partir duquel on rentre ou sort des conditions de références. Ajoutons que les états de références sont rares et souvent débattus en écologie puisqu'ils ont pu être établis sur des écosystèmes déjà soumis à des pressions. Une alternative est de se référer à des habitats qui sont les moins affectés possibles. Pour Anthony Sturbois et d'autres chercheurs (Sturbois & *al.*, 2023), la définition des conditions de références, y compris pour les trajectoires – dynamiques –, paraît plus évidente quand on s'intéresse à des communautés locales composées de peu d'espèces, dans un contexte de restauration, plutôt qu'à une plus large échelle avec plusieurs centaines d'espèces, sous des dynamiques naturelles et anthropiques complexes. Pour répondre à cette problématique, ces chercheurs ont mis au point une méthode pour laquelle l'état de référence est défini pour chaque site d'étude : l'Ecological Quality Assessment.

#### 4.1.2 L'ECOLOGICAL QUALITY ASSESSMENT (d'après Sturbois & *al.*, 2023)

L'Ecological Quality Assessment, EQA ou Évaluation de la Qualité Écologique est une méthode qui repose sur des données issues de relevés phytosociologiques pour définir la qualité écologique en se focalisant sur la distance des stations testées à une enveloppe de référence choisie. L'enveloppe de référence est constituée d'un ensemble de stations « en bon état » pour le site d'étude et définies comme telles par un expert. L'enveloppe de l'état de référence présente une variabilité qui peut être exprimée comme une mesure de la diversité beta<sup>27</sup>, la variation de la composition en espèces entre des stations dans une aire géographique choisie. Il faut ensuite choisir les stations que l'on souhaite tester avec l'EQA pour savoir si elles sont incluses ou exclues de l'enveloppe de référence.

---

<sup>27</sup> Diversité beta : mesure de la biodiversité qui consiste à comparer la diversité des espèces entre deux écosystèmes. Il s'agit de comparer le nombre de taxons qui sont uniques à chacun des écosystèmes.

L'Évaluation de la Qualité Écologique est une méthode d'analyses statistiques multivariées développée sous logiciel R. Pour prendre en compte les variabilités spatio-temporelles naturelles, les chercheurs proposent deux variantes de cette méthode : l'une basée sur l'état à un moment « t » – sans besoins de réplifications temporelles – et l'autre basée sur la trajectoire écologique – quand des données temporelles sont disponibles –. Cette seconde variante permet de comparer une trajectoire étudiée à une trajectoire moyenne de l'enveloppe de références. Elle permet de montrer les dynamiques de qualité écologique d'un habitat par rapport à des conditions de références pour savoir si son état s'améliore ou se dégrade et à quelle vitesse. Au cours de l'étude menée en 2024, nous avons testé uniquement l'évaluation de l'état de conservation à un moment « t ».

## 4.2 Matériel et méthode :

### 4.2.1 APPLICATION DE L'ECOLOGICAL QUALITY ASSESSMENT (d'après Sturbois & al., 2023)

L'Ecological Quality Assessment est utilisé pour la première fois sur la réserve Naturelle des landes, prairies et étangs de Plounérin. Nous utiliserons la variante basée sur l'état, c'est-à-dire celle qui permet de caractériser l'état écologique d'une station à un moment « t ». Cette méthode se réfère à des conditions de références, ce qui demande de choisir les écosystèmes qui seront considérés comme des références, des objectifs de conservation. Les stations du site d'étude qui se trouvent sur ces écosystèmes de référence constitueront l'enveloppe de référence.

Le package « ecotraj » sera utilisé pour l'analyse sur le logiciel R pour mettre en évidence les observations écologiques qui concordent avec les objectifs de conservation – stations incluses dans l'enveloppe de référence – et celles qui ne concordent pas – exclues de l'enveloppe –.

Avec l'EQA, l'affirmation « l'écosystème testé se situe dans l'enveloppe de référence » peut être exprimé par un degré d'appartenance sur un gradient continu compris entre 0 et 1, qui exprime dans quelle mesure l'affirmation est vraie. Ce gradient prend forme grâce à la fonction de qualité Q, bornée entre 0 et 1. La référence Q.E est égale 1. Tous les écosystèmes évalués dont la distance au carré au centroïde<sup>28</sup> de l'enveloppe de référence est plus petite que la variance de l'enveloppe de référence obtiendront une valeur d'appartenance supérieure à 0,5 et seront inclus dans l'enveloppe de référence. A l'inverse, si Q est inférieure à 0,5, la station sera exclue de l'enveloppe de référence. Enfin, si Q est strictement égale à 0,5, c'est que la distance au centroïde de la station étudiée est la même que celle de la moyenne des stations de référence de l'enveloppe de référence. L'EQA considère que l'écosystème évalué est alors complètement inclus dans l'enveloppe de référence. Au final, Q pointe les stations où une action de restauration est nécessaire – car exclues de l'enveloppe de référence –. La distance du centroïde au carré (SquaresDist) apporte une précision complémentaire en mettant en avant la distance des stations à l'enveloppe de référence qui peut aider le gestionnaire à prioriser des opérations.

L'autre variante de l'EQA, que nous ne testons pas ici, porte sur la trajectoire de rapprochement ou l'éloignement d'un habitat par rapport à la trajectoire de l'enveloppe de

---

<sup>28</sup> Centroïde : fait référence au centre géométrique d'un ensemble de points dans un espace multidimensionnel.

référence dans le temps. Prenons deux observations en une même station à un intervalle de temps. Si la deuxième observation a une distance plus petite que la première du centroïde de l'enveloppe de référence alors la trajectoire tend à se rapprocher de la référence. A l'inverse si la seconde observation a une distance à la référence plus grande que la première alors la trajectoire s'éloigne de la référence et donc de la trajectoire idéale de conservation de l'habitat.

#### 4.2.2 DEUX TESTS DE LA MÉTHODE EQA SUR LA RÉSERVE DE PLOUNÉRIN (d'après Sturbois & *al.*, 2023) :

##### 4.2.2.1 Un test portant sur des quadrats de landes humides

Le premier test porte sur 26 stations de landes humides sur lesquelles ont été réalisés des relevés phytosociologiques en juillet 2024. Ces stations sont des quadrats de 100 m<sup>2</sup> de végétation homogène pour lesquels l'abondance-dominance des espèces est exprimée en pourcentages. La surface de 100 m<sup>2</sup> est comprise dans l'ordre de grandeur d'aire minimale empirique donné pour la réalisation de relevés pour des végétations de landes fourni par le CBNB : entre 50 et 200 m<sup>2</sup> (Delassus, 2015).

Sur les 26 stations étudiées, 9 composent l'enveloppe de référence (Lh1n1, Lh2n2, Lh3n1, Lh3n2, Lh3n3, Lh4n1, Lh4n3, Lh9n1, Lh27n1). C'est-à-dire que ces stations représentent aux yeux du conservateur un idéal de lande - pour la réserve - à atteindre (Communication personnelle, David Menanteau, 07/2024). Pour les désigner, le conservateur s'est appuyé sur son expérience et sur les cahiers d'habitats Natura 2000 (Bensettiti, 2002 a ; Bensettiti, 2005). Les 17 autres stations doivent être testées/évaluées pour connaître leur état écologique.

Les données doivent être mises en forme dans un tableau format Excel. La colonne « ID » porte les identifiants des 26 quadrats. La colonne « Ref » annonce si le quadrat constitue l'enveloppe de référence – VRAI – ou non – FAUX –. Les 61 colonnes restantes donnent les pourcentages de recouvrement des 61 espèces de plantes rencontrées sur l'ensemble des quadrats.

Tableau 8 : Pourcentages de recouvrement des 26 quadrats de landes humides mis en forme pour l'analyse sous R studio.

	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	ID	Ref	Agrostis.canina	Angelica.sylvestris	Anthoxanthum.odorum	Athyrium.filix.femina	Betula.pubescens	Calluna.vulgaris	Car
2	Lh1n1	VRAI							72
3	Lh1n2	FAUX					14		22
4	Lh2n1	FAUX					1		8
5	Lh2n2	VRAI							80
6	Lh2n3	FAUX					1		13
7	Lh2n4	FAUX		2		0,1	14		
8	Lh3n1	VRAI							60
9	Lh3n2	VRAI							30
10	Lh3n3	VRAI					0,1		20
11	Lh4n1	VRAI							70
12	Lh4n2	FAUX				0,5	5		
13	Lh4n3	VRAI							25
14	Lh6n1	FAUX	28		2				27
15	Lh9n1	VRAI							75
16	Lh9n2	FAUX				4			
17	Lh22n1	FAUX					3		
18	Lh26n1	FAUX							12
19	Lh26n2	FAUX							
20	Lh27n1	VRAI					0,5		12
21	Lh27n2	FAUX					1		2
22	Lh27n3	FAUX	0,5				4		
23	Lh32n1	FAUX	5		0,5		4		3
24	Lh34n1	FAUX					1		25
25	Lh34n2	FAUX					32		1
26	Lh34n3	FAUX	0,5		0,5		15		17
27	Lh37n1	FAUX					14		7
28									

Nata bene : toutes les espèces ne sont pas visibles dans ce tableau car cela aurait pris trop de place et diminué la lisibilité.

Une fois le tableau des données mis en forme, l'analyse sous R studio peut être lancée grâce au script proposé par les chercheurs Anthony Sturbois et Miquel De Cáceres disponible sur : <https://emf-creaf.github.io/ecotraj/articles/IntroductionEQA.html>

Le script du logiciel R studio pour l'analyse EQA des quadrats de 100 m<sup>2</sup> de landes humides ainsi que les explications associées se trouvent ci-dessous. Le script est décalé d'un alinéa par rapport au texte du rapport. Les phrases précédées de # ne sont pas lues par le logiciel mais apparaissent dans le script. Elles ont pour but d'expliquer l'étape qui va suivre ou de donner les résultats du logiciel.

**Script du logiciel R studio pour l'analyse EQA des quadrats de landes humides (d'après Sturbois & De Cáceres, 2024) :**

## 1) Aller dans Files > ... > Sélectionner le dossier "Logiciel R Studio" et l'ouvrir sous R.

## 2) Aller dans Files > More (l'engrenage) > Set as working directory

Dans un premier temps, il faut charger les bibliothèques nécessaires pour réaliser les analyses :

#<https://emf-creaf.github.io/ecotraj/articles/IntroductionEQA.html>

## Loading required package: ecotraj

```

## Loading required package: Rcpp
## Loading required package: permute
## Loading required package: lattice
## This is vegan 2.6-4
install.packages(ecotraj)
install.packages(permute)
install.packages(lattice)
#loading libraries
library(ecotraj)
library(vegan)
library(vegclust)
library(ape)
library(ggplot2)
library(reshape2)

```

Les landes humides sont des habitats d'intérêts communautaires caractérisées par *Erica tetralix* et *Calluna vulgaris*. L'enveloppe de référence, définie par un expert – le conservateur de la réserve dans notre cas – comporte des quadrats de landes jugés en bon état pour le site. L'ensemble de données se compose de 26 lignes – stations – et de 61 colonnes – espèces –. Les 9 stations utilisées pour définir l'enveloppe de référence sont notées « TRUE ». Les 17 autres stations doivent être évaluées et sont notées « FALSE ».

```

Quadrats <- read_xlsx("Quadrats.xlsx")
Quadrats_comp <- as.matrix(Quadrats[,-c(1,2)])
rownames(Quadrats_comp) <- Quadrats$ID
#Showing a first lines /columns subset
head(Quadrats[,1:8])
# A tibble: 6 × 8
#   ID      Ref  Agrostis.canina Angelica.sylvestris
#   <chr> <lgl>          <dbl>          <dbl>
#1 Lh1n1 TRUE             0             0
#2 Lh2n2 TRUE             0             0
#3 Lh3n1 TRUE             0             0
#4 Lh3n2 TRUE             0             0
#5 Lh3n3 TRUE             0             0
#6 Lh4n1 TRUE             0             0

```

D'abord, le script crée une matrice de données composée en extrayant les données d'espèces de la table de donnée initiale :

```

Quadrats_comp <- as.matrix(Quadrats[!(names(Quadrats) %in% c("ID", "Ref"))])

```

```
rownames(Quadrats_comp) <- Quadrats$ID
dim(Quadrats_comp)
#[1] 26 61
```

En utilisant les données de composition, le script d'Anthony Sturbois et Miquel De Cáceres se sert de la fonction vegdist() du package **vegan** pour calculer des distances de Bray Curtis entre les différents états de l'écosystème :

```
Quadrats_bc <- vegan::vegdist(Quadrats_comp, method = "bray")
```

La matrice de distance Quadrats\_bc définit l'espace multivarié qui permet de représenter les ressemblances entre des états écologiques.

Pour réaliser une EQA, il faut également définir les stations considérées comme des références, des objectifs de conservation pour le site d'étude. La colonne « Ref » dans le tableau Quadrats identifie ces stations qui constitueront l'enveloppe de référence pour la suite de l'analyse.

```
Quadrats_env <- Quadrats$ID[Quadrats$Ref]
```

Nous comparons maintenant les stations évaluées par rapport à l'enveloppe de référence d'état de conservation à l'aide de la fonction : compareToStateEnvelope()

```
Quadrats_assess <- compareToStateEnvelope(Quadrats_bc, Quadrats_env, m=1.7,
distances_to_envelope = TRUE)
```

```
head(Quadrats_assess)
```

```
# Observation Envelope SquaredDist      Q
#1      Lh1n1      TRUE  0.11234026  1.0000000
#2      Lh2n2      TRUE  0.16325293  0.7469567
#3      Lh3n1      TRUE  0.08231419  1.0000000
#4      Lh3n2      TRUE  0.10471801  1.0000000
#5      Lh3n3      TRUE  0.20199192  0.6108887
#6      Lh4n1      TRUE  0.15733761  0.7717907
```

La fonction compareToStateEnvelope renvoie d'une part SquaredDist, la distance au carré au centroïde de l'enveloppe et d'autre part le Q statistique, qui définit la qualité de la stations testée, est compris entre 0 et 1. Ces valeurs peuvent être transformées en une évaluation qualitative en utilisant :

```
Quadrats_assess$Status<-c(ifelse(Quadrats_assess$Q>=0.5,"Inside", "Outside"))
```

Et l'évaluation pour les 17 stations testées est la suivante :

```
Quadrats_assess[!Quadrats_assess$Envelope,]
```

```
# Observation Envelope SquaredDist      Q      Status
#10      Lh1n2      FALSE  0.3638612  0.3189115  Outside
#11      Lh2n1      FALSE  0.4703731  0.2323679  Outside
#12      Lh2n3      FALSE  0.3996815  0.2845750  Outside
#13      Lh2n4      FALSE  0.7056253  0.1371941  Outside
#14      Lh4n2      FALSE  0.5376488  0.1959298  Outside
#15      Lh6n1      FALSE  0.2854806  0.4230647  Outside
#16      Lh9n2      FALSE  0.4813804  0.2256670  Outside
#17      Lh22n1     FALSE  0.4391021  0.2533249  Outside
#18      Lh26n1     FALSE  0.2484046  0.4931446  Outside
```

```

#19      Lh26n2      FALSE  0.5525492 0.1891353 Oustside
#20      Lh27n2      FALSE  0.5147825 0.2071800 Oustside
#21      Lh27n3      FALSE  0.5167081 0.2061915 Oustside
#22      Lh32n1      FALSE  0.4817945 0.2254213 Oustside
#23      Lh34n1      FALSE  0.2189614 0.5631169   Inside
#24      Lh34n2      FALSE  0.4069951 0.2783106 Oustside
#25      Lh34n3      FALSE  0.2631013 0.4632733 Oustside
#26      Lh37n1      FALSE  0.4266475 0.2625594 Oustside

```

Pour représenter les résultats de manière graphique, les chercheurs proposent de commencer par effectuer une Analyse des Coordonnées Principales (ACP) à l'aide du package **ape** :

```

pcoa_ploun<-ape::pcoa(Quadrats_bc)

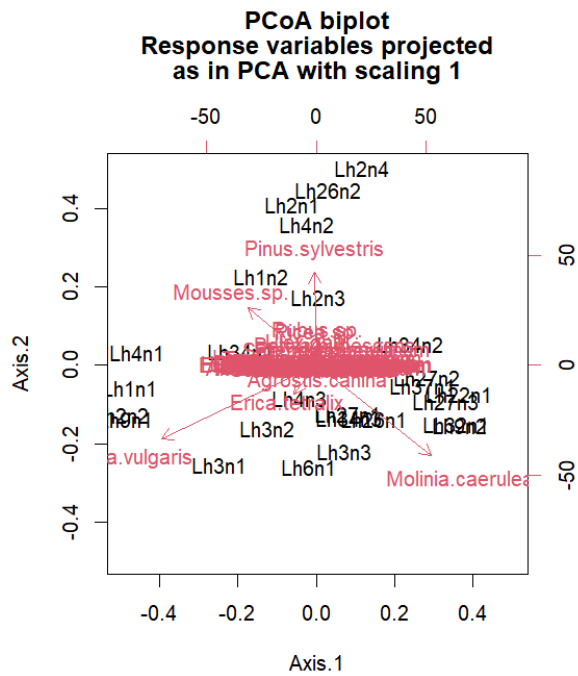
```

La fonction `biplot()` du package **ape** est utilisée pour montrer l'ordination des stations avec les espèces projetées sous forme de flèches :

```

biplot(pcoa_ploun, Quadrats_comp)

```



Pour générer une représentation différente, les coordonnées des stations doivent être obtenues dans les deux premières dimensions de l'ACP et copiées dans le cadre de données d'évaluation :

```

PCOA_DIM1_2 <- pcoa_ploun[["vectors"]][,1:2]

```

```

Quadrats_assess$Dim1<-PCOA_DIM1_2[,1]

```

```

Quadrats_assess$Dim2<-PCOA_DIM1_2[,2]

```

```

head(Quadrats_assess)

```

```

# Observation Envelope SquaredDist Q Status Dim1
#1      Lh1n1      TRUE  0.11234026 1.0000000 Inside -0.47470427
#2      Lh2n2      TRUE  0.16325293 0.7469567 Inside -0.49397976
#3      Lh3n1      TRUE  0.08231419 1.0000000 Inside -0.24642661
#4      Lh3n2      TRUE  0.10471801 1.0000000 Inside -0.12236900
#5      Lh3n3      TRUE  0.20199192 0.6108887 Inside  0.07300404

```

```

#6      Lh4n1      TRUE  0.15733761 0.7717907 Inside -0.45611325
#      Dim2
#1  0.05783304
#2  0.12666782
#3  0.25384650
#4  0.15956896
#5  0.22050516
#6 -0.03370633

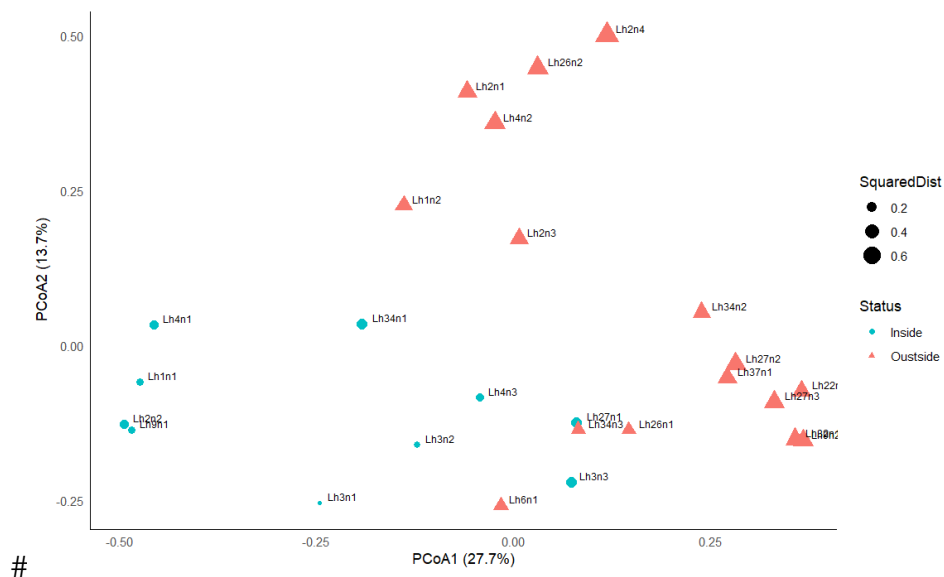
```

Nous utilisons ensuite le package **ggplot** pour obtenir une meilleure représentation de l'évaluation. Les **couleurs** des symboles sont utilisées pour distinguer les stations qui atteignent des objectifs de conservation - en vert - de ceux qui ne les atteignent pas - en rouge -. La **taille** des points représente la distance au carré de la centroïde de l'enveloppe d'état de référence :

```

p<-ggplot(Quadrats_assess,
          mapping=aes(x=Dim1,y=Dim2,size=SquaredDist, color=Status, shape=Status))+
  geom_point()+
  scale_colour_manual(values=c("#00BFC4", "#F8766D"))+
  geom_text(Quadrats_assess,
            mapping=aes(x=Dim1,y=Dim2,label=Observation),
            hjust=-0.3, vjust=-0.3,size=2.5, color="Black")+
  xlab(expression("PCoA1 (27.7%)"))+
  ylab(expression("PCoA2 (13.7%)"))
p<-p + theme_minimal()+
  theme(
    # Hide some graphical elements
    panel.border = element_blank(),
    panel.grid.major = element_blank(),
    panel.grid.minor = element_blank(),
    axis.line = element_line(colour = "black"))
p

```



#### 4.2.2.2 Un test portant sur des polygones de landes humides

Ce second test porte sur 40 polygones de landes humides et 9 quadrats sur lesquels ont été réalisés des relevés phytosociologiques en juillet 2024. Ces stations sont des polygones de tailles variables cartographiés en 2016 par le botaniste José Durfort (Durfort, 2016). Pour chaque station, l'abondance-dominance des espèces a été exprimée en pourcentages précis et non avec les coefficients de Braun-Blanquet (Braun-Blanquet & al., 1932) – ce qui aurait aussi été possible –. Ce second test ne respecte pas tout à fait les préconisations d'utilisation de la méthode puisqu'une approche EQA doit être menée à l'échelle d'un polygone d'habitat caractérisé par une végétation homogène. Or les polygones de la réserve présentent parfois en leur sein des dynamiques ou des états de conservations variables et sont donc rarement complètement homogènes. Ils s'inscrivent dans une mosaïque d'habitats à petites mailles et présentent des effets lisières forts ainsi que des chevauchements d'habitats. Cependant, ces polygones d'habitat sont localisés et leurs périmètres sont connus, rendant leur état de conservation comparable dans le temps d'une évaluation à une autre.

Sur les 49 stations étudiées, 9 sont des quadrats qui composent l'enveloppe de référence (Lh1n1, Lh2n2, Lh3n1, Lh3n2, Lh3n3, Lh4n1, Lh4n3, Lh9n1 et Lh27n1). Les 40 autres stations sont des polygones de landes humides qui doivent être testées/évaluées pour connaître leur état écologique.

Comme pour les 26 quadrats, les données doivent être mises en forme dans un tableau format Excel. La colonne « ID » porte les identifiants des 49 stations. La colonne « Ref » annonce si les stations constituent l'enveloppe de référence – VRAI – ou non – FAUX –. Les 106 colonnes restantes donnent les pourcentages de recouvrement des 106 espèces de plantes rencontrées sur l'ensemble des 49 polygones et des 9 quadrats.

Le script permettant d'analyser les polygones entiers de landes humides est disponible en annexe 6 du rapport.

#### 4.2.2.3 Matériel

Le matériel de terrain comprend : deux flores pour l'identification des espèces (Guillemot, 2023, Streeter et al. 2011), une loupe, des crayons, des fiches à remplir pour les

relevés floristiques (Delassus, 2015), le téléphone et l'antenne chargés, des bottes, une gourde, un pantalon de terrain ainsi que des enveloppes pour prélever des plantes en cas de doute sur l'espèce.

Le matériel de bureau comprend : un ordinateur, Excel, QGIS, le logiciel R ou R studio.

#### 4.3 Résultats :

##### 4.3.1 RÉSULTATS DE L'ANALYSE EQA DES QUADRATS DE LANDES HUMIDES

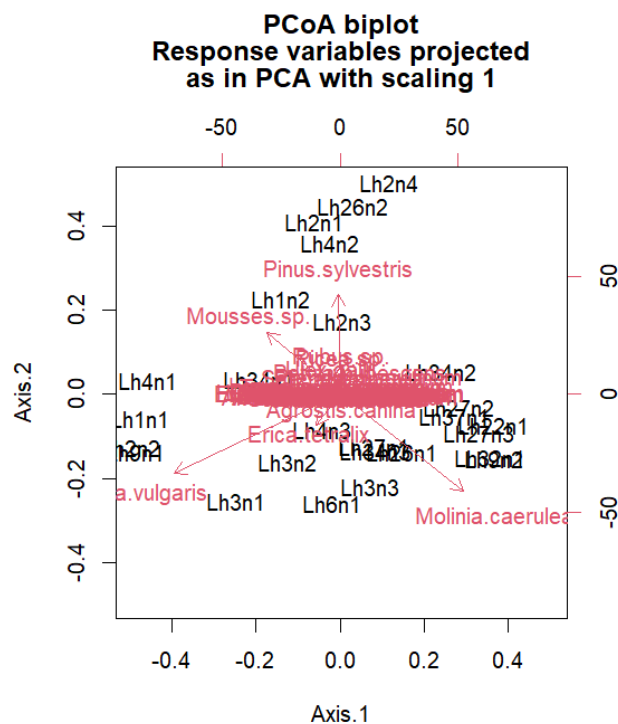


Figure 6 : Les deux premiers axes de l'Analyse en Composante Principale de l'EQA pour 26 quadrats de landes humides.

Ce graphique est un espace multivarié représentant l'ensemble des observations écologiques pour les 26 quadrats. L'ACP sépare les stations en fonction de leur distance au centroïde de l'enveloppe de référence. On distingue trois principaux faciès de landes humides : celles à dominance de Molinie en bas à droite, celles à dominance de Pin en haut au centre et celles à dominance de Callune en bas à gauche.

L'espace multivarié rend compte des différents faciès des quadrats de landes présentes sur la réserve. Les flèches roses sont une représentation de l'influence des variables sur le plan en deux dimensions. Les espèces au centre sont celles dont les pourcentages de recouvrement ne permettent pas de différencier avec confiance un quadrat d'un autre dans les deux premières dimensions. A contrario, les espèces éloignées du centre comme *Calluna vulgaris*, *Molinia caerulea* ou *Pinus sylvestris* rendent compte de différences fortes entre quadrats. Elles caractérisent en quelque sorte des « sous-type » de landes humides qui sont dominées par ces espèces. Autrement dit plus une station est éloignée du centre 0 – pas du

tout corrélée, plus sa valeur de corrélation est proche de 1 – fortement corrélée – et plus elle se différencie par les espèces dont les noms sont situés à proximité.

Exemple : Lh4n3 est une station très proche du centre, elle ne se démarque pas par la présence d'une espèce en particulier. Lh2n4 est très éloignée du centre et proche de l'espèce *Pinus sylvestris*. L'espèce *Pinus sylvestris* est en forte abondance sur la station, elle la caractérise et la différencie des autres stations. Le relevé phytosociologique confirme cette position : 30 % de la surface du quadrats est couverte par du Pin sylvestre. Les espèces ligneuses étant considérées comme une dégradation des landes, on peut supposer que la forte présence de pin diminue l'état de conservation de la station.

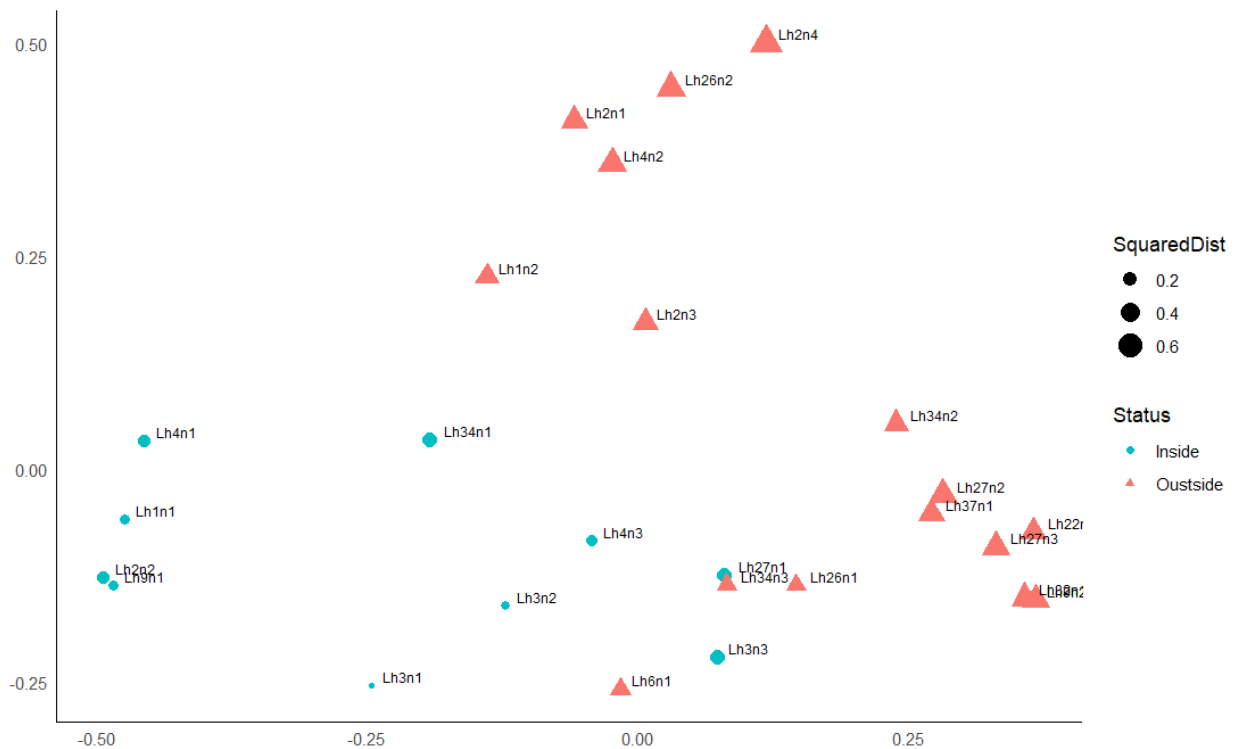


Figure 7 : Seconde représentation des deux premiers axes de l'analyse en composante principale de l'EQA pour 26 quadrats de landes humides.

Ce graphique est un zoom du précédent. Il permet de visualiser les stations plus ou moins « dégradées ». Ainsi, une lande humide en dehors de l'enveloppe de référence mais restant proche d'elle – par exemple une lande à un stade de succession végétale plus avancé avec quelques arbres – sera jugée dans un meilleur état qu'une lande très éloignée de l'enveloppe de référence – par exemple à cause d'un enrichissement, d'un boisement ou d'un surpâturage marqué –. Sur le graphique, Lh2n4 – en haut à droite – est plus éloigné de l'enveloppe de référence et donc de l'état de référence pour une lande humide sur le site que Lh1n2 – au centre –. Certains ronds bleus et triangles rouges semble se superposer mais ils sont en réalité les uns devant ou derrière les autres car l'espace multivarié compte plus de deux dimensions.

Sur 17 stations testées ici, une seule est incluse dans l'enveloppe de référence : Lh34n1, comme nous pouvons le voir dans les résultats obtenus avec R studio pour la ligne de commande « `Quadrats_assess[!Quadrats_assess$Envelope,]` ». Lh34n1 présente donc à la fois un fort pourcentage de recouvrement en espèces caractéristiques et une bonne répartition

d'abondance-dominance entre ces espèces (*Erica tetralix*, *Calluna vulgaris*, *Ulex gallii*, and *Erica ciliaris*), comme c'est le cas pour les stations constituant l'enveloppe de référence. Les 16 autres stations sont exclues de l'enveloppe de référence.

#### 4.3.1 RÉSULTATS DE L'ANALYSE EQA DES POLYGONES DE LANDES HUMIDES

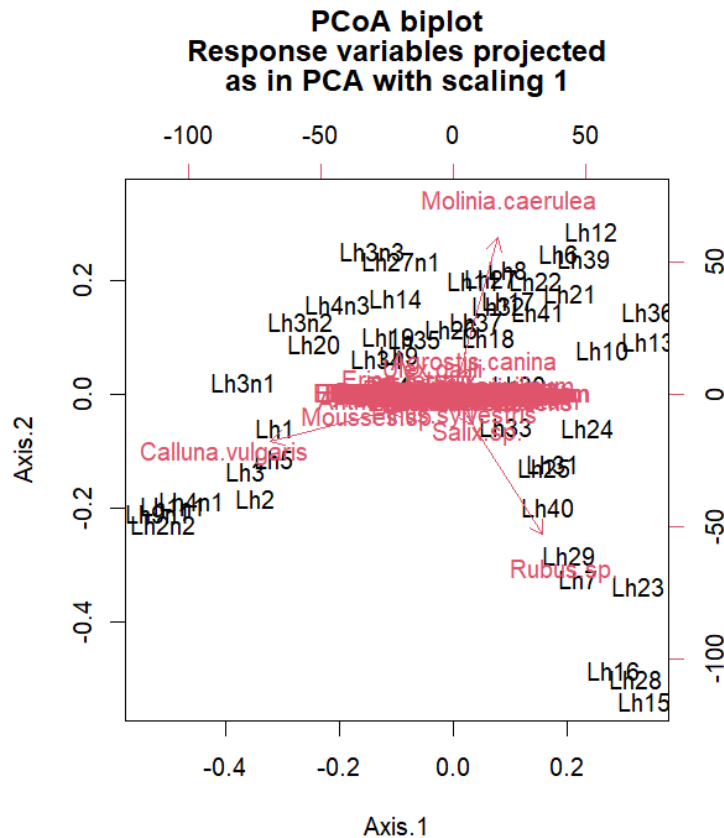


Figure 8 : Les deux premiers axes de l'Analyse en Composante Principale de l'EQA pour 40 polygones et 9 quadrats de landes humides.

Ce graphique est un espace multivarié représentant l'ensemble des observations écologiques des 40 polygones et 9 quadrats de landes humides. L'ACP sépare les stations en fonction de leur distance au centroïde de l'enveloppe de référence.

L'espace multivarié représenté rend compte des différents faciès des polygones de landes présents sur la réserve. Les espèces éloignées du centre comme *Calluna vulgaris* – à gauche –, *Molinia caerulea* – en haut à droite – et *Rubus sp.* – en bas à droite – caractérisent les trois principaux faciès de landes humides. Les stations situées au centre ne peuvent pas être différenciées par la présence d'une espèce en particulier.

Pour exemple, Lh33 est une station très proche du centre, elle n'est pas caractérisée par une espèce en particulier. Lh15 – en bas à droite – est très éloignée du centre et proche des ronces *Rubus sp.* qui doivent donc la caractériser. La comparaison avec les pourcentages de recouvrement de la station permet de le confirmer : 85% de sa surface est couverte par des ronces. Les espèces d'embroussaillage étant considérées comme une dégradation des landes, on peut supposer que la forte présence de la ronce diminue l'état de conservation de la station.

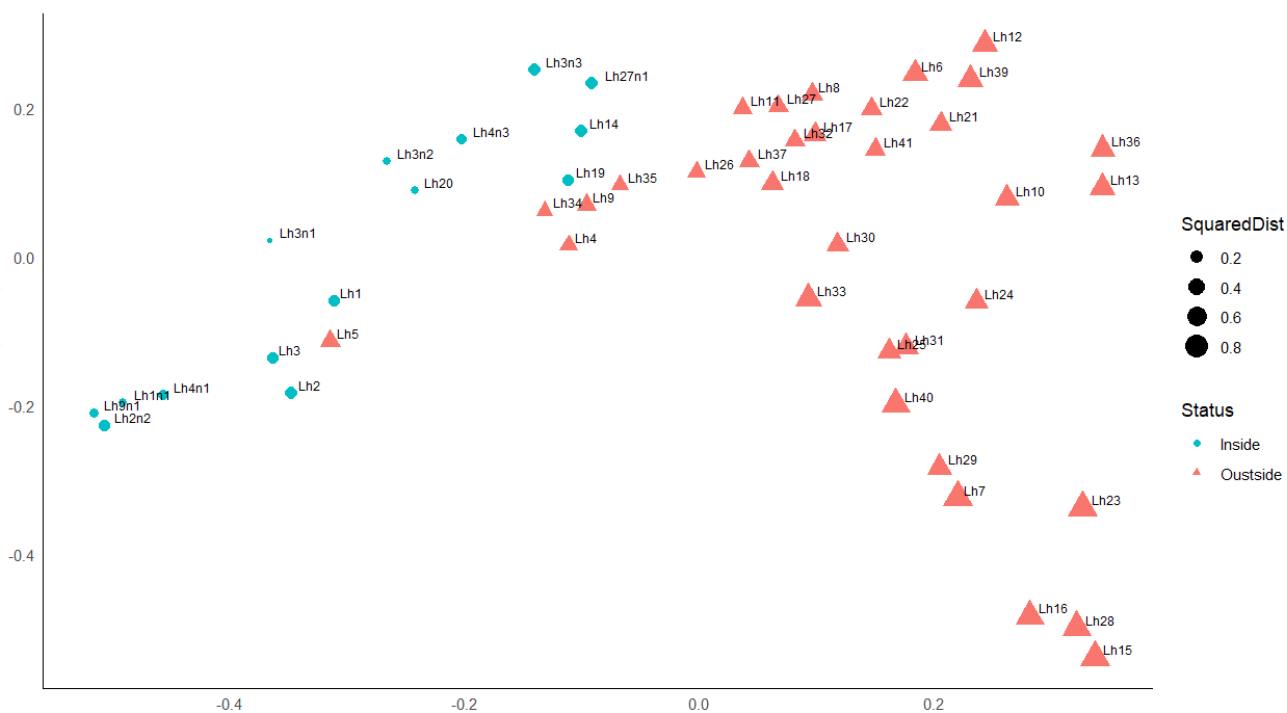


Figure 9 : Seconde représentation des deux premiers axes de l'analyse en composante principale de l'EQA pour 40 polygones et 9 quadrats de landes humides.

Ce graphique est un zoom du graphique précédent. Il positionne les stations de landes humides selon leur distance à l'enveloppe de référence. Ainsi, les polygones tels que Lh7, Lh16, Lh28 et Lh15 – en bas à droite – sont plus éloignés de l'enveloppe de référence et donc de l'état de référence que d'autres polygones comme Lh5, Lh34, Lh9 ou Lh4 – au centre –.

Sur 40 stations testées ici, 6 sont incluses dans l'enveloppe de référence : Lh1, Lh2, Lh3, Lh14, Lh19 et Lh20, comme nous pouvons le voir dans les résultats obtenus avec R studio pour la ligne de commande « `Quadrats_assess![Quadrats_assess$Enveloppe,]` ». Voir script en Annexe 6. Les stations Lh1, Lh2, Lh3, Lh14, Lh19 et Lh20 ont donc un fort pourcentage de recouvrement en espèces caractéristiques et un équilibre d'abondance-dominance entre ces espèces (*Erica tetralix*, *Calluna vulgaris*, *Ulex gallii*, and *Erica ciliaris*), comme c'est le cas pour les stations constituant l'enveloppe de référence. Les 33 autres stations sont exclues de l'enveloppe de référence.

#### 4.4 Discussion :

La méthode Ecological Quality Assessment a été testée sur les landes humides de la réserve de Plounérin. Idéalement, une approche EQA doit être menée à l'échelle d'un

polygone d'habitat caractérisé par une végétation homogène plutôt qu'à l'échelle d'un polygone potentiellement caractérisée par des dynamiques ou des états de conservation différents. Nous avons choisi d'appliquer l'EQA à la fois sur des quadrats homogènes comme indiqué par la méthode et sur des polygones d'habitats qui sont une échelle plus pertinente pour la réserve. Dans la partie 5, les différentes méthodes testées seront comparées.

Certains avantages et inconvénients ont été relevés lors de l'application de l'EQA.

#### 4.4.1 FORCES

Tout d'abord, la méthode de l'Ecological Quality Assessment est une méthode reproductible. Les observations de références sont répliquables spatialement et temporellement. Il suffit de se rendre sur la même station au même moment de l'année pour réaliser un relevé floristique et de lancer l'EQA. Les résultats obtenus peuvent ainsi être suivis dans les temps et comparés les uns aux autres.

L'EQA donne des pistes pour prioriser les actions de gestion pour atteindre les objectifs de conservation car elle permet de distinguer les landes proches de l'enveloppe de référence des landes qui en sont très éloignées où une intervention rapide est nécessaire.

L'acceptation commune de l'EQA sera probablement facilitée par le fait qu'elle intègre la dimension dynamique et le concept de conditions de référence tout en se détachant des jugements subjectifs « bon » et « mauvais » états de conservation. La méthode paraît adaptée pour les études « avant – après », évaluant l'influence d'un évènement – interventions de gestions, de restaurations, etc. – sur l'habitat.

Le script proposé par les chercheurs pour lancer l'analyse des relevés de végétations sur le logiciel R est une aide précieuse. Les précisions données sur le site <https://emf-creaf.github.io/ecotraj/articles/IntroductionEQA.html> accélère la compréhension du script et le rendent plus facile à faire tourner.

#### 4.4.2 FAIBLESSES

Les landes de références sont des landes issues du site d'étude. Si le site est globalement en mauvais état, ces landes dites « de références » seront dans un état qui est le meilleur état pour le site mais qui n'est pas forcément un bon état pour une lande d'un autre site ou d'une lande en général. La référence pourrait être basée à l'échelle régionale, voire à l'échelle de l'aire de répartition de l'habitat.

L'EQA est un outil basé sur la dérive taxonomique. Si de nouvelles espèces apparaissent dans une station testée par rapport à l'enveloppe de référence, cette station peut être exclue de l'enveloppe de référence même si les nouvelles espèces sont indicatrices de bon état des habitats.

L'EQA nécessite de réaliser des relevés phytosociologiques impliquant d'inventorier toutes les plantes d'une zone choisie et de leur attribuer un pourcentage de recouvrement. Or certaines

espèces sont difficiles à identifier pour des non experts (Poacées, Epilobes...). De plus, l'avancement du cycle de vie des plantes au cours de la fin de la phase de terrain peut influencer les résultats. Les relevés ont en effet été réalisés sur plus d'un mois. Parallèlement, le biais observateur est à prendre en compte. L'estimation des pourcentages de recouvrement peut varier d'un observateur à l'autre ou au cours du temps pour un même observateur.

Par ailleurs, l'Ecological Quality Assessment quantifie la distance d'une station à une condition de référence mais ne donne pas d'information sur le type de dégradations subies. Il n'y a pas non plus d'indications sur les mesures de restauration les plus pertinentes à utiliser.

Pour finir, le gestionnaire peut considérer que plus une station est éloignée de l'enveloppe de référence, plus il est urgent d'agir et de mener des actions de gestion ou de restauration. Cependant, comme pour l'indicateur VCS, il semble que la plupart des gestionnaires soient en capacité d'identifier les causes de dégradations d'un habitat par simple lecture visuelle ou de relevés de terrain. Cela questionne sur la nécessité de passer par des méthodes statistiques. Peut-être les méthodes statistiques sont-elles peu adaptées pour l'évaluation à l'échelle d'un site mais le sont plutôt pour une échelle plus grande ou pour savoir comment se positionne le site par rapport à un ensemble d'autres sites ? (Vincent Colasse, CBNB, communication personnelle, 09/2024)

#### 4.4.3 PERSPECTIVES

L'EQA n'a pas encore livré tous ses secrets : l'analyse des trajectoires écologiques des habitats n'a pas encore été testée sur la réserve. Des relevés floristiques ont été réalisés à quatre reprises sur deux stations de landes humides. Il serait possible de savoir si ces séries chronologiques de relevés floristiques, réalisés à plusieurs années d'intervalle, s'éloignent ou se rapprochent des conditions de références. Attention cependant, deux séries seules ne représentent peut-être pas un jeu de données assez important pour mener une analyse EQA. Par ailleurs, l'analyse de trajectoire est particulièrement intéressante pour mesurer l'influence d'un changement majeur sur les polygones. Or aucune action de gestion ou de restauration particulière n'a été menée sur les 2 stations suivies. Les changements y sont probablement modérés.

Pour rendre l'EQA plus performante, il pourrait être intéressant de prendre dans l'enveloppe de référence des landes humides « en bon état » d'âge variable, allant d'un stade de lande très jeune - plus rases, avec plus de Molinie - à un stade presque sénescant - avec dominance de vieux Ajonc de Le Gall - en passant par un âge intermédiaire - avec une majorité d'Ericacées et de Callune -.

Enfin, l'EQA fonctionne avec un coefficient flou dont la valeur a été fixée à 1,7 par les chercheurs à partir des dires des gestionnaires. Faire varier ce coefficient a pour conséquence de rendre l'EQA plus ou moins stricte avec les stations à évaluer. Si on considère que la méthode est trop sévère et exclue toutes les stations de l'enveloppe ou presque, on peut ainsi choisir de modifier le coefficient flou pour rendre l'EQA moins exigeante et plus juste. Dans notre cas, l'abaissement du degré de sévérité aurait pu être envisagé car 1 seul quadrat sur les 17 testés est considéré comme inclus à l'enveloppe de référence à la fin de l'analyse.

#### 4.5 Conclusion :

Pour conclure, l'EQA est un indicateur qui fournit une distance à une référence à partir d'un relevé floristique. Le fait qu'il n'y ait qu'un seul indicateur pourrait permettre à une personne ayant des connaissances en botanique de gagner du temps par rapport au renseignement d'une grille comprenant de nombreux indicateurs. Le site mettant à disposition le script expliqué de l'EQA facilite grandement l'obtention des résultats et des graphiques à partir des relevés floristiques mais l'utilisation du logiciel R reste peu compréhensible pour de nombreuses personnes. La méthode est un peu complexe et les gestionnaires pourraient avoir du mal à appliquer une méthode qu'ils ne maîtrisent pas entièrement, à moins d'être accompagné.

Bien que l'EQA n'ait pour l'instant pas d'équivalent avec les catégories « dégradés », « altérés » et « favorable », le gestionnaire peut choisir de s'appuyer sur les notes qu'il fournit pour prioriser les actions de gestions à menées. Cependant, l'EQA ne donne pas d'indication sur l'origine des dégradations subies par l'habitat.

L'EQA est une méthode quantitative pour évaluer l'état écologique d'un habitat et sa dynamique temporelle. Un site internet permettant d'obtenir un script déjà prêt et des explications claires lui est associé. Cependant, l'EQA est une méthode qui reste difficile d'accès pour des personnes qui ne maîtrisent pas R.

L'EQA ne paraît pas adapté pour évaluer l'état écologique des habitats d'un site avec autant d'hétérogénéité que la réserve de Plounérin. Cet indice n'ai pas bien corrélé avec les résultats d'état de conservation obtenus avec la méthode historiquement utilisée sur le site – Indicateurs d'état de conservation des habitats landicoles et tourbeux de Bretagne –. Mais l'EQA pourrait être un moyen de prioriser les actions de gestion, de suivre les trajectoires écologiques des habitats pour s'avoir s'ils se dégradent ou s'améliorent au cours du temps ou de faire un suivi avant/après intervention.

## **5 COMPARAISON DES MÉTHODES**

Dans cette partie, nous donnons d'abord un comparatif général des 3 méthodes étudiées dans le tableau 9 avant de nous intéresser à la pertinence des différentes méthodes pour l'évaluation de polygones et de quadrats homogènes de landes humides. Ultérieurement, les méthodes sont comparées entre elles et avec des notes données par le gestionnaire.

Tableau 9 : comparatif des 3 méthodes d'évaluation testées

Comparaisons des méthodes	VCS (Jung & al., 2021)	EQA (Sturbois & al., 2023)	Grilles d'indicateurs (Collectif de gestionnaires de landes et tourbières de Bretagne, 2018)
<b>Principe</b>	<p>Pour Jung and al., 2021, le bon état de l'habitat vient d'une forte abondance en espèces typiques et d'une bonne équitabilité de leurs abondances. A partir d'un <b>relevé floristique</b> et d'une liste d'espèces "typiques", "non-typiques" et "neutres", le VCS calcule une note comprise entre 0 et 1. 0 est le moins bon état et 1 le meilleur état possible. Pour les landes, le VCS maximal est estimé à 0,8 et celui des prairies à 0,9. Une calculatrice VCS facilite la démarche.</p>	<p>A l'échelle d'un site, un expert définit un ensemble de stations de référence. Ces stations sont des surfaces d'habitat dans le meilleur état de conservation possible. Elles vont constituer une "enveloppe de référence". On réalise un <b>relevé floristique</b> avec estimation des abondances - dominances des espèces sur les stations de référence ainsi que sur toutes les stations que l'on souhaite évaluer. Par la suite, une analyse statistique sur le logiciel R est menée à partir du script proposé par les chercheurs Anthony Sturbois et Miquel De Cáceres. Cette analyse mesure la distance entre une station de référence et le centroïde de l'enveloppe de référence. Une station peut être incluse ou exclue de l'enveloppe. Par ailleurs, plus la station est proche du centre, plus son état est bon. Inversement, plus une station est loin du centre, moins son état est bon.</p>	<p>Les grilles d'indicateurs fonctionnent sur la base d'un ensemble d'indicateurs (grille multicritères) qui prennent en compte des éléments de l'habitat et de son environnement. Elle sont à <b>remplir sur le terrain, directement sur le polygone d'habitat étudié</b>. La note de départ (note maximale) est de 100 points. Si des dégradations sont trouvées en renseignant des indicateurs, des points négatifs sont comptabilisés, diminuant la note globale. Au final les notes peuvent être classées dans 3 catégories : état "dégradé" de 0 à 50 points, "altéré" de 50 à 80 points et "favorable" de 80 à 100 points.</p>
<b>Habitat cible</b>	Tous types d'habitats terrestres, pour l'instant plutôt calibré pour les landes et les prairies	Tous types d'habitats terrestres et marins	Habitats landicoles et tourbeux de Bretagne (tourbières, prairies humides oligotrophes, boisement marécageux, landes humides à sèches...)
<b>Données utilisées</b>	Relevés floristiques : abondance-dominance des espèces végétales	Relevés floristiques : abondance-dominance des espèces végétales	Flore, ph, conductivité, connectivité, évolution de la surface, dégradations d'origines anthropiques ou animales, coefficients d'humidité du sol et de richesse en nutriments, etc.
<b>Échelle</b>	Zone de végétation respectant la triple homogénéité	Zone de végétation respectant la triple homogénéité	Polygone d'habitat
<b>Temporalité</b>	Évaluation de l'état de conservation à un instant t	Évaluation de l'état de conservation à un instant t ou suivi des trajectoires écologiques dans le temps (dynamique de l'habitat)	Évaluation de l'état de conservation à un instant t. L'indicateur "surface" permet de prendre en compte si la taille du polygone d'habitat a diminué ou si elle s'est maintenue ou agrandie.
<b>Prérequis</b>	<p>Disposer d'une cartographie d'habitat ou être en capacité d'identifier l'habitat que l'on souhaite étudier et de situer ses limites dans l'espace pour y faire les relevés phytosociologiques.</p> <p>Avoir une très bonne connaissance des espèces caractéristiques de l'habitat pour établir la liste des espèces "typiques", "non-typiques" ou "neutres". Le cas échéant, contacter un expert pour faire valider la liste.</p>	<p>Disposer d'une cartographie d'habitat ou être en capacité d'identifier et situer dans l'espace les limites de l'habitat que l'on souhaite étudier pour y faire les relevés phytosociologiques.</p> <p>Installer le logiciel R ou utiliser R studio.</p> <p>Posséder des données antérieures du site sur plusieurs années sur les sites si on souhaite mettre en place une analyse des trajectoires écologiques des habitats.</p>	<p>Une carto d'habitats, pour évaluer des polygones et les comparer au cours du temps.</p> <p>Avoir des données historiques de flore sur le site pour les espèces "bonus".</p>
<b>Savoirs faire nécessaires</b>	Savoir réaliser des relevés phytosociologiques. Créer un fichier au format CSV avec une structure spécifique qui pourra être lue par le calculateur VCS.	Être familiarisé avec le logiciel R. Savoir réaliser des relevés phytosociologiques. Créer un fichier au format XLSX avec une structure spécifique qui pourra être lue par le logiciel R.	Connaître les espèces floristiques pouvant être rencontrées sur les habitats landicoles et tourbeux et/ou savoir se servir d'une flore.

<b>Complexité de la méthode</b>	Assez simple une fois les listes d'espèces "typiques", "non-typiques" et "neutres" établies pour chaque habitat.	Assez complexe, notamment l'appréhension du logiciel R pour les "non-spécialistes" et éventuellement l'interprétation des résultats.	Simple. Parfois besoin d'une personne connaissant bien le site ou de données historiques pour localiser les espèces très rares ou "bonus" du site.
<b>Matériels</b>	Terrain : Fiches à remplir pour la réalisation de relevés phytosociologiques (ex : Delassus, 2015), flore. Bureau: ordinateur, Excel, calculateur VCS. Éventuellement QGIS.	Terrain : Fiches à remplir pour la réalisation de relevés phytosociologiques (ex : Delassus, 2015), flore. Bureau: ordinateur, Excel, le logiciel R, le script pour l'analyse statistique. Éventuellement QGIS.	Terrain : Une grille d'évaluation spécifique au type d'habitat à remplir par polygone, une flore et le document « Indicateurs d'état de conservation des habitats landicoles et tourbeux de Bretagne » (Collectif de gestionnaires de landes et tourbières de Bretagne, 2018). Bureau : un ordinateur, Excel. Éventuellement QGIS.
<b>Avantages</b>	Obtention d'une note. Prise en compte de l'abondance des espèces typiques et pas seulement du nombre d'espèces. Calculateur VCS mis à disposition par les chercheurs : <a href="https://outils.ecobio.univ-rennes.fr/paysabio/vcs/">https://outils.ecobio.univ-rennes.fr/paysabio/vcs/</a> Peut permettre de prioriser les actions de gestion sur les surfaces les plus dégradées.	Permet de mesurer l'éloignement à la référence ; donc de définir les stations les plus éloignées (les plus dégradées) comme priorité de gestion ? Mesure l'état d'un habitat à un moment t ou sa trajectoire écologique au cours du temps. Peut permettre de prioriser les actions de gestion sur les surfaces les plus dégradées. Script à saisir sur le logiciel R disponible sur <a href="https://emf-creaf.github.io/ecotraj/articles/IntroductionEQA">https://emf-creaf.github.io/ecotraj/articles/IntroductionEQA</a> .	Comparaison polygone par polygone dans le temps. Accessibilité à des "non-spécialistes". Note facile à calculer qui peut être obtenue directement sur le terrain. Identifie l'origine des dégradations. Peut permettre de prioriser les actions de gestion sur les surfaces les plus dégradées.
<b>Contraintes et inconvénients</b>	Respect de la période adéquate pour les relevés floristiques. La notion de typicité fait débat. Il n'existe pas encore de liste officielle d'espèces "typiques", "non-typiques" et "neutres" par habitats. Il est donc nécessaire actuellement de demander l'avis d'un expert pour faire valider une liste. L'indice VCS ne prend en compte que la flore et aucun autre taxon ou élément de l'environnement de l'habitat. Il ne permet pas d'identifier l'origine d'une dégradation. Il ne différencie pas les espèces spécialistes (sensibles aux dégradations) des généralistes parmi les espèces typiques. Il ne tiens pas compte des espèces rares et à enjeux (parfois non typiques) (Pauline Guillaumeau, CBNB, communication personnelle, 08/2024).	Respect de la période adéquate pour les relevés floristiques. Nécessite d'être familiarisé avec le logiciel R. Les landes de référence sont des stations issues du site. Elles sont considérées comme "l'idéal" même si leur état est mauvais par rapport à un état favorable en d'autres lieux. L'indice EQA ne prend en compte que la flore et aucun autre taxon ou élément de l'environnement de l'habitat. Il ne permet pas d'identifier l'origine d'une dégradation. Il faut de bonnes connaissances de l'habitat pour interpréter les résultats et définir les mesures de gestion à appliquer (Pauline Guillaumeau, CBNB, communication personnelle, 08/2024)	Respect de la période adéquate pour l'identification de la flore. Évaluation à l'échelle de polygones d'habitats, parfois vastes et/ou peu accessibles. Les notes que donne la méthode pour les landes humides paraissent trop indulgentes. Un recalibrage du poids des différents indicateurs par rapport à l'avis d'experts pourrait être envisagé pour certains habitats. Pour d'autres habitats la méthode semble trop sévère quand l'ensemble des espèces caractéristiques ne sont pas sur le polygone. Le méthode ne tient pas compte de l'agrandissement des polygones d'habitat ou de l'apparition de nouveaux polygones. L'attribution des coefficients Baseflor (inspiré des coefficients d'Ellenberg) pour la richesse en nutriments et l'humidité du sol prend un peu de temps si ils n'ont pas déjà été utilisés les années précédentes.
<b>Biais</b>	Nombres importants de relevés, d'espèces et de pourcentages de recouvrement induisant une possibilité d'erreur dans la saisie des données. La définition de typicité est sujette à controverse, ce qui peut conduire à l'établissement de listes un peu différentes les unes des autres selon le point de vue de leurs créateurs. Les pourcentages de recouvrement attribués aux plantes de l'aire d'étude peuvent varier selon l'observateur.	Nombres importants de relevés, d'espèces et de pourcentages de recouvrement induisant une possibilité d'erreur dans la saisie des données. Les pourcentages de recouvrement attribués aux plantes de l'aire d'étude peuvent varier selon l'observateur. Le coefficient flou peut être modifié pour diminuer ou augmenter la sévérité de l'indice. Cela permettrait d'adapter la sévérité en fonction du contexte du site d'étude mais ajouterait de la subjectivité dans les résultats.	Nombres importants d'indicateurs et de polygones induisant une possibilité d'erreur dans la saisie des données. Biais observateur lorsqu'il s'agit de dire si une espèce est en proportion significative (>= 5%). Variabilité possible de sévérité entre les observateurs lors du renseignement des indicateurs « connectivité », « atteintes directes » et « atteinte difficilement quantifiable en surface ».

## **5.1 Comparaisons des méthodes pour des polygones**

La grille d'indicateurs des gestionnaires est une méthode conçue pour évaluer des polygones d'habitats. Les méthodes Vegetation Conservation Status et Ecological Quality Assessment permettent d'évaluer l'état de conservation de zones homogènes. Nous avons choisi de tester ces deux méthodes sur des polygones de landes humides, bien que ces derniers présentent quelques variabilités.

### **5.1.1 MÉTHODE**

Chacun des 41 polygones de landes humides de la réserve a été évalué avec les trois méthodes. Des notes ont été obtenues pour chacune des méthodes : sur un total de 100 pour la grille d'indicateurs, sur un total de 0,8 pour le VCS et sur un total de 1 pour l'EQA. Les notes reçues du VCS ont été rapportées sur 1 pour les rendre plus facilement comparables aux deux autres notations. Par ailleurs, un commentaire a été rédigé pour chaque lande, afin de rendre compte de la manière dont leur état était perçu sur le terrain.

Par la suite, le conservateur a donné une note allant de -2 à 2 à chacun des polygones en fonction de l'estimation de leur état de conservation. Il a également donné son avis sur la cohérence, selon lui, de la note de chacune des méthodes par rapport à sa vision de l'état de conservation des polygones d'habitats.

### **5.1.2 RÉSULTATS**

Le tableau 10 récapitule les notes obtenues avec les trois méthodes et celles données par le gestionnaire. On y retrouve les commentaires tels que saisis sur le terrain mais également l'estimation de la cohérence des notes avec l'état des polygones tel que perçu par le conservateur.

Tableau 10 : Notes obtenues avec les trois méthodes et avis du conservateur.

Relevés	Valeurs VCS ( max = 0,8)	Valeurs VCS ( max = 1)	Résultats EQA (max = 1)	Valeurs Grilles Indicateurs (max = 100)	Commentaire du Gestionnaire	Note gestionnaire (de -2 à 2)	Cohérence VCS pour le gestionnaire	Cohérence EQA pour le gestionnaire	Cohérence grille indicateurs pour le gestionnaire
Lh1	0,59	0,73	0,70	60	Le cœur est parfait - une partie est sous pinède		1 ok	ok	un peu faible
Lh2	0,26	0,33	0,57	55	Le cœur est parfait - une partie est sous pinède / fermeture fougère et un peu de ronces - Etat un peu moins favorable que Lh1		un peu 1 faible	ok	ok
Lh3	0,60	0,75	0,69	80	Parfaite sauf qqs pins - vieilles landes hautes avec beaucoup de coussins de sphaignes		2 ok	ok	ok
Lh4	0,35	0,43	0,40	65	Si ce n'est qu'elle est plantée de résineux, la lande est très belle.		un peu 1 faible	un peu faible	ok
Lh5	0,48	0,60	0,34	80	Petit îlot de jolies landes dans une prairie oligotrophe - limite difficile à bien caler		un peu 2 faible	faible	ok
Lh6	0,37	0,47	0,18	80	Petit îlot de jolies landes dans une prairie oligotrophe - limite difficile à bien caler		2 faible	très faible	ok
Lh7	0,00	0,00	0,11	45	Reste de lande sous des pins- qqs ajoncs		-2 ok	ok	Un peu fort
Lh8	0,31	0,39	0,30	65	Landes en voies de fermeture avancé		-2 ok	ok	Fort
Lh9	0,18	0,23	0,35	70	Belles landes - les arbres s'y installent tranquillement		1 très faible	très faible	ok
Lh10	0,04	0,05	0,18	30	Reste de lande sous des arbres - qqs ajoncs		-2 ok	ok	ok
Lh11	0,60	0,75	0,32	80	Landes en mosaïque dans une prairie oligotrophe. Etat variable suivant la gestion - Des nouveaux patchs de landes semblent être apparus		1 Un peu fort	faible	Un peu fort
Lh12	0,08	0,09	0,17	65	Polygone très peu typique d'une lande : les bruyères sont très localisées. Fermeture nette mais très localisée au nord.		un peu -1 faible	un peu faible	fort
Lh13	0,02	0,03	0,17	30	Lande fortement colonisée par les arbres - il ne reste que peu d'espèces typiques de la lande - 4 polygones très différents mis ensemble		-2 ok	ok	ok
Lh14	0,60	0,76	0,57	90	Petites landes en assez bon état		1 ok	un peu faible	ok
Lh15	0,00	0,00	0,11	55	Végétation ne ressemble pas du tout à une lande - Roncier très développé		-2 ok	ok	très fort
Lh16	0,01	0,02	0,13	60	Petit patchs de landes qui se font gagner par les bordures nécessiteraient de la gestion		-1 faible	un peu faible	fort
Lh17	0,24	0,29	0,25	80	Landes peu typiques - beaucoup de molinies sous des pins		un peu 0 faible	un peu faible	fort
Lh18	0,22	0,27	0,24	55	Landes qui nécessiteraient de la gestion- presque plus de landes - peu typiques - beaucoup de résineux		-2 ok	ok	très fort
Lh19	0,42	0,52	0,65	60	Belle lande sur une grande partie mais les bordures se font "manger" assez rapidement et ont disparu dans du bois		un peu 1 faible	ok	un peu faible
Lh20	0,74	0,92	1,00	95	Très belle lande		2 ok	ok	ok

Lh21	0,19	0,23	0,23	75	Belle lande - dynamique de bois encore faible - fougère s'installe au nord	1	très faible	très faible	ok
Lh22	0,27	0,33	0,28	80	Belle lande	1	très faible	très faible	ok
Lh23	0,01	0,01	0,11	45	Lande ? Très fermé	-2	ok	ok	fort
Lh24	0,23	0,28	0,22	70	Lande fortement fermée - espèces typique en faible pourcentage	-2	ok	ok	très fort
Lh25	0,11	0,13	0,20	25	Lande fortement fermée - espèces typique en faible pourcentage - bois	-2	un peu fort	fort	fort
Lh26	0,46	0,58	0,40	50	Ancienne belle lande mais très fermée	0	ok	ok	ok
Lh27	0,33	0,41	0,32	80	Ancienne belle lande en cours de restauration	1	faible	faible	un peu fort
Lh28	0,00	0,00	0,11	25	Lande fortement fermée - espèces typique en faible pourcentage - bois	-2	ok	ok	fort
Lh29	0,09	0,11	0,20	50	Lande fortement fermée - espèces typique en faible pourcentage - bois	-2	ok	ok	très fort
Lh30	0,33	0,41	0,25	65	Petit patch de landes encore présente. Fermeture pour partie / Ressemble pour une autre partie à une moliniaie	0	ok	faible	fort
Lh31	0,22	0,27	0,19	55	Petits patches de landes encore présentes. Fermeture pour partie / Ressemble pour d'autres parties à une moliniaie / Limites peu claires	-1	ok	un peu faible	un peu fort
Lh32	0,51	0,64	0,31	70	Lande en mélange avec d'autres habitats oligotrophes ouverts	0	ok	faible	fort
Lh33	0,16	0,19	0,15	50	Petits patches avec de vieux ajoncs. Pas de calune et d'érica tetralix...	-1	ok	un peu faible	fort
Lh34	0,56	0,71	0,50	95	Belle lande - la fermeture par les bordures est visible mais contrôlées - au cœur qq arbres disséminés	1	ok	faible	un peu fort
Lh35	0,55	0,68	0,47	90	Limites ne semblent pas cohérents - landes correctes au milieu d'une moliniaie	1	ok	un peu faible	un peu fort
Lh36	0,09	0,11	0,18	65	Polygone très petit. Espèces indicatrices absentes.	-1	ok	ok	fort
Lh37	0,37	0,47	0,31	70	Belle lands mais la dynamique d'installation d'arbres posent problèmes	1	un peu faible	faible	ok
Lh39	0,27	0,34	0,16	95	Polygone disparu ? Ressemble à une Moliniaie	-1	ok	un peu faible	très fort
Lh40	0,01	0,01	0,12	50	Le polygone est en stade de fermeture avancé et les espèces indicatrices sont quasi-absentes. La moliniaie voisine présente plus d'espèces de landes.	-1	un peu faible	un peu faible	fort
Lh41	0,23	0,29	0,28	50	Fermeture pour moitié - le reste est correcte	0	ok	ok	un peu fort

5.1.2.1 Comparaison des notes des 3 méthodes avec l'avis d'un « expert ».

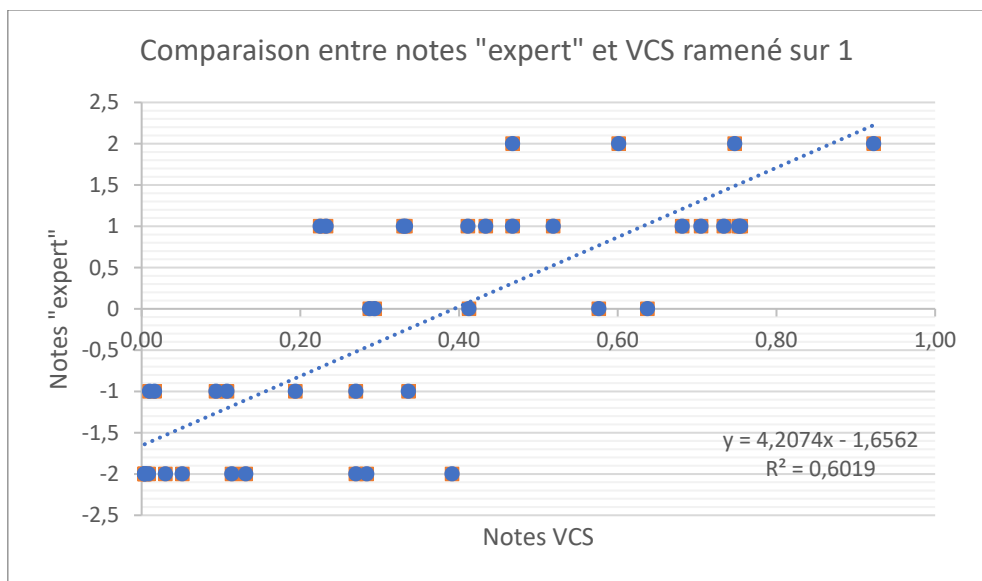
Tableau 11 : Cohérence des notes proposées par chacune des méthodes avec l'état du polygone selon le conservateur.

Cohérence	VCS	EQA	Grille
Très faible	3	4	0
Faible	3	7	0
Un peu faible	8	10	2
Ok	24	18	14
Un peu fort	2	0	7
Fort	0	1	12
Très fort	0	0	5

Lorsque la cohérence est dite « très faible », c'est que le gestionnaire estime que la note est trop faible par rapport à l'état du polygone tel qu'il le perçoit. « OK » signifie que la note fournie par la méthode est conforme à la vision du conservateur. Enfin, la catégorie « très fort » correspond aux polygones pour lesquels on estime que la note est trop indulgente par rapport à la réalité de terrain.

Ce tableau nous montre que la méthode dont la note est le plus souvent en accord avec la vision du gestionnaire est le VCS avec 24 landes catégorisées « OK » sur 40. En deuxième position se trouve l'EQA avec 18 landes dans un état conforme à l'avis du gestionnaire. En dernière position se trouve la méthode de la grille des gestionnaires avec 14 landes en état conforme.

On remarque également sur le tableau que le VCS et l'EQA ont tendance à sous évaluer la note par rapport à la vision du conservateur avec respectivement 3 et 4 notes considérées comme « très faibles », 3 et 7 notes considérées comme « faibles » et 8 et 10 notes considérées comme « un peu faible ». Seules 2 sont classées comme « un peu fortes » avec le VCS et une seule comme « forte » avec l'EQA. A l'inverse la méthode de la grille des indicateurs paraît trop généreuse avec 7 notes « un peu fortes », 12 notes « fortes » et 5 notes « très fortes ».

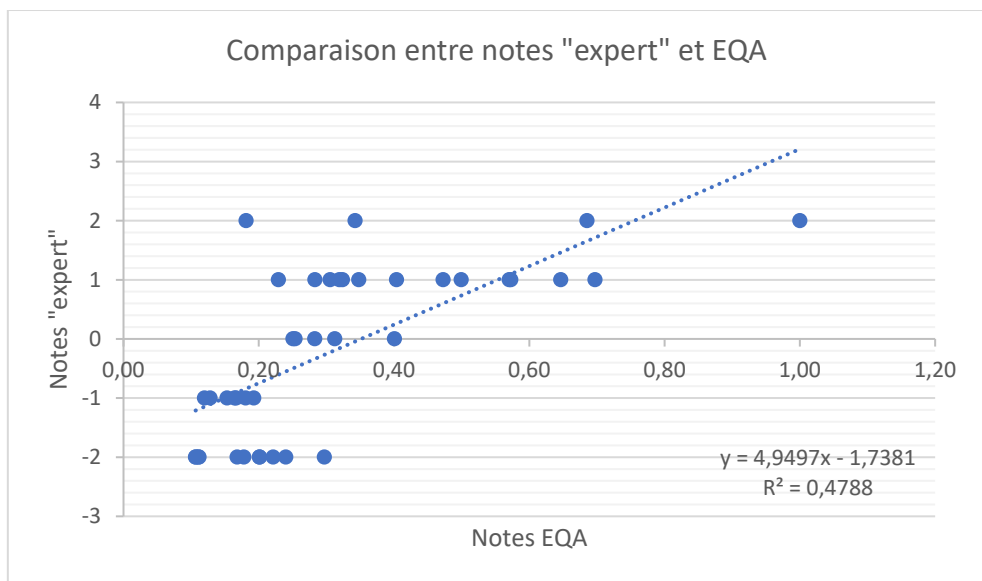


Graphique 6 : Comparaison entre les notes « expert » et les notes du VCS pour les 40 polygones de landes humides de la réserve.

La note « expert » correspond à la septième colonne du tableau 10. Le coefficient de corrélation  $R^2$  varie de façon continue entre 0 et 1. De -1 pour une corrélation négative parfaite à 1 dans le cas d'une corrélation positive parfaite en passant par 0, lorsque la corrélation est nulle.

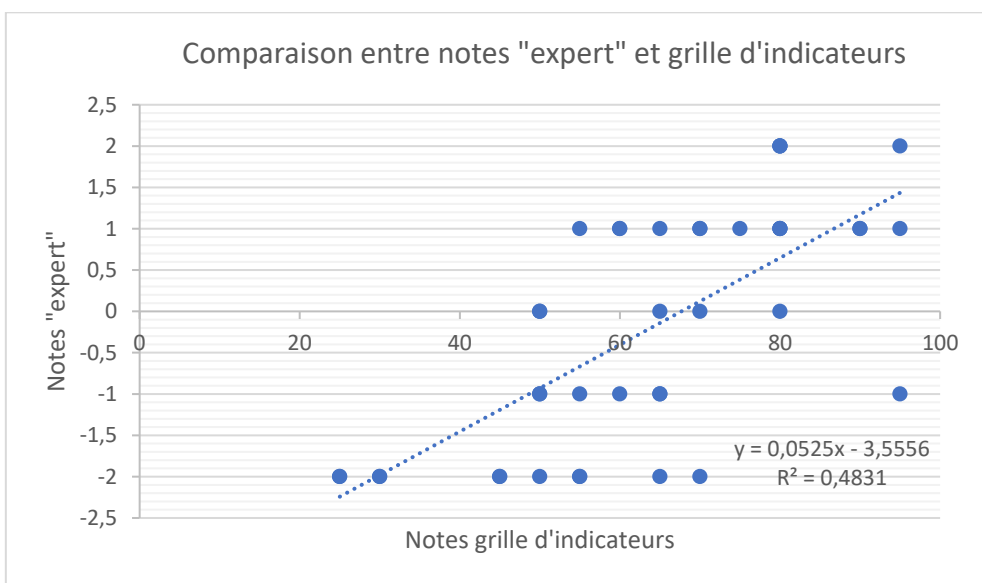
$R^2$	Corrélation
0 à 0,2	Nulle
0,2 à 0,4	Faible
0,4 à 0,7	Modéré
0,7 à 0,9	Fort
0,9 à 1,0	Très fort

Bien que les notes « expert » ne présentent que 5 options (-2, -1, 0, 1 et 2), il apparaît que les notes VCS leurs sont bien corrélées :  $R^2$  vaut 0,6010.



Graphique 7 : Comparaison entre les notes « expert » et les notes de l'EQA pour les 40 polygones de landes humides de la réserve

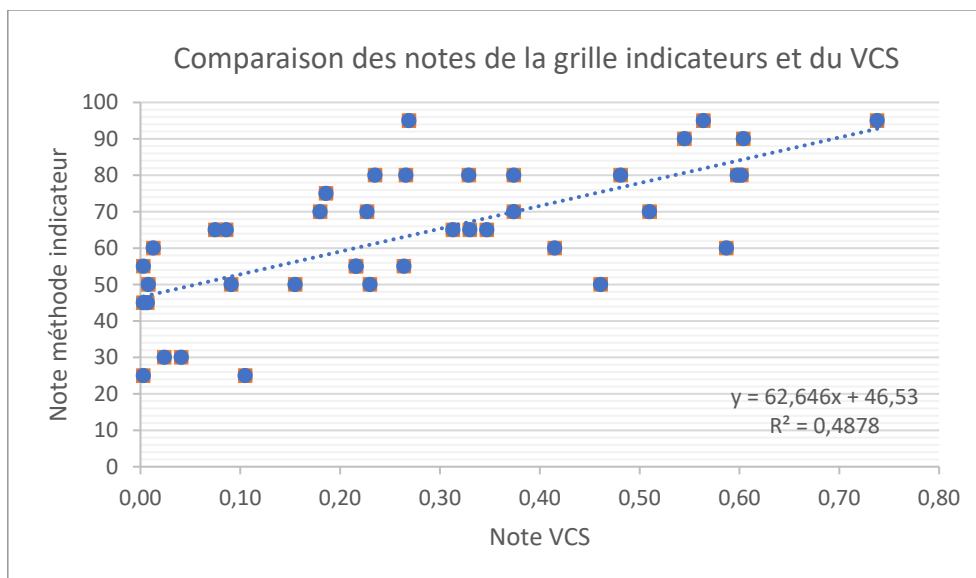
Les notes de l'EQA sont modérément corrélées à celles données par l'« expert ».



Graphique 8 : Comparaison entre les notes « expert » et les notes de la grille d'indicateur pour les 40 polygones de landes humides de la réserve

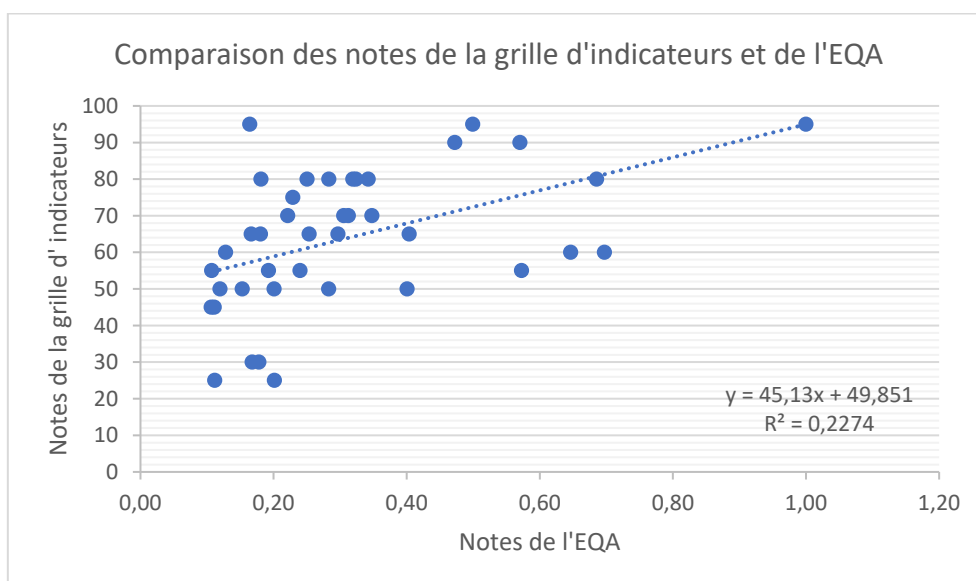
Les notes de l'EQA sont modérément corrélées aux notes de l'« expert ».

#### 5.1.2.2 Comparaison deux par deux des 3 méthodes testées.



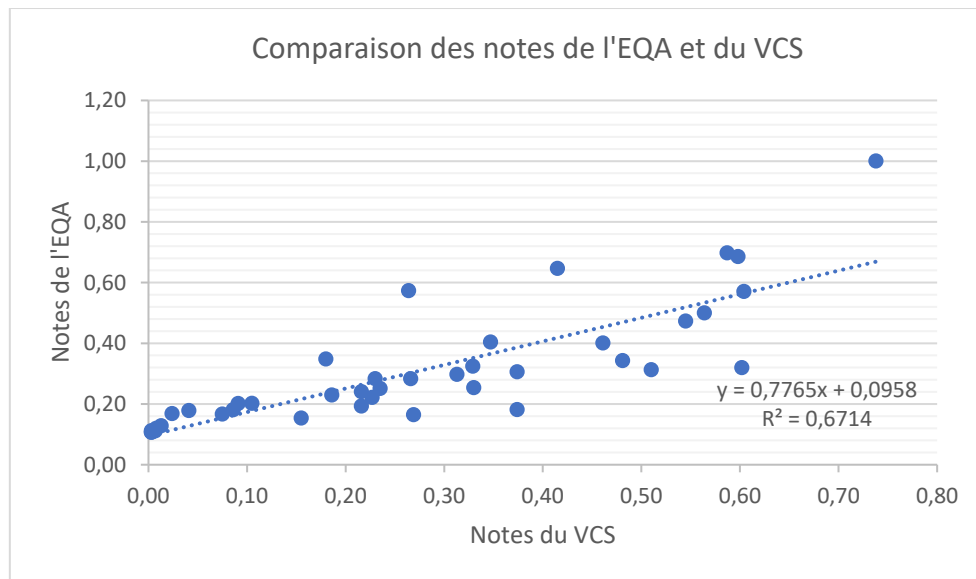
Graphique 9 : corrélation entre les notes des polygones de landes humides obtenues avec l'indice VCS et celles obtenues avec la grille d'indicateurs d'état de conservation des habitats landicoles et tourbeux de Bretagne pour les 40 polygones de landes humides.

Le coefficient de corrélation  $R^2$  est de 0,4878. La corrélation entre les notes obtenues avec le VCS et celles obtenues avec la grille d'indicateurs peut être considérée comme modérée.



Graphique 10 : corrélation entre les notes des polygones de landes humides obtenues avec l'indice EQA et celles obtenues avec la grille d'indicateurs d'état de conservation des habitats landicoles et tourbeux de Bretagne pour les 40 polygones de landes humides.

$R^2$  vaut 0,2274. La corrélation entre les notes obtenues avec l'EQA et celles obtenues avec la grille d'indicateurs peut être considérée comme faible.



Graphique 11 : corrélation entre les notes des polygones de landes humides obtenues avec l'indice EQA et celles obtenues avec le VCS pour les 40 polygones de landes humides de la réserve.

$R^2$  vaut 0,6714. La corrélation entre les notes obtenues avec l'EQA et celles obtenues avec le VCS peut être considérée comme assez forte.

### 5.1.3 INTERPRÉTATION

Tout d'abord, la méthode dont la note est le plus souvent en accord avec la vision du gestionnaire est le VCS avec 24 landes catégorisées conforme sur 40. En deuxième position se trouve l'EQA avec 18 landes dans un état conforme à l'avis du gestionnaire. En dernière position se trouve la méthode de la grille des questionnaires avec 14 landes en état conforme.

Il semble que la grille d'indicateurs fournis des notes trop fortes et ne sélectionne pas assez les habitats dégradés. Cela pourrait s'expliquer par le poids trop faible des indicateurs liés à la flore dans le calcul de la note. Un habitat ouvert très dégradé, où la végétation n'est plus constituée de plantes indicatrices et compagnes, peut continuer à garder une note correcte si les autres indicateurs sont au vert.

L'EQA paraît noter de façon un peu trop stricte les habitats landicoles humides. Il en va de même mais de façon moins marquée pour le VCS. Ces 2 méthodes sont adaptées à des zones d'habitat homogènes, présentant moins d'espèces, ce qui peut expliquer une part de leur sévérité. Le nombre limité de landes humides sur la réserve a pu réduire le choix des landes pour la construction de l'enveloppe de référence de l'EQA.

Ensuite, la comparaison des 3 méthodes sur les 40 polygones de landes humides de la réserve avec la note « conservateur » allant de -2 à 2, nous permet de dire que le VCS est la méthode la plus en adéquation – avec un  $R^2$  égal à 0,6019 –. La méthode de la grille d'indicateurs et de l'EQA sont un peu moins corrélées à la note conservateur avec des valeurs de  $R^2$  respectivement égales à 0,4831 et 0,4788. Le conservateur a noté l'état d'un habitat principalement à partir de ce qui est visuellement marquant : la fermeture du milieu par les ronces, l'apparition de ligneux, la disparition des espèces caractéristiques, etc. Ce sont majoritairement des éléments fondés sur les plantes, ce qui explique pourquoi la note conservateur est bien corrélée avec la note VCS.

Enfin, si l'on compare 3 méthodes entre elles, on s'aperçoit que les notes de la grille d'indicateurs sont modérément corrélées à celles du VCS et faiblement corrélées à celles de l'EQA. L'EQA et le VCS sont quant à elles assez fortement corrélées entre elles. Cela fait sens puisqu'elles fonctionnent toutes les deux uniquement avec la flore, à partir des mêmes relevés floristiques.

#### 5.1.4 DISCUSSION

Si l'on souhaite rééquilibrer la grille d'indicateurs pour la rendre moins indulgente avec les landes en mauvais état, il peut être envisagé d'augmenter le poids des indicateurs liés à la flore. Il serait intéressant de donner un poids à chacun des indicateurs pour corrélérer leur résultat avec l'avis d'un groupe d'experts, comme ce fut le cas lors de la création des grilles d'indicateurs du MNHN.

L'EQA a tendance à sous-estimer l'état d'un polygone de lande. Prendre une gamme de landes humides plus variées comme enveloppe de référence, avec des landes jeunes et d'autres quasi sénescents, pourrait permettre de rendre la méthode moins sévère. Cependant, le nombre limité de landes humides sur la réserve a pu réduire le choix des landes pour la construction de l'enveloppe de référence de l'EQA.

Le VCS reposant sur une liste d'espèces « typiques », « neutres » et « non-typiques », il paraît plus compliqué de le rendre moins sévère, si ce n'est en acceptant plus facilement des espèces dans la catégorie « typique » ou en modifiant le calcul pour diminuer le poids des espèces « non-typique ».

Pour les 3 méthodes, il faudrait comparer les résultats obtenus avec l'avis de plusieurs experts plutôt qu'un seul.

#### 5.1.5 CONCLUSION

Finalement, les méthodes VCS et EQA sont moyennement corrélées à la grille des indicateurs, mais sont bien corrélées entre elles. On constate que le VCS est l'indice le plus en accord avec l'avis du conservateur pour l'évaluation de l'état de conservation des polygones d'habitat.

## 5.2 Comparaison des méthodes pour les quadrats

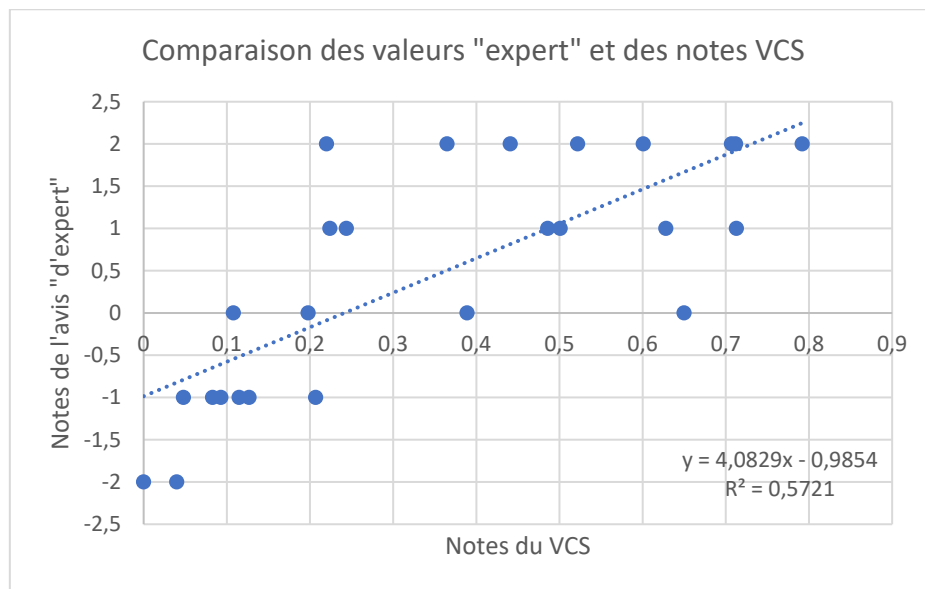
Additionnellement à la comparaison des méthodes sur des polygones de landes humides, nous avons mené une comparaison sur des quadrats

### 5.2.1 MÉTHODE

Les deux méthodes « Vegetation Conservation Status » et « Ecological Quality Assessment » ont été testés sur 26 quadrats de 100 m<sup>2</sup> de landes humides homogènes. Les

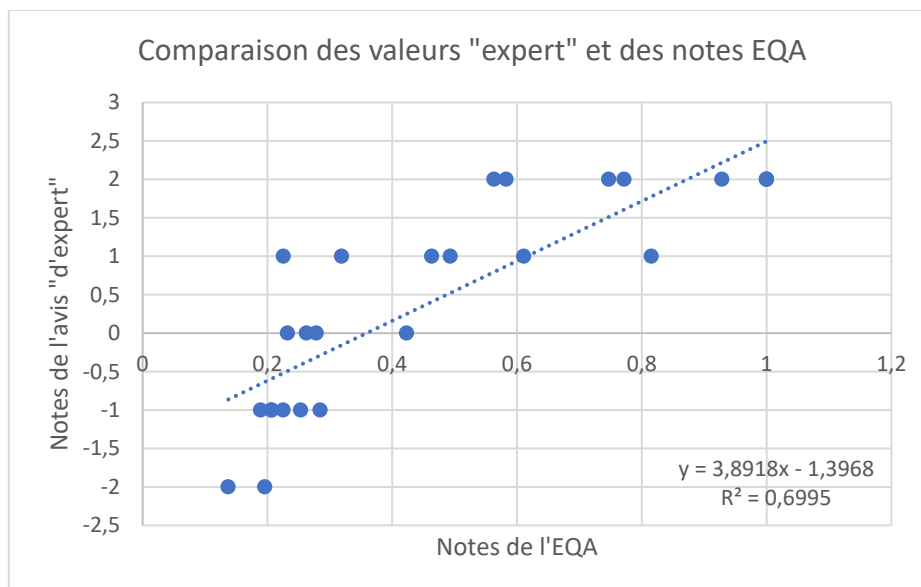
méthodes VCS et EQA ont ensuite été comparées entre elles et avec l'avis du conservateur. L'avis du conservateur prend la forme d'une note allant de -2 à 2 (-2, -1, 0, 1, 2). La « Grilles d'indicateurs d'état de conservation des habitats landicoles et tourbeux de Bretagne » n'a pas été mise en place sur des quadrats car elle n'est pas adaptée à ce type de surface.

## 5.2.2 RÉSULTATS



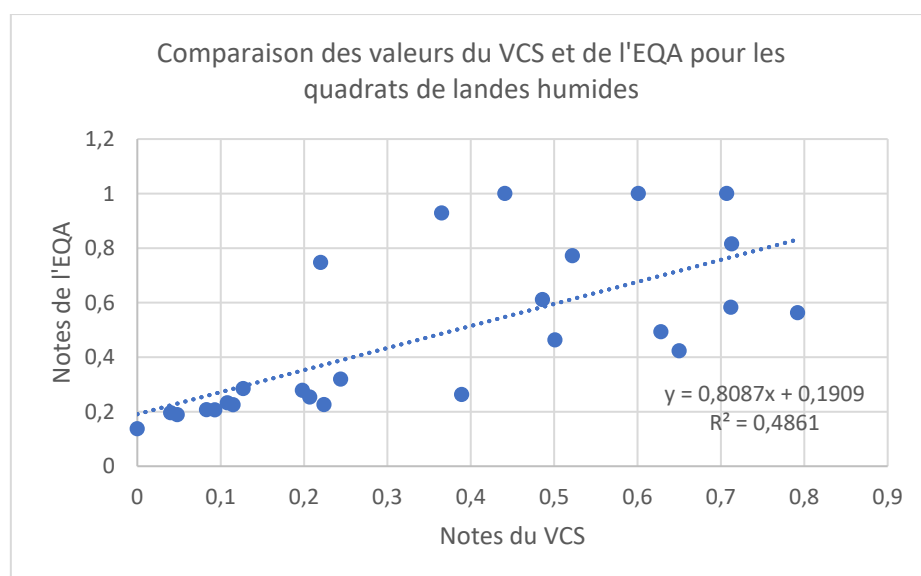
Graphique 12 : Comparaison des valeurs du VCS et de la note « expert » pour les quadrats de landes humides

Sur ce graphique, on peut voir que  $R^2$  vaut 0,5721. Il y a une bonne corrélation positive entre le VCS et l'avis d'« expert ».



Graphique 13 : Comparaison des valeurs de l'EQA et de la note « expert » pour les quadrats de landes humides

Sur ce graphique, on peut voir que  $R^2$  vaut 0,6995. Il y a une forte corrélation positive entre l'EQA et l'avis d'« expert ».



Graphique 14 : Comparaison des valeurs du VCS et de l'EQA pour les quadrats de landes humides

Sur ce graphique, on peut voir que  $R^2$  vaut 0,4861. Il y a une assez bonne corrélation positive entre le VCS et l'EQA.

### 5.2.3 INTERPRÉTATION

Il y a une bonne corrélation positive entre le VCS et l'avis d'« expert » pour les quadrats de landes humides car  $R^2$  vaut 0,5721. Les notes VCS et avis d'« expert » sont également bien corrélées pour les polygones de landes humides avec une  $R^2$  égale à 0,6010. Les corrélations entre VCS et notes conservateur sont les mêmes que l'on s'intéresse à un quadrat ou plus largement à un polygone d'habitat.

Il y a une forte corrélation positive entre l'EQA et l'avis d'« expert » pour les quadrats de végétation car  $R^2$  vaut 0,6995. Les notes de l'EQA sont modérément corrélées à celles données par l'« expert » pour les polygones d'habitats avec un  $R^2$  égal à 0,4788. Les corrélations entre EQA et notes conservateur sont plus fortes si on s'intéresse à un quadrat qu'à un polygone d'habitat. Ces deux observations semblent logiques car l'EQA, comme le VCS sont construits sur la base d'un relevé phytosociologique qui est plus homogène qu'un polygone, ce dernier comportant forcément une zone de transition avec le polygone voisin.

Le VCS et l'EQA sont modérément corrélées. Cela est un peu surprenant car les 2 méthodes fonctionnent à partir des mêmes jeux de données : 26 relevés floristiques.  $R^2$  entre les notes VCS et EQA des quadrats de landes humides est de 0,4861. Il était de 0,6714 pour les polygones de landes humides. La corrélation entre les deux méthodes est plus forte lorsque l'on s'intéresse à des polygones d'habitats plutôt qu'à des quadrats homogènes.

#### 5.2.4 DISCUSSION

Pour gagner en précision, il aurait fallu proposer une gamme plus large pour les notes conservateur. Par exemple, une note sur 10 avec une possibilité de donner la décimale 0,5. Cela aurait permis de passer de 5 notes possibles (-2, -1, 0, 1 et 2) à 21. Par ailleurs, les comparaisons des méthodes auraient pu être faites via le logiciel statistique R.

#### 5.2.5 CONCLUSION

Pour les quadrats, l'EQA, suivi de près par le VCS, est la méthode dont les notes sont les plus corrélées aux notes du conservateur. Les notes EQA et VCS sont moins corrélées sur les quadrats que sur les polygones d'habitats.

### **DISCUSSION GENERALE**

On peut reprocher aux 3 méthodes d'évaluation de l'état de conservation testées sur la réserve de ne pas mesurer l'évolution des surfaces des habitats. Seule la grille d'indicateurs des habitats landicoles et tourbeux prend en compte des diminutions de surface des polygones. Cependant, elle ne rend pas compte de leurs augmentations ou de l'apparition de nouveaux patches d'HIC.

Pour l'EQA et le VCS, nous avons réalisé des relevés floristiques sur la base de la trame utilisée pour les relevés phytosociologiques du CBNB. Certaines informations peuvent manquer par rapport à un véritable relevé phytosociologique, comme le fait de tenir compte des strates lorsque la végétation est stratifiée. Nous aurions pu renseigner le caractère juvénile des ligneux en indiquant « j » derrière le nom d'espèce sur les relevés lorsqu'ils appartiennent à la strate herbacée ou arbustive car cela informe sur la dynamique en cours au sein du polygone. Le fait que les relevés réalisés sur le terrain est pu être utilisé à la fois pour faire

l'EQA et le VCS nous a simplifié les choses même si l'identification des espèces était chronophage.

Les méthodes VCS et EQA ont été conçues pour de zones de végétation homogène. Les polygones d'habitats de la réserve ne respectent pas toujours ce critère. Les deux indicateurs ont malgré tout été testés sur des polygones de landes humides. Leur application sur les polygones n'a pas soulevé de problème et il semble qu'elles pourraient y être utilisées sans difficultés particulières. Il serait intéressant de confirmer cette hypothèse par une étude scientifique sur l'applicabilité du VCS et de l'EQA à l'échelle des polygones d'habitats répertoriés sur des cartographies d'habitats.

En parallèle d'une méthode d'évaluation de l'état de conservation des habitats, des photographies ou des schémas pourraient être réalisés sur chaque polygone pour ajouter un témoignage visuel un moment « t ».

Lors de ce stage, il aurait pu être intéressant de réaliser la comparaison des méthodes en s'appuyant sur des analyses statistiques sous logiciel R. Cela aurait permis de voir si les résultats sont « significativement » différents les uns des autres.

## **CONCLUSION GENERALE**

Il existe plusieurs méthodes pour évaluer l'état de conservation des habitats mais aucune ne fait l'unanimité. L'utilisation d'une méthode commune paraît indispensable afin d'homogénéiser les approches d'un site à l'autre et de faciliter les comparaisons et l'agrégation des données en vue d'une utilisation nationale. En l'absence de véritable « norme », de nouveaux indicateurs voient le jour. Trois méthodes récentes d'évaluation de l'état de conservation ont été testées sur la réserve naturelle régionale de Plounérin : la grille d'indicateurs d'état de conservation des landes et tourbières de Bretagne, le Vegetation Conservation Status et l'Ecological Quality Assessment.

La grille d'indicateurs d'état de conservation des landes et tourbières de Bretagne a permis d'évaluer l'état de conservation de 8 habitats d'intérêt communautaire en 2024, à l'approche de la fin du premier plan de gestion de la réserve. Les résultats ont été comparés à ceux de 2019, obtenus dans le cadre du début du premier plan de gestion. Le suivi des notes dans le temps permet de savoir quels sont les polygones qui ont gagné ou perdu en état de conservation. L'état de conservation des habitats c'est globalement amélioré, avec un passage de 19% à 48% des surfaces d'habitats en état de conservation favorable. La prise en main des grilles d'indicateurs est accessible pour les « non spécialistes ». Les grilles d'indicateurs mettent en avant les origines des dégradations des polygones d'habitats, orientant les actions de gestion. On peut considérer que les polygones qui ont le plus gagné en état de conservation sont ceux sur lesquels la gestion menée est à maintenir car elle est efficace. Le remplissage des grilles demande de parcourir chaque polygone pour ne pas passer à côté des espèces « indicatrices », « compagnes », « bonus », etc., ce qui prend du temps. La méthode ne permet pas de prendre en compte l'extension ou l'apparition de nouvelles surfaces d'habitats d'intérêt communautaire. Par ailleurs, le poids des indicateurs pourrait être à recalibré, par

exemple en les faisant corrélés à l'avis de plusieurs experts comme c'est le cas pour les grilles du Muséum National d'Histoire Naturelle.

L'indice Vegetation Conservation Status a été testé sur des polygones et des quadrats de landes humides. Il fonctionne à partir de relevés floristiques. C'est un indice utilisant d'une part le nombre d'espèces présentes et leurs pourcentages de recouvrement, d'autre part la notion d'espèces « typiques », « non-typiques » et « neutres ». Le VCS dispose d'un calculateur : un outil clair, facile d'utilisation et permettant de gagner du temps. La constitution des listes d'espèces « typiques », « non-typiques » et « neutres » pour chaque habitat demande de passer par la validation d'un ou plusieurs experts. Dans le cadre de nos tests sur la réserve de Plounérin, c'est la méthode dont les notes ont le plus souvent été en accord avec la vision du gestionnaire sur l'état de conservation des polygones d'habitat. Cependant, l'établissement de listes de références pour une zone géographique est nécessaire à la diffusion du VCS. Les facteurs de dégradation des habitats ne sont pas mis en avant par le VCS mais ils peuvent être identifiés avec la méthode statistique de partitionnement de la variance. Mettre en avant l'origine des dégradations sur le calculateur VCS permettrait de rendre l'outil plus en adéquation avec les besoins des gestionnaires d'espaces naturels.

L'EQA a été testé sur des polygones et des quadrats de landes humides. Tout comme le VCS, il fonctionne à partir de relevés floristiques. C'est un indice qui permet d'évaluer si une station testée est incluse ou exclue de l'enveloppe de référence constituée de stations du site considérées comme dans un état « idéal ». L'indice mesure également la distance de la station testée au centroïde de l'enveloppe de référence. L'EQA permet d'évaluer l'état de conservation d'un habitat à un moment « t » ou au cours du temps en suivant sa trajectoire écologique. Le script mis à disposition par les chercheurs pour lancer l'analyse des relevés de végétations sur le logiciel R est une aide précieuse. Il pourrait être intéressant de produire un calculateur qui éviterait de devoir se servir du logiciel R. Cette méthode donne des pistes pour prioriser les actions de gestion afin d'atteindre les objectifs de conservation car elle permet de visualiser les stations les plus éloignées de l'enveloppe de référence. Cependant, elle n'énonce pas clairement l'origine – ou les origines – de la dégradation de l'état de conservation d'un habitat. Par ailleurs, les stations dites « de références » sont issues du site où est menée l'évaluation d'état de conservation ; cela pose question pour les sites où aucune station n'est véritablement en bon état écologique.

Le VCS et l'EQA, tous deux fondés sur des relevés floristiques, demandent une compétence en botanique. Pour les deux méthodes, une équivalence avec les catégories d'état « dégradé », « altéré », « favorable » faciliterait la remontée des informations sur l'état de conservation des habitats au niveau régional, national ou européen.

Enfin, pour les trois méthodes, comme l'évaluation de l'état de conservation des HIC porte sur plusieurs informations par polygone, sur grand nombre de polygones, le risque d'erreur est à surveiller.

Suite à l'exercice de comparaison des trois méthodes d'évaluation sur la réserve, le conservateur pense maintenir l'utilisation de la grille d'indicateurs d'état de conservation des habitats landicoles et tourbeux car c'est une méthode qui a déjà été utilisée plusieurs années auparavant, autorisant une comparaison sur un plus grand laps de temps. Deux autres raisons sont que cette méthode est très simple à utiliser et qu'elle met en avant les facteurs de dégradation des habitats. En ce qui concerne le VCS et l'EQA, de nouveaux tests seront réalisés. Ces deux indicateurs continueront d'être utilisés, mais plus ponctuellement sur

certains secteurs, dans le cadre de suivi dans le temps ou bien pour mesurer les changements « avant / après » une action de gestion.

#### **Perspective :**

Différentes pistes peuvent être envisagées pour établir de nouveaux indicateurs, notamment l'utilisation des macromycètes. Une étude a montré que le cortège fongique réagit de manière significative aux perturbations chimiques (Corriol, 2005).

L'intégration des Bryophytes aux indicateurs d'état de conservation des habitats est également un sujet d'actualité car les espèces sont souvent spécifiques de milieux précis.

D'autre part, le MNHN porte une réflexion sur la création de méthodes simplifiées à utiliser dans le cadre d'une veille intermédiaire entre deux inventaires plus précis. Cette évaluation simplifiée de l'état de conservation serait moins fiable mais beaucoup plus rapide et reposerait une liste d'espèces europhiles. C'est en effet l'indicateur qui a le plus de poids dans les grilles actuelles du MNHN (Maciejewski, 2012).

Comme nous avons pu le voir, il existe de nombreuses méthodes pour évaluer l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire. D'autres méthodes continuent de voir le jour. C'est pourquoi, choisir une méthode adaptée à un type d'habitat n'est pas toujours simple. Confronté à cette problématique pour l'évaluation de l'état de conservation des landes, le Conservatoire Botanique National de Brest a missionné la chargée d'études flore et habitats Pauline Guillaumeau de réaliser une synthèse bibliographique des méthodes d'évaluation de l'état de conservation des landes. Elle testera et comparera prochainement ces méthodes sur le terrain.

## BIBLIOGRAPHIE

### Etat de l'art

Anonyme, 2008. Article R414-11 du Code de l'environnement, modifié par le décret n°2008- 457 du 15 mai 2008, art. 18. [en ligne]. Disponible sur le site <http://www.legifrance.gouv.fr> Consulté le 18/04/2024.

Aquaportail, 2024. [en ligne]. Disponible sur : <https://www.aquaportail.com/dictionnaire/definition/495/zone-biogeographique>. Consulté le 05/05/2024.

Bensettiti F., Rameau J.-C. & Chevallier H. (coord.), 2001. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 1 - Habitats forestiers. MATE/MAP/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 2 volumes : 339 p. et 423 p. + cédérom.

Bensettiti F., Gaudillat V. & Haury J. (coord.), 2002 a. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 3 - Habitats humides. MATE/MAP/ MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 457 p. + cédérom.

Bensettiti F., Gaudillat V., Malengreau D. & Quéré E. (coord.), 2002 b. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 6 - Espèces végétales. MATE/MAP/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 271 p. + cédérom.

Bensettiti F. & Gaudillat V. (coord.), 2002 c. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 7 - Espèces animales. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 353 p. + cédérom.

Bensettiti F., Bioret F., Roland J. & Lacoste J.-P. (coord.), 2004 a. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 2 - Habitats côtiers. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 399 p. + cédérom.

Bensettiti F., Herard-Logereau K., Van Es J. & Balmain C. (coord.), 2004 b. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 5 - Habitats rocheux. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 381 p. + cédérom.

Bensettiti F., Bouillet V., Chavaudret-Laborie C. & Deniaud J. (coord.), 2005. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 4 - Habitats agropastoraux. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 2 volumes : 445 p. et 487 p. + cédérom.

Centre des ressources Natura 2000, 2024. Cahiers d'habitats Natura 2000. [en ligne] Disponible sur : <https://www.natura2000.fr/outils-et-méthodes/guides-ouvrages/cahiers-habitats> Consulté le 31/07/2024

Centre National des Ressources Textuelles et Lexicales, 2024 a. Climax. [en ligne]. Disponible sur : <https://www.cnrtl.fr/definition/climax>. Consulté le 08/05/2024

- Centre National des Ressources Textuelles et Lexicales, 2024 b. Édaphique. [en ligne]. Disponible sur : <https://www.cnrtl.fr/definition/édaphique>. Consulté le 08/05/2024
- Conseil de la CEE, 1992 - Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages. Dernière modification : directive 2006/105/CE du Conseil du 20 novembre 2006 publiée au JO UE du 20.12.2006.
- Côtes d'Armor le Département, 2024. 50 espaces naturels sensibles. [en ligne]. Disponible sur <https://cotesdarmor.fr/decouvrir-les-cotes-d-armor/les-espaces-naturels-sensibles/50-espaces-naturels-sensibles>. Consulté le 24/03/24
- Durfort J., 2016. Cartographie des végétations et Inventaire floristique de la Réserve naturelle régionale des landes, prairies et étangs de Plounérin. Plounérin – Côte d'Armor. Étude commanditée par le gestionnaire de la réserve : Lannion-Trégor communauté.
- European Union, 1992. Directive 92/43/CEE du Conseil concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages. [en ligne]. Disponible sur : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=celex%3A31992L0043> Consulté le 04/08/2024.
- European commission, 2007 - Interpretation manual of European Union habitats. EUR 27. European Commission, DG Environment, 142 p
- Futura, 2024. Biotope : qu'est-ce que c'est ? [en ligne]. Disponible sur : <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/ecosysteme-biotope-106/>. Consulté le 04/08/2024.
- Gatin L., 1924. Dictionnaire de botanique. Paris, Lechevalier, 847 p., 700 fig.
- Géo confluence, 2024. Biocénose. [en ligne]. Disponible sur : <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/biocenose>. Consulté le 05/05/2024.
- Guillemot V., 2023. Guide expert de la flore du massif armoricain et ses marges. Bretagnes, Basse-Normandie, Pays de la Loire, Deux-Sèvres. Ed. Biotope, Mèze, France, 895p.
- INPN, 2024. Référentiel habitats (HabRef). Listes d'habitats issues de directives ou de conventions. [en ligne] disponible sur le site : <https://inpn.mnhn.fr/programme/referentiel-habitats/listes-habitats-directives-conventions>.
- INPN, 2024. Actualisation des fiches génériques des Cahiers d'habitats. [en ligne]. Disponible sur : <https://inpn.mnhn.fr/actualites/lire/15161/> Consulté le 25/09/2024.
- Jung V., 2023. Evaluation de l'état de conservation des habitats naturels. Diaporama de Cours Magistrale pour l'Université de Rennes.
- Lannion-Trégor communauté, Région Bretagne, Natura 2000, Union Européenne ; 2018. Réserve Naturelle régionale des « Landes, prairies et étangs de Plounérin ». Plan de gestion Section B : Enjeux, objectifs et opérations. 185 p.
- Maciejewski L., 2012 – État de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire, Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Rapport d'étude. Version 1 - Février 2012. Rapport SPN 2012-21, Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 119 pages
- Maciejewski L., Seytre L., Van Es J. & Dupont P. 2015. État de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire, Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Guide

d'application. Version 3. Avril 2015. Rapport SPN 2015 - 43, Service du patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. 194 pp.

Natura 2000, 2024 a. Accueil du site de la réserve naturelle régionale des « Landes, prairies et étangs de Plounérin ». [en ligne]. Disponible sur <https://etang-moulin-neuf.n2000.fr/site>. Consulté le 24/03/24.

Natura 2000, 2024 b. Accueil. L'étang du Moulin Neuf. [en ligne]. Disponible sur <https://reserve-naturelle-regionale-plounerin.n2000.fr/accueil>. Consulté le 24/03/24.

OEB, 2024. Les réserves naturelles régionales de Bretagne. [en ligne]. Disponible sur <https://bretagne-environnement.fr/collection-cartographique/reserves-naturelles-regionales-bretagne>. Consulté le 27/03/24.

OFB, 2024 a. Guide d'élaboration des plans de gestion des espaces naturels. Outils de gestion et de planification. [en ligne]. Disponible sur <http://ct88.espaces-naturels.fr/node/1946>. Consulté le 24/03/24.

OFB, 2024 b. Damier de la Succise (*Euphydryas aurinia*). [en ligne]. Disponible sur <https://professionnels.ofb.fr/fr/doc-fiches-especes/damier-succise-euphydryas-aurinia>. Consulté le 10/05/24.

Réserves Naturelles de France, 2024 a. Des joyaux de nature préservée. [en ligne]. Disponible sur <https://reserves-naturelles.org>. Consulté le 27/03/24.

Réserves Naturelles de France, 2024 b. Chiffres clés sur les réserves. [en ligne] disponible sur le site : <https://reserves-naturelles.org/chiffres-cles-reserves-naturelles-france/>. Consulté le 08/05/2024.

Réserves Naturelles de France, 2024 c. Réserve Naturelle des Landes, prairies et étang de Plounérin. Un espace reconnu. [en ligne]. Disponible sur <https://reserve-naturelle-regionale-plounerin.n2000.fr/un-espace-d-exception/un-espace-reconnu>. Consulté le 24/03/24.

Site web du centre de ressources Natura 2000, 2024. Qu'est-ce que Natura 2000 ? Le réseau européen Natura 2000. [en ligne] disponible sur le site : <https://www.natura2000.fr/natura-2000/qu-est-ce-que-natura-2000>. Consulté le 05/05/2024.

Streeter D., Hart-Davis C., Hardcastle A., Cole F. and Harper L., 2011. Guide Delachaux des fleurs de France et d'Europe. Ed. Dalachaux et Niestlé, Paris, France, 700p.

Tela Botanica 2024. Actualisation des fiches génériques des Cahiers d'habitats. [en ligne] disponible sur le site : <https://www.tela-botanica.org/2024/07/actualisation-des-fiches-generiques-des-cahiers-dhabitats-2/> Consulté le 25/09/24.

Tela Botanica, 2024. Phytosociologie. Découvrir la phytosociologie. [en ligne] disponible sur le site : <https://www.tela-botanica.org/thematiques/phytosociologie/>. Consulté le 05/05/2024.

Union Européenne, 1979. Directive 79/409/CEE du Conseil, du 2 avril 1979, concernant la conservation des oiseaux sauvages. [en ligne]. Disponible sur <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31979L0409:FR:HTML>. Consulté le 24/03/24.

Union Européenne, 1992. Directive 92/43/CEE du Conseil, du 21 mai 1992, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages. [en ligne].

Disponible sur <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:31992L0043>.  
Consulté le 24/03/24.

### **Grille d'indicateurs d'état de conservation**

- Aquaportail, 2024 a. Degré trophique. [en ligne] Disponible sur le site aquaortail.com : <https://www.aquaortail.com/dictionnaire/definition/14087/degre-trophique>. Consulté le 24/08/2024
- Aquaortail, 2024 b. Xérophile. [en ligne] Disponible sur le site aquaortail.com : <https://www.aquaortail.com/dictionnaire/definition/1927/xerophile>. Consulté le 24/08/2024.
- Bensettiti F., Puissauve R., Lepareur F., Touroult J. et Maciejewski L., 2012. Evaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces d'intérêt communautaire – Guide méthodologique – DHFF article 17, 2007-2012. Version 1 – Février 2012. Rapport SPN 2012-27, Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 76 p. + annexes.
- Botarela, 2024. Glossaire de botanique et d'écologie. Indicatrice. [en ligne] Disponible sur le site <https://botarela.fr/Glossaire.html>. 21/05/2024.
- Biologie Végétale, 2024. Morphologie végétale. Bryophytes. [en ligne] Disponible sur le site <https://biologievegetale.be/morphologie-vegetale/bryophytes/>. 21/05/2024.
- Delassus L., 2015 - Guide de terrain pour la réalisation des relevés phytosociologiques. Brest : Conservatoire botanique national de Brest, 25 p., annexes (document technique)
- Guillemot V., 2023. Guide expert de la flore du massif armoricain et ses marges. Bretagnes, Basse-Normandie, Pays de la Loire, Deux-Sèvres. Ed. Biotope, Mèze, France, 895p.
- Ellenberg H., 1988. Vegetation ecology of central europe. 4ème édition. Par Cambridge university press. 4ème édition. Première publication par Verlag Eugen Ulmer Stuttgart en allemand sous le nom *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen* en 1963. 731 p.
- Julve Philippe, 2024. Baseflor. Phytosociologie. [en ligne] Disponible sur le site Tela Botanica : URL <https://www.tela-botanica.org/projets/phytosociologie/porte-documents/>. Consulté le 03/08/2024
- La langue Française, 2024. Dictionnaire français. Polytrophie. [en ligne] Disponible sur le site <https://www.lalanguefrancaise.com/dictionnaire/definition/polytrophie#:~:text=%C3%89tat%20caract%C3%A9ris%C3%A9%20par%20une%20abondance%20ou%20un%20exc%C3%A8s,de%20mets%20et%20de%20saveurs.%20%E2%80%94%20Citation%20fictive%29>. Consulté le 24/08/2024.
- Streeter D., Hart-Davis C., Hardcastle A., Cole F. and Harper L., 2011. Guide Delachaux des fleurs de France et d'Europe. Ed. Dalachaux et Niestlé, Paris, France, 700p.

### **Vegetation Conservation Status**

- Bensettiti F., Gaudillat V. & Haury J. (coord.), 2002. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 3 -

Habitats humides. MATE/MAP/ MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 457 p. + cédérom.

Braun-Blanquet J., 1964. Pflanzensozologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Springer-Verlag, Wien.

Collectif de gestionnaires de landes et tourbières de Bretagne, 2019. Indicateurs d'état de conservation des habitats landicoles et tourbeux de Bretagne. Disponible sur le site de l'Observatoire de l'Environnement de Bretagne. 54 p.

Delassus L., 2015 - Guide de terrain pour la réalisation des relevés phytosociologiques. Brest : Conservatoire botanique national de Brest, 25 p., annexes (document technique)

Devilliers P., Devilliers- Terschuren J., Ledant J.-P. et coll., 1991. CORINE biotopes manual. Habitats of the European Community. Data specifications - Part 2. EUR 12587/3 EN. European Commission, Luxembourg, 300 p.

Guillemot V., 2023. Guide expert de la flore du massif armoricain et ses marges. Bretagnes, Basse-Normandie, Pays de la Loire, Deux-Sèvres. Ed. Biotope, Mèze, France, 895p.

Helm Aveliina, Zobel Martin, Moles Angela T., Szava-Kovats Robert & Pärtel Meelis, 2014. Characteristic and derived diversity: implementing the species pool concept to quantify conservation condition of habitats. Diversity and Distributions, Volume 21, Issue 6, p. 711-721.

Julve Philippe, 1998. Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. Version du 23/05/2024. Disponible sur le site tela-botanica via projets > phytosociologie > porte-document > CATMINAT > Baseflor.xlsx : <https://www.tela-botanica.org/projets/phytosociologie/porte-documents/>

Jung Vincent, Morel Loïs, Bonthoux Sébastien & Chollet Simon, 2021. Integrating species pools and abundance distribution in habitat conservation status assessment: A new index. Ecological Indicators 121 (2021) 107183. 7 p.

Jung Vincent, Dano Mathilde & Chollet Simon, 2023. L'indice VCS (vegetation conservation status) : un outil pour l'évaluation de l'état de conservation des habitats. Etude de l'applicabilité de l'indice pour les prairies (et autres habitats) des ENS d'Ille-et-Vilaine. Département d'Ille et Vilaine, Université de Rennes et Ecobio Rennes. 37 p.

Jung Vincent, 2023. Cours Magistrale : Évaluation de l'état de conservation des habitats naturels. Université de Rennes. Cours de master 1 – GHBV / PNB / ED. UE DEE. Power point, 89 p.

Streeter D., Hart-Davis C., Hardcastle A., Cole F. and Harper L., 2011. Guide Delachaux des fleurs de France et d'Europe. Ed. Dalachaux et Niestlé, Paris, France, 700p.

Zobel Martin, 2015. The species pool concept as a framework for studying patterns of plant diversity. Journal of Vegetation Science (2016), p 8-18.

### **Ecological Quality Assessment**

Delassus L., 2015. Guide de terrain pour la réalisation des relevés phytosociologiques. Conservatoire botanique national de Brest, 25 p., annexes (document technique).

- Guillemot V., 2023. Guide expert de la flore du massif armoricain et ses marges. Bretagnes, Basse-Normandie, Pays de la Loire, Deux-Sèvres. Ed. Biotope, Mèze, France, 895p.
- Streeter D., Hart-Davis C., Hardcastle A., Cole F. and Harper L., 2011. Guide Delachaux des fleurs de France et d'Europe. Ed. Dalachaux et Niestlé, Paris, France, 700p.
- Sturbois Anthony, De Cáceres Miquel, Bifulchi Aline, Bioret Frédéric, Boyé Aurélien, et al., 2023. Ecological quality assessment : A framework to report ecosystems quality and their dynamics from reference conditions. *Ecosphere*, 2023, 14 (12), ff10.1002/ecs2.4726ff. fhal-04373017f
- Sturbois A. & De Cáceres M., 2024. Introduction to Ecological Quality Assessment (EQA). [en ligne] Disponible sur <https://emf-creaf.github.io/ecotraj/articles/IntroductionEQA.html> . Consulté le 30/07/2024.

### **Discussion générale :**

- Corriol G. 2005. — Les mycocénoses des pelouses comme bioindicateur. Enseignements des travaux en Europe du nord et applications possibles en Midi-Pyrénées. Actes du 1<sup>er</sup> colloque naturaliste de Midi-Pyrénées, Cahors. Ed. Nature Midi-Pyrénées, p. 95-99.
- Maciejewski L., 2012 – État de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire, Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Rapport d'étude. Version 1 - Février 2012. Rapport SPN 2012-21, Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 119 pages

**ANNEXES**  
**Annexe 1 :**

Réserve CBNB : N° de relevé (IDCARTO) : ..... ; o Saisi



CONNAISSANCE DES HABITATS DU TERRITOIRE D'AGREMENT  
**FICHE DE RELEVÉ PHYTOSOCIOLOGIQUE**

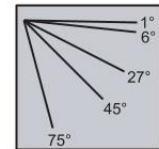
Conservatoire Botanique National de Brest - 52, allée du Bot - 29200 Brest - 02 98 41 88 95

IDENTITE DU RELEVÉ

**Identifiant du relevé :** .....  
**Projet :** .....  
**Observateur(s) :** .....  
**Date de l'observation (jj/mm/aaaa) :** \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_  
**Lieu-dit :** ..... **Commune :** ..... **Dépt :** .....  
 o Coordonnées GPS (WGS84) : Lat : ..... Long : ..... (en degrés décimaux) **Précision** (..... m.)  
 o Pointage de la localisation du relevé phytosociologique sur orthophotographie au 1/5000ème (à défaut sur carte au 1/25000ème)  
**Description floristico-écologique :** .....  
**Rattachement au synsystème :** .....  
**Caractéristiques de l'échantillonnage :** Homogénéité non respectée o oui Méthode synusiale o oui  
 Aire minimale non respectée o oui Fractionnement o oui **Forme du relevé** o linéaire o spatiale  
**Physionomie :** o forêt o fourré o fourré nain o végétation herbacée o végétation bryo-lichénique o végétation aquatique

DONNEES STATIONNELLES

**Topographie :** o plat o pentu **Altitude** (..... m.)  
 o dépression o fond de vallon o escarpement o replat o sommet (o arrondi o vif)  
 o haut de versant o mi versant o bas de versant o talus **Pente (°) :** .....  
**Exposition :** o N o NE o E o SE o S o SO o O o NO o indifférente **Luminosité :** o lumière o mi ombre o ombre  
**Humidité du substrat :** o toujours immergé (niveau d'eau : ..... ) o périodiquement submergé o inconnu  
 o humide o assez humide o bien drainé o assez sec o sec o suintement



**Roche mère**  
 o **Eruptive** : o granite o microgranite o **Métamorphique** : o gneiss o ardoise o schiste o micaschiste o marbre o quartzite o serpentine  
 o **Sédimentaire** : o poudingue o grès o schiste argileux o sable o calcaire o craie o marnes o travertin o tourbe  
 o alluvions o colluvions o argile o limon o loess o **autre** : .....  
**Type de sol :**  
 o **sol squelettique** : o lithosol o régosol o **sol peu évolué** : o rankosol o arénosol o pélosols o fluviosol o colluviosol  
 o **sol carbonaté** : o rendosol o rendisol o calcosol o calcicol o **brunisol** : o saturé o mésosaturé o oligosaturé o **alocrisol**  
 o **lvisol** : o néolvisol o typique o dégradé o **podzisol** : o ocrique o leptique o sec o hygromorphe  
 o **sol hygromorphe** : o planosol o rédoxysol o réductisol o histosol o **inconnu** o **autre** : .....  
**Texture du sol en surface :** o argileux (AA, A, As, Als) o argileux-limoneux (AL, LA) o limoneux (L, LL) o sableux (S, SS)  
 o sableux-limoneux (LS, Lsa, SaL, SL) o sableux-argileux (SA, AS) o équilibrée (LAS) o graveleux o caillouteux o pierreux o tourbeux  
**Salinité :** o milieu salé o saumâtre o ni salé ni saumâtre o inconnu

**Humus :**  
 o **mor** (o peyromor o lithomor o hydromor o hémimor o mor o humimor) o **moder** (o peyromoder o lithomoder o hydromoder o hémimoder  
 o dysmoder o (eu)moder) o **mull** (o peyromull o hydromull o eumull o mésomull o oligomull o dysmull) o **anmoor** o **amphimus** o **tourbe**  
 o **inconnu**  
**Maturité :** o juvénile o mature o senescent o inconnu

**Gestion observée :** .....  
**Actions biotiques :** .....  
**Contact écologique :** relevé o oui o non ; n° .....  
 description : .....  
**Contact dynamique :** relevé o oui o non ; n° .....  
 description : .....  
**Commentaires :** .....  
 .....  
 .....

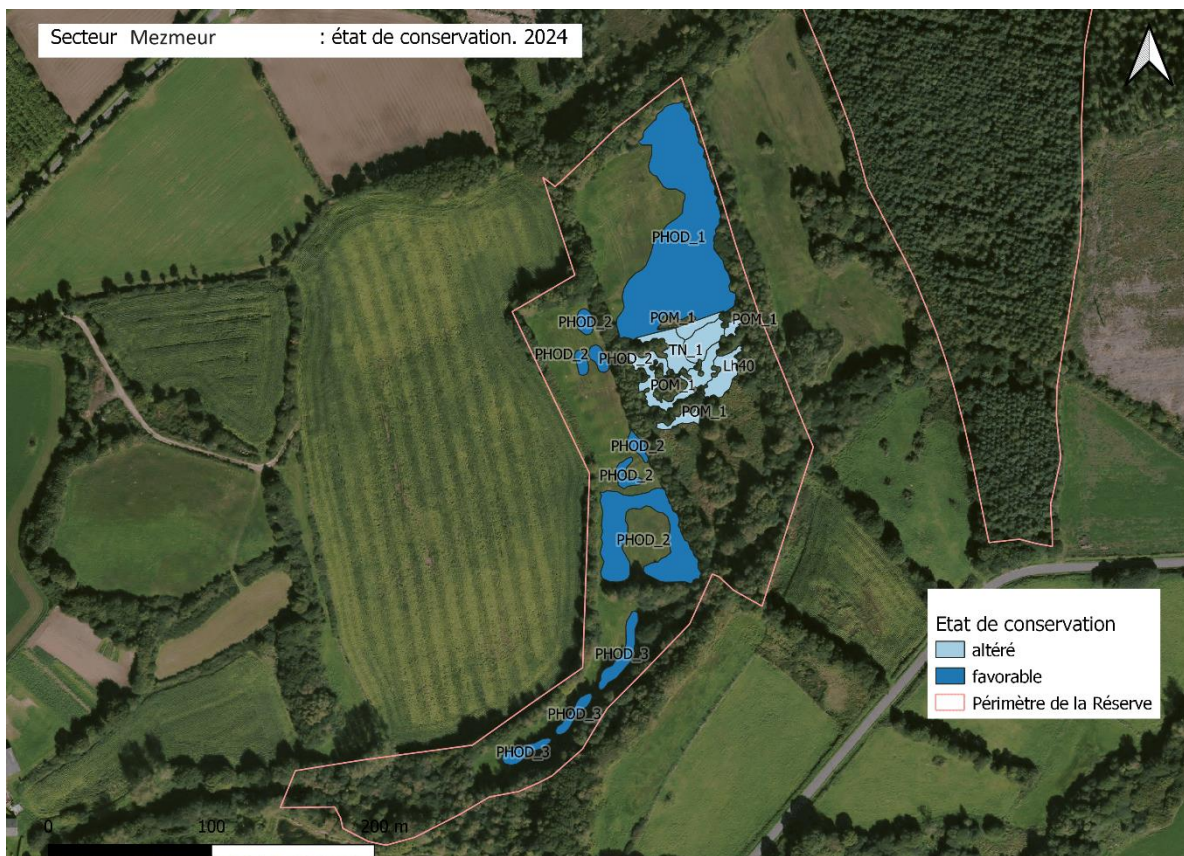
**Photo :** o oui o non Num (personnel) : .....

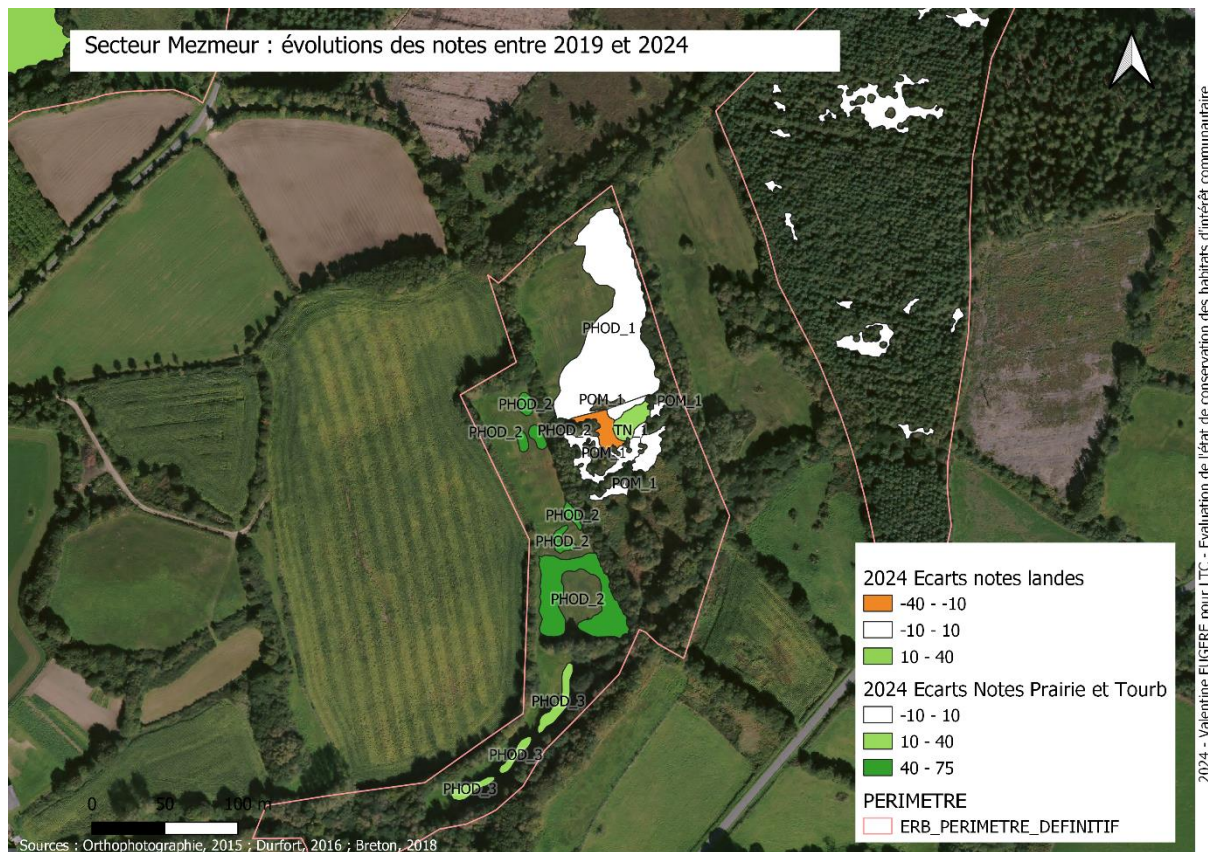
Transect, schémas, végétations de contact...



## Annexes 2 :

### Cartes de l'état de conservation des habitats du secteur Mezmeur et explications



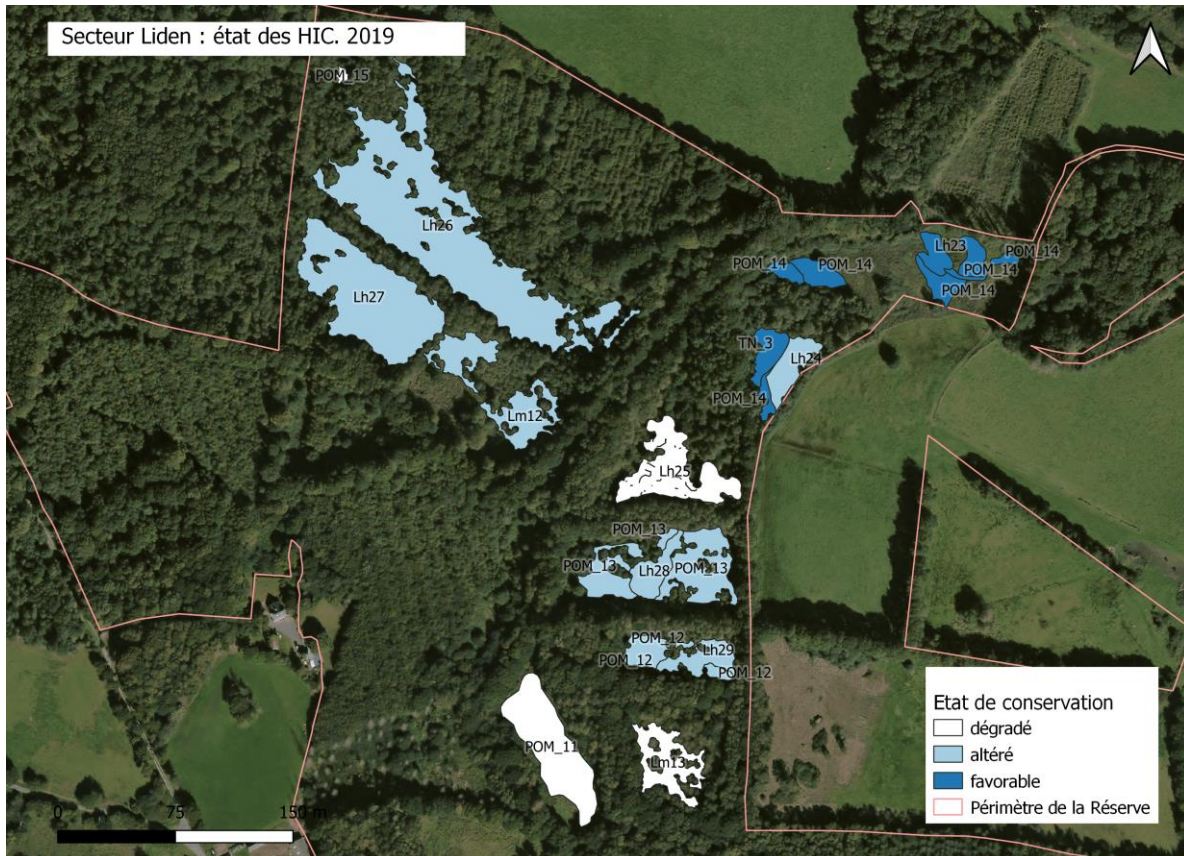


Les prairies PHOD 1 à 3 ont toutes progressé vers le bon état écologique. Cela peut s'expliquer par le maintien de pratiques de gestion adaptées à ces milieux et donc une amélioration progressive de l'oligotrophie des milieux.

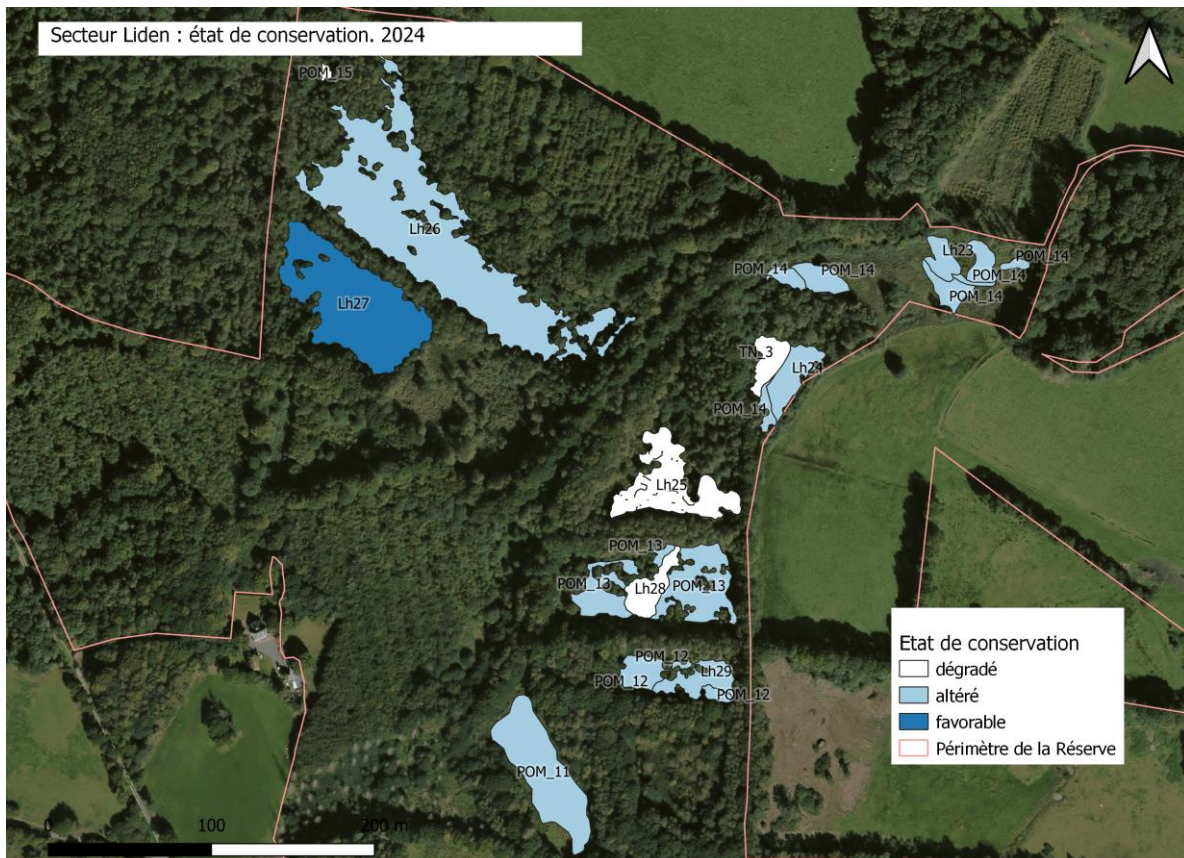
Les patchs de mandes mésophiles (Lm16) sous pinède sont dans un état plutôt stable. Les travaux menés dans cette plantation – éclaircie forestière avec export des rémanents des zones de landes en 2019 – ont joué sur la surface des patchs d'HICs existants. Ces travaux ont empêché la fermeture de certains patchs et augmenter la surface d'autres sans pour autant améliorer significativement l'état de conservation des patchs existants.

Le secteur sud de PHOD 1 est laissé sans gestion forte depuis 2019. Ceci explique la dégradation ou le maintien en état altéré de l'ensemble des polygones la zone. Une seule opération a été réalisée ici, la création d'une placette d'étrépage ; voilà pourquoi le polygone TN1 a évolué positivement.

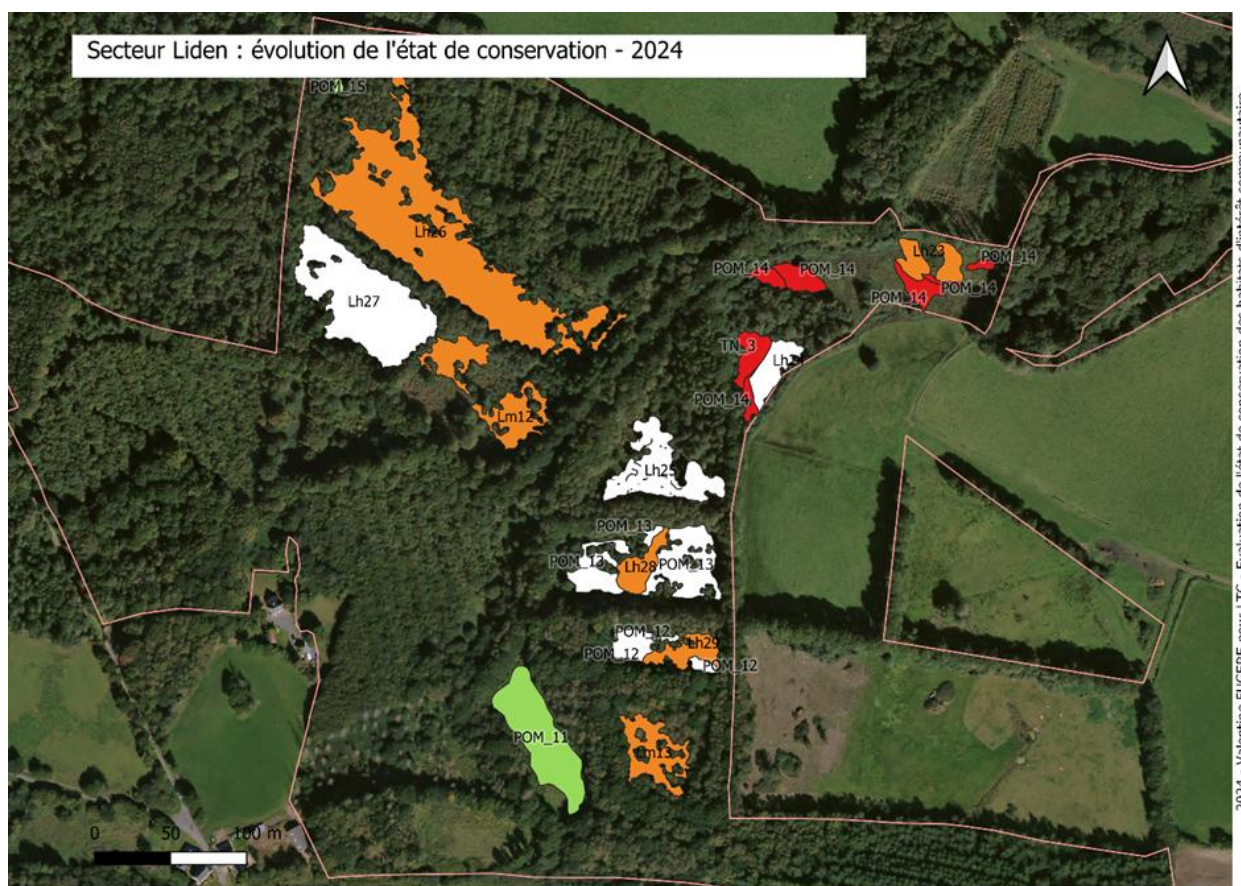
## Cartes de l'état de conservation des habitats du secteur du Liden et explications



2024 - Valentine FUGERE pour LTC - Etat de conservation des habitats d'intérêt communautaire



2024 - Valentine FUGERE pour LTC - Etat de conservation des habitats d'intérêt communautaire



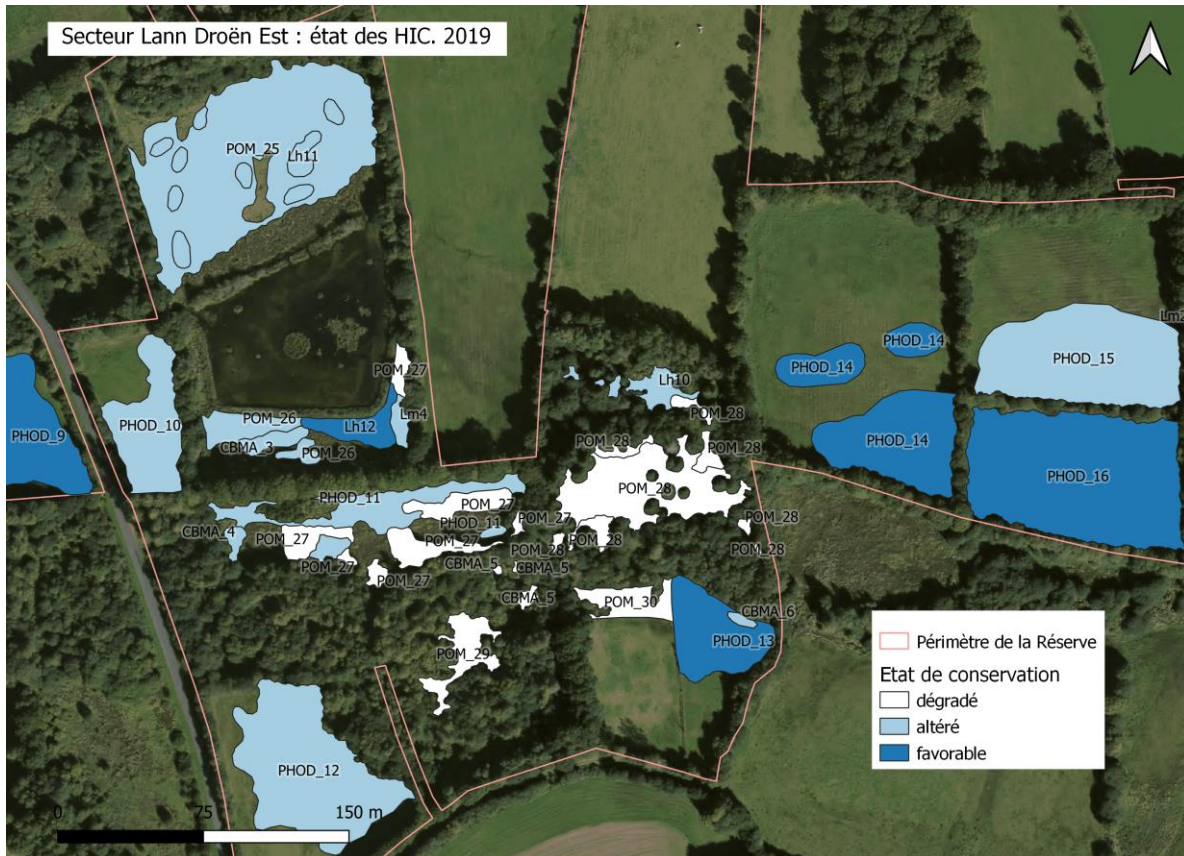
Globalement, le secteur du Liden a plutôt perdu en état de conservation.

Ceci est logique dans certains cas (LM13, POM12, Lh28, Lh29, Lh6, Lm12) où aucune gestion n'a été menée depuis 2019. Cela est plus étonnant dans le secteur de nord (POM14, TN3, Lh24) car des travaux de gestion – broyage avec export et dessouchage d'arbres – y ont été menés en 2020. Les résultats de ces travaux n'ont pas donné les résultats escomptés : des végétations moins oligotrophes que prévu réapparaissent – ronciers, mégaphorbiaie, etc.

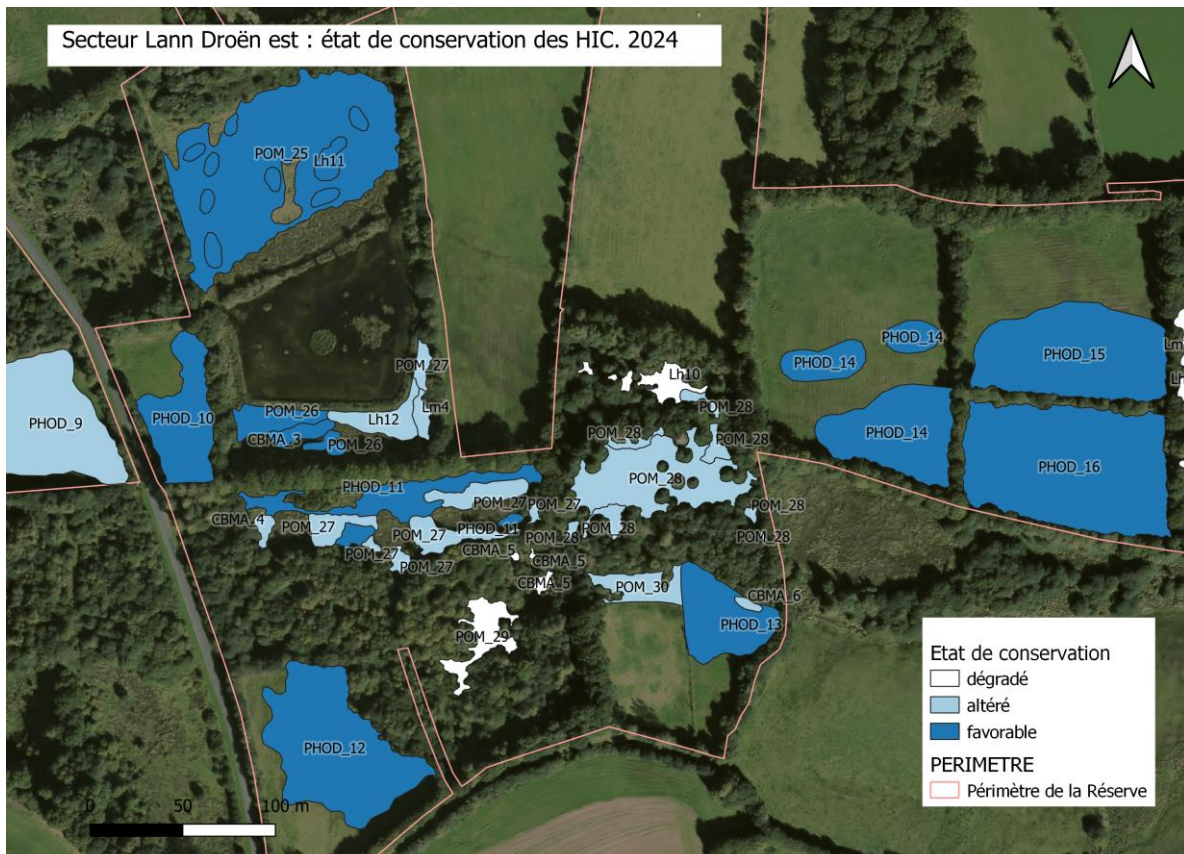
Des travaux importants sont en cours sur le secteur de Lh27 avec beaucoup de coupe et de dessouchage d'arbres dans la lande : le maintien en bon état de conservation est cohérent.

Des travaux importants de restauration – broyage export – ont été menés sur POM11, expliquant l'amélioration de l'état de l'habitat.

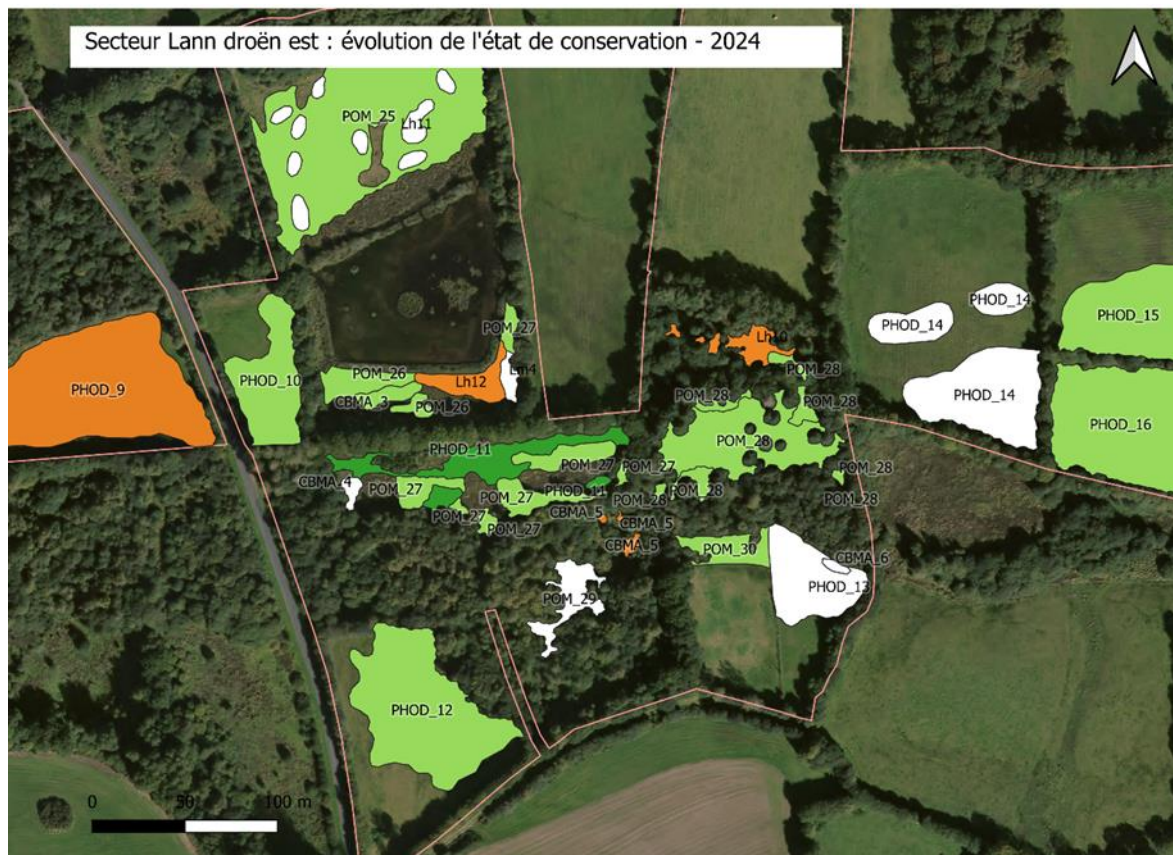
## Cartes de l'état de conservation des habitats du secteur de Lann Droën Est et explications



2024 - Valentine FUGERE pour LTC - Etat de conservation des habitats d'intérêt communautaire



2024 - Valentine FUGERE pour LTC - Evaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire

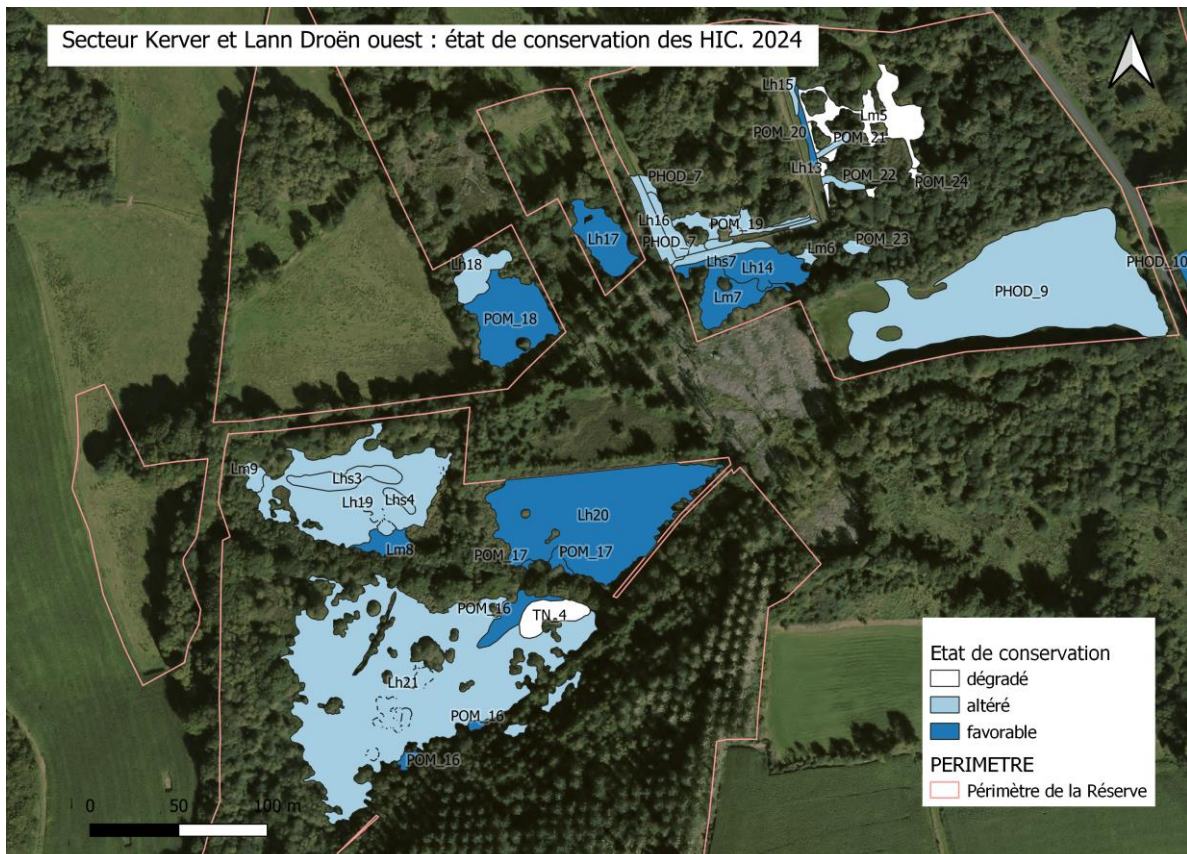
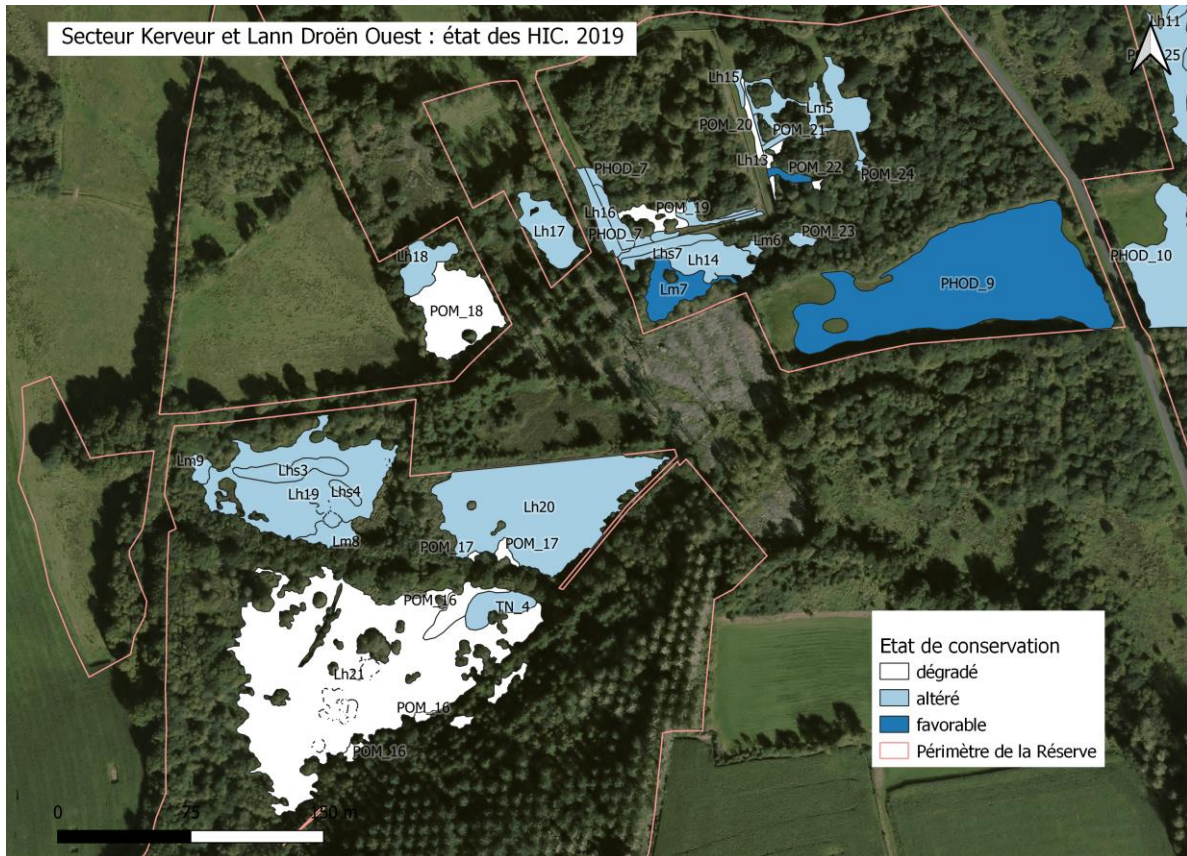


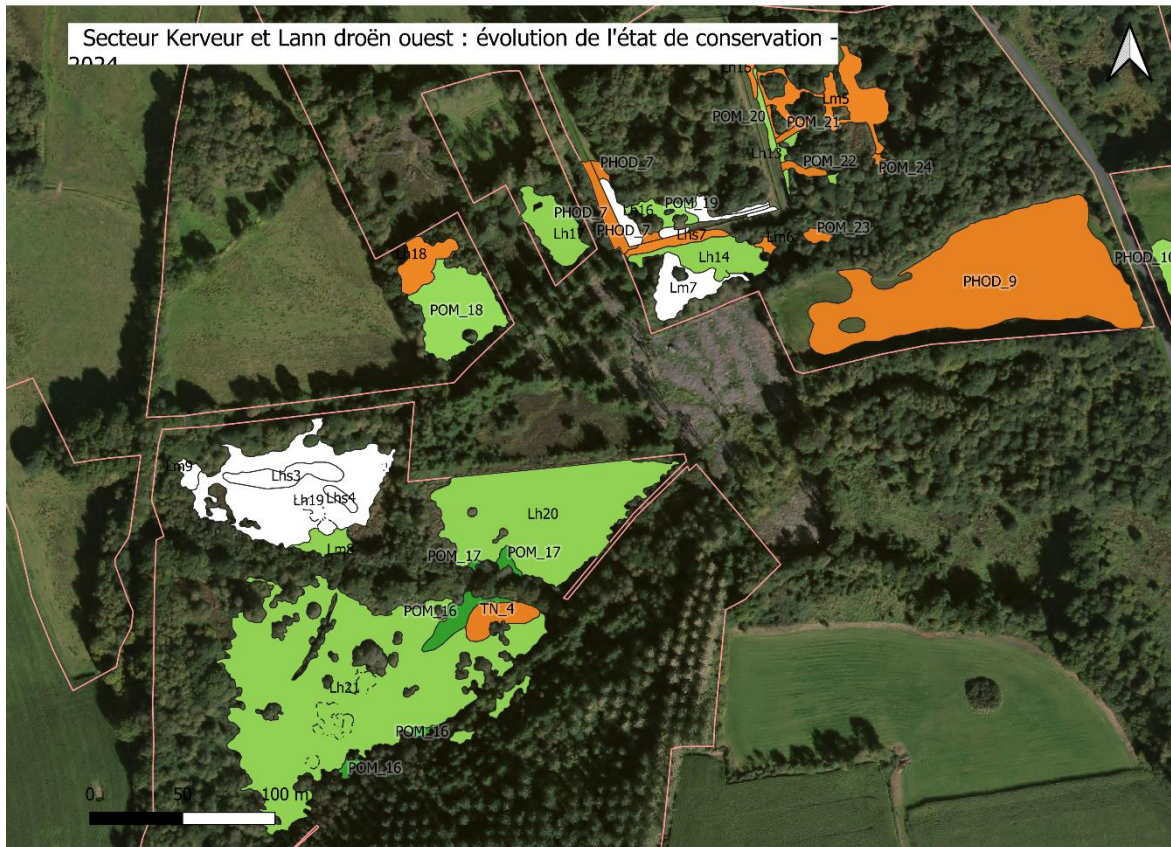
Le secteur de Lann droën Est a connu une évolution plutôt positive, particulièrement pour la quasi-totalité des prairies. Cela paraît cohérent avec la gestion menée qui semble bien adaptée à ces milieux – entretien par de la fauche tardive sur les PHOD et restauration par broyage avec export sur les POM –. Une incompréhension demeure : la dégradation de la prairie PHOD\_9.

La dégradation de la lande humide Lh12 – en orange près de l'étang – s'explique par le fait qu'une gestion n'a été menée que sur une partie du polygone, laissant de côté sa bordure. Le gestionnaire ajustera la zone d'intervention pour les travaux de gestion.

L'amélioration de POM\_28 – polygone vert clair près du centre – est étonnante car aucune gestion n'a été menée dans ce secteur. Le polygone paraît en très mauvais état de conservation. Une évolution du polygone vers un état dégradé comme les autres polygones de ce secteur (CBMA5, Lh10 ou POM\_29) semblerait plus logique. Il « résiste » peut-être un peu mieux à l'embroussaillage par les bordures du fait qu'il soit un peu plus grand que les autres.

## Cartes de l'état de conservation des habitats du secteur de Lann Droën Ouest et explications





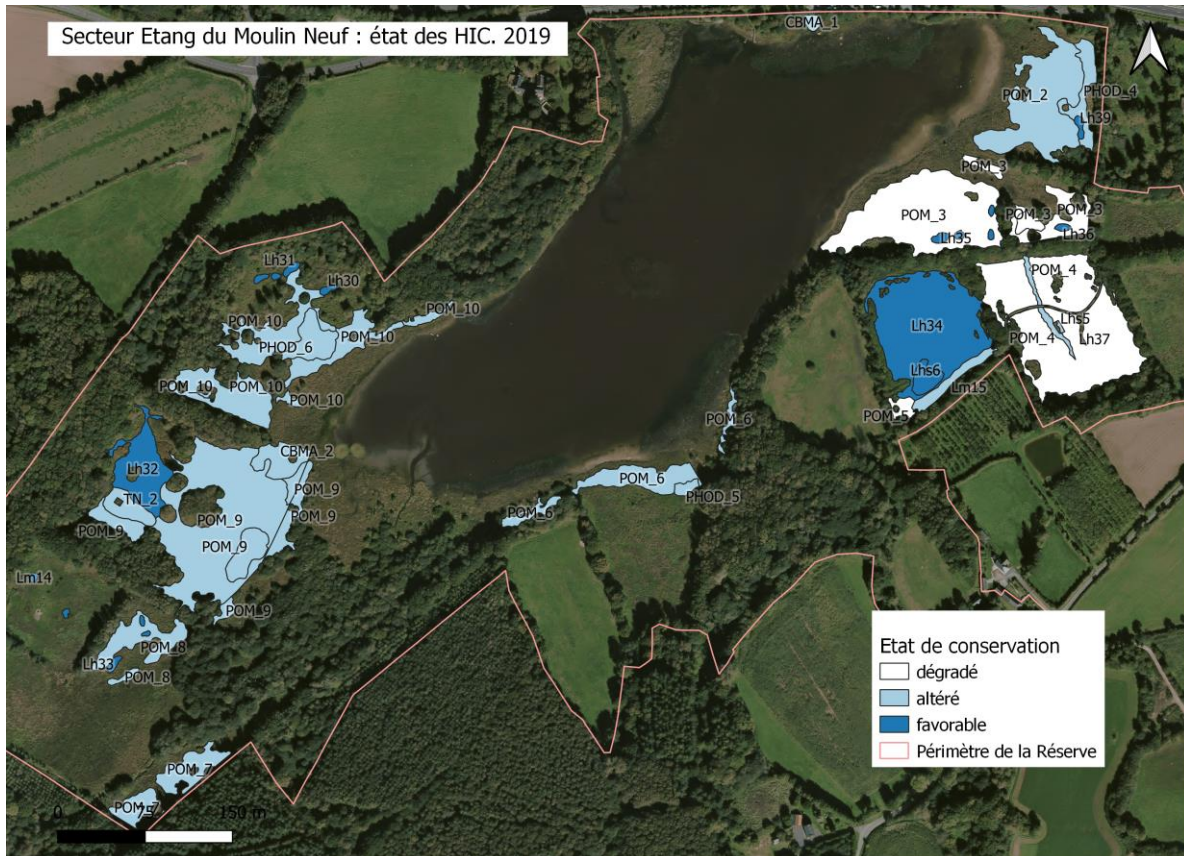
Le secteur sud, Kerveur, est composé de grandes landes. Il a fait l'objet de plusieurs opérations de gestion : arrachage d'arbres, roulage de fougère... L'état de conservation des habitats s'y trouvant a globalement bien progressé. Cela paraît cohérent avec les efforts menés. Seul l'habitat de tourbière a régressé (TN\_4) : cela s'explique principalement par l'absence de Narthécie qui dégrade la note du polygone.

L'état de conservation autour de la volière – en haut – est contrasté entre zones ayant connue des interventions, en bon état de conservation (Lh14) et zones sans gestion, qui se dégradent (POM\_19, Lm\_7, PHOD\_7...).

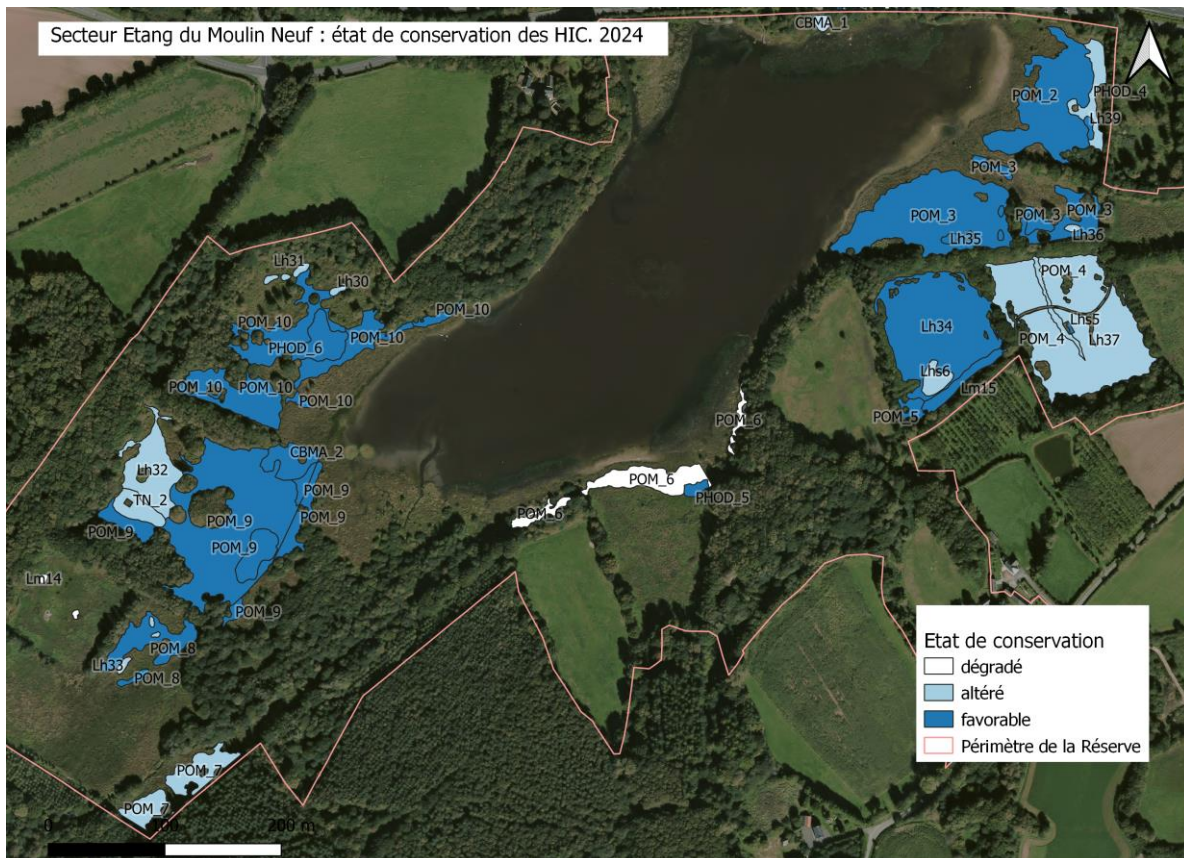
Lh17 et POM\_18 ont bien profité des efforts menés par plusieurs journées de chantiers avec des étudiants en BTS Gestion et Protection de la Nature (débroussaillage avec export, coupe de bois...).

Le polygone Lm5 se dégrade alors que des travaux de réouverture importants y ont été menés sur plusieurs années. Cela s'explique probablement par une modification de la nature du polygone qui semble évoluer vers une prairie.

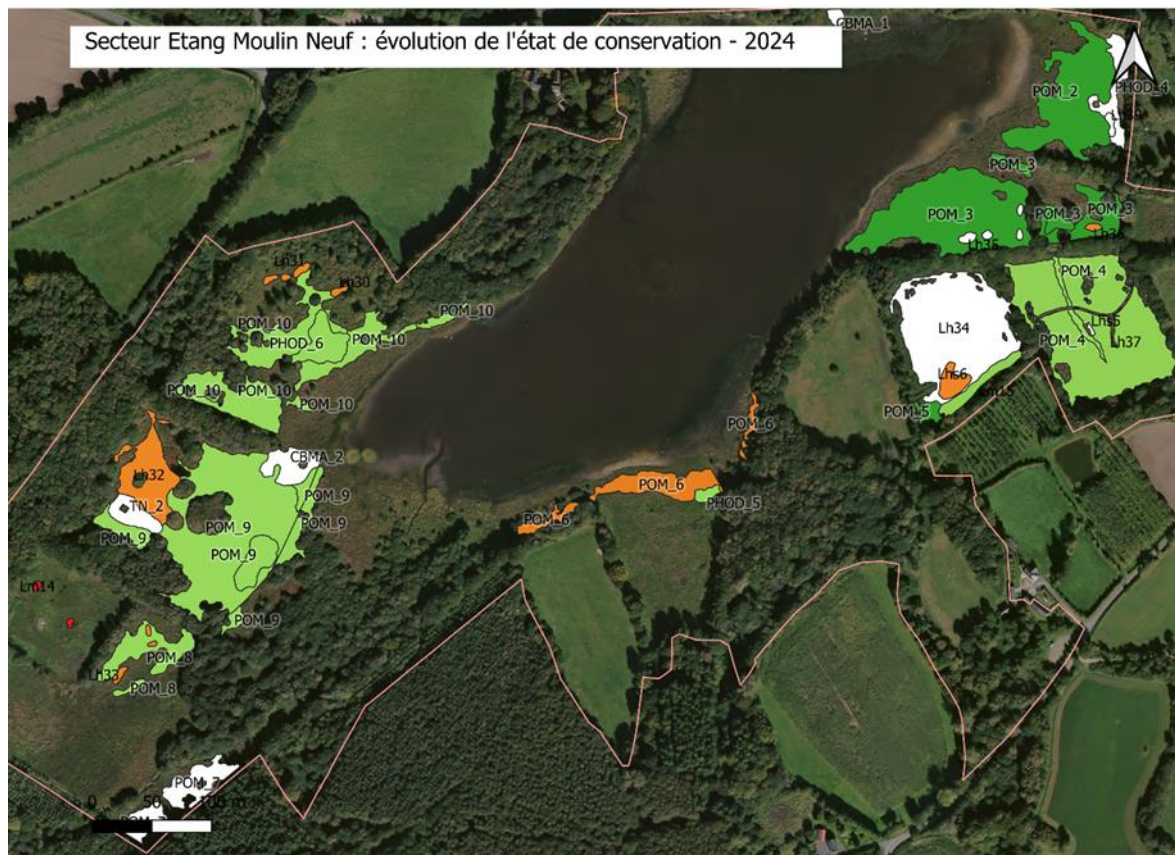
## Cartes de l'état de conservation des habitats du secteur de l'étang du Moulin Neuf et explications



2024 - Valentine FUGERE pour LTC - Etat de conservation des habitats d'intérêt communautaire



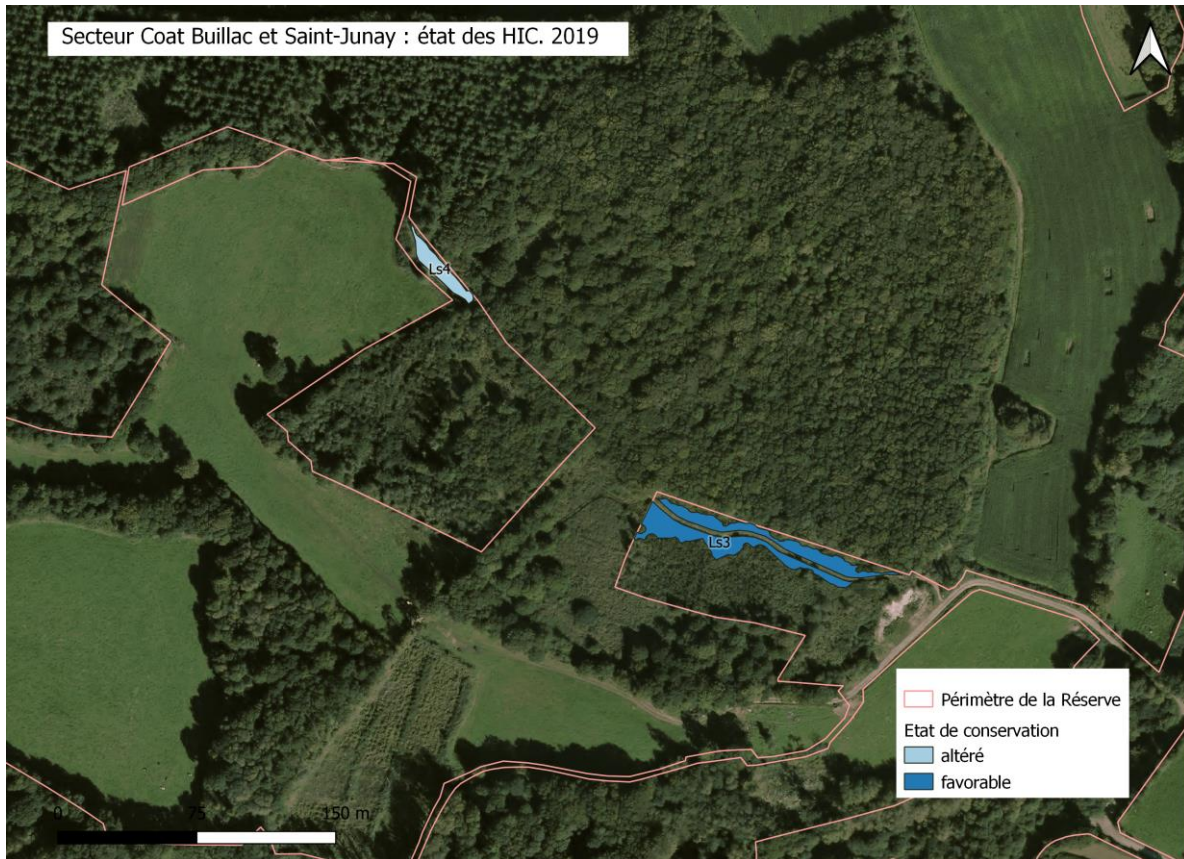
2024 - Valentine FUGERE pour LTC - Etat de conservation des habitats d'intérêt communautaire



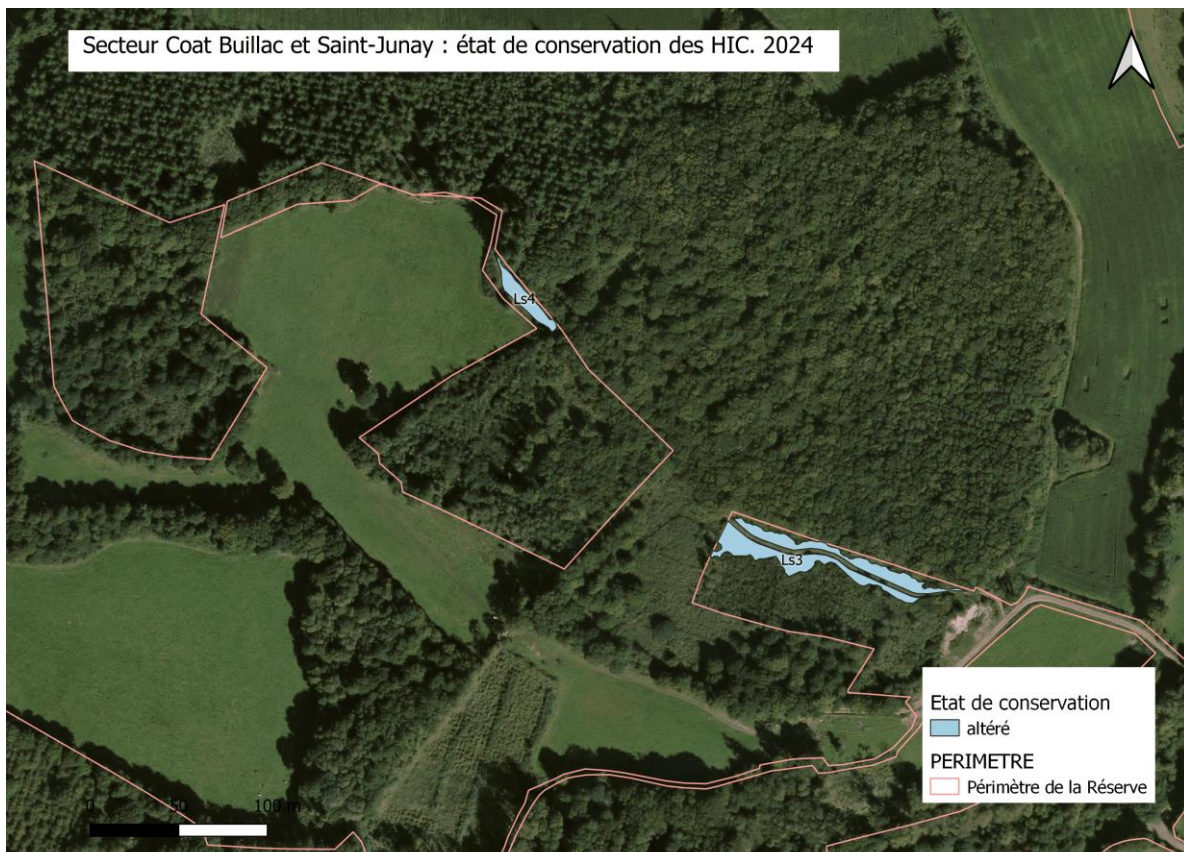
Les surfaces pâturées du secteur de l'étang du Moulin Neuf sont pour la plupart en bon état de conservation et/ou en bonne évolution (POM\_2 à POM\_9, PHOD\_6)

La dégradation, des polygones Lh32 et POM\_6, reste inexpliquée.

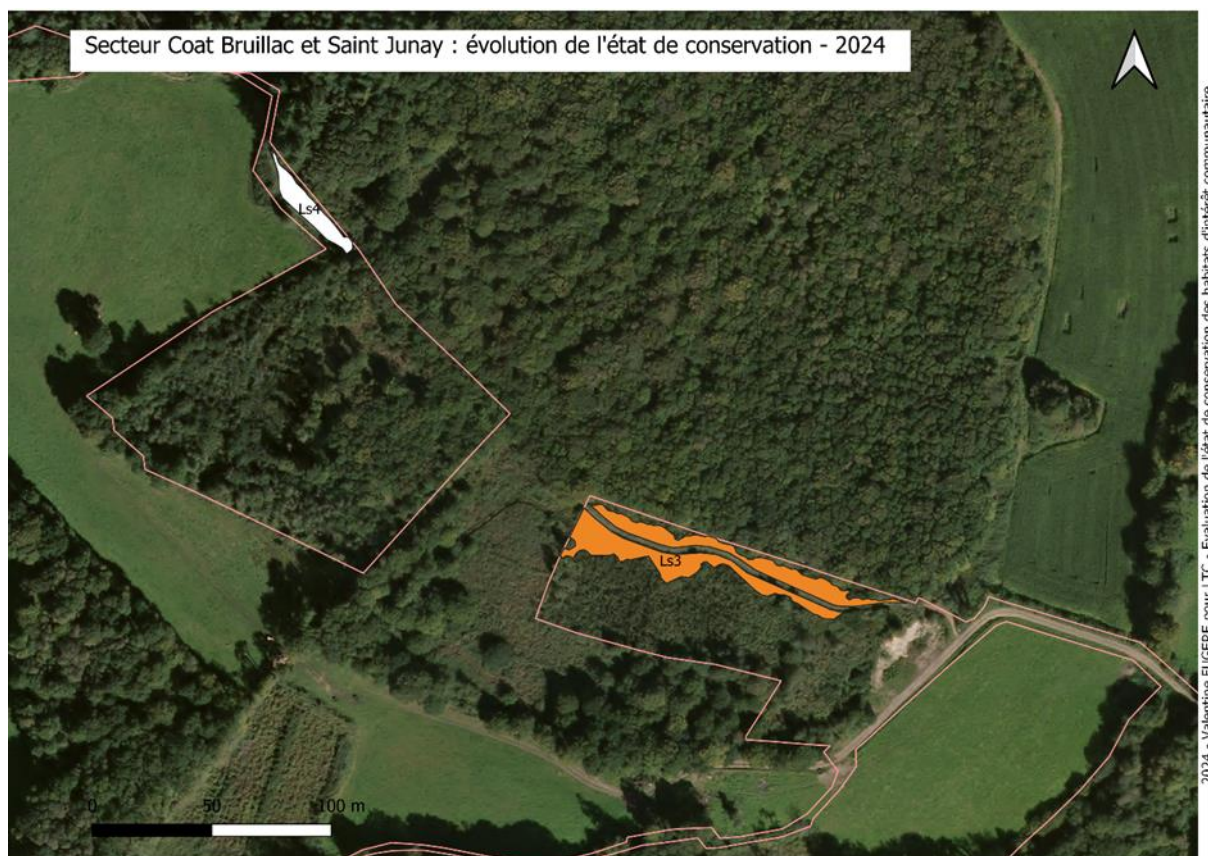
## Cartes de l'état de conservation des habitats des secteurs de Coat Buillac et Saint-Junay et explications



2024 - Valentine FUGERE pour LTC - Etat de conservation des habitats d'intérêt communautaire

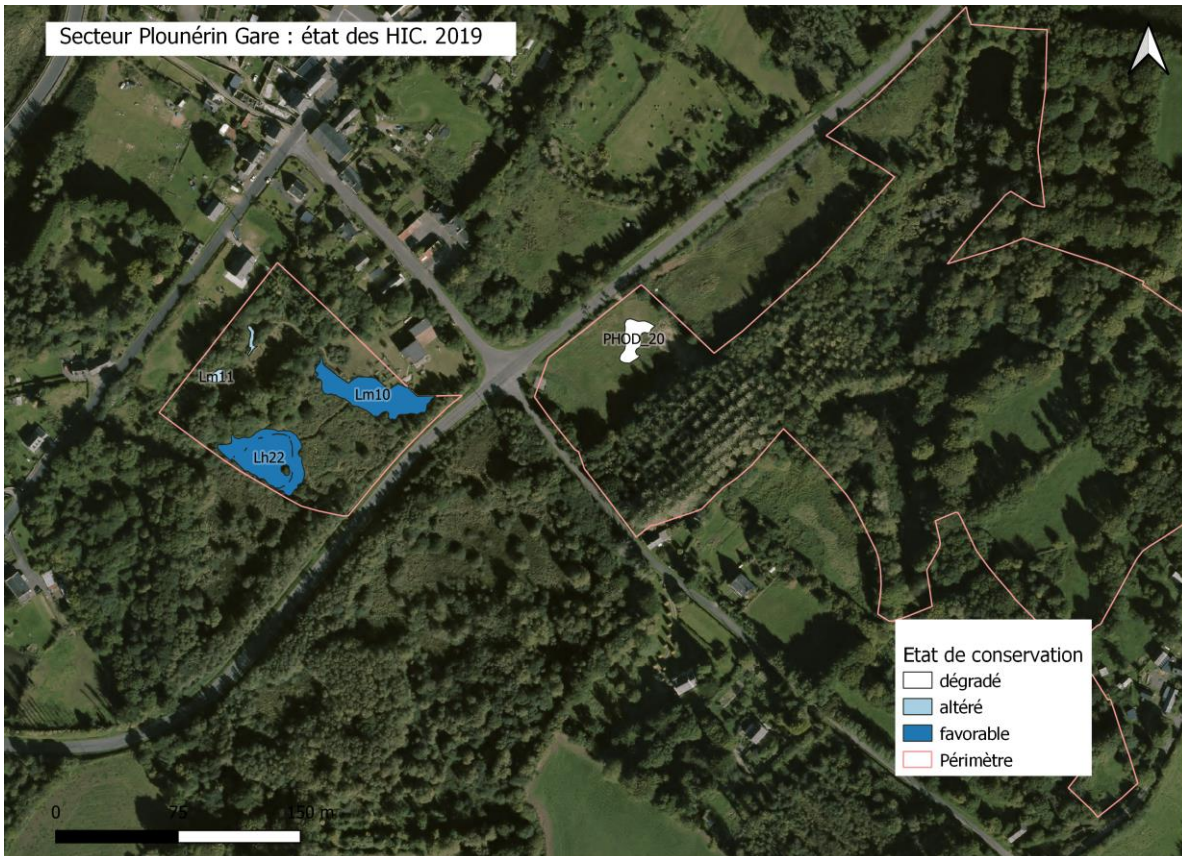


2024 - Valentine FUGERE pour LTC - Evaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire



Aucune gestion n'a été menée sur ces polygones : on observe par conséquent une dégradation de l'état de conservation des deux landes sèches Ls3 et Ls4.

## Cartes de l'état de conservation des habitats du secteur Plounérin Gare et explications





L'état de conservation s'est sensiblement amélioré sur PHOD\_20. Cela s'explique principalement par le maintien de la fauche export.

Le roulage de fougère mené sur les bruyères de Lh22 leur a été préjudiciable : l'état du polygone s'est dégradé.

La dégradation de Lm10 peut s'expliquer par le fait que le projet de pâturage par des chèvres naines ne fonctionne pas. L'habitat se referme.

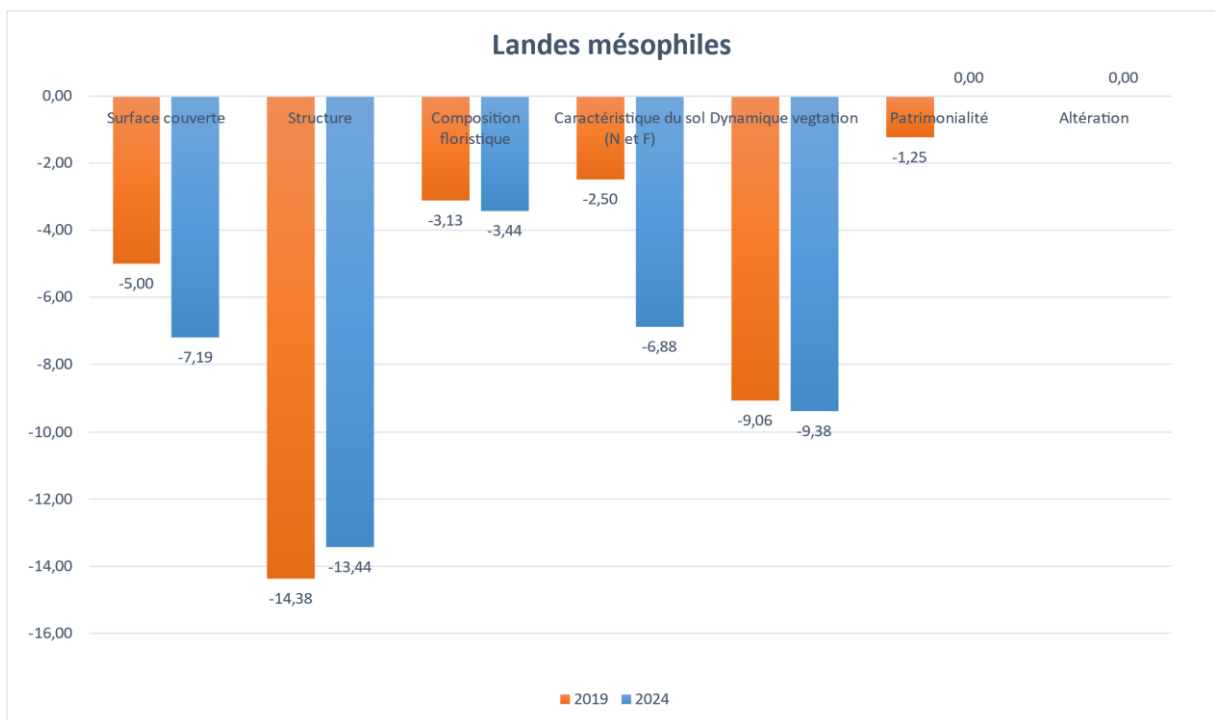
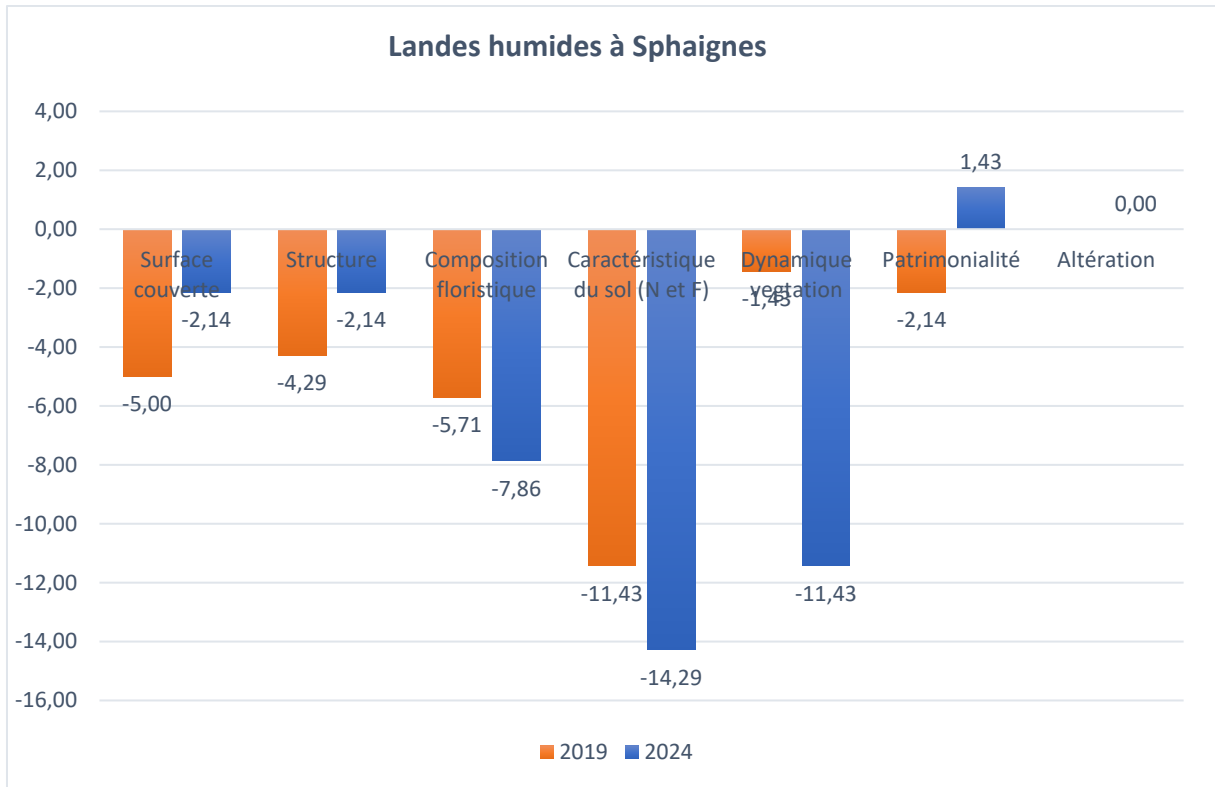
**Annexe 3 : Grille d'indicateurs d'état de conservation complétée pour le polygone n°1 des landes humides de la réserve de Plounérin évalué en 2024.**

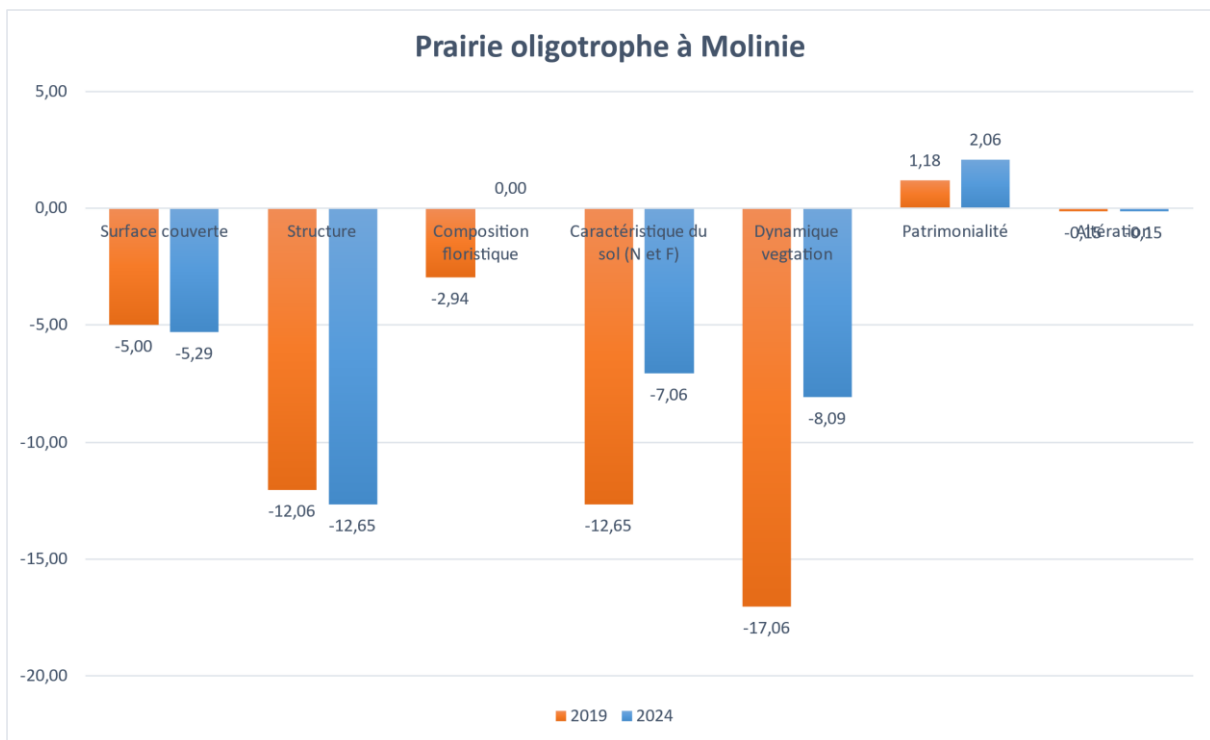
Identifiant	Lh1
Evolution surface	Stabilité ou progression
	0
Présence élément déconnectant	Légère rupture de connectivite
	-5
Recouvrement de ligneux	> 20%
	-10
Nombre de strates	Strate arborée > 4 m
	-10
Espèces indicatrices présentes	{Calluna vulgaris, Erica tetralix}
Présence d'espèces indicatrices	Toutes les espèces indicatrices sont présentes (Calluna vulgaris, Erica tetralix)
	0
Espèces compagnes présentes	{Erica ciliaris, Molinia caerulea, Ulex gallii}
Présence d'espèces compagnes	25 - 75% des espèces compagnes sont présentes (3 - 5 sp.)
	5
Coef d'Ellenberg F	F = 5,5
	-10
Coef d'Ellenberg N	N = 2,5
	0
Espèces de fermeture présentes	{Betula sp., Frangula alnus, Pinus sp., Rubus sp., Salix sp.}
Dysfonctionnement fermeture	Une ou plusieurs espèces
	-5
Dysfonctionnement espèces cicatricielles	Aucune espèce
	0
Espèces ligneuses présentes	{Betula sp., Frangula alnus, Pinus sp., Quercus sp., Salix sp.}
Dysfonctionnement ligneux	Une ou plusieurs espèces
	-5
Dysfonctionnement U. europeus	0
Dysfonction sp. prairiales eutrophiles	0
Dysfonction sp. prairiales oligotrophes	0
Présence d'espèces bonus	Absence
	0
Somme des atteintes	Somme = 0
	0
Atteintes impacts difficilement quantifiables	Atteintes négligeables ou nulle
	0
Commentaire	Très belle lande, surtout au centre. Une partie sous pinède.
<b>Note globale</b>	<b>60</b>

**Annexe 4 : Notes de la grille d'indicateurs d'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire de la réserve de Plounérin évalués en 2024.**

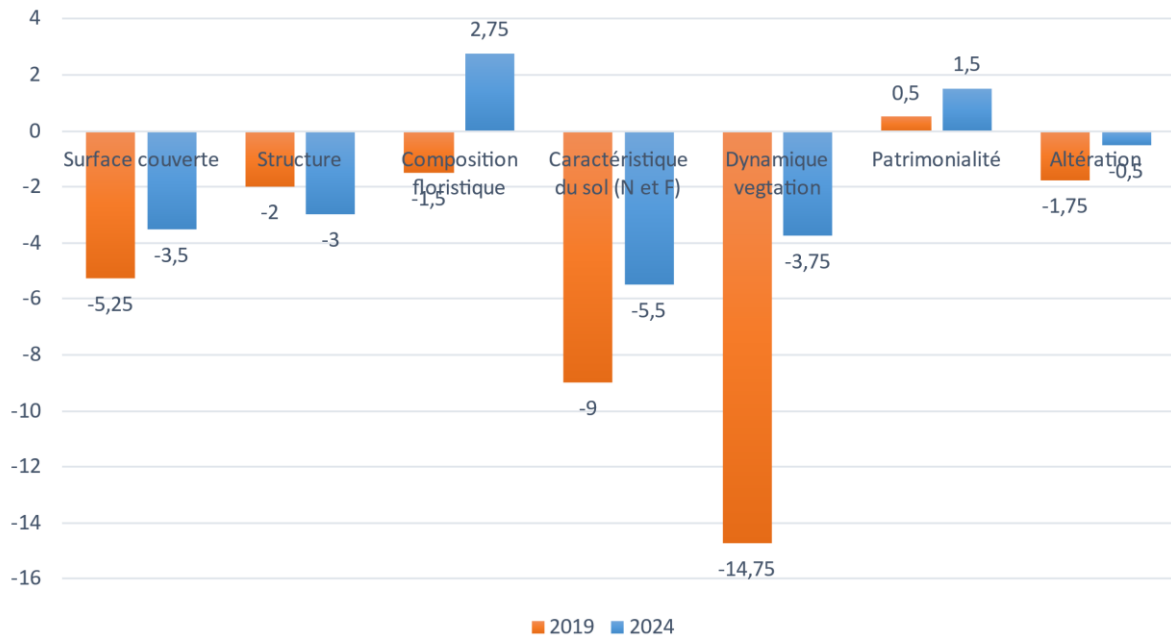
Identifiant	Note	Identifiant	Note	Identifiant	Note
Lh1	60	Lhs5	80	PHOD_3	85
Lh10	40	Lhs6	55	PHOD_4	75
Lh11	80	Lhs7	50	PHOD_5	100
Lh12	65	Lm1	50	PHOD_6	105
Lh13	40	Lm10	65	PHOD_7	55
Lh14	90	Lm11	70	PHOD_8	55
Lh15	65	Lm12	65	PHOD_9	65
Lh16	60	Lm13	35	POM_1	60
Lh17	90	Lm14	35	POM_10	100
Lh18	65	Lm15	100	POM_11	65
Lh19	60	Lm16	50	POM_12	60
Lh2	55	Lm2	40	POM_13	55
Lh20	95	Lm3	50	POM_14	50
Lh21	75	Lm4	50	POM_15	35
Lh22	80	Lm5	45	POM_16	85
Lh23	55	Lm6	55	POM_17	85
Lh24	70	Lm7	85	POM_18	80
Lh25	35	Lm8	95	POM_19	60
Lh26	50	Lm9	65	POM_2	100
Lh27	80	Ls1	55	POM_20	85
Lh28	35	Ls2	70	POM_21	50
Lh29	50	Ls3	65	POM_22	55
Lh3	80	Ls4	65	POM_23	50
Lh30	65	Ls5	65	POM_24	45
Lh31	55	Ls6	95	POM_25	85
Lh32	70	CBMA_1	50	POM_26	90
Lh33	60	CBMA_2	80	POM_27	55
Lh34	95	CBMA_3	80	POM_28	50
Lh35	90	CBMA_4	55	POM_29	40
Lh36	75	CBMA_5	25	POM_3	100
Lh37	70	CBMA_6	60	POM_30	55
Lh38		CBMA_7	30	POM_31	80
Lh39	95	PHOD_1	85	POM_32	55
Lh4	65	PHOD_10	85	POM_33	80
Lh40	50	PHOD_11	100	POM_34	60
Lh41	50	PHOD_12	95	POM_4	75
Lh5	80	PHOD_13	95	POM_5	85
Lh6	80	PHOD_14	95	POM_6	45
Lh7	45	PHOD_15	105	POM_7	75
Lh8	65	PHOD_16	105	POM_8	80
Lh9	70	PHOD_17	95	POM_9	110
Lhs1	70	PHOD_18	95	TN_1	60
Lhs2	60	PHOD_19	75	TN_2	60
Lhs3	65	PHOD_2	105	TN_3	35
Lhs4	65	PHOD_20	85	TN_4	45

**Annexe 5 : types de dégradations impliquées dans la perte d'état de conservation des habitats**

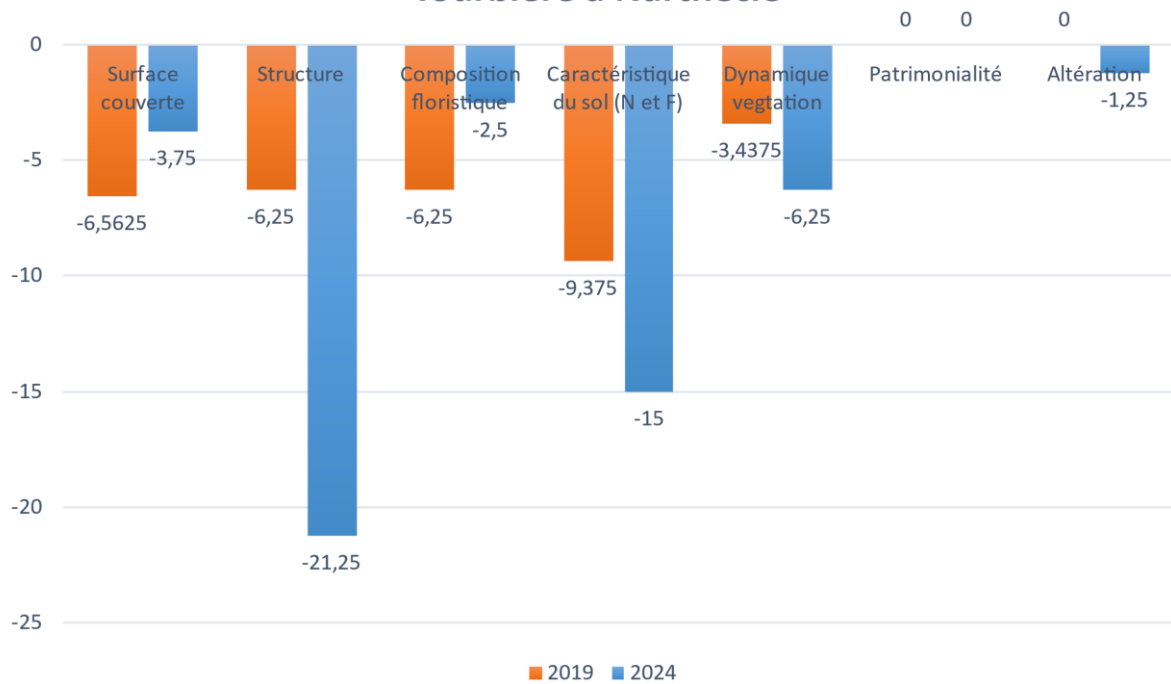


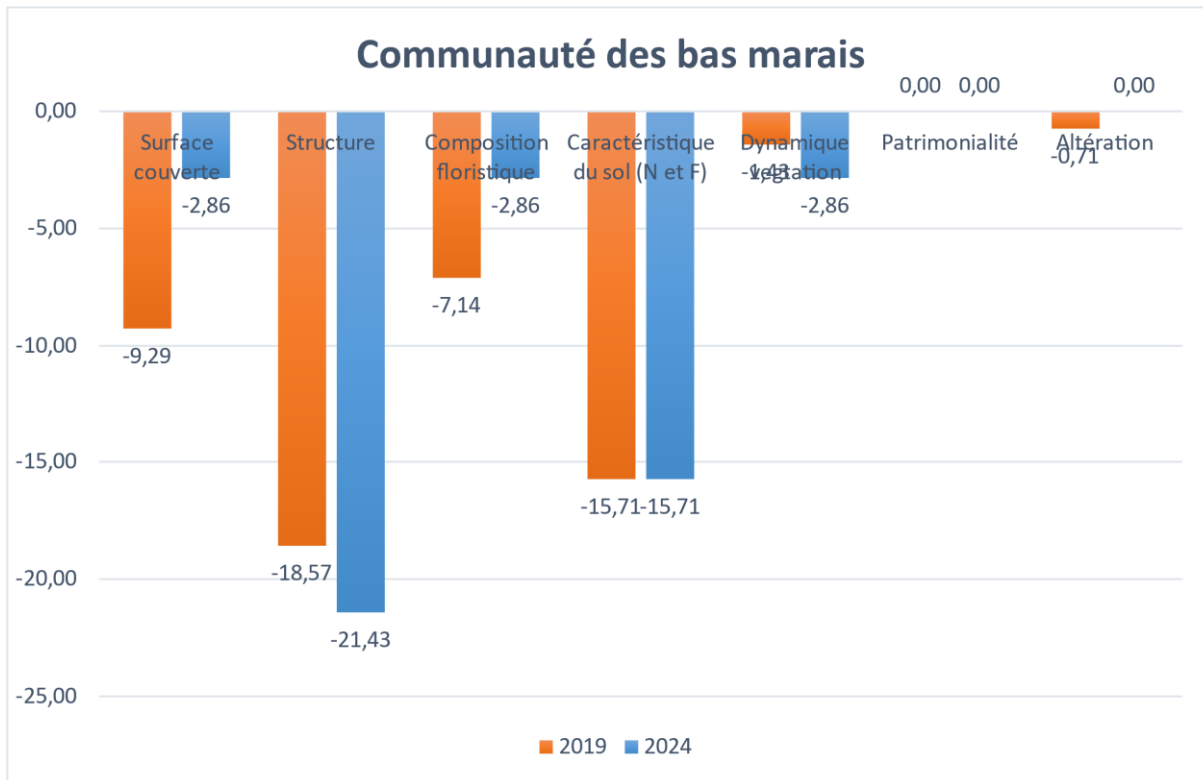


### Prairie diversifiée de fauche



### Tourbière à Narthécie





## **Annexe 6 : Script du logiciel R studio pour l'analyse EQA des polygones de landes humides**

## 1) Aller dans Files > ... > Sélectionner le dossier "Logiciel R Studio" et l'ouvrir sous R.

## 2) Aller dans Files > More (l'engrenage) > Set as working directory

```
install.packages(ecotraj)
```

```
library(ecotraj)
```

```
#https://emf-creaf.github.io/ecotraj/articles/IntroductionEQA.html
```

```
#loading libraries
```

```
library(ecotraj)
```

```
## Loading required package: Rcpp
```

```
library(vegan)
```

```
## Loading required package: permute
```

```
## Loading required package: lattice
```

```
## This is vegan 2.6-4
```

```
install.packages(permute)
```

```
install.packages(lattice)
```

```
library(vegclust)
```

```

library(ape)

library(ggplot2)

library(reshape2)

LHPolyEQA <- read_xlsx("LHPolyEQA.xlsx")

LHPolyEQA_comp <- as.matrix(LHPolyEQA[,-c(1,2)])

rownames(LHPolyEQA_comp) <- LHPolyEQA$ID

#Showing a first lines /columns subset

head(LHPolyEQA[,1:8])

# A tibble: 6 × 8
  ID   Ref  Agrostis.canina Angelica.sylvestris Anthoxanthum.odoratum Athyrium.filix.femina
  <chr> <lgl>          <dbl>          <dbl>          <dbl>          <dbl>
1 Lh1  FALSE          0              0              0              0
2 Lh2  FALSE          0              0              0              0
3 Lh3  FALSE          0              0              0              0
4 Lh4  FALSE          0              0              0              0.1
5 Lh5  FALSE         10              0              26              0
6 Lh6  FALSE         20              0              2              0.1
# i 2 more variables: Betula.pubescens <dbl>, Calluna.vulgaris <dbl>

LHPolyEQA_comp <- as.matrix(LHPolyEQA[!(names(LHPolyEQA) %in% c("ID", "Ref"))])

rownames(LHPolyEQA_comp) <- LHPolyEQA$ID

dim(LHPolyEQA_comp)

# [1] 49 109

LHPolyEQA_bc <- vegan::vegdist(LHPolyEQA_comp, method = "bray")

LHPolyEQA_env <- LHPolyEQA$ID[LHPolyEQA$Ref]

LHPolyEQA_assess <- compareToStateEnvelope(LHPolyEQA_bc, LHPolyEQA_env, m=1.7,
distances_to_envelope = TRUE)

head(LHPolyEQA_assess)

# Observation Envelope SquaredDist      Q
1      Lh1     FALSE  0.1760513 0.6972248
2      Lh2     FALSE  0.2153587 0.5727549
3      Lh3     FALSE  0.1792862 0.6854582
4      Lh4     FALSE  0.2974136 0.4038800
5      Lh5     FALSE  0.3427417 0.3424811
6      Lh6     FALSE  0.5707555 0.1813519

LHPolyEQA_assess$Status <- c(ifelse(LHPolyEQA_assess$Q >= 0.5, "Inside", "Outside"))

LHPolyEQA_assess[!LHPolyEQA_assess$Envelope,]

# Observation Envelope SquaredDist      Q Status
1      Lh1     FALSE  0.1760513 0.6972248 Inside
2      Lh2     FALSE  0.2153587 0.5727549 Inside
3      Lh3     FALSE  0.1792862 0.6854582 Inside
4      Lh4     FALSE  0.2974136 0.4038800 Outside
5      Lh5     FALSE  0.3427417 0.3424811 Outside
6      Lh6     FALSE  0.5707555 0.1813519 Outside

```

7	Lh7	FALSE	0.8518460	0.1065569	Oustside
8	Lh8	FALSE	0.3859807	0.2969556	Oustside
9	Lh9	FALSE	0.3382479	0.3478657	Oustside
10	Lh10	FALSE	0.5788439	0.1780640	Oustside
11	Lh11	FALSE	0.3635205	0.3192705	Oustside
12	Lh12	FALSE	0.6089262	0.1666676	Oustside
13	Lh13	FALSE	0.6049507	0.1681027	Oustside
14	Lh14	FALSE	0.2162219	0.5704218	Inside
15	Lh15	FALSE	0.8486648	0.1070974	Oustside
16	Lh16	FALSE	0.7428094	0.1281109	Oustside
17	Lh17	FALSE	0.4429643	0.2505700	Oustside
18	Lh18	FALSE	0.4584304	0.2400203	Oustside
19	Lh19	FALSE	0.1906385	0.6465053	Inside
20	Lh20	FALSE	0.1123281	1.0000000	Inside
21	Lh21	FALSE	0.4754786	0.2292194	Oustside
22	Lh22	FALSE	0.4013183	0.2831529	Oustside
23	Lh23	FALSE	0.8266079	0.1109753	Oustside
24	Lh24	FALSE	0.4886171	0.2214346	Oustside
25	Lh25	FALSE	0.5260464	0.2015073	Oustside
26	Lh26	FALSE	0.2994478	0.4007504	Oustside
27	Lh27	FALSE	0.3592335	0.3238438	Oustside
28	Lh28	FALSE	0.8224050	0.1117410	Oustside
29	Lh29	FALSE	0.5268890	0.2010934	Oustside
30	Lh30	FALSE	0.4386016	0.2536856	Oustside
31	Lh31	FALSE	0.5447854	0.1926256	Oustside
32	Lh32	FALSE	0.3700816	0.3124737	Oustside
33	Lh33	FALSE	0.6492658	0.1531915	Oustside
34	Lh34	FALSE	0.2454950	0.4994252	Oustside
35	Lh35	FALSE	0.2583721	0.4725612	Oustside
36	Lh36	FALSE	0.5724550	0.1806527	Oustside
37	Lh37	FALSE	0.3770790	0.3054834	Oustside
38	Lh39	FALSE	0.6154978	0.1643397	Oustside
39	Lh40	FALSE	0.7811927	0.1197468	Oustside
40	Lh41	FALSE	0.4016246	0.2828881	Oustside

```
pcoa_ploun<-ape::pcoa(LHPolyEQA_bc)
```

```
biplot(pcoa_ploun, LHPolyEQA_comp)
```

```
PCOA_DIM1_2 <- pcoa_ploun[["vectors"]][,1:2]
```

```
LHPolyEQA_assess$Dim1<-PCOA_DIM1_2[,1]
```

```
LHPolyEQA_assess$Dim2<-PCOA_DIM1_2[,2]
```

```
head(LHPolyEQA_assess)
```

#	Observation	Envelope	SquaredDist	Q	Status	Dim1	Dim2
#1	Lh1	FALSE	0.1760513	0.6972248	Inside	-0.3478173	-0.03511532
#2	Lh2	FALSE	0.2153587	0.5727549	Inside	-0.3997899	-0.12395411
#3	Lh3	FALSE	0.1792862	0.6854582	Inside	-0.3941040	-0.06242671
#4	Lh4	FALSE	0.2974136	0.4038800	Oustside	-0.1436735	-0.02357235
#5	Lh5	FALSE	0.3427417	0.3424811	Oustside	-0.3401934	0.04752019
#6	Lh6	FALSE	0.5707555	0.1813519	Oustside	0.2412812	0.19821038

```
p<-ggplot(LHPolyEQA_assess,
```

```
  mapping=aes(x=Dim1,y=Dim2,size=SquaredDist, color=Status, shape=Status))+
```

```
  geom_point()+
```

```
  scale_colour_manual(values=c("#00BFC4", "#F8766D"))+
```

```
  geom_text(LHPolyEQA_assess,
```

```
    mapping=aes(x=Dim1,y=Dim2,label=Observation),
```

```
      hjust=-0.3, vjust=-0.3, size=2.5, color="Black")+  
xlab(expression("PCoA1 (27.7%)"))+  
ylab(expression("PCoA2 (13.7%)"))  
p<-p + theme_minimal()+  
theme(  
  # Hide some graphical elements  
  panel.border = element_blank(),  
  panel.grid.major = element_blank(),  
  panel.grid.minor = element_blank(),  
  axis.line = element_line(colour = "black"))  
p
```