

Diagnostic agro-écologique des prairies humides en moyenne vallée de la Somme



Dominante d'approfondissement
Gestion des Milieux Naturels

Photographie de couverture : Prairie de fauche à Fontaine-sur-Somme (80), Juin 2016.© Lung

Diagnostic agro-écologique des prairies humides en moyenne vallée de la Somme

Dominante d'approfondissement
Gestion des Milieux Naturels

FICHE SIGNALÉTIQUE D'UN TRAVAIL D'ÉLÈVES

AgroParisTech	TRAVAUX D'ÉLÈVES
TITRE : Diagnostic agro-écologique des prairies humides en moyenne vallée de la Somme	Mots clés : caractérisation agro-écologique, diversité floristique, indicateurs de suivi, mesures agro-environnementales, prairies humides, pratiques agricoles
AUTEUR(S) : Lucie Lung	Promotion : 2015-2016
Caractéristiques : 1 Volume ; 147 Pages ; 41 Figures ; 22 Annexes ; bibliographie	

CADRE DU TRAVAIL

ORGANISME PILOTE OU CONTRACTANT : Conservatoire d'Espaces Naturels de Picardie		
Nom du responsable : M. Jérémy LEBRUN		
Fonction : Chargé de mission scientifique		
Nom du correspondant AgroParisTech : Jean-Claude Gégout		
<input type="checkbox"/> Spécialité	<input type="checkbox"/> Stage 2A <input checked="" type="checkbox"/> Stage fin d'études Date de remise : 18/10/2016	<input type="checkbox"/> Autre

SUITE À DONNER (réservé au Service des Etudes)

<input checked="" type="checkbox"/> Consultable et diffusable <input type="checkbox"/> Confidentiel de façon permanente <input type="checkbox"/> Confidentiel jusqu'au/...../..... , puis diffusable
--

Résumé

Face au constat de la régression et de la dégradation des prairies humides, l'Agence de l'eau Artois-Picardie a lancé un programme de maintien de l'agriculture en zones humides afin d'encourager la conservation de l'élevage dans le respect de l'environnement et la préservation du patrimoine naturel des prairies humides. Dans ce cadre, cette étude vise à dresser un premier diagnostic agro-écologique d'un échantillon de prairies humides sur un des huit sites pilotes : la moyenne vallée de la Somme. Afin d'étudier l'état écologique des prairies et de pouvoir suivre son évolution, des indicateurs écologiques ont été testés. Ces indicateurs, calculés à partir de données floristiques et faunistiques faciles à récolter sur le terrain, permettent d'obtenir des informations standardisées (engorgement, fertilité, biodiversité, potentiel fourrager, patrimonialité, etc.) et comparables entre années ou entre territoires. Les résultats obtenus ont été mis en relation avec les pratiques agricoles en usage sur les parcelles suivies et la contractualisation de mesures agro-environnementales. Cette étude a permis de caractériser le niveau hydrique d'une cinquantaine de parcelles de la zone d'étude selon trois classes et de dresser un « état initial » à l'aide des indicateurs les plus pertinents. Ces premiers résultats ont permis de révéler un état déjà assez dégradé des prairies humides gérées le plus intensivement (surpâturage, amendements, semis, etc.), où le couvert végétal est largement dominé par les graminées fourragères. À l'inverse, quelques espaces, gérés plus extensivement et correspondant généralement aux zones les plus humides, se sont révélés intéressants du point de vue du patrimoine naturel qu'ils abritent et de leur fonction écologique. À l'avenir, le suivi de ces indicateurs permettra d'identifier, s'il y a lieu, des régressions des prairies les plus humides, ou des changements de pratiques défavorables au maintien de l'état écologique de ces territoires (drainage, intensification, etc.).

Mots clés : caractérisation agro-écologique, diversité floristique, indicateurs de suivi, mesures agro-environnementales, prairies humides, pratiques agricoles, Programme de maintien de l'agriculture en zone humide.

Abstract

Across the north of France most wetland meadows are declining and being deteriorated. Therefore, the Agence de l'eau Artois-Picardie launched a program which aims at maintaining agriculture in wetlands and to promote environmental-friendly and biodiversity-friendly practices that could help to preserve the natural heritage of these meadows. In this context, this study aims at characterizing the agro-ecological state for a sample of wet meadows belonging to one of the pilot-sites: the middle valley of the river Somme. Some ecological indicators have been set up to study the ecological state of meadows and to follow its evolution. These indicators enable to provide standardized information (water logging, fertility, biodiversity, forage potential, patrimoniality, etc.) that can be compared between years and between territories. The results have been analysed in connection with agricultural practices and contractualization of agro-environmental measures. The first results give a characterization of the water level of fifty plots of the study area into three classes. Also, the indicators have been tested for the first time, which enabled to establish an "initial description" for comparison with future data. The results have revealed that wet grasslands are already quite degraded, particularly those which are the most intensively managed (overgrazing, soil fertilization, sowing, etc.), and whose vegetation is dominated by grasses. Conversely, some areas managed more extensively and generally corresponding to the wetter areas, showed interesting content regarding the natural heritage (flag species). In the future, these indicators and their monitoring should help to identify, if there is any, the regressions of the wet meadows, or changes in unfavorable practices to preserve the ecological state of these territories (drains, intensification of agricultural practices, etc.).

Key words : agro-ecological characterization, floristic diversity, monitoring indicators, agri-environment scheme, wet meadows, agricultural practices, program for maintaining farming in wetlands.

Remerciements

Je voudrais avant tout remercier mon maître de stage, Jérémy Lebrun, pour m'avoir permis de réaliser ce stage, et pour m'avoir encouragée et guidée tout au long des six mois passés au conservatoire d'espaces naturels de Picardie. Merci pour le partage de connaissances en botanique, l'aide sur le terrain et dans la détermination des nombreux échantillons rapportés au bureau. Merci également de m'avoir donné l'opportunité de participer aux réunions sur le projet, et pour tous les conseils de lectures qui m'ont fait progresser en analyse de données. Merci enfin pour les relectures et conseils qui m'ont permis d'avancer dans la rédaction de ce rapport.

Mes remerciements vont également à Clémentine Coûteaux pour son encadrement, son aide, ses conseils avisés et relectures. Merci d'avoir souvent fait le lien avec la Chambre d'agriculture, et de m'avoir fourni des informations précises sur les contractualisations de mesures agro-environnementales.

Je remercie aussi Francis Meunier dont les relectures ont contribué à l'aboutissement de ce rapport.

Merci également à mon tuteur de stage Jean-Claude Gégout pour son accompagnement et son encadrement durant ce stage.

J'adresse également mes remerciements à Gaëtan Rivière et Guillaume Chevallier pour les informations sur la gestion des parcelles de prairies sur les sites du conservatoire. Merci aussi à David Adam pour son aide dans l'élaboration d'un protocole de recueil de données sur les orthoptères, son accompagnement sur le terrain et son initiation à leur détermination. Merci à Gratien Testud et Marie Héraude pour leur aide en SIG et pour la formation dispensée sur QGIS.

Je remercie également Frédérique Darré de la Chambre d'agriculture de la Somme pour sa participation au projet, pour les informations fournies sur les analyses fourragères, et pour les contacts d'agriculteurs parfois difficiles à joindre.

Mes sincères remerciements vont aussi à tous les membres de l'antenne Somme du Conservatoire d'espaces naturels de Picardie pour leur accueil, leur bienveillance, et l'ambiance de travail agréable.

J'adresse également mes remerciements aux agriculteurs qui ont accepté de répondre à mes questions sur leurs pratiques, malgré les sollicitations nombreuses et la période chargée en travail.

Enfin, merci à ma famille qui m'a toujours soutenue et encouragée dans mes choix durant mon parcours, merci pour l'intérêt porté à mes études et aux divers sujets sur lesquels j'ai pu travailler.

Avertissement

Ce rapport présente les résultats du travail effectué dans le cadre d'un stage de fin d'étude d'ingénieur agronome, spécialisé en gestion des milieux naturels. Ce travail a été réalisé au Conservatoire d'espaces naturels de Picardie entre mars et septembre 2016, en un temps limité, avec avant tout un objectif pédagogique dans une situation professionnelle. Malgré le soin qui y a été apporté, il peut comporter des erreurs ou des imprécisions, et certains points abordés méritent des recherches ou une réflexion plus aboutie. Un travail plus approfondi semble nécessaire avant une application directe issue des résultats tels que présentés dans ce rapport. Nous invitons tout lecteur à garder un regard critique sur ce document.

Table des matières

REMERCIEMENTS	1
AVERTISSEMENT	2
TABLE DES MATIERES	3
LISTE DES FIGURES	6
LISTE DES TABLEAUX	8
INDEX ALPHABETIQUE DES ACRONYMES	9
INTRODUCTION	10
I – CONTEXTE DE L’ETUDE	12
I.1) LE TERRITOIRE DE LA ZONE D’ETUDE : LA MOYENNE VALLEE DE LA SOMME	12
I.1.1) Contexte géographique, climatique et géologique	12
I.1.2) Contexte territorial et historique	13
I.1.3) Contexte socio-économique	13
I.1.4) Contexte hydrologique et paysager	14
I.1.5) Patrimoine naturel	15
I.2) CADRE DE L’ETUDE ET LOCALISATION PRECISE DE LA ZONE D’ETUDE	16
I.2.1) Cadre de l’étude	16
I.2.1.1) Le Programme de Maintien de l’Agriculture en Zones Humides (PMAZH)	16
I.2.1.2) Acteurs et organismes initiateurs et porteurs du projet	17
I.2.1.3) Les mesures agro-environnementales sur la zone d’étude	18
I.2.1.4) Le Conservatoire d’espaces naturels de Picardie	19
I.2.2) Délimitation de la zone d’étude	19
I.3) LA PROBLEMATIQUE POSEE	20
I.3.1) Problématique générale	20
I.3.2) Les objectifs de l’étude	20
I.3.2.1) Objectifs globaux	20
I.3.2.2) Objectifs spécifiques	21
I.3.3) Activités et résultats attendus	21
II – MATERIEL ET METHODES	21
II.1) ORGANISATION DE L’ETUDE, CHOIX PREALABLES.....	21
II.1.1) Descripteurs, indicateurs, bio-indicateurs : concepts et définitions	21
II.1.2) Indicateurs étudiés	23
II.1.3) Choix des sites	26
II.1.4) Enquêtes sur les pratiques agricoles	27
II.1.4.1) Mise en place du questionnaire visant à recueillir les pratiques de gestion agricole	27
II.1.4.2) Données obtenues et ajustement	28
II.2) DETERMINATION DES NIVEAUX HYDRIQUES ET DU DEGRE DE PATRIMONIALITE SUR LES EXPLOITATIONS SELECTIONNEES.....	28
II.2.1) Utilisation d’une clé pour la détermination des niveaux hydriques et classification des profils de sol	28
II.2.2) Relevé de présence des espèces patrimoniales	29
II.2.3) Représentation cartographique	29
II.3) CARACTERISATION AGRO-ECOLOGIQUE DES PRAIRIES.....	30
II.3.1) Stratégie d’échantillonnage	30
II.3.2) Mise en place des tests des indicateurs retenus.....	31
II.3.2.1) Végétation	31

II.3.2.1.1) Protocole pour le recueil des données	32
II.3.2.1.2) Préparation des données, calcul des indicateurs.....	32
II.3.2.1.3) Méthode d'analyse des données	32
II.3.2.1.3.1) Test de fiabilité de l'utilisation de la clé de détermination des niveaux hydriques	33
II.3.2.1.3.2) Caractérisation des prairies en moyenne vallée de la Somme.....	33
II.3.2.1.3.3) Évaluation de la pertinence des indicateurs retenus et des variables environnementales utilisées	34
II.3.2.1.3.4) Lien entre état écologique, pratiques agricoles et contractualisation de MAE.....	34
II.3.2.2) Orthoptères	36
II.3.2.2.1) Protocole pour le recueil des données	36
II.3.2.2.2) Préparation des données et méthodes d'analyse.....	36
III – RESULTATS ET INTERPRETATION	36
III.1) RESULTATS GENERAUX	36
III.2) CARTOGRAPHIE DES NIVEAUX HYDRIQUES ET PATRIMONIALITE DES PRAIRIES	36
III.2.1) Niveaux hydriques des parcelles prospectées	37
III.2.2) Validation de l'utilisation de la clé de détermination des niveaux hydriques	38
III.2.3) Degré de patrimonialité des parcelles.....	40
III.3) ÉTAT DES LIEUX, CARACTERISATION ECOLOGIQUE DES PRAIRIES EN MOYENNE VALLEE DE LA SOMME	43
III.3.1) Structure du jeu de données, composition floristique	43
III.3.2) Variabilité des valeurs des indicateurs au sein du jeu de données.....	46
III.4) PERTINENCE DES INDICATEURS RETENUS ET DES VARIABLES ENVIRONNEMENTALES UTILISEES	48
III.4.1) Les indicateurs choisis permettent-ils de tous de mesurer des paramètres différents ?.....	48
III.4.2) Quelles variables de gestion retenir ?	50
III.5) PRATIQUES AGRICOLES, MAE, ET BIODIVERSITE	51
III.5.1) Quels sont les liens entre les pratiques de gestion et l'état écologique et agronomique des prairies ?	51
III.5.1.1) Approche par la composition floristique	51
III.5.1.2) Approche par les notes des indicateurs.....	54
III.5.2) La contractualisation de MAE permet-elle un meilleur état écologique des prairies ?	58
III.6) RESULTATS DES PROSPECTIONS ORTHOPTERES	61
IV – DISCUSSION ET PERSPECTIVES.....	62
IV.1) LE MAINTIEN DES ACTIVITES D'ELEVAGE AU CŒUR DES ENJEUX LIES AUX PRAIRIES HUMIDES	62
IV.2) DISCUSSION METHODOLOGIQUE	64
IV.2.1) Stratégie d'échantillonnage et propositions d'amélioration.....	64
IV.2.2) Avantages et limites des indicateurs testés	64
IV.3) PERSPECTIVES ET POURSUITE DE L'ETUDE.....	67
IV.3.1) Extension de la cartographie des niveaux hydriques sur l'ensemble de la moyenne vallée de la Somme.....	67
IV.3.2) De nouveaux indicateurs de suivi.....	67
IV.3.3) Vers un observatoire des prairies humides ?.....	68
CONCLUSION.....	69
BIBLIOGRAPHIE	70
SITES INTERNET	72
LISTE DES CONTACTS.....	73
TABLE DES ANNEXES	74

ANNEXE 1 : LISTE DES COMMUNES CONCERNEES PAR LE PROGRAMME DE MAINTIEN DE L'AGRICULTURE EN ZONES HUMIDES, EN MOYENNE VALLEE DE LA SOMME.....	75
ANNEXE 2 : QUESTIONNAIRE ADRESSE AUX AGRICULTEURS	76
ANNEXE 3 : CLE DE DETERMINATION DES NIVEAUX HYDRIQUES.....	78
ANNEXE 4 : FICHE TERRAIN POUR LES RELEVES PEDOLOGIQUES	79
ANNEXE 5 : FICHE TERRAIN POUR LES RELEVES FLORISTIQUES	81
ANNEXE 6 : FICHE TERRAIN POUR LES RELEVES ORTHOPTERES	83
ANNEXE 7 : FICHE TERRAIN POUR LES RELEVES VANNEAU HUPPE.....	84
ANNEXE 8 : DELIMITATION ET DESCRIPTION DES TRONÇONS UTILISES POUR LE DECOUPAGE DE LA ZONE D'ETUDE.....	85
ANNEXE 9 : RESULTATS DU CALCUL DES INDICATEURS SUR CHAQUE PARCELLE.....	86
ANNEXE 10 : COMMENTAIRES SUR LES ANALYSES FOURRAGERES REALISEES EN LABORATOIRE ET SUR LA VALEUR PASTORALE CALCULEE	87
ANNEXE 11 : ANNUAIRE DES EXPLOITATIONS AYANT PARTICIPE A L'ETUDE	88
ANNEXE 12 : CARTOGRAPHIE DES NIVEAUX HYDRIQUES, PORTION AVAL (FLIXECOURT - ABBEVILLE).....	89
ANNEXE 13 : CARTOGRAPHIE DES NIVEAUX HYDRIQUES, PORTION INTERMEDIAIRE (AMIENS - FLIXECOURT).....	90
ANNEXE 14 : CARTOGRAPHIE DES NIVEAUX HYDRIQUES, PORTION AMONT (CORBIE - AMIENS)	91
ANNEXE 15 : CARTOGRAPHIE DU DEGRE DE PATRIMONIALITE, PORTION AVAL (FLIXECOURT - ABBEVILLE)...	92
ANNEXE 16 : CARTOGRAPHIE DU DEGRE DE PATRIMONIALITE, PORTION INTERMEDIAIRE (AMIENS – FLIXECOURT)	93
ANNEXE 17 : CARTOGRAPHIE DU DEGRE DE PATRIMONIALITE, PORTION AMONT (CORBIE - AMIENS)	94
ANNEXE 18 : CARTOGRAPHIE DE L'ENSEMBLE DES RELEVES FLORISTIQUES REALISES SELON LEUR RICHESSE SPECIFIQUE	95
ANNEXE 19 : MATRICES DES COEFFICIENTS V DE CRAMER DES CORRELATIONS ENTRE LES VARIABLES DE GESTION.....	96
ANNEXE 20 : TABLEAU RECAPITULATIF DES ESPECES PATRIMONIALES CONTACTEES, DE LEURS STATUTS, MENACES, RARETES ET REGLEMENTATIONS	96
ANNEXE 21 : LISTE ALPHABETIQUE DES NOMS LATINS DES ESPECES RELEVees	98
ANNEXE 22 : FASCICULE PRESENTANT LES « FICHES INDICATEURS » (VERSION PROVISoire).....	100

Liste des figures

Figure 1 : Localisation du département de la Somme.	12
Figure 2: La moyenne vallée de la Somme.	12
Figure 3: Zones d'inventaires et zones réglementaires en moyenne vallée de la Somme.	15
Figure 4: Les 8 sites pilotes du programme de maintien de l'agriculture en zones humides.....	16
Figure 5: La "zone à dominante humide" et le périmètre de la zone d'étude.	19
Figure 6: Le modèle PER (source : Couvet <i>et al.</i> , 2007).....	22
Figure 7: Les grandes classes de sols utilisées (III, IV, V, VI, H).	29
Figure 8: Découpage de la zone d'étude.	30
Figure 9: Cartographie des parcelles de prairie selon leur niveau hydrique (extrait).....	37
Figure 10: Répartition des parcelles selon le niveau hydrique (total: 52 parcelles).....	37
Figure 11: Répartition des parcelles étudiées selon leur superficie et leur niveau hydrique.....	37
Figure 12: Répartition de la surface prospectée selon les niveaux hydriques.	38
Figure 13: Relation entre l'indice floristique d'engorgement du sol et les niveaux hydriques déterminés sur le terrain.....	38
Figure 14 : Cartographie des parcelles selon leur degré de patrimonialité au niveau floristique (extrait).	40
Figure 15 : Répartition des parcelles selon le nombre d'espèces patrimoniales rencontrées.....	41
Figure 16: Occurrence des espèces patrimoniales rencontrées (nombre de parcelles où l'espèce est présente).	41
Figure 17: Répartition des espèces patrimoniales selon le degré de rareté.	42
Figure 18: Répartition des espèces patrimoniales selon le niveau de menace.	42
Figure 19: Photographies de quelques espèces patrimoniales.....	42
Figure 20: Résultats de l'AFC, plan factoriel, graphique des individus (relevés) et variables (espèces).	43
Figure 21: Résultats de l'ANSC, graphique des relevés (à gauche) et des espèces.	44
Figure 22: Résultats de l'ACP, graphique des relevés (à gauche) et cercle de corrélation des variables.	45
Figure 23: Résultats de l'ACP, graphique des variables (indicateurs).....	47
Figure 24: Résultats de l'ACP, graphique des individus (relevés)..	47
Figure 25: Représentation des corrélations entre indicateurs.....	48
Figure 26: Triplot de la RDA pour le modèle $Y \sim$ quantité de fertilisation + nombre de coupes.	51
Figure 27: Triplot de la RDA pour le modèle $Y \sim$ type d'animaux + quantité de fertilisation + chargement + durée du pâturage.	51
Figure 28: Triplot de la RDA pour le modèle $Y \sim$ type d'animaux + quantité de fertilisation + nombre de coupes + durée du pâturage + chargement.	52
Figure 29: Distribution de l'indice d'engorgement selon le mode de gestion.....	54
Figure 30: Distribution de l'indice de diversité selon la quantité de fertilisation.	54
Figure 31: Distribution de la valeur pastorale selon la quantité de fertilisation.....	54
Figure 32: Distribution de l'indice de diversité selon la durée du pâturage.	55
Figure 33: Distribution de l'indice de diversité selon le chargement.	55
Figure 34: Distribution de l'indice de fertilité selon le nombre de fauches.....	56
Figure 35: Indice de fertilité selon l'absence/limitation de fertilisation.	58
Figure 36: Indice de diversité selon l'absence/limitation de la fertilisation.	58
Figure 37: Indice de fertilité selon l'ajustement de la pression de pâturage.....	59
Figure 38: Indice de diversité 1-Hill selon l'ajustement de la pression de pâturage.....	59
Figure 39: Valeur pastorale selon un retard de fauche.	59

Figure 40: Nombre moyen d'individus de l'espèce *Stethophyma grossum* observés sur 25m² selon le mode de gestion et le niveau hydrique des parcelles prospectées. 61

Figure 41: Nombre moyen d'individus de l'espèce *Stethophyma grossum* observés sur 25m² selon les modalités prises par le chargement et le temps de pâturage (parcelles pâturées)..... 62

Liste des tableaux

Tableau 1: Mesures agro-environnementales pour les prairies et zones humides en 2015-2016 en moyenne vallée de la Somme.	18
Tableau 2 : Les différents indicateurs à l'étude.	24
Tableau 3 : Répartition de l'effort d'échantillonnage selon le découpage de la zone d'étude.	30
Tableau 4: Répartition des parcelles et quadras selon le niveau hydrique et le mode de gestion.	31
Tableau 5: Modalités des variables quantitatives étudiées.	35
Tableau 6: Modalité retenues pour l'étude de l'effet des mesures agro-environnementales.	35
Tableau 7: Récapitulatif des hypothèses formulées et des tests réalisés.	60

Index alphabétique des acronymes

ABP : Agriculture biologique en Picardie

ACP : Analyse en composantes principales

ACPVI : Analyse en composantes principales avec variables instrumentales

AFC : Analyse factorielle des correspondances

AMEVA : Aménagement et valorisation de la Somme

ANOVA : Analyse de variance

ANSC : Analyse non symétrique des correspondances

CCA : Analyse canonique des correspondances

CEN Picardie : Conservatoire d'espaces naturels de Picardie

DDTM : Direction départementale des territoires et de la mer

DRAAF : Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt

DREAL : Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement

IGN : Institut national de l'information géographique et forestière

MAE : Mesure agro-environnementale

MAEc : Mesure agro-environnementale climatique (succédant aux MAEt)

MAEt : Mesure agro-environnementale territorialisée

MVS : Moyenne vallée de la Somme

PER : Pression-état-réponse

PMAZH : Programme de maintien de l'agriculture en zones humides

RDA : Analyse canonique de redondance

SDAGE : Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux

SIG : Système d'information géographique

TFG : Type fonctionnel de graminées

UN : Unité d'azote

ZICO : Zone importante pour la conservation des oiseaux

ZNIEFF : Zone d'intérêt écologique faunistique et floristique

ZPS : Zone de protection spéciale

ZSC : Zone spéciale de conservation

Introduction

En France métropolitaine, les prairies humides représentent une superficie d'un million d'hectares, soit presque les deux tiers du total représenté par l'ensemble des zones humides (Eaufrance, 2015). Surtout localisées en moyenne montagne et dans les vallées alluviales, les prairies humides sont donc la catégorie de zone humide majoritaire en termes de superficie. Les zones inondables de ces prairies bénéficient de l'apport de sédiments et de matière organique lors des crues, ce qui rend la productivité biologique de ces espaces élevée. La flore est dominée par des plantes herbacées (joncs, graminées) liées à une submersion temporaire (souvent hivernale), et soumises à des cycles de fauche ou de pâturage.

À l'inverse des grands sites bien connus et pour lesquels des actions de conservation sont mises en place, les prairies humides constituent le plus souvent des « zones humides ordinaires », c'est-à-dire des zones de superficie modeste et généralement mal connues, n'ayant pas fait l'objet d'autant d'attention. Pourtant, l'effet cumulé de la dégradation de ces sites ordinaires (landes, tourbières, prairies) à l'échelle d'un bassin versant, engendre de graves conséquences. En effet, ces prairies humides, abritant un patrimoine naturel remarquable tant au niveau faunistique (oiseaux, y compris migrateurs, insectes), que floristique, représentent un enjeu majeur pour le maintien des zones humides. Dans un contexte de changement climatique et d'intensification des phénomènes météorologiques, il est bon également de rappeler le fort pouvoir de rétention d'eau que présentent les prairies humides, qui leur permet de jouer un rôle tampon lors des crues, leur conférant ainsi une utilité notable dans la prévention des risques d'inondation (en plus de bien d'autres services écosystémiques rendus par les zones humides, notamment l'auto-épuration des eaux par piégeage de certains métaux lourds, le déstockage progressif des eaux assurant la recharge des nappes, etc.).

Malgré l'importance des milieux humides, tant sur le plan écologique que pour les services écosystémiques qu'ils nous rendent, ces milieux restent fragiles et menacés. À l'échelle mondiale, plus de la moitié des zones humides a été détruite au cours du dernier siècle, et la France a perdu 50% de ses zones humides entre 1960 et 1990 (Bernard, 1994). Si la régression des milieux humides dans leur ensemble s'est atténuée depuis les années 1990, cela n'est pas vrai pour le cas particulier des prairies humides, dont la superficie continue de diminuer notablement et dont l'état se dégrade fortement (Ximenes *et al.*, 2007) (Commissariat général au Développement durable, 2012). Ainsi, les prairies humides sont à l'heure actuelle les milieux humides qui enregistrent les plus forts taux de régression et qui présentent les états de conservation les plus mauvais.

Les principales menaces pesant sur ces milieux sont l'urbanisation, l'artificialisation et l'intensification de l'agriculture, ainsi que la pollution liée aux activités humaines. Les activités anthropiques (drainage, remblaiement, mise en culture, bétonnage, etc.) modifient profondément le régime d'écoulement des eaux, ce qui, en plus de causer de graves dommages sur le plan écologique (dégradation de l'état écologique des cours d'eau, menace pour la biodiversité), présente aussi de nombreux risques quant à la gestion de la ressource en eau (érosion des sols, accélération de la pollution, accroissement des phénomènes de crues et d'inondations, etc.).

Ce constat fait ressortir un paradoxe car l'utilisation des zones humides à des fins agricoles a longtemps permis de sauvegarder la qualité de ces milieux. En effet, la fauche et le pâturage permettent tous deux de maintenir ouverts les marais et assurent ainsi la conservation de nombreuses espèces animales et végétales qui y sont liées en empêchant le boisement de ces milieux. Cependant, l'intensification de l'agriculture dans la deuxième moitié du xx^e siècle, en lien avec les progrès technologiques et les politiques rurales et agricoles (primes, quotas), a entraîné la destruction de

nombreux milieux humides (assèchement, labour et mise en culture, eutrophisation par excès d'engrais, augmentation du régime de fauche ou de pâturage, contamination par l'emploi de pesticides, etc.). À l'autre extrême, la déprise agricole conduit à l'enfrichement et au boisement progressif des milieux ouverts comme les prairies, entraînant la fermeture de ces milieux, ce qui engendre une forte modification de la flore et de la faune, avec la disparition des espèces prairiales. Les modifications d'utilisation du sol, notamment le boisement (culture de peupliers remplaçant les prairies humides, ou cultures de résineux sur des landes humides, par exemple) ont également de graves conséquences écologiques (épuisement des sols, appauvrissement de la biodiversité). Ainsi, c'est sous la condition d'une agriculture plus respectueuse de l'environnement que les activités humaines pourront assurer la conservation et la préservation des prairies humides.

Face à ce constat, l'Agence de l'eau Artois-Picardie a lancé le Programme de Maintien de l'Agriculture en Zones Humides (PMAZH) sur huit territoires pilotes du bassin Artois-Picardie, dont la moyenne vallée de la Somme. Ce programme vise à maintenir l'élevage en zones humides tout en favorisant des pratiques extensives et plus respectueuses de l'environnement. La préservation de ces espaces, bien souvent liés aux marais de la vallée de la Somme est d'autant plus importante que ce réseau de marais et d'étangs constitue l'une des plus vastes tourbières alcalines du nord de la France, s'inscrivant dans un paysage profondément marqué par l'agriculture intensive (monocultures de blé et de betteraves sucrières) sur les grands plateaux crayeux du département de la Somme, au sein duquel les vallées et le littoral concentrent les derniers espaces naturels.

Cette étude s'inscrit dans le cadre du programme de maintien de l'agriculture en zones humides, et vise à réaliser un diagnostic à « l'instant t » de l'état agro-écologique des prairies humides en moyenne vallée de la Somme. Pour ce faire, la première étape consiste en la mise en place de différents indicateurs permettant de rendre compte de l'état des prairies de façon synthétique et formalisée. Le test de ces indicateurs en 2016 permet également de dresser un « état initial » qui pourra être utilisé comme point de comparaison pour les études ultérieures, et pour le suivi de l'état écologique des prairies humides (étude diachronique).

Après une présentation du contexte de l'étude, nous aborderons les caractéristiques des différents indicateurs retenus, puis les méthodes de recueil et d'analyse des données relevées sur le terrain. Enfin, les résultats des différents indicateurs seront présentés, puis mis en perspective avec les paramètres environnementaux et les pratiques agricoles de gestion des prairies sur le territoire de la moyenne vallée de la Somme.

I – Contexte de l'étude

I.1) Le territoire de la zone d'étude : la moyenne vallée de la Somme

La zone de l'étude est la moyenne vallée de la Somme, il s'agit de la portion de la vallée Somme se situant entre les communes de Corbie en amont et Abbeville en aval. La Somme et sa vallée, qui traversent le département éponyme, présentent des paysages très différents du reste du territoire dans lequel elles s'inscrivent. En effet, cette zone plus « préservée » contraste avec les grandes cultures qui s'étendent sur les plateaux.

I.1.1) Contexte géographique, climatique et géologique

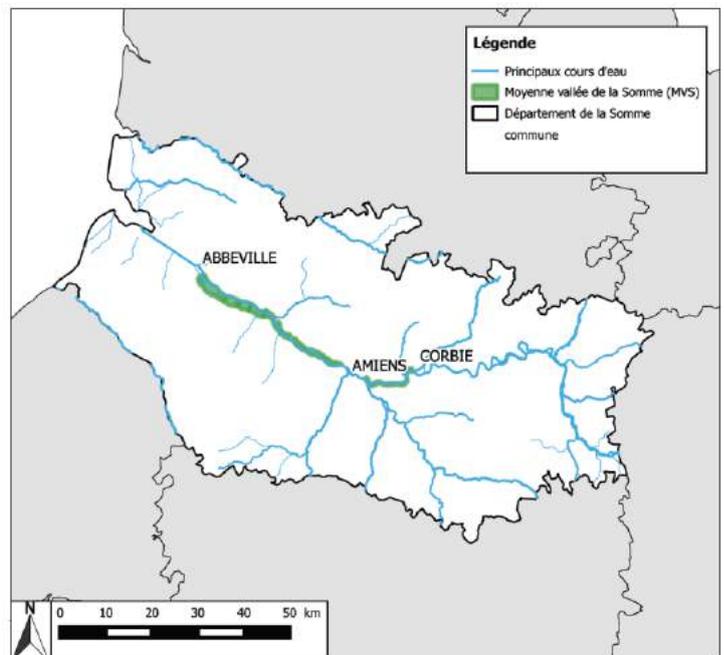
La Somme est l'un des cinq départements de la nouvelle région Hauts-de-France (fig. 1). Il porte le nom du fleuve qui le traverse, prenant sa source dans l'Aisne à Croix-Fonsommès et se jetant dans la Manche au niveau de la Baie de Somme, après avoir traversé notamment les villes de Saint-Quentin (Aisne), Amiens et Abbeville (Somme) (Lebrun et François, 2014).

Le fleuve Somme est généralement découpé en 3 parties que sont la haute Somme (à l'amont de Corbie), la moyenne vallée de la Somme (MVS) (de Corbie à Abbeville) et la basse vallée de la Somme, à l'aval d'Abbeville (Lebrun et François, 2014). L'étude présentée par ce rapport est réalisée en moyenne vallée de la Somme. Si dans la bibliographie, le découpage et les limites des haute, moyenne, et basse vallées de la Somme diffèrent selon les ouvrages, dans ce rapport, la moyenne vallée de la Somme désigne la portion de vallée comprise entre Corbie et Abbeville (fig. 2).

Figure 1: Localisation du département de la Somme.



Figure 2: La moyenne vallée de la Somme.



Le climat en Picardie est qualifié comme « climat océanique dégradé des plaines du centre et du nord ». Il est caractérisé par une température moyenne d'environ 10,5°C et des précipitations annuelles d'environ 750 mm bien réparties sur toute l'année. La moyenne vallée de la Somme connaît une transition climatique longitudinale : un climat océanique franc à l'ouest aux environs d'Abbeville et un

climat « océanique dégradé des plaines du centre et du Nord » dans la partie est, aux environs d'Amiens et Corbie (Lebrun et François, 2014).

Le relief de la vallée de la Somme est peu accidenté, et l'altitude maximale dépasse à peine les 200 m. Les paysages sont peu diversifiés, essentiellement constitués de vastes plateaux crayeux recouverts de limon fertile, découpés par les vallées.

La géologie est assez simple et comprend un affleurement du Crétacé supérieur, sous un faciès de craie très développé sur les territoires de la Somme, du nord de l'Aisne et de l'ouest de l'Oise. La moyenne vallée de la Somme est complètement inscrite dans la craie blanche du Crétacé, qui forme le substratum des marais. Elle est recouverte par les alluvions anciennes et récentes : alluvions anciennes du Pléistocène, dépôts colluviaux de formations limoneuses, débris de craie et de terre arables, et alluvions récentes de l'Holocène (Lebrun et François, 2014).

I.1.2) Contexte territorial et historique

La vallée de la Somme est un territoire occupé par l'homme depuis des millénaires. En effet, des fouilles réalisées dans la moyenne vallée de la Somme permettent de dater la présence humaine à – 600 000 ans. Cet axe a longtemps été considéré comme un enjeu stratégique et commercial et a été défendu dès l'Antiquité. En attestent les quatre oppida gallo-romains se situant dans la vallée sur les promontoires crayeux (Le Boudec *et al.*, 2007).

Au Moyen-âge, c'est la force hydraulique du courant qui est utilisée par les nombreux moulins barrant les différents bras de la Somme. Ils permettaient notamment de fabriquer du papier, de travailler le chanvre et le lin, et de dégraisser les laines (Le Boudec *et al.*, 2007).

La moyenne vallée de la Somme a longtemps été un axe de circulation majeur pour relier la Manche à Paris, notamment entre Amiens et Abbeville. Le fleuve, la route, le canal puis le chemin de fer s'y sont juxtaposés. Le paysage de la moyenne vallée de la Somme a été structuré par les échanges historiques : le commerce, l'extraction de la tourbe, et l'industrialisation des campagnes, notamment l'industrie textile qui a marqué de nombreux villages. La canalisation du fleuve entre 1770 et 1835 a permis d'améliorer la navigabilité (bancs de sable, crues). L'essentiel du trafic concerne les céréales et les betteraves, et le canal est concurrencé par le train dès les années 1850 (Le Boudec *et al.*, 2007). Ce territoire rural reste historiquement et économiquement le cœur de la Somme.

Pendant de nombreuses années, la tourbe était le seul combustible disponible. Son exploitation, surtout localisée entre les communes de l'Etoile et Fontaine-sur-Somme a connu son apogée à la période de la révolution industrielle lors de laquelle les matériaux de combustion étaient particulièrement recherchés. Elle était expédiée vers les villes et constituait un commerce profitable dont les revenus ont permis aux communes de la vallée de s'enrichir et de se rénover. De ces siècles d'exploitations, il reste des étangs aux contours géométriques appelés « entailles » qui, après exploitation, se sont remplis d'eau, augmentant le domaine humide de la vallée (Le Boudec *et al.*, 2007).

I.1.3) Contexte socio-économique

La vallée de la Somme concentre 70 % de la population du département et la grande majorité de ses villes. L'eau, la pêche, le transport, la force motrice, ont concentré dans la vallée une structure d'habitat qui s'est maintenue après la révolution industrielle (Le Boudec *et al.*, 2007).

La principale activité économique en vallée de la Somme reste l'activité agricole. Celle-ci concerne essentiellement l'élevage. Les prairies, destinées à la fauche ou au pâturage, sont dominantes, en

raison du fond de vallée à caractère humide qui est défavorable à l'implantation de cultures. Ces dernières sont cependant présentes sur plusieurs secteurs, surtout en bordures de zones tourbeuses et sur les reliefs. Généralement implantées suite à de profonds drainages, elles ont eu tendance à s'étendre au détriment des surfaces en herbe (Lebrun et François, 2014).

La vallée de la Somme est aussi le lieu d'implantation de peupleraies depuis plus d'un siècle. Cependant, l'intérêt économique en chute et l'apparition de maladies ont ralenti la progression de la populiculture.

À noter que les prairies et marais représentent 31,6 % des zones humides de la moyenne vallée de la Somme, ce qui en fait la deuxième catégorie d'occupation du sol en surface (la première est représentée par les boisements qui occupent 35 % des zones humides de ce territoire) (Direction départementale des territoires de la Somme, 2015).

C'est également le principal territoire de loisir et de tourisme du département. Les campings, les étangs de pêche et les huttes de chasse s'échelonnent le long fleuve. Les pratiques de chasse sont très développées et ancrées dans l'histoire du territoire de la moyenne vallée de la Somme. Cet usage génère d'ailleurs une activité économique importante par la location des huttes de chasse. Cette occupation plus ou moins spontanée pose parfois des problèmes environnementaux (Le Boudec *et al.*, 2007). Les activités touristiques sont également bien développées sur la vallée de la Somme. Elles sont surtout en lien avec le patrimoine historique (site archéologique de Samara, châteaux de Long et de Picquigny) et le patrimoine naturel avec le développement de l'écotourisme en provenance de la côte picarde (où le parc ornithologique du Marquenterre est fréquenté annuellement par 150 000 visiteurs). L'aménagement du chemin de halage en voie verte a également permis le développement de l'activité de tourisme sur ce territoire (Lebrun et François, 2014).

I.1.4) Contexte hydrologique et paysager

La Somme prend sa source à Croix-Fonsommes à 85 m d'altitude et se jette dans la Manche à Saint-Valéry-sur-Somme après 245 km de parcours. Son bassin versant a une superficie de 5 560 km². Ce fleuve est caractérisé par une pente très faible, de l'ordre de 3,6 % (Le Boudec *et al.*, 2007), des eaux lentes et un débit régulier de l'ordre de 34,9 m³/s à proximité de l'embouchure. Il a la particularité d'être canalisé sur plus de la moitié de son cheminement, sur 156 km, de Saint-Simon à son embouchure (donc sur toute la portion en moyenne vallée de la Somme). Le fond de vallée alluvial a un substrat majoritairement tourbeux alcalin, alimenté surtout par les sources artésiennes carbonatées. En moyenne vallée de la Somme, le fleuve possède sept affluents : l'Hallue, l'Avre, la Selle, l'Airaines, le Saint-Landon, la Nièvre et le Scardon. La largeur du fleuve en moyenne vallée de la Somme est de l'ordre de 40 m. Des inondations très importantes hexadécennales sont à noter, la dernière ayant eu lieu en 2001. À l'inverse, certaines années sont chaudes et sèches (2003, 2006) (Le Boudec *et al.*, 2007) (Lebrun et François, 2014).

La vallée de la Somme, s'inscrit dans un paysage caractérisé par de vastes étendues ouvertes avec quelques îlots forestiers et quelques parcelles de prairies permanentes destinées à une activité d'élevage. Les paysages évoluent sensiblement par l'agrandissement des structures agraires, l'intensification de la production et des systèmes de culture. Dans ce contexte, les fonds de vallée, et notamment la vallée de la Somme concentrent les zones où le sol est plus humide et moins fertile. Ces terrains incultes, régulièrement inondés, sont utilisés depuis longtemps pour la fauche ou le pâturage (Le Boudec *et al.*, 2007) et accueillent encore aujourd'hui une grande partie des surfaces en prairie (Turpin, 2012). Le fond de vallée est bordé de versants crayeux dont les plus abrupts peuvent atteindre 100 m de dénivelé par rapport au fleuve. Ces versants sont souvent des larris (coteaux calcaires

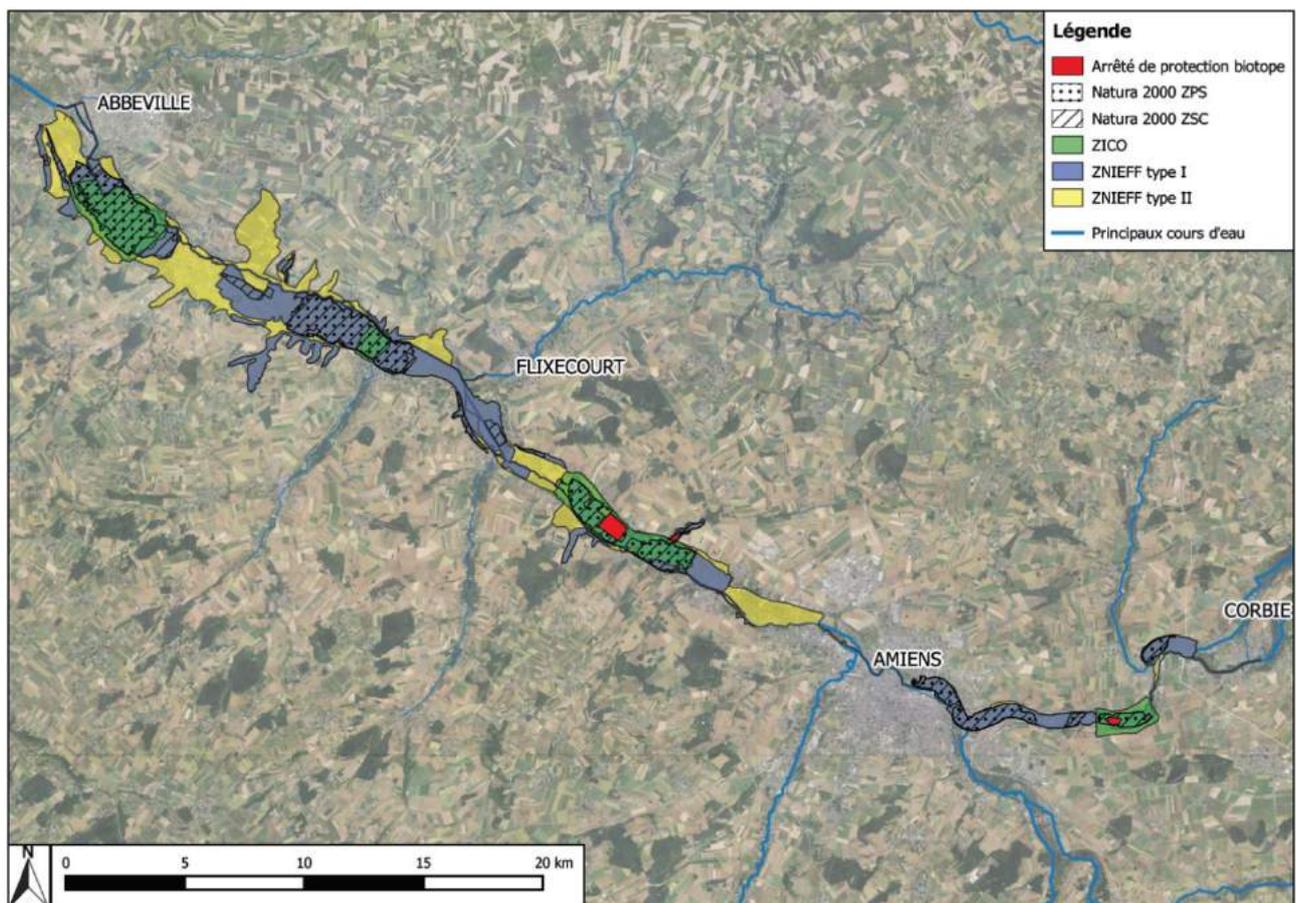
picards) abritant une végétation particulière. Ainsi les paysages verts, boisés, humides et sauvages de la moyenne vallée de la Somme diffèrent nettement de ceux des plateaux cultivés (Le Boudec *et al.*, 2007).

Depuis de nombreuses années, la vallée a été très aménagée par les activités anthropiques, qui ont façonné le paysage (canalisation du fleuve, extraction de tourbe et graviers, créations d'infrastructures urbaines, routières et ferroviaires)(Lebrun et François, 2014).

I.1.5) Patrimoine naturel

La vallée de la Somme représente, par son étendue, l'un des plus importants marais tourbeux alcalin de l'Europe de l'ouest. Entre les sources de la Somme et Abbeville, le fond de vallée principalement tourbeux représente une surface de 20 000 ha. Le caractère tourbeux et alcalin de cette zone de marais permet de créer les conditions favorables à des habitats aquatiques, amphibies et mésohygrophiles qui abritent des espèces remarquables, autant pour la faune (Blongios nain, Butor étoilé, Gorgebleue à miroir, Triton crêté, Pélodyte ponctué, Anguille, Phalène sagittée...) que pour la flore (Renoncule grande douve, Fougère à crête, Fritillaire pintade, Pulsatille, Orchis incarnat, Orchis négligé, Ache rampante...) (Conservatoire des sites naturels de Picardie, 2010).

Figure 3: Zones d'inventaires et zones réglementaires en moyenne vallée de la Somme.



Le territoire de la vallée de la Somme concentre une flore, une faune et une mosaïque de milieux humides, qui présentent un intérêt particulier. Plusieurs zones d'inventaire et zones réglementaires y sont délimitées (fig. 3), et plus de la moitié des territoires de la vallée est inventoriée en ZNIEFF (Le Boudec *et al.*, 2007). Cinq zones Natura 2000 y sont situées, une zone de protection spéciale (ZPS) « Étangs et marais du bassin de la Somme » et quatre zones spéciales de conservation (ZSC) « Marais

et monts de Mareuil Caubert », « Basse vallée de la Somme de Pont Rémy à Breilly », « Réseau de coteaux calcaires du Ponthieu méridional », et « Marais de la moyenne Somme entre Amiens et Corbie ». Trois arrêtés de protection de biotope y ont été créés : « Marais communal de la Chaussée-Tirancourt », « Vallée d'Acon », et « Grand marais de la queue ». La vallée comporte également une zone importante pour la conservation des oiseaux (ZICO) « Étangs et marais du bassin de la Somme » (PE02), et sept zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique (ZNIEFF) de type I qui représentent au total 4 592 ha (n° 80VDS102 « Marais de la vallée de la Somme entre Eaucourt-sur-Somme et Abbeville », n° 80VDS103 « Marais de la vallée de la Somme entre Crouy-Saint-Pierre et Pont-Rémy », n° 80VDS110 « Marais de la vallée de la Somme entre Ailly-sur-Somme et Yzeux », n° 80VDS111 « Vallée d'Acon à la Chaussée-Tirancourt », n° 80VDS112 « marais de la vallée de la Somme entre Daours et Amiens », n° 80VDS113 « Marais et larris de Daours/Corbie », et n° 80VDS118 « Cours de la Somme ») et une ZNIEFF de type II qui englobe l'ensemble de la moyenne vallée de la Somme, nommée « Haute et moyenne vallée de la Somme entre Croix-Fonsommes et Abbeville » (n° 80VDS201) (Lebrun et François, 2014) (Direction départementale des territoires de la Somme).

I.2) Cadre de l'étude et localisation précise de la zone d'étude

I.2.1) Cadre de l'étude

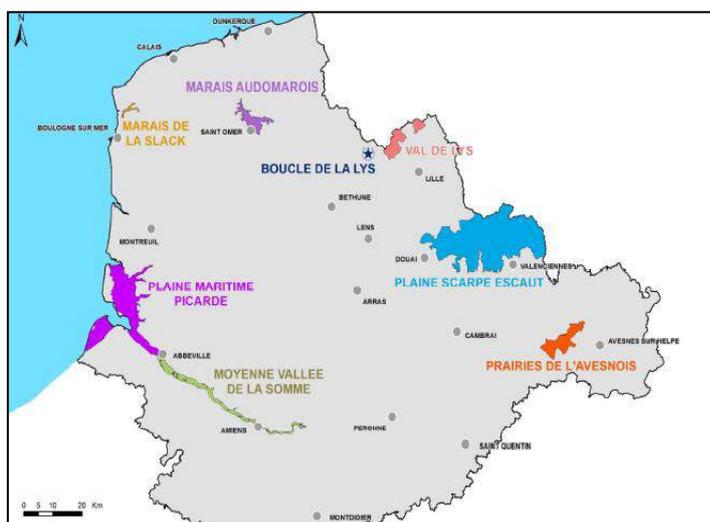
Cette étude s'inscrit dans un cadre plus large associant à la fois une étude technico-économique des exploitations agricoles, un suivi sanitaire et un suivi écologique des prairies. Elle fait partie du volet « biodiversité » du projet « Programme de maintien de l'agriculture en zone humide ».

I.2.1.1) Le Programme de Maintien de l'Agriculture en Zones Humides (PMAZH)

Le 5 février 2014, à l'occasion de la journée mondiale des zones humides, l'Agence de l'Eau Artois-Picardie, les chambres d'agriculture de la Somme et du Nord-Pas-de-Calais, les départements du Nord, du Pas-de-Calais et de la Somme, la Région Picardie et la préfecture de la Région Picardie ont signé une convention cadre en faveur du maintien de l'agriculture en zones humides, suite au constat d'un déclin des zones humides et du rôle, sous certaines conditions, de l'agriculture dans le maintien de ces milieux. Ce programme s'étend sur une durée de 5 ans (2013-2018) (Chevillard *et al.*, 2014).

Le programme de maintien de l'agriculture en zones humides (PMAZH) concerne 8 territoires sur le bassin Artois-Picardie, qui constituent des sites pilotes : les prairies de l'Avesnois, la plaine Scarpe-Escaut, le Val de Lys, la boucle de la Lys, le marais Audomarois, le marais de la Slack, la plaine maritime picarde et la moyenne vallée de la Somme (fig. 4). Il vise notamment à maintenir l'élevage bovin et le maraîchage, qui occupent un tiers des zones à dominante humide du bassin Artois-Picardie, tout en favorisant l'usage de pratiques extensives, plus respectueuses de l'environnement et de la biodiversité qu'abritent ces milieux (Chevillard *et al.*, 2014).

Figure 4: Les 8 sites pilotes du programme de maintien de l'agriculture en zones humides (source : Agence de l'eau Artois-Picardie).



Ce programme d'actions est organisé en 5 axes :

- l'amélioration des soutiens publics aux agriculteurs (mesures compensatoires, MAE, etc.),
- la maîtrise du foncier (déprise agricole, périmètre de protection et de mise en valeur des espaces naturels et urbains),
- l'accompagnement technique des agriculteurs,
- la valorisation des productions (circuits courts, agriculture biologique),
- l'évaluation des actions et la mutualisation des expériences.

Le programme souligne l'importance de renforcer la viabilité des systèmes agricoles d'élevage et de maraîchage en proposant des solutions tenant compte des enjeux économiques, sociaux, et techniques. L'objectif est de proposer des solutions permettant un équilibre entre le maintien des activités agricoles et de leur viabilité sur ces territoires et la préservation des fonctionnalités des zones humides (Chevallard *et al.*, 2014).

Les pratiques agricoles permettent en effet de limiter l'enfrichement et le boisement progressif des prairies, maintenant ainsi la présence d'espèces et d'habitats d'intérêts patrimoniaux. L'élevage, notamment en moyenne vallée de la Somme, revêt donc une importance particulière dans le maintien des milieux ouverts et de leur biodiversité, sous certaines conditions et dans la mesure où les pratiques de gestion des prairies sont adaptées à la conservation et à la protection de la biodiversité qui leur est associée (Chambre d'agriculture de la Somme, 2015).

Un programme de mesures agro-environnementales (territorialisées (MAET) puis climatiques (MAEC) depuis 2015) dans la vallée de la Somme est piloté depuis 2009 par le Conseil départemental de la Somme, en partenariat avec la Chambre d'agriculture de la Somme et le Conservatoire d'espaces naturels de Picardie. Le développement de cet outil fait partie du programme de maintien de l'agriculture en zones humides (Chambre d'agriculture de la Somme, 2015).

I.2.1.2) Acteurs et organismes initiateurs et porteurs du projet

Le PMAZH est initié par l'Agence de l'eau Artois-Picardie. La déclinaison de ce programme sur le site pilote de la moyenne vallée de la Somme est co-pilotée par le Conseil départemental de la Somme et la Chambre d'agriculture de la Somme. Le Conservatoire d'espaces naturels de Picardie est un partenaire clé du programme, puisqu'il est en charge de la réalisation du volet biodiversité.

Le comité technique rassemble ces trois organismes partenaires du projet ainsi que le Conseil régional de Picardie et l'Agence de l'eau Artois-Picardie. Il se réunit deux à trois fois par an pour échanger sur les actions mises en œuvre, les résultats et les actions à venir. Le comité de pilotage est composé des organismes cités plus haut, ainsi que de la direction départementale des territoires et de la mer (DDTM), de la direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL), de la direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt (DRAAF), du Conservatoire du littoral, de l'AMEVA (Aménagement et valorisation de la Somme, EPTB Somme) et de l'ABP (Agriculture Biologique en Picardie).

Le Conseil départemental de la Somme a pour rôle le co-pilotage du projet avec la chambre d'agriculture de la Somme : organisation, animation et restitution des réunions, réalisation des documents d'information nécessaires.

La Chambre d'agriculture de la Somme est chargée de réaliser une étude permettant de caractériser le territoire de la moyenne vallée de la Somme et de l'agriculture qui y est pratiquée. Elle est également en charge de l'animation des MAE et de l'évaluation des précédents programmes de

contractualisations environnementales (notamment l'identification des freins à la contractualisation). La Chambre d'agriculture propose aussi un accompagnement des éleveurs afin d'améliorer la gestion des prairies humides dans l'optique d'optimiser les systèmes de production tout en préservant les milieux naturels et leur biodiversité (accompagnement technique et économique individuel, mesures de productivité des prairies). Enfin, la chambre d'agriculture s'occupera également d'étudier la valorisation des productions agricoles produites sur zones humides et de façon durable, et la possible diversification des activités agricoles.

Le Conservatoire d'espaces naturels de Picardie contribue à l'animation du dispositif des MAE. Il a également pour mission de mener une étude écologique sur les prairies retenues dans le cadre du projet : caractérisation des prairies, recherches de données patrimoniales historiques et analyse et suivi écologique des prairies (suivi d'espèces floristiques et faunistiques indicatrices) dans l'objectif de mettre en perspective ces données avec les pratiques menées. Il intervient sur les différentes étapes du projet, pour la caractérisation écologique des prairies (faune, flore), l'évaluation et l'animation des MAE (sur le volet biodiversité) (Chambre d'agriculture de la Somme, 2015).

I.2.1.3) Les mesures agro-environnementales sur la zone d'étude

Dans le projet agro-environnemental 2015-2016 de la vallée de la Somme, 19 mesures agro-environnementales climatiques concernant les prairies et les zones humides sont proposées en contractualisation aux agriculteurs. Elles sont résumées dans le tableau 1 :

Tableau 1: Mesures agro-environnementales pour les prairies et zones humides en 2015-2016 en moyenne vallée de la Somme.

Code de la mesure	Libellé
HE01	Absence de fertilisation azotée
HE05	Ajustement de la pression de pâturage (0,6 à 1,2 UGB)
HE07	Ajustement de la pression de pâturage (0,6 à 1,2 UGB) et absence de fertilisation azotée
HE18	Retard de fauche (après le 25 juin)
HE22	Retard de fauche (après le 25 juin) et absence de fertilisation azotée
HE30	Création et maintien d'un couvert herbacé pérenne
HE32	Création et maintien d'un couvert herbacé pérenne avec ajustement de la pression de pâturage (0,6 à 1,2 UGB)
HE34	Création et maintien d'un couvert herbacé pérenne avec ajustement de la pression de pâturage (0,6 à 1,2 UGB) et absence de fertilisation azotée
HE38	Création et maintien d'un couvert herbacé pérenne avec retard de fauche (après le 25 juin)
HE42	Création et maintien d'un couvert herbacé pérenne avec retard de fauche (après le 25 juin) et absence de fertilisation azotée
ZH01	Gestion de zones humides
ZH02	Gestion de zones humides avec ajustement de la pression de pâturage (0,6 à 1,2 UGB)
ZH04	Gestion de zones humides avec ajustement de la pression de pâturage (0,6 à 1,2 UGB) et absence de fertilisation azotée
ZH08	Gestion de zones humides avec retard de fauche (après le 25 juin)
ZH12	Gestion de zones humides avec retard de fauche (après le 25 juin) et absence de fertilisation azotée
HA01	Entretien de haies
AR01	Entretien d'arbres isolés ou en alignements
RI01	Entretien de ripisylves
FO01	Entretien de fossés et de rigoles

I.2.1.4) Le Conservatoire d'espaces naturels de Picardie

Le Conservatoire d'espaces naturels de Picardie, organisme en charge notamment de la réalisation du volet « biodiversité » du PMAZH est une association à but non lucratif, reconnue d'intérêt général et créée en 1989 dont les objectifs sont la préservation et la valorisation du patrimoine naturel remarquable de la région.

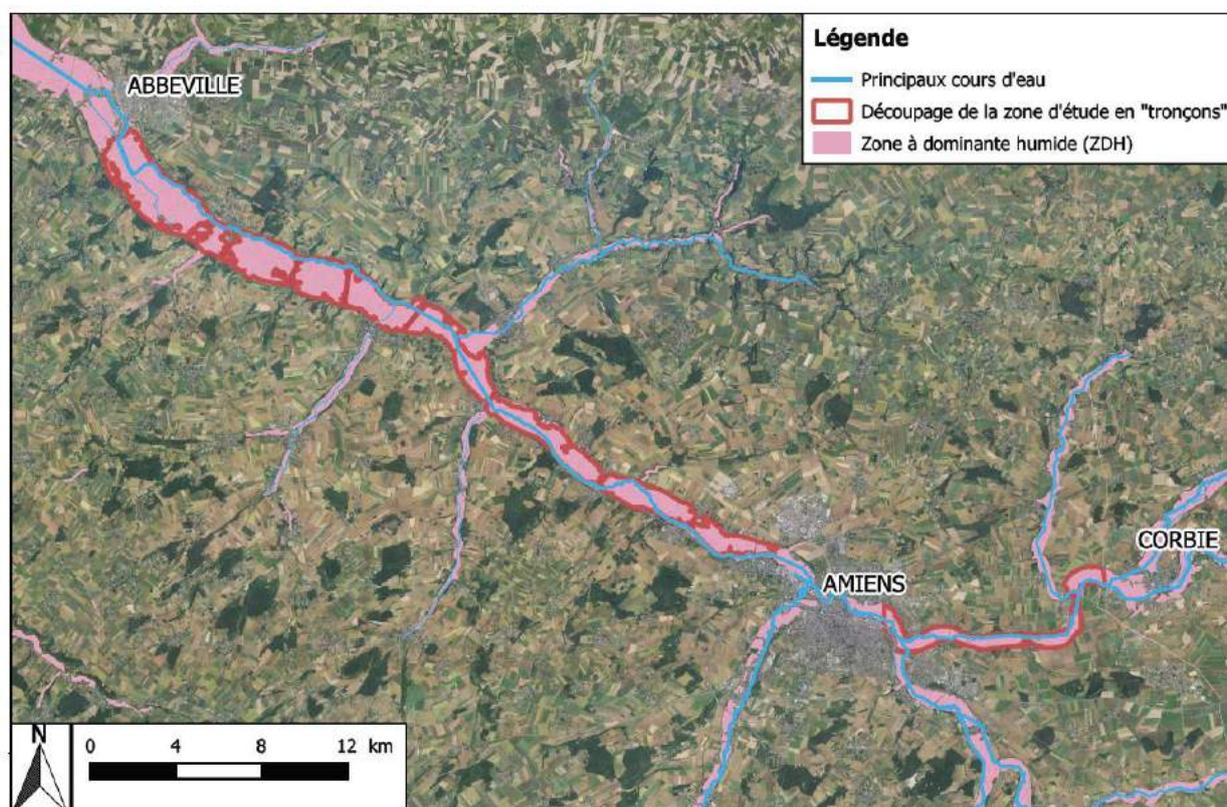
Réparti sur trois antennes (Aisne, Oise et Somme), le Conservatoire d'espaces naturels de Picardie assure la gestion de 282 sites naturels (prairies alluviales, marais, coteaux calcaires, tourbières, etc.) qui représentent 10 681 ha (au 31/12/2015). Le Conservatoire compte plus de 600 adhérents et 51 conservateurs bénévoles pour une équipe salariée de 48 personnes. Le budget d'exploitation était en 2015 de 4 005 000 euros. Cette même année, 5 985 participants ont pu profiter des 219 sorties nature proposées et 834 personnes ont participé aux 39 chantiers nature organisés (Conservatoire d'espaces naturels de Picardie, 2016). Dans la Somme, 76 sites sont en gestion directe sur 1 247 ha et 21 sites sont en assistance à la gestion pour 551 ha (Conservatoire d'espaces naturels de Picardie, 2016).

Comme les 30 Conservatoires de France adhérents à la Fédération des conservatoires d'espaces naturels, le CEN Picardie a pour missions de connaître (inventaires et suivis de la biodiversité), protéger (maîtrise foncière, convention d'intervention), gérer (entretien et restauration des sites) et valoriser les espaces naturels (accueil et sensibilisation du public, diffusion des connaissances, etc.).

I.2.2) Délimitation de la zone d'étude

Si le PMAZH porte sur l'ensemble de la moyenne vallée de la Somme, les zones concernées par cette étude sont plus restreintes.

Figure 5: La "zone à dominante humide" et le périmètre de la zone d'étude.



Comme évoqué plus haut, la zone d'étude comprend l'ensemble des 39 communes situées le long de la moyenne vallée de la Somme, c'est-à-dire entre les communes de Corbie et d'Abbeville (liste des communes concernées en annexe 1). Plus précisément, ce sont les parcelles agricoles de prairies qui sont concernées par l'étude. Les parcelles sélectionnées doivent faire partie de la « zone à dominante humide » dont les limites ont été établies par l'Agence de l'eau Artois-Picardie. Cette cartographie a été réalisée à partir de différentes sources d'informations (carte de SDAGE, scan 1/25000 IGN, photo-interprétation de photographies aériennes ou satellitaires, données exogènes, étude de l'occupation du sol, etc.) (fig. 5) (Guérin, 2009).

À noter que le terme « prairie » peut désigner des notions différentes selon la personne qui l'emploie. En phytosociologie, une prairie désigne « une formation végétale constituée de plantes herbacées formant des peuplements hauts et denses, au moins durant une partie de l'année [...] Leur utilisation (pâturage à bovin et/ou fauche) les oppose aux pelouses, non fauchées et parcours des ovins. » (Bournerias *et al.*, 2001). Les prairies humides correspondent à des formations herbacées vivaces, denses et plus ou moins hautes (Fernex *et al.*, 2015). On distingue le plus souvent les prairies permanentes (ou prairies « naturelles »), les prairies temporaires (qui sont semées quelques années avant d'être retournées), et les prairies artificielles qui sont le plus souvent des cultures de légumineuses (Bournerias *et al.*, 2001).

Dans ce rapport, le terme « prairie » reprendra la définition ci-dessus, en y ajoutant la notion de limites physiques (clôture, fossés, haies), ainsi il désignera plus précisément une « parcelle » de prairie.

I.3) La problématique posée

I.3.1) Problématique générale

La problématique générale vise d'une part à rendre plus objective la caractérisation écologique des prairies, en utilisant des mesures « standardisées » obtenues par le calcul des indicateurs, et d'autre part à définir précisément les pratiques agricoles afin d'estimer leurs impacts sur l'état écologique des prairies. L'utilisation de critères formalisés (indicateurs) rend également possible un suivi dans le temps.

I.3.2) Les objectifs de l'étude

L'objectif général du programme de maintien de l'agriculture en zone humide est à la fois d'analyser l'intérêt écologique des prairies humides en moyenne vallée de la Somme, d'étudier l'éventuel « handicap » que constituent ces prairies situées en zone humides pour les exploitants agricoles (difficultés d'accès, humidité, productivité des prairies, réglementation, etc.), et d'accompagner les éleveurs dans l'amélioration de leurs pratiques. Dans ce cadre, les objectifs de cette étude portent sur la caractérisation de l'état écologique actuel d'un échantillon de prairies situées en moyenne vallée de la Somme.

I.3.2.1) Objectifs globaux

Deux objectifs globaux peuvent être différenciés :

- 1- Valider le caractère humide des parcelles des exploitations participantes et affiner cette caractérisation en précisant l'intensité du gradient hydrique des prairies selon 3 niveaux (hygrophile, mésohygrophile, mésophile)
- 2- Dresser un premier état des lieux de la qualité agro-écologique des prairies de ces mêmes exploitations à travers des indicateurs d'état (cf. II.1.1)

I.3.2.2) Objectifs spécifiques

Afin de répondre aux objectifs généraux de l'étude, les objectifs spécifiques peuvent être détaillés comme suit :

- 1- Produire une cartographie des prairies des exploitations participantes selon trois niveaux hydriques de référence : hygrophile, mésohygrophile, mésophile.
- 2- Rechercher et sélectionner une batterie d'indicateurs écologiques permettant de caractériser l'état agro-écologique des prairies.
- 3- Tester les indicateurs retenus sur le territoire de la moyenne vallée de la Somme en adaptant si besoin les méthodologies et critères d'évaluation utilisés par ailleurs aux caractéristiques de la zone d'étude.
- 4- Analyser les résultats en lien avec les paramètres environnementaux et les pratiques de gestion.

I.3.3) Activités et résultats attendus

Afin de répondre aux objectifs du stage, les activités à mener peuvent être déclinées selon trois grandes étapes. La première est la réflexion concernant les indicateurs pertinents à retenir pour le suivi des prairies et la rédaction de fiches permettant la description et la justification scientifique des indicateurs, la rédaction des protocoles à mettre en œuvre pour recueillir sur le terrain les données utilisées dans le calcul des indicateurs et de fiches proposant des pistes pour l'interprétation des résultats des indicateurs. La deuxième étape consiste en la mise en place de ces protocoles sur le terrain et la bancarisation des données. Enfin, la dernière étape vise à analyser des données recueillies en lien avec les pratiques de gestion et les paramètres environnementaux.

La cartographie des prairies selon les trois niveaux hydriques sera menée en parallèle à l'aide de prospections sur le terrain (analyse de la flore et sondages pédologiques) des prairies des exploitations sélectionnées.

Les résultats attendus sont la réalisation d'une carte du niveau hydrique des prairies des exploitations ainsi qu'une analyse de l'état écologique des prairies (lié aux « notes » données par les différents indicateurs) en relation avec les pratiques de gestion des prairies. L'idée est de pouvoir identifier les pratiques favorables à un « bon état écologique » des prairies humides de la moyenne vallée de la Somme.

II – Matériel et méthodes

II.1) Organisation de l'étude, choix préalables

En raison d'un temps limité pour la réalisation de l'étude, il a été nécessaire de faire des choix à la fois sur les paramètres mesurés (variables de réponse) et permettant le calcul des indicateurs retenus, sur la prise en compte des facteurs influençant l'état écologique des prairies (variables explicatives), ainsi que sur le nombre et la sélection des sites à prospector.

II.1.1) Descripteurs, indicateurs, bio-indicateurs : concepts et définitions

Pour évaluer l'état écologique des prairies humides et pouvoir suivre l'évolution de cet état dans le temps, il est nécessaire de disposer d'éléments permettant d'évaluer l'état de conservation de ces milieux et d'estimer les effets des pratiques de gestion (dans le cas des prairies, il s'agit essentiellement des pratiques agricoles) sur les écosystèmes. Plutôt que de suivre l'état écologique des

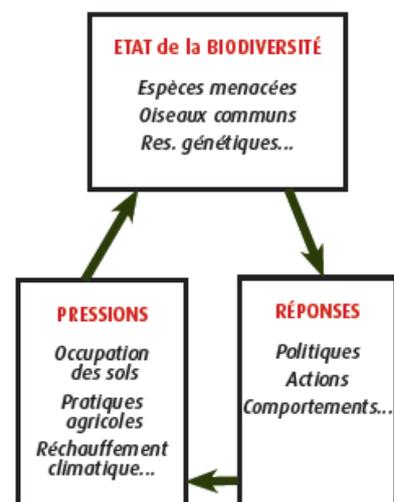
prairies en décrivant simplement par exemple la composition floristique ou le nombre d'individus d'une espèce faunistique, l'idée est de mettre en place et d'utiliser des indicateurs de suivi. En effet, l'utilisation de ces outils permet de rendre compte de manière synthétique de l'état écologique d'une prairie, par l'attribution d'une valeur pour chaque indicateur retenu. De plus, ces outils rendent possible la comparaison entre les territoires et le suivi dans le temps de l'état écologique des prairies (Forum des marais atlantiques, 2015).

Les notions d'indicateurs et de descripteurs ne sont pas assimilables et définissent deux éléments différents. Le Forum des Marais Atlantiques définit, dans la « Malette d'indicateurs de travaux et de suivis en zones humides » (2015) un descripteur comme un paramètre simple, potentiellement évolutif, qualifiable et quantifiable, décrivant l'évolution d'une composante sans prévoir l'ensemble du fonctionnement du système. À l'inverse, un indicateur vise à renseigner sur l'état d'un système dans sa globalité par rapport à un objectif ou un état de référence. Sa vocation est de résumer une information composite ou les informations de plusieurs descripteurs. Un indicateur peut donc se baser sur plusieurs descripteurs (ex : indicateur : indice de diversité floristique ; descripteurs : nombre d'espèces, abondance de chacune des espèces) (Forum des marais atlantiques, 2015).

Selon le Muséum national d'histoire naturelle, les bio-indicateurs, ou indicateurs biologiques, sont des espèces ou des groupes d'espèces décrivant la fonction ou la structure de l'habitat, caractéristiques de conditions écologiques précises et réagissant rapidement à des modifications des conditions, ce qui permet de suivre l'évolution de l'état des milieux. L'état de référence de l'indicateur (ou valeur seuil) est la valeur attendue de l'indicateur dans un milieu en bon état de conservation et fonctionnel. La définition de cette valeur seuil peut être obtenue par mesure des indicateurs sur un milieu en bon état de conservation et représentant l'objectif à atteindre, ou bien par des études bibliographiques. La comparaison de la valeur de l'indicateur avec cette valeur seuil permet d'évaluer le niveau d'altération ou de conservation du milieu (Forum des marais atlantiques, 2015). Les indicateurs de biodiversité sont des mesures quantifiées et répétables pouvant être comparées dans l'espace et dans le temps. Leurs principaux objectifs sont le suivi de la dynamique de la biodiversité en temps réel, l'identification des pressions anthropiques les plus fortes, la communication avec le public et les décideurs, l'élaboration de stratégies de conservation et le suivi de l'efficacité des actions menées (Couvét *et al.*, 2007) (Couvét *et al.*, 2008).

L'identification d'un indicateur se fait par la méthode PER (Pression-État-Réponse) développée par l'Organisation de coopération et de développement économique en 1993, étudiée dans le cas d'études socio-économiques sur l'environnement et présentant trois compartiments (fig. 6) : l'état de la biodiversité, les pressions (activités humaines, modifications des conditions de milieu, etc.) et les réponses de la société (actions menées, politiques mises en place, prise de conscience par les communautés et les individus, etc.) (Wilson *et al.*, 2001) (Couvét *et al.*, 2007). Ceci donne lieu à la distinction de 3 catégories d'indicateurs : les indicateurs de pression qui reflètent la pression exercée par les activités humaines ou les processus naturels engendrant des modifications du milieu ; les indicateurs d'état qui permettent de décrire la situation écologique d'un milieu à un instant donné, et les changements d'état dans le temps ; et les indicateurs de réponse, qui permettent d'évaluer les effets des mesures mises en place pour résoudre un problème

Figure 6: Le modèle PER (source : Couvet *et al.*, 2007).



environnemental (Forum des marais atlantiques, 2015). Ce modèle permet de formaliser les interactions entre la biodiversité et les sociétés humaines (Couvét *et al.*, 2007) (Couvét *et al.*, 2008).

Ce modèle présente des ambiguïtés qu'il est important de mettre au clair pour sa compréhension. Par exemple, le terme « réponse » désigne ici la réponse de la société humaine face à un changement de biodiversité, et non la réponse du milieu aux changements globaux (pressions ou actions mises en œuvre pour sa conservation). La caractérisation des compartiments est également source d'ambiguïté : en effet, un même indicateur peut parfois être indicateur d'état, de pression ou de réponse suivant la façon dont il est interprété. L'exemple fourni par Couvét *et al.* l'illustre bien : la surface en espaces protégés peut à la fois être un indicateur de pressions (l'augmentation de ces surfaces est corrélée à une diminution des pressions), d'état (si l'on admet que l'état de la biodiversité est généralement plus favorable dans ces espaces), et de réponse (disposition de la société à la création d'espaces protégés) (Couvét *et al.*, 2007) (Couvét *et al.*, 2008).

II.1.2) Indicateurs étudiés

Le choix des indicateurs doit répondre aux enjeux environnementaux et aux objectifs attendus. Ici, il s'agit de suivre l'état écologique des prairies faisant l'objet d'une gestion agricole et d'évaluer l'évolution de cet état en fonction du maintien de ces pratiques, encouragé par les MAEC, ou au contraire, de l'abandon ou de la modification des pratiques de gestion.

Le choix des indicateurs se fait selon leur capacité à quantifier les processus à la base des fonctions de l'écosystème que l'on souhaite évaluer (Forum des marais atlantiques, 2015). Le double intérêt d'un indicateur est qu'il doit permettre de fournir une information simple et accessible à un large public tout en conservant un maximum de rigueur scientifique assurant sa fiabilité et sa pertinence. La qualité d'un indicateur peut ainsi être évaluée selon 5 critères : la facilité de mise en œuvre, la lisibilité, la sensibilité aux variations du milieu, la reproductibilité et la stabilité vis-à-vis des variations spatio-temporelles (Forum des marais atlantiques, 2015) (Wilson *et al.*, 2001) .

Afin de faciliter la mise en œuvre du calcul d'un indicateur, les données récoltées doivent être accessibles simplement et faciles à recueillir sur le terrain, par des moyens peu coûteux. Les indicateurs constituant des outils de pilotage dont dépendent les prises de décision, leur lisibilité doit être claire et accessible au plus grand nombre. Ils doivent être compréhensibles facilement et sans prérequis, par la simple valeur qui leur est attribuée. Par ailleurs, ils doivent être sensibles aux variations de milieu ou aux pratiques que l'on souhaite évaluer, ce qui permet de repérer facilement des changements. Il faut également s'assurer de leur reproductibilité, et notamment du fait, sous réserve que les conditions sont identiques, que le calcul de l'indicateur puisse être fait par des opérateurs différents tout en conduisant aux mêmes résultats. Enfin, sa variabilité spatio-temporelle doit être faible, en l'absence de perturbations majeures (Forum des marais atlantiques, 2015) (Wilson *et al.*, 2001).

L'ensemble des indicateurs suivis lors de ce projet sont des indicateurs d'état de la biodiversité. Les enquêtes réalisées auprès des exploitants agricoles permettent néanmoins de calculer des indicateurs de pression, liés essentiellement aux pratiques agricoles, ainsi que des indicateurs de réponse (par exemple, le nombre de contractualisation en MAE), mais ces aspects ne seront que peu abordés dans ce rapport.

Dans le cadre du projet de caractérisation agro-écologique des prairies en moyenne vallée de la Somme, 8 indicateurs sont étudiés, dont 6 sont basés sur une analyse de la végétation essentiellement et demandent donc des données relativement simples à récolter sur le terrain. Deux autres indicateurs

sont basés sur des relevés faunistiques, l'un concernant le groupe des orthoptères (notamment deux espèces, le criquet ensanglanté, *Stetophyma grossum*, et le conocéphale des roseaux, *Conocephalus dorsalis*), l'autre un oiseau limicole, le vanneau huppé, *Vanellus vanellus*.

Une brève description de ces indicateurs est présentée dans le tableau 2.

Tableau 2: Les différents indicateurs à l'étude.

Tendance de l'indicateur	Indicateur	Description et outils employés pour le calcul de l'indicateur	Protocole de recueil des données	Justification de l'indicateur	Testé en 2016
Ecologique	Indice d'état de conservation de la population d'orthoptère	Suivi du nombre d'individus	Transects 10m, ILA (indice linéaire d'abondance)	Mesure la qualité de la prairie et son niveau hydrique	Oui
	Indicateur de l'état de la population nicheuse de Vanneau huppé	Suivi du nombre d'individus	Dénombrement des couples nicheurs, coefficients ECBB	Mesure l'état écologique (fragmentation et état du couvert), la pression des pratiques agricoles	Non
	Indice d'évolution des aires de présence des espèces patrimoniales	Suivi de la superficie et de la répartition des aires de présence	Cartographie des aires de présence	Mesure l'intérêt patrimonial de la prairie	Non
	Indice floristique d'engorgement	Valeurs indicatrices d'Ellenberg	Relevés phytosociologiques 25m ²	Mesure l'engorgement de la prairie, le niveau hydrique	Oui
	Indice de diversité floristique	Richesse spécifique, Indices de Shannon, Simpson, Hill, Piérou	Relevés phytosociologiques 25m ²	Mesure la biodiversité, les pressions des pratiques agricoles	Oui
	Indice floristique de fertilité du sol	Valeurs indicatrices d'Ellenberg	Relevés phytosociologiques 25m ²	Mesure l'eutrophisation de la prairie	Oui
Agonomique	Indice d'évolution des types fonctionnels de graminées	Proportions des différents types fonctionnels de graminées, classification multitraite	Relevés phytosociologiques 25m ²	Mesure les changements de pratiques et la qualité agronomique de la prairie	Oui
	Indice de valeur pastorale	Valeur pastorale selon Daget et Poissonnet	Relevés phytosociologiques 25m ²	Mesure la qualité nutritionnelle du couvert végétal, la qualité agronomique de la prairie	Oui

L'ensemble des fiches décrivant plus en détail ces indicateurs, les protocoles à mettre en œuvre pour récolter les données permettant leur calcul, ainsi que des indications concernant leur analyse et leur interprétation est disponible en annexe 22.

Les **indices floristiques d'engorgement et de fertilité du sol** sont directement inspirés de la boîte à outils RhoMéO (Collectif RhoMéO, 2014). Le premier permet de suivre, à l'échelle de la parcelle agricole, le niveau d'engorgement et donc le niveau hydrique de la prairie. Son suivi sur plusieurs années pourra permettre d'étudier l'évolution de ce niveau hydrique et de mettre en évidence, s'il y a lieu, une dégradation de celui-ci (création de drains, fossés, etc.). Le second permet de suivre le niveau trophique à l'échelle d'une parcelle, et éventuellement de détecter un phénomène d'eutrophisation de la prairie.

L'**indice de diversité floristique**, analysé en lien avec la gestion agricole des parcelles, doit permettre de mettre en évidence les pratiques favorables au maintien d'une diversité floristique élevée, ou au contraire, les pratiques entraînant un appauvrissement de cette biodiversité. Plusieurs indices sont proposés, mais nous retiendrons principalement :

- la richesse spécifique, correspondant au nombre de taxons relevés sur un quadra, car cet indice est facilement compréhensible par tous. Plus la richesse spécifique est élevée, plus il y a un nombre important d'espèces différentes.
- l'indice de Hill, combinant les indices de Shannon (qui permet de prendre en compte les abondances des espèces) et de Simpson (qui donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares). L'indice de Hill est compris entre 0 et 1 : plus il se rapproche de 1, plus la diversité est faible. Il est possible également de calculer l'indice 1-Hill, plus intuitif, qui donnera alors un chiffre s'approchant de 1 plus la diversité sera maximale (Magurran *et al.*, 2011).

L'indice de valeur pastorale et l'indice d'évolution des proportions des types fonctionnels de graminées permettent d'aborder les caractéristiques plus agronomiques du couvert végétal et son intérêt nutritif pour le bétail. Le premier indicateur, calculé à partir de l'indice attribué à chaque espèce (Daget *et al.*, 2010) (Plantureux, 1996), permet d'évaluer le lien entre biodiversité et valeur pastorale du couvert végétal. Le second indicateur doit permettre d'évaluer la réponse des types fonctionnels de graminées aux pratiques de gestion menées sur la parcelle en évaluant l'évolution des proportions de chaque groupe fonctionnel définis par Cruz *et al.* (2002 et 2010) puis utilisée par Duru *et al.* en 2010. En effet, chaque groupe est constitué d'espèces ayant des fonctions similaires et partageant des traits biologiques et phénologiques communs (teneur en matière sèche des feuilles, surface spécifique foliaire, durée de vie foliaire, date de floraison, hauteur maximale et résistance des feuilles à la cassure). Chaque groupe reflète ainsi une stratégie d'adaptation aux différents habitats, en fonction de la disponibilité en éléments nutritifs et de l'utilisation de l'herbe (mode de gestion). De ce fait, cet indicateur rend compte à la fois de la qualité fourragère de la parcelle, et également de caractéristiques environnementales liées à la gestion (régime de défoliation par exemple).

L'indice d'évolution des aires de présence des espèces patrimoniales permet de suivre l'évolution de la densité et de la répartition de ces espèces à l'échelle d'une parcelle. Il donne également des indications sur le niveau hydrique puisque les espèces patrimoniales retenues sont également caractéristiques d'un niveau hydrique (hygrophile, mésohygrophile ou mésophile). Par ailleurs, l'intérêt de cet indicateur est aussi de pouvoir échanger avec les agriculteurs et plus largement le grand public, les espèces patrimoniales choisies étant la plupart du temps des espèces reconnaissables et parfois connues des exploitants agricoles. Il est à noter que les espaces prairiaux de la zone d'étude, ainsi que leurs caractéristiques principales, étaient méconnus avant la réalisation de ce projet. Il s'est avéré que la grande majorité des prairies prospectées n'ont présenté que très peu d'espèces patrimoniales, ce qui a limité les opportunités pour tester cet indicateur. À l'inverse, pour les quelques prairies où une ou plusieurs espèces patrimoniales retenues pour le test de cet indicateur ont été recensées (ex : le *lychnis fleur de coucou*, *Lychnis flos-cuculi*), celles-ci étaient présentes en très grand nombre, ce qui rendait là aussi inapplicable le protocole de relevé et de cartographie des aires de présence initialement conçu pour des espèces peu abondantes (CBNBI, 2011). Pour ces raisons, cet indicateur n'a pas été testé en 2016.

L'évolution des populations de *Stethophyma grossum* et de *Conocephalus dorsalis* permet de suivre l'état écologique des prairies, et notamment des prairies hygrophiles à mésohygrophiles auxquelles ces espèces sont inféodées. Ces deux espèces sont en effet caractéristiques d'une synusie orthoptérique typique des prairies humides du nord de la France, le *Conocephalo dorsalis* – *Stethophymetum grossae* décrit par Stallegger *et al.* en 2007. La présence des deux espèces retenues est révélatrice à la fois d'un niveau d'humidité important et d'une gestion peu intensive (Stallegger *et al.*, 2007). En effet, *Stethophyma grossum* et *Conocephalus dorsalis* sont assez sensibles à la structure verticale de la

végétation et réagissent rapidement à des changements de pratiques, aussi ils constituent de bons indicateurs pour diagnostiquer des modifications de gestion.

Enfin l'**évolution du nombre de couples nicheurs de vanneaux huppés** permet d'obtenir des informations sur la répartition des sites de nidification. Cette espèce réagissant également très vite à des changements de condition du milieu, l'indicateur doit permettre d'identifier les pratiques favorables à l'instauration de conditions propices à la nidification du vanneau huppé. Cet indicateur a été repris suite à son utilisation en plaine maritime picarde (Kassas, 2014). Des échanges d'informations ainsi qu'une journée de terrain ont été effectués avec le syndicat mixte Baie de Somme - Grand littoral picard afin de tester l'application du protocole et d'aborder les éventuels problèmes rencontrés lors de l'adaptation du protocole au territoire de la moyenne vallée de la Somme. Cependant, en raison essentiellement du temps imparti et d'un démarrage trop tardif, cet indicateur n'a pas été testé en moyenne vallée de la Somme en 2016.

Ainsi tous les indicateurs cités n'ont pas été calculés dans le cadre de ce stage, les tests n'ont été réalisés que sur six d'entre eux : les indices floristiques d'engorgement et de fertilité du sol, l'indice de diversité floristique, l'indice de valeur pastorale, l'indice d'évolution des proportions des différents types fonctionnels de graminées, et l'indicateur d'évolution des peuplements de deux espèces d'orthoptères. L'ensemble de ces indicateurs est à analyser en lien avec les pratiques agricoles conduites sur les prairies échantillonnées.

Le projet de maintien de l'agriculture en zones humides étant à son lancement en moyenne vallée de la Somme, aucun relevé floristique ou faunistique, et également aucune analyse des prairies agricoles n'ont été réalisés auparavant dans le cadre du projet. Aussi, pour les indicateurs mesurant une évolution, l'objectif est de pouvoir établir un « état initial » permettant de constituer une référence temporelle pour la comparaison avec les années suivantes (mais pas nécessairement de référence en tant qu'objectif à atteindre).

II.1.3) Choix des sites

La zone d'étude au sens strict correspond à un échantillon de parcelles de prairies situées en zone humide dans la moyenne vallée de la Somme, entre les villes de Corbie en amont et Abbeville en aval. Les sites étudiés se situent donc avant tout dans la « zone à dominante humide » établie et cartographiée par l'Agence de l'eau Artois-Picardie (Guérin, 2009).

Les exploitations agricoles participant à cette étude ont été sélectionnées sur la base du volontariat. Le recrutement des agriculteurs volontaires a été effectué par la Chambre d'agriculture de la Somme. Des sites gérés par le conservatoire d'espaces naturels de Picardie font également partie de l'échantillon et permettent notamment d'inclure des prairies où la gestion est très extensive.

Au sein du parcellaire des agriculteurs volontaires pour participer à l'étude, le choix des parcelles s'est fait de façon à couvrir l'ensemble du gradient d'humidité des prairies et de répartir au maximum les parcelles sélectionnées sur l'étendue de la zone géographique. Pour cela, des prairies mésophiles, mésohygrophiles et hygrophiles ont été sélectionnées en fonction des résultats du travail de détermination et de cartographie des niveaux hydriques conduit en parallèle. Les différentes pratiques sont également représentées (prairies de fauche ou pâturage). Comme nous n'avons pas les données fines issues du questionnaire adressé aux agriculteurs concernant leurs pratiques de gestion (fertilisation, herbicides, dates de fauche, chargement en animaux, contractualisation en MAE, etc.) au moment où la phase de terrain a commencé, nous nous sommes limité à deux paramètres lors de la sélection des prairies : la gestion par fauche, ou la gestion par pâturage, et éventuellement une

combinaison de ces deux modes de gestion. Enfin, l'accessibilité aux parcelles a également participé à la sélection des prairies prospectées.

Les sites gérés par le Conservatoire d'espaces naturels de Picardie et faisant partie de l'échantillon sont au nombre de cinq : quatre d'entre eux sont pâturés par un troupeau de vaches nantaises du Lycée Agricole Le Paraquet, en convention avec le conservatoire, et le dernier est géré en partenariat avec un agriculteur qui y fait pâturer ses bovins (laitiers et allaitants). Ces sites sont répartis sur l'ensemble de la zone d'étude, l'un se situant sur la commune de Blangy-Tronville, entre Corbie et Amiens (Le grand marais de la Queue), trois autres se situant à l'aval d'Amiens sur la commune de la Chaussée-Tirancourt (le marais de la Chaussée, le marais de Tirancourt, et la Vallée d'Acon) et le dernier se situant en amont d'Abbeville, à Epagne-Epagnette (Les marais d'Epagne-Epagnette).

II.1.4) Enquêtes sur les pratiques agricoles

Si les données environnementales, telles que le niveau hydrique de la prairie, ainsi que la classification du sol, peuvent être relevées et déterminées sur le terrain, une description fine des pratiques agricoles ne peut être réalisée par la simple observation du couvert végétal. Une enquête visant à récolter les données de gestion dans un formulaire standardisé est alors la solution la plus rapide et adéquate pour une analyse ultérieure des données.

II.1.4.1) Mise en place du questionnaire visant à recueillir les pratiques de gestion agricole

Les enquêtes sur les pratiques de gestion des prairies ont été réalisées auprès des agriculteurs par la Chambre d'agriculture de la Somme. Nous avons néanmoins participé à l'élaboration du questionnaire, afin de pouvoir recueillir des informations précieuses nous servant ultérieurement lors de l'analyse des données.

Ce questionnaire est réalisé sur chaque parcelle de l'exploitation. Les données sont directement saisies dans un formulaire sous Qgis© et associées à un polygone correspondant à la numérisation de la parcelle. Il renseigne sur l'occupation du sol, et, dans le cas des prairies qui nous intéressent ici, la superficie ainsi que des informations concernant la gestion sont relevées. Si la prairie est pâturée, le chargement, le type d'animaux, et les dates d'entrée et sortie de la pâture sont notées. Il est également précisé si le pâturage est fixe ou tournant. Dans le cas d'une prairie de fauche, les données récoltées concernent les dates de fauche ainsi que le rendement. Des données concernant la fertilisation azotée sont également renseignées : le type de fertilisation adopté (minérale ou organique) ainsi que les quantités apportées (en unités d'azote) selon différentes classes de valeurs et le nombre et les dates des apports. Les interventions phytosanitaires sont également recensées : type de produit (fongicide, herbicide, insecticide), les doses et fréquences. Une partie spéciale est consacrée aux orties et chardons avec le type de désherbage (mécanique ou chimique) le traitement en plein ou localisé sur la parcelle, et les dates d'intervention. En cas d'affouragement sur la parcelle, le type d'aliment, sa provenance, et la période d'affouragement sont des informations récoltées. Le type de contrat environnemental et la date de contractualisation sont également renseignés, dans le cas où la parcelle est en MAE. Enfin, des données « historiques » des pratiques de gestion sur la parcelle sont également recueillies (évolution des pratiques sur les 5 dernières années et prévision d'évolution sur les 5 prochaines années). Il est également demandé aux agriculteurs si la parcelle a été semée (le cas échéant, la date du dernier semis et les espèces semées sont également notées).

II.1.4.2) Données obtenues et ajustement

L'ensemble des informations souhaitées et figurant dans le questionnaire n'ont pas pu être obtenues à l'issue des enquêtes. Pour pallier ce manque d'informations, nous avons mené des recherches complémentaires sur les contractualisations en MAE des exploitations échantillonnées grâce aux documents disponibles au CEN Picardie. Ceci a permis de faire un bilan de l'ensemble des contrats engagés depuis 2009 (types de contrats, dates, etc.). Par ailleurs, afin de récolter un maximum d'informations visant à être utilisées dans l'analyse des données, un nouveau questionnaire reprenant les mêmes éléments a été envoyé à chaque exploitant pour lesquels au moins une parcelle avait été prospectée. Ce questionnaire, envoyé fin juillet, était essentiellement constitué de cases à cocher afin d'être rapide à compléter (annexe 2). Une relance téléphonique a été effectuée auprès des agriculteurs concernés, à la suite de l'envoi. Cette deuxième phase d'enquête a permis de compléter une partie des informations manquantes.

II.2) Détermination des niveaux hydriques et du degré de patrimonialité sur les exploitations sélectionnées

Un premier travail à réaliser dans le cadre de ce stage, et s'inscrivant dans le programme de maintien de l'agriculture en zones humides est la cartographie des prairies humides. Ce travail consiste à cartographier les différents niveaux hydriques des prairies, répartis selon trois classes (hygrophile, mésohygrophile et mésophile).

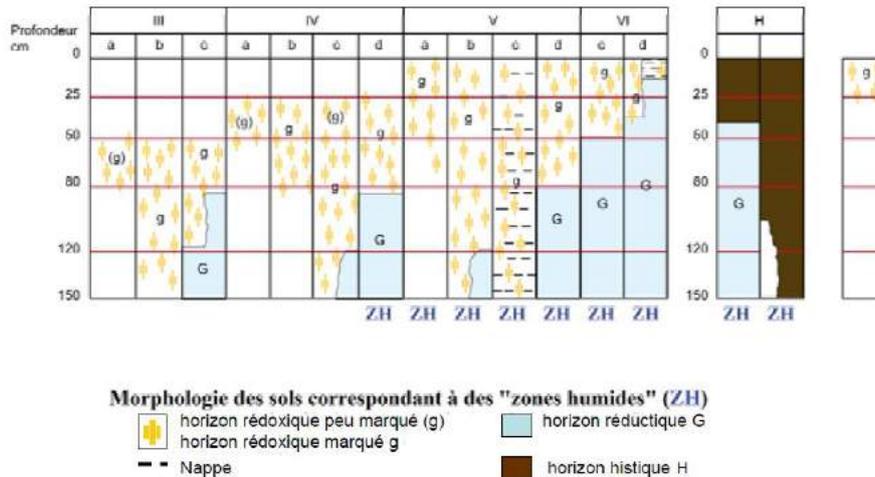
II.2.1) Utilisation d'une clé pour la détermination des niveaux hydriques et classification des profils de sol

La détermination du niveau hydrique des prairies se fait grâce à l'utilisation sur le terrain d'une clé de détermination simplifiée, initialement établie par le Syndicat mixte Baie de Somme Grand littoral picard puis revue et adaptée par le Conservatoire botanique national de Bailleul (annexe 3). Cette clé se base principalement sur une analyse de la végétation, notamment par une entrée basée sur la présence de joncs, de grands carex ou d'éleocharides, puis une étude du cortège végétal éventuellement couplée à des sondages pédologiques afin d'identifier des traces d'hydromorphie sur les horizons du sol. Les résultats des niveaux hydriques obtenus par l'utilisation de la clé de détermination seront croisés avec les résultats du calcul de l'indice floristique d'engorgement du sol afin de tester la validation de cette clé.

La réalisation de sondages pédologiques a été quasi-systématique comme appui pour la détermination du niveau hydrique des prairies. Ces sondages ont également permis de qualifier le sol pour chaque relevé phytosociologique réalisé. À l'issue de chaque sondage, les horizons du sol ont été décrits précisément (profondeurs des différents horizons, structures, textures, couleurs, traces d'hydromorphie, présence d'éléments grossiers, etc.) (cf. fiche de terrain en annexe 4). La profondeur d'arrêt ainsi que la profondeur d'apparition de la nappe d'eau ont également été relevées. Par la suite, les sondages réalisés ont été qualifiés selon les grandes classes utilisées dans le *Guide d'identification et de délimitation des sols des zones humides* du Ministère de l'environnement, du développement durable et de l'énergie (MEDDE, 2013) reprenant les classes d'hydromorphie du Groupe d'étude des problèmes de pédologie appliquée (1981).

En plus des grandes classes (III, IV, V, VI, et H) de la figure 7, nous avons rajouté une classe supplémentaire regroupant tous les autres types de sols rencontrés mais ne correspondant pas à la description de ce tableau (ex : sols sans aucune trace d'hydromorphie). Cette classe a été codée par la lettre X.

Figure 7: Les grandes classes de sols utilisées (III, IV, V, VI, H), schéma issu du Guide d'identification et de délimitation des sols de zones humides (MEDDE, 2013), d'après le GEPPA, 1981.



II.2.2) Relevé de présence des espèces patrimoniales

L'ensemble des conditions permettant de considérer une espèce d'intérêt patrimonial, ainsi que la liste des espèces avec leurs statuts, sont disponibles dans l'*Inventaire de la flore vasculaire de la Picardie* (Hauguel et Toussaint, 2010). Globalement les espèces patrimoniales présentent un indice de menace ou de rareté notable, ou sont déterminantes de ZNIEFF. Le projet de départ était de tester l'indicateur d'évolution et de répartition des aires de présence des espèces patrimoniales en fonction des trois niveaux hydriques. Certaines espèces avaient été sélectionnées mais cette liste est bien sûr non exhaustive :

- pour le niveau hygrophile, le Jonc noueux (*Juncus subnodulosus*), l'Oenanthe de Lachenal (*Oenanthe lachenalii*) et l'Orchis négligée (*Dactylorhiza praetermissa*)
- pour le niveau mésohygrophile, le Lychnis fleur de coucou (*Lychnis flos-cuculi*), le Sélin à feuilles de carvi (*Selinum carvifolia*)
- pour le niveau mésophile, le Cumin des prés (*Silaum silaus*)

Cet indicateur n'ayant pas pu être testé en 2016 pour les raisons évoquées plus haut, une autre approche a été suivie afin de rendre compte du degré de patrimonialité des parcelles prospectées : en complément des relevés botaniques effectués dans les quadras, les espèces patrimoniales ont été recherchées et notées lors des déplacements sur les parcelles, afin de dresser un inventaire des espèces présentes par parcelle.

II.2.3) Représentation cartographique

Les résultats concernant le niveau hydrique et le degré de patrimonialité des parcelles prospectées sont présentés sous forme de cartes réalisées grâce à un système d'information géographique (SIG), à l'aide du logiciel Qgis©. La première carte est réalisée à l'échelle 1/5 000 et caractérise les parcelles selon le niveau hydrique dominant (représentant plus de 50 % de la surface de la parcelle), divisé en trois catégories (hygrophile, mésohygrophile, et mésophile). Dans la majorité des cas, le degré d'humidité est homogène sur l'ensemble de la parcelle. Lorsque ce n'est pas le cas, ou qu'il y a un doute sur le niveau hydrique dominant, une cartographie au 1/5 000 est réalisée directement sur carte sur le terrain (sur le rendu cartographique, seul le niveau dominant est représenté).

La seconde carte présente le degré de patrimonialité des parcelles, selon le nombre d'espèces patrimoniales rencontrées, à la fois sur les relevés et lors du cheminement dans la parcelle.

II.3) Caractérisation agro-écologique des prairies

II.3.1) Stratégie d'échantillonnage

Compte tenu des contraintes de temps et d'organisation inhérents au déroulement du projet (recrutement des agriculteurs, enquêtes sur la gestion menées simultanément avec la phase de terrain, etc.), le dispositif d'échantillonnage a évolué et a été ajusté en continu tout au long de la mise en place de la phase de terrain, en fonction des informations dont nous disposons de façon à pouvoir équilibrer les relevés selon les différents paramètres environnementaux et de gestion, en veillant également à répartir la prospection sur l'ensemble de la zone géographique.

En effet, plusieurs échelles d'étude ont été considérées. Le premier niveau, l'échelle du paysage, correspond à un découpage de la zone d'étude en tronçons le long de la Somme (fig. 8) (tableau 3). Ce découpage permet de considérer des unités relativement homogènes au niveau du paysage et des usages associés (occupation du sol). Pour cela, les limites utilisées ont été reprises d'une étude menée en 2014 sur les tourbières en moyenne vallée de la Somme (Lebrun et François, 2014). Ce sont ces tronçons, complétés par un nouveau tronçon allant de Corbie à Amiens, qui ont été repris ici. La description des tronçons est disponible en annexe 8.

Figure 8: Découpage de la zone d'étude.

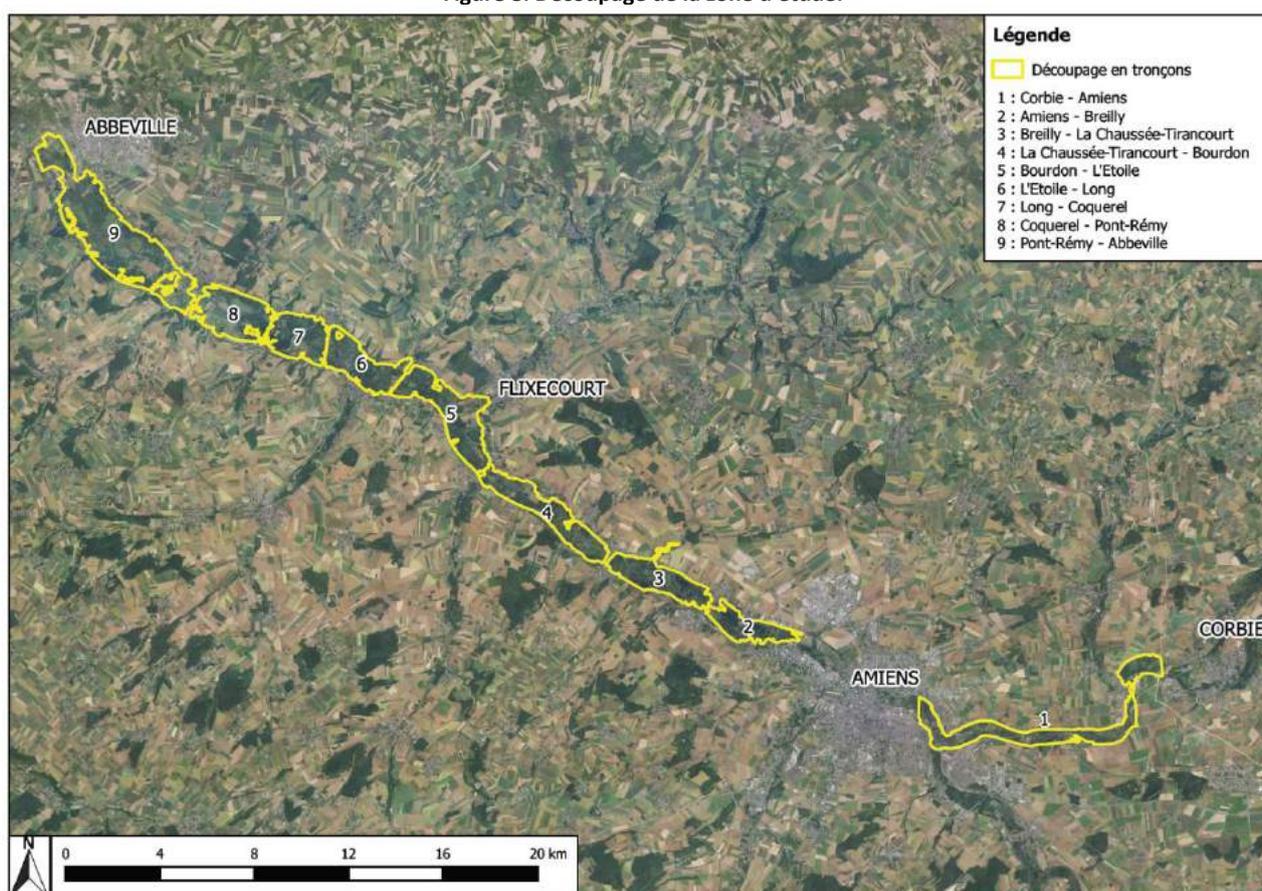


Tableau 3: Répartition de l'effort d'échantillonnage selon le découpage de la zone d'étude.

N° du tronçon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
Nombre de parcelles échantillonnées	3	0	5	5	5	4	9	14	7	52
Nombre de quadras réalisés	8	0	8	25	15	6	19	36	22	139

La deuxième échelle d'étude correspond à l'échelle des parcelles de prairies. Les « limites » utilisées ici pour définir une prairie correspondent aux limites de parcelles (limites physiques visibles : clôtures, fossés, routes, haies, etc.). Les calculs des indicateurs (sauf exception : les indicateurs dont la mesure s'effectue à l'échelle de la parcelle) peut être ramené à l'échelle de la parcelle, souvent par le biais d'un calcul de moyenne à partir des quadras, qui correspondent à l'échelle la plus fine de l'étude : elle permet de relever les informations nécessaires aux calculs des indicateurs et d'obtenir une valeur pour chaque relevé.

Le type d'échantillonnage choisi pour la sélection des parcelles est un échantillonnage aléatoire stratifié. La stratification a été réalisée en fonction des niveaux hydriques et de la gestion dominante. La répartition finale des parcelles prospectées et des quadras réalisés en fonction du niveau hydrique et du mode de gestion est présentée dans le tableau 4. Au sein de chaque parcelle, le nombre prévu de quadras à réaliser est fonction de la superficie de chaque prairie, à hauteur d'un relevé de 25 m² par hectare de prairie. En effet, la méthodologie RhoMéo préconise de réaliser 4 à 5 quadras pour une zone humide d'un hectare avec une communauté végétale hétérogène. Dans le cas des prairies étudiées ici, la communauté végétale est généralement appauvrie et très homogène et dans la plupart des cas, la multiplication des relevés n'aurait pas permis d'apporter d'informations supplémentaires. Pour cette raison, et aussi considérant le temps disponible, il a été décidé de retenir le nombre de un relevé par hectare. Enfin, les coordonnées GPS de ces quadras au sein de chaque parcelle ont été tirées aléatoirement grâce au logiciel de SIG Qgis©.

Tableau 4: Répartition des parcelles et quadras selon le niveau hydrique et le mode de gestion.

Niveau hydrique	Hygrophile			Mésohygrophile			Mésophile			Total
	Fauche	Paturage	Mixte	Fauche	Paturage	Mixte	Fauche	Paturage	Mixte	
Nombre de parcelles	3	7	4	10	15	9	2	2	0	52
Nombre de quadras	8	38	17	20	32	20	2	2	0	139

II.3.2) Mise en place des tests des indicateurs retenus

Comme évoqué précédemment, 6 des 8 indicateurs à l'étude ont été testés en 2016. Le calcul de ces indicateurs requiert une phase de terrain nécessaire à la collecte de données (faune, flore) entrant dans la note. Les méthodes de relevé de ces données sont formalisées à l'aide de protocoles (annexe 22) et les résultats sont consignés de façon identique pour l'ensemble des sites grâce à l'utilisation des fiches de terrain (annexes 4 à 7).

II.3.2.1) Végétation

Parmi les 6 indicateurs testés en 2016, 5 sont basés sur une étude du cortège végétal des prairies : l'indice floristique d'engorgement, l'indice floristique de fertilité du sol, l'indice de diversité floristique, l'indice de valeur pastorale, et l'évolution des proportions des types fonctionnels de graminées. Le calcul des notes de ces indicateurs est basé sur l'exploitation de données floristiques recueillies sur les parcelles.

II.3.2.1.1) Protocole pour le recueil des données

Les relevés floristiques sont réalisés sur la base de la méthode utilisée pour des relevés phytosociologiques, révisée cependant sur certains points (par exemple, la superficie des relevés est ici fixée, et non déterminée suivant la méthode de l'aire minimale). Les relevés floristiques sont réalisés sur des quadras de 25m² (carrés de 5x5m). Le tirage des coordonnées du quadra est effectué aléatoirement sous SIG et peut être repéré sur le terrain grâce à un GPS. Lorsqu'un relevé ne peut être réalisé au niveau de l'emplacement tiré aléatoirement, celui-ci peut être décalé, les coordonnées géographiques sont alors enregistrées sur GPS puis cartographiées grâce à Qgis©. De même, si un point aléatoire tombe sur une unité de végétation très différente du reste de la prairie et non représentative (ex : bourrelet de curage d'étang, fossé, etc.), il est possible de décaler le point, et d'enregistrer ses coordonnées. Chaque espèce observée au sein du quadra est notée et un coefficient d'abondance selon l'échelle d'abondance-dominance de Braun-Blanquet lui est attribuée (fiche terrain en annexe 5). L'ensemble des relevés est effectué à une période propice à l'observation et à la détermination des espèces, soit entre les mois de mai et juillet.

II.3.2.1.2) Préparation des données, calcul des indicateurs

Une fois les données récoltées, l'ensemble des relevés a été saisi sur la base de données du CEN Picardie. Une extraction a ensuite permis d'obtenir un tableau relevés x espèces avec les coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet. Ces coefficients ont pu être convertis en données d'absence/présence, mais aussi en pourcentage moyen de recouvrement, selon les recouvrements moyens donnés par Gillet *et al.* dans le *Guide d'utilisation de Phytobase 8* (2010). Par la suite, de façon à homogénéiser les relevés entre eux et à les rendre comparables, l'ensemble de ces pourcentages de recouvrement a été transformé en recouvrements relatifs grâce à une pondération des pourcentages de recouvrement par la somme des pourcentages pour chaque relevé.

L'utilisation du tableau avec les recouvrements relatifs a ensuite permis le calcul des indicateurs floristiques de fertilité et d'engorgement, ainsi que l'indice de valeur pastorale et l'indicateur visant à suivre les proportions des types fonctionnels de graminées. Pour le calcul des indices de diversité floristique, ce tableau, ainsi que le tableau en absence/présence ont été nécessaires.

Par ailleurs, à chacun des relevés réalisés, a également été attribué une classe de niveau hydrique selon trois niveaux, et correspondant au niveau hydrique de la parcelle sur laquelle le relevé a été réalisé, ainsi qu'une classe pour le type de sol. De même, les données de gestion récoltées pour chaque parcelle ont également été recensées dans un tableau.

II.3.2.1.3) Méthode d'analyse des données

L'analyse des données est décomposée en plusieurs étapes, visant à répondre à des questions ou hypothèses différentes, pouvant être formulées de la façon suivante :

Quel est le niveau de fiabilité de la clé utilisée pour la détermination des niveaux hydriques ?

Existe-t'il des profils différents en termes de composition floristique au sein des relevés effectués sur l'ensemble de la zone d'étude ?

Quels sont les liens entre les indicateurs testés et est-il pertinent de suivre l'ensemble de ces indicateurs ?

Quels liens peuvent être établis entre les notes des indicateurs et les pratiques de gestion ?

Les parcelles contractualisées en MAE sont-elles dans un meilleur état écologique ?

L'ensemble des analyses a été effectué à l'aide du logiciel R i386 3.3.1, et des packages FactoMineR, vegan, ade4, PMCMR et corrplot.

II.3.2.1.3.1) Test de fiabilité de l'utilisation de la clé de détermination des niveaux hydriques

Un premier objectif de l'analyse des données est de pouvoir estimer si l'utilisation de la clé de détermination des niveaux hydriques conduit à des résultats jugés fiables. En effet, l'utilisation de cette clé sur le terrain s'est parfois avérée délicate. La fiabilité de cette clé a donc été testée en cherchant un lien entre les niveaux hydriques déterminés à l'aide de la clé, et les résultats obtenus par le calcul de l'indice floristique d'engorgement. Le test utilisé est un test non paramétrique de comparaison des moyennes de Kruskal-Wallis.

II.3.2.1.3.2) Caractérisation des prairies en moyenne vallée de la Somme

➤ *Recherche d'une structure du jeu de données, composition floristique*

À titre exploratoire, trois types d'analyses statistiques multivariées complémentaires ont été réalisées sur le jeu de données. Afin de rechercher s'il existe une structure dans le jeu de données, c'est-à-dire si certains relevés présentent des similarités et se regroupent selon leur composition floristique, et d'essayer d'identifier les gradients selon lesquels se répartissent les relevés, une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée sur le tableau relevés x espèces en absence/présence.

Pour compléter cette analyse, une analyse non symétrique des correspondances (ANSC) a été réalisée. Cette analyse permet une ordination des échantillons basée essentiellement sur les espèces abondantes et donne moins d'importances aux espèces rares dans l'ordination qu'une AFC classique (Jacquet *et al.*, 2013).

Enfin, pour tenir compte des données d'abondance des espèces, une analyse en composantes principales (ACP) a été effectuée après transformation de Hellinger, ce qui permet de ne pas tenir compte des doubles zéros (Buttler *et al.*, 2008) (Legendre *et al.*, 2011).

En parallèle, un tri manuel du tableau a permis de compléter cette approche statistique. Ce tri repose sur une ordination des colonnes et des lignes de façon à rapprocher les relevés qui se ressemblent et les espèces ayant les mêmes préférences écologiques, ce qui correspond à une diagonalisation du tableau selon la méthode phytosociologique « classique » détaillée par Meddour dans *La méthode phytosociologique sigmatiste ou Braun-Blanqueto-Tüxenienne* (2011). Cette méthode permet d'aider au repérage des espèces « accidentelles » (espèces très rares) ainsi que des relevés « outliers » qui se détachent du groupe afin d'éventuellement supprimer ces espèces ou ces relevés pour les analyses statistiques.

➤ *Informations dégagées par les résultats des calculs d'indicateurs*

L'analyse des valeurs prises par les indicateurs sur les différents relevés réalisés vise à voir si les résultats de l'analyse floristico-écologique et les résultats obtenus sont concordants. Il est intéressant de voir si la répartition des relevés sur le plan factoriel par rapport aux valeurs des indicateurs se rapproche de celle en fonction de la composition floristique, ou bien si au contraire des relevés différents au niveau de leur composition floristique se révèlent ressemblants vis-à-vis de leurs résultats aux indicateurs. En effet, cela permettra de définir si les indicateurs et l'approche floristico-écologique sont complémentaires ou s'ils sont redondants. Pour cela une ACP a été réalisée sur le tableau

relevés x notes des indicateurs. Le niveau hydrique des parcelles auxquelles sont rattachés les relevés a été utilisé comme variable illustrative afin de mieux interpréter ces graphiques.

II.3.2.1.3.3) Évaluation de la pertinence des indicateurs retenus et des variables environnementales utilisées

➤ *Recherche de corrélations entre les indicateurs*

Afin de tester les corrélations entre les indicateurs et d'identifier d'éventuelles redondances dans leur utilisation, une matrice des coefficients de corrélation de Spearman a été calculée.

➤ *Recherche de corrélations entre les variables environnementales et de gestion*

Pour rechercher d'éventuelles corrélations entre les variables de gestion, et mieux déceler des « facteurs confondants », une matrice des coefficients V de Cramer a été calculée. Les résultats de ces analyses ont servi d'aide dans le choix des variables de gestion à intégrer dans le modèle d'analyse des relations entre gestion et état écologique présenté dans la partie suivante.

II.3.2.1.3.4) Lien entre état écologique, pratiques agricoles et contractualisation de MAE

➤ *Liens entre la gestion et l'état écologique et agronomique des prairies*

○ *Composition floristique*

L'objectif est ici de mettre en évidence des liens entre les pratiques agricoles et la composition floristique des relevés, et si possible, d'expliquer la composition floristique des relevés par les pratiques de gestion. L'analyse est menée sur deux tableaux à la fois, le tableau relevés x espèces avec les pourcentages relatifs de recouvrement des espèces, et le tableau relevé x variables de gestion. Pour cela, une analyse de redondance (RDA en anglais, ou ACPVI, ACP avec variables instrumentales) a été réalisée, après transformation des données du tableau espèces par une transformation de Hellinger. Dans cette analyse, les coordonnées des relevés (lignes) dans l'ACP sont contraintes à être fonction linéaire des variables environnementales et de gestion (colonnes) du deuxième tableau (Jacquet *et al.*, 2013). Trois RDA ont été menées, en regroupant les relevés selon les grandes orientations de gestion : pâturage exclusif, fauche exclusive, et gestion mixte. Le choix des variables s'est effectué suite aux résultats de l'étude des corrélations entre les variables de gestion.

Les trois modèles testés sont donc les suivants :

➤ Pour la gestion par pâturage exclusivement :

$Y \sim \text{type d'animaux} + \text{quantité de fertilisation} + \text{chargement} + \text{durée du pâturage}$

➤ Pour la gestion par fauche uniquement :

$Y \sim \text{quantité de fertilisation} + \text{nombre de coupes}$

➤ Pour la gestion mixte :

$Y \sim \text{type d'animaux} + \text{quantité de fertilisation} + \text{nombre de coupes} + \text{durée du pâturage} + \text{chargement}$

○ *Notes des indicateurs*

Afin de voir quel effet les pratiques de gestion ont sur les notes obtenues pour les indicateurs, différents tests de comparaisons de moyennes ont été effectués. Pour des comparaisons de deux

moyennes, des tests de Student ou de Mann et Whitney ont été menés. Pour les comparaisons de plus de deux moyennes, des ANOVA ou des tests de Kruskal-Wallis ont été réalisés. Les différentes modalités des variables de gestion sont présentées dans le tableau 5.

Tableau 5: Modalités des variables quantitatives étudiées.

Variables environnementales et de gestion	Tous les relevés						Pâturage				Fauche
	Tronçon	Type de sol	Niveau hydrique	Gestion globale	Quantité de fertilisation apportée	Méthode de desherbage	Pâturage tournant	Type d'animaux	Durée de la période de pâturage	Chargement (en UGB/ha/an)	Nombre de coupes
Paramètres des variables	1	X	M	Pâturage	0 UN	Aucun	oui	Bovins	0-50 jours	0-0,6	1
	2	III	MH	Fauche	0-50 UN	Mécanique	non	Equins	50-100 jours	0,7-1,2	2
	3	IV	H	Mixte	50-100 UN	Chimique			100-150 jours	1,3-2	3
	4	V			100-150 UN	Mécanique et chimique			150-200 jours	Plus de 2	
	5	VI							Plus de 200 jours		
	6	H									
	7										
	8										
	9										

➤ *Effet de la contractualisation de MAE*

Afin de voir s'il existe un effet de la contractualisation de MAE, des tests de comparaison de moyennes pour les différents indicateurs ont été réalisés en fonction du type de MAE contractualisée. Plutôt que de comparer les résultats pour chaque type de contrats (au total 10 contrats différents sur l'ensemble des relevés), nous avons fait le choix de comparer les résultats selon le type de mesure. Ainsi, trois modalités ont été étudiées : l'effet d'un retard de fauche (après le 25 juin), l'effet d'un ajustement de la pression de pâturage, et l'effet d'une limitation, voire d'une absence de fertilisation. Les correspondances entre les codes des MAE, l'intitulé des mesures et la réponse aux modalités retenues sont présentées dans le tableau 6.

Tableau 6: Modalité retenues pour l'étude de l'effet des mesures agro-environnementales.

Mesures agro-environnementales		Paramètres étudiés		
Code de la MAE	Intitulé	Retard de fauche	Absence ou limitation de la fertilisation	Ajustement de la pression de pâturage
HE18	Retard de fauche après le 25 juin	X		
HE38	Création et maintien d'un couvert herbacé perenne et retard de fauche après le 25 juin	X		
PP1	Ajustement de la pression de pâturage à 1-2 UGB/ha pendant la période de pâturage et limitation de la fertilisation 60/30/30		X	X
PP2	Ajustement de la pression de pâturage à 0,5-1 UGB/ha pendant la période de pâturage et absence totale de fertilisation		X	X
ZH01	Gestion des zones humides			
ZH02	Gestion des zones humides et ajustement de la pression de pâturage à 0,6-1,2 UGB/ha			X
ZH04	Gestion des zones humides et absence de fertilisation et ajustement de la pression de pâturage à 0,6-1,2 UGB/ha		X	X
ZH08	Gestion des zones humides et retard de fauche après le 25 juin	X		
ZH12	Gestion des zones humides et absence de fertilisation et retard de fauche après le 25 juin	X	X	
ZH14	Gestion des zones humides et absence de fertilisation et ajustement de la pression de pâturage à 0,3-1,2 UGB/ha		X	X

II.3.2.2) Orthoptères

En complément des indicateurs « flore » réalisés sur un nombre de parcelles important, un indicateur faunistique sur les orthoptères a également été testé sur un échantillon réduit de prairies. Il est basé sur la détection de présence et le comptage de deux espèces d'orthoptères bio-indicatrices : *Stethophyma grossum* et *Conocephalus dorsalis*. Selon l'approche entomocénologique, ces deux espèces sont caractéristiques de la synusie mésohygrophile des prairies humides du nord de la France, le « *Conocephalo dorsalis - Stethophymetum grossae* » (Stallegger et Defaut, 2007).

II.3.2.2.1) Protocole pour le recueil des données

Deux méthodes de relevés des données pour le calcul de cet indicateur ont été testées : des quadrats de 25 m² avec prospection centripète, et des transects linéaires de 10 m sur lesquels tous les individus des deux espèces sont comptabilisés (reconnaissance à vue et à la stridulation). Les protocoles détaillés sont disponibles en annexe 22. En raison du contexte, la première méthode a été retenue pour les relevés réalisés en 2016, et les données exploitées sont toutes issues de la mise en œuvre de cette méthode. La recherche d'un nombre limité d'espèces, facilement reconnaissables et indicatrices d'un niveau hydrique permet d'adopter un protocole plus simple à mettre en œuvre qu'un recensement exhaustif de toutes les espèces contactées. De plus, les orthoptères réagissent rapidement aux variations des conditions de milieu et constituent donc de bons indicateurs de l'état écologique des prairies.

II.3.2.2.2) Préparation des données et méthodes d'analyse

L'objectif en 2016 était de réfléchir à cet indicateur et de tester la faisabilité et la mise en place des protocoles. Le nombre réduit de parcelles prospectées ne permet pas des analyses approfondies sur les liens entre la densité des peuplements et la gestion des parcelles.

Le nombre d'individus de *Stethophyma grossum*, et les données d'absence/présence de *Conocephalus dorsalis* sont étudiés en relation avec les données sur les pratiques agricoles, ainsi qu'avec le niveau hydrique des parcelles sur lesquelles les relevés ont été effectués. À ce stade, on se limitera à une description des observations en fonction du type de gestion.

III – Résultats et interprétation

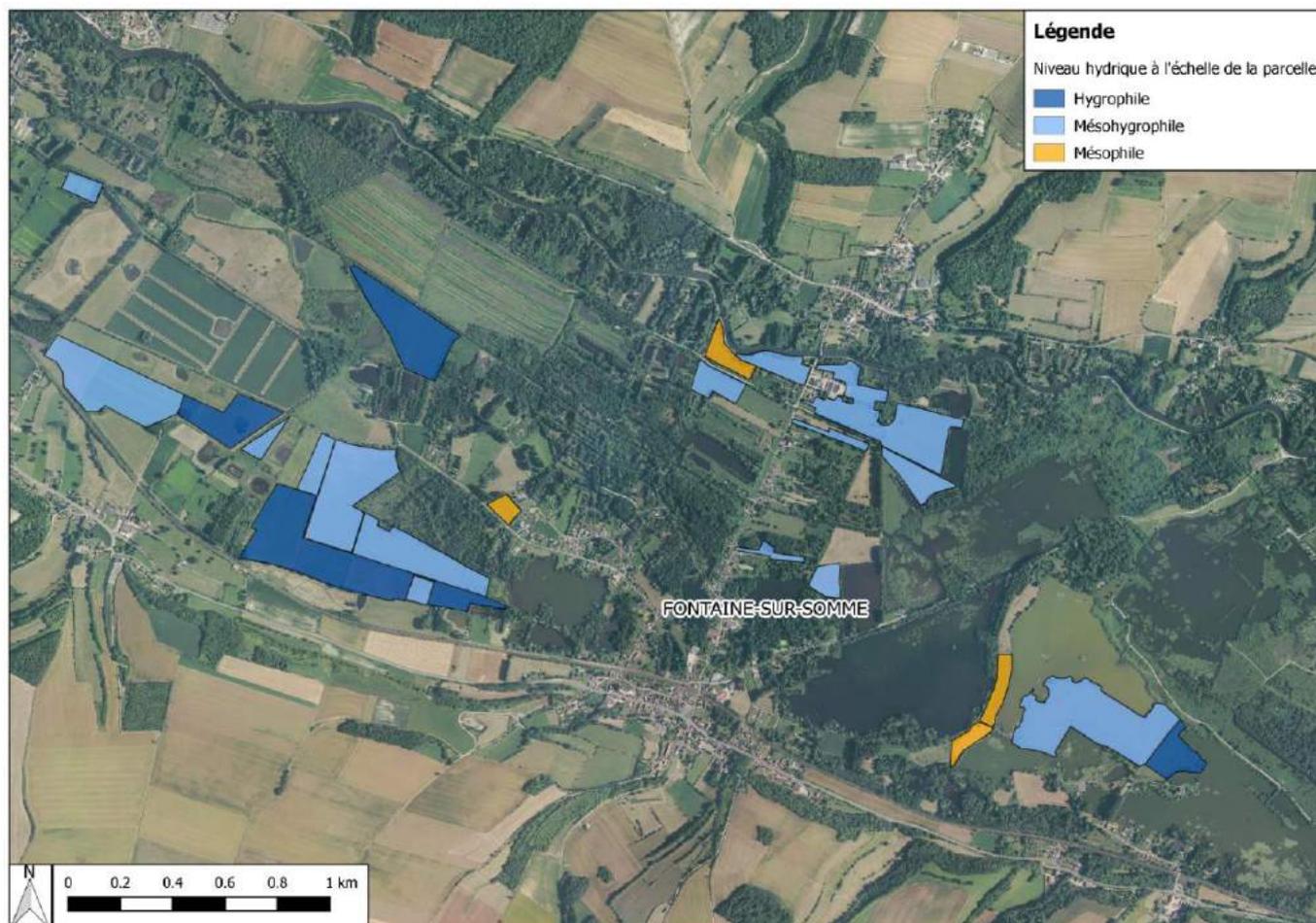
III.1) Résultats généraux

Au total, 139 relevés floristiques ont été effectués sur 52 parcelles (carte en annexe 18). Le nombre d'exploitations échantillonnées s'élève à 18. Le nombre de parcelles gérées par pâturage exclusif est de 24, celui des parcelles gérées par fauche exclusives est de 15, et 13 parcelles sont gérées par gestion mixte. La liste des espèces floristiques relevées est disponible en annexe 21.

III.2) Cartographie des niveaux hydriques et patrimonialité des prairies

III.2.1) Niveaux hydriques des parcelles prospectées

Figure 9: Cartographie des parcelles de prairie selon leur niveau hydrique (extrait).



Un extrait de la cartographie des trois niveaux hydriques est présenté en figure 9. La cartographie complète sur l'ensemble de la zone d'étude est disponible en annexes 12, 13 et 14. On distingue les prairies humides en bleu et les prairies non-humides en orange.

Le niveau hydrique le plus représenté est le niveau mésogyrophile avec 34 parcelles sur 52, soit 65% des parcelles (fig. 11). À noter que seules 4 parcelles ont pu être caractérisées comme mésophiles à la fois par le critère végétation (absence de plantes hygrophiles) et par le critère sol (aucune trace d'hydromorphie, sol non tourbeux). Ceci semble cohérent en raison de la zone d'étude correspondant à la vallée de la Somme.

Figure 11: Répartition des parcelles selon le niveau hydrique (total: 52 parcelles).

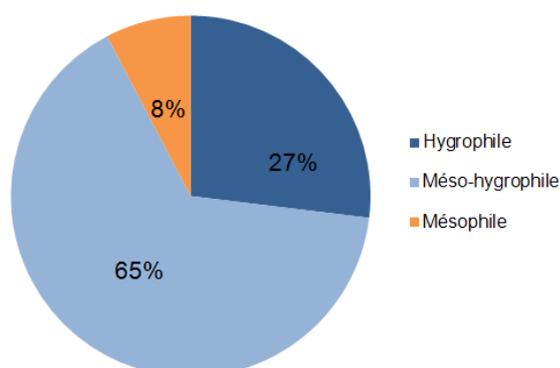
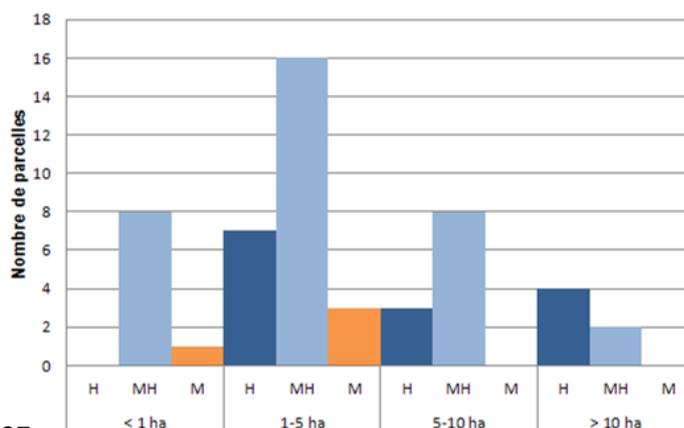
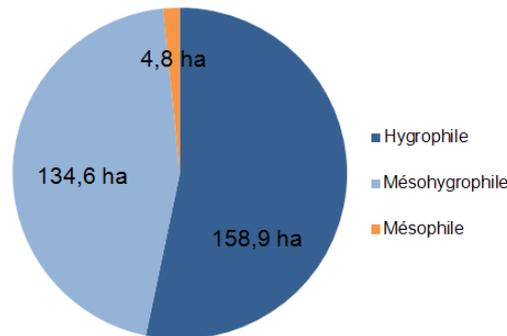


Figure 10: Répartition des parcelles étudiées selon leur superficie et leur niveau hydrique (H : hygrophile, MH : mésogyrophile, M : mésophile).



La majeure partie des parcelles prospectées a une superficie comprise entre 1 et 5 ha, et 50% des prairies hygrophiles prospectées ont une superficie supérieure à 5 ha, contre 30% environ des prairies mésohygrophiles (fig. 10). Au niveau de la surface prospectée (surface cumulée de toutes les prairies), l'échantillonnage s'équilibre entre les niveaux mésohygrophile et hygrophile par rapport à la répartition des parcelles, en raison du fait que les parcelles de prairies hygrophiles échantillonnées ont généralement une superficie plus grande que les parcelles mésohygrophiles. En conséquence, plus de relevés y ont été effectués. En revanche le niveau mésophile est toujours sous-représenté (fig. 12).

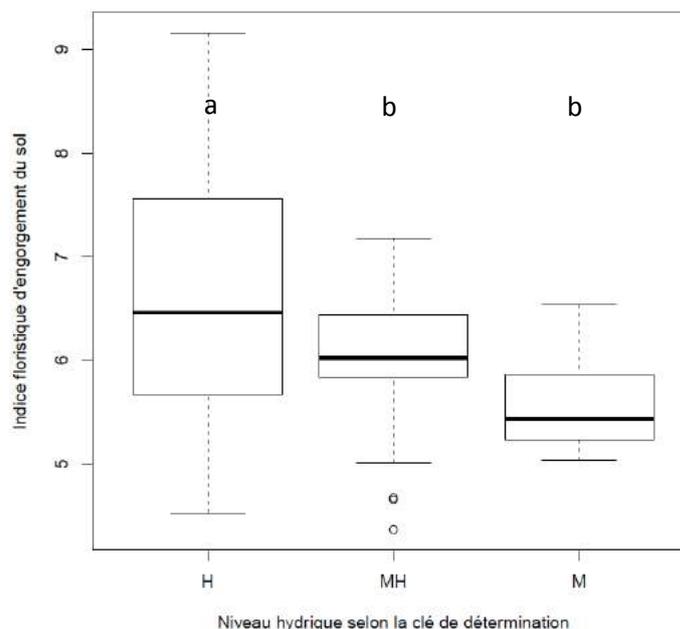
Figure 12: Répartition de la surface prospectée selon les niveaux hydriques.



III.2.2) Validation de l'utilisation de la clé de détermination des niveaux hydriques

Afin de tester la fiabilité de l'utilisation de la clé de détermination des niveaux hydriques, les résultats obtenus ont été confrontés au calcul de l'indice floristique d'engorgement du sol, obtenu à partir des valeurs d'Ellenberg des espèces présentes sur chaque relevé (fig. 13). Il s'agit d'identifier si les moyennes de l'indice d'engorgement diffèrent entre elles et si celles-ci correspondent au niveau hydrique déterminé sur le terrain (les prairies dites hygrophiles doivent normalement présenter des indices d'engorgement plus élevés que les prairies mésohygrophiles et mésophiles).

Figure 13: Relation entre l'indice floristique d'engorgement du sol et les niveaux hydriques déterminés sur le terrain, H : hygrophile, MH : mésohygrophile, M : mésophyle.



L'hypothèse H_0 du test de Kruskal-Wallis est que les moyennes sont égales. La p-value de ce test (égale à 0,002) est inférieure à 5 %, on peut donc rejeter l'hypothèse d'égalité des moyennes. Au moins l'une des moyennes des indices floristiques d'engorgement du sol diffère donc des autres. Un test post-hoc de Conover et Iman a ensuite été effectué afin de comparer les moyennes par paires. Celui-ci révèle une différence significative des moyennes des indices d'engorgement des relevés dont le niveau hydrique déterminé sur le terrain est hygrophile (moyenne = 6,64, n = 61), par rapport aux relevés des niveaux mésohygrophile (moyenne = 6,07, n = 71) et mésophile (moyenne = 5,59, n = 6), avec des p-value de respectivement 0,019 et 0,014. En revanche, le test post-hoc ne révèle pas de différence significative de l'indice floristique d'engorgement entre les niveaux mésohygrophile et mésophile (p-value = 0,239). Il existe donc bien une concordance entre les résultats du calcul de l'indice floristique d'engorgement et le niveau hydrique déterminé à la parcelle au moins pour le niveau hydrique « hygrophile ». Le faible nombre de prairies déterminées sur le terrain comme « mésophiles » ne permet pas d'obtenir de résultats robustes statistiquement pour ce niveau hydrique (Paradis, 2004) (Gardener, 2012) (Pohlert, 2016).

Interprétation :

La cartographie des niveaux hydriques des prairies révèle une forte dominance des prairies humides (mésohygrophiles et hygrophiles) par rapport aux prairies mésophiles (non humides), ce qui est conforme au classement de la zone d'étude en « zone à dominante humide » (cartographie réalisée au 1/50 000). Au sein de l'ensemble des prairies humides en revanche, les prairies mésohygrophiles sont largement majoritaires par rapport aux prairies hygrophiles. Cependant ces résultats sont à nuancer : en effet, l'utilisation de la clé de détermination des niveaux hydriques a été délicate et le choix de la classification vers l'un ou l'autre des deux niveaux les plus humides (hygrophile et mésohygrophile) était parfois difficile. Les raisons de cette difficulté d'utilisation sont multiples : premièrement le cortège végétal des prairies étudiées était généralement très appauvri et les principales espèces indicatrices d'un niveau hydrique étaient le plus souvent absentes, les couverts végétaux des prairies prospectées étant pour la grande majorité dominés par des graminées ou des plantes à fleur au spectre de tolérance d'un niveau d'humidité relativement large. Néanmoins l'absence des espèces indicatrices n'est pas suffisante pour exclure les niveaux hydriques correspondants, car elle peut être liée à la gestion menée sur ces prairies, qui « masque » la présence de telles espèces (notamment en raison d'une fertilisation azotée, qui va sélectionner les espèces les plus adaptées aux milieux eutrophes, mais aussi des semis de graminées ou légumineuses, de l'utilisation d'herbicides, ou encore d'un surpâturage, qui vont éliminer les espèces les moins adaptées aux conditions créées), et non à des conditions « écologiques » (humidité, sol), que l'on cherchait à retranscrire à travers l'utilisation de cette clé. On peut cependant penser que cette disproportion entre ces deux niveaux hydriques reflète une réalité plus « pratique », d'autant plus que les niveaux d'engorgement du sol calculés via les valeurs indicatrices d'Ellenberg concordent avec les résultats des niveaux hydriques déterminés sur le terrain, ce qui tend à valider l'utilisation de la clé. Ainsi la moindre représentation du niveau hygrophile dans les prairies échantillonnées vient peut-être du fait que ces prairies très humides étant difficilement exploitables (impossibilité d'utilisation d'engins de fauche, gestion par pâturage uniquement, inadaptation des races utilisées aux niveaux d'eau), il est possible que de telles prairies aient été drainées par le passé, conduisant à une diminution de l'engorgement et une raréfaction voire une disparition des espèces hygrophiles. Les enquêtes sur les pratiques agricoles n'ont pas permis de répondre à cette question mais il pourrait s'avérer intéressant, lorsque cela est possible, d'étudier l'historique de chaque parcelle afin de voir s'il y a eu une régression des surfaces en prairie hygrophile.

Les prairies humides, et surtout les prairies mésohygrophiles sont les plus représentées sur l'échantillon. L'utilisation de la clé de détermination s'est révélée compliquée sur ces parcelles floristiquement appauvries et soumises à une forte influence des activités humaines (semis, fertilisation, gestion intensive, etc.).

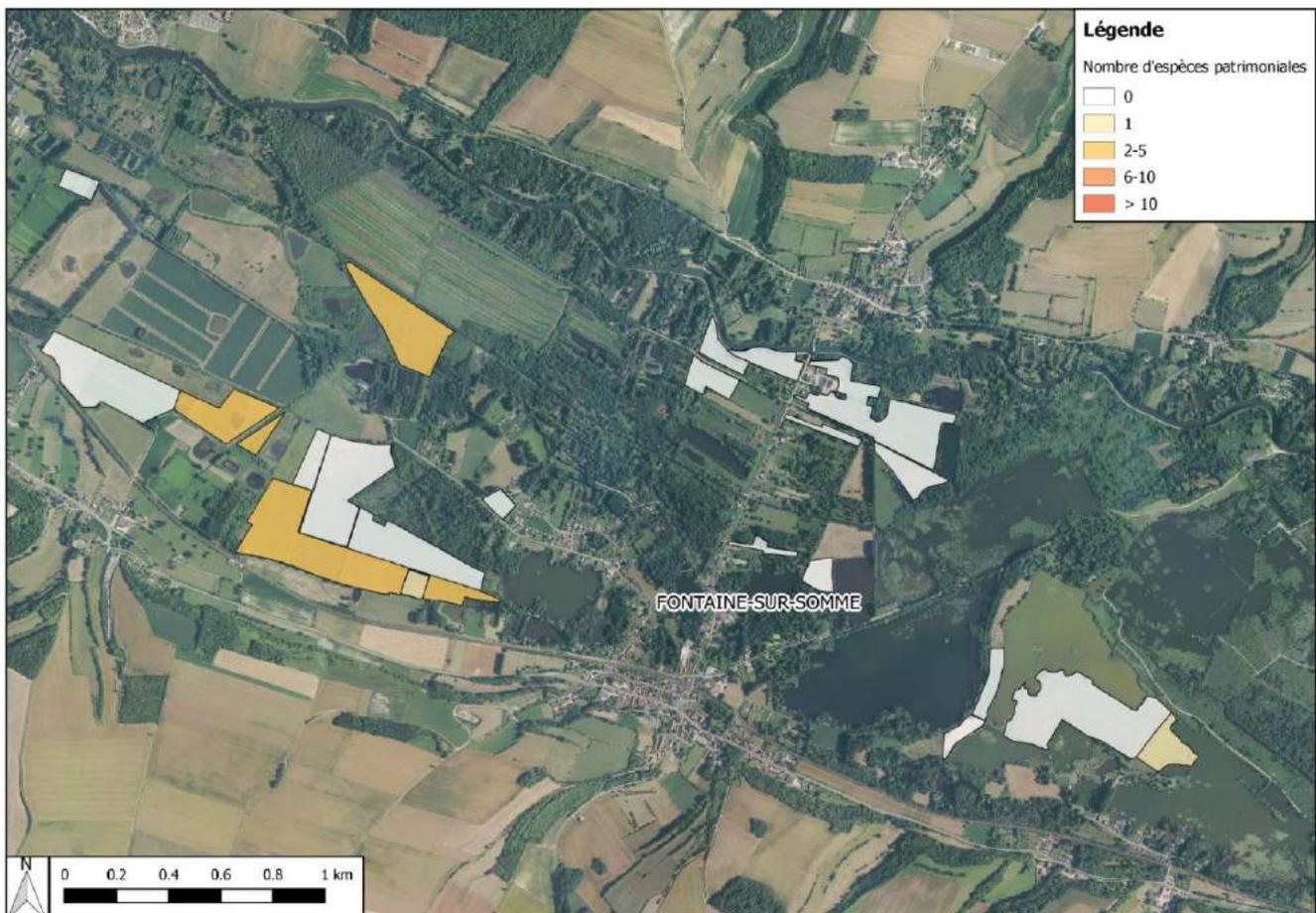
III.2.3) Degré de patrimonialité des parcelles

➤ Répartition des espèces patrimoniales sur la zone d'étude

La cartographie (annexes 15, 16 et 17) dont un extrait est présenté en figure 14, présente la répartition géographique des parcelles où des espèces patrimoniales ont été relevées. On constate que le nombre d'espèces patrimoniales relevées est très lié au niveau hydrique de la parcelle. En effet, toutes les parcelles sur lesquelles on recense au moins deux espèces patrimoniales correspondent à des prairies hygrophiles.

La figure 15 représente la proportion des parcelles échantillonnées selon le nombre d'espèces floristiques patrimoniales relevées. Près de 75 % des parcelles ne présentent aucune espèce patrimoniale (39 parcelles sur les 52). Sur les 27 % de prairies restants (13 parcelles), 19 % comptent entre 1 et 5 espèces, et une seule parcelle compte plus de 10 espèces patrimoniales.

Figure 14 : Cartographie des parcelles selon leur degré de patrimonialité au niveau floristique (extrait).



➤ Espèces patrimoniales rencontrées

Au total, ce sont 27 espèces patrimoniales différentes qui ont été relevées sur les parcelles prospectées (fig. 16). L'espèce la plus représentée est *Galium uliginosum*, le gaillet des fanges, qui est présent sur 9 des parcelles prospectées (fig. 16 et fig. 19). Il est suivi par *Juncus subnodulosus*, le jonc noueux (7 parcelles), puis *Lychnis flos-cuculi*, le lychnis fleur de coucou (fig. 19), *Thalictrum flavum*, le pigamon jaune (6 parcelles) (fig. 19), puis trois cypéracées, *Carex distans*, la laïche à épis distants (5 parcelles), *Carex nigra*, la laïche brune (fig. 19) et *Eleocharis uniglumis*, le scirpe à une écaille (4 parcelles). Les espèces suivantes sont plus anecdotiques, leur présence n'ayant été constatée que sur une ou deux des parcelles prospectées. L'ensemble des espèces patrimoniales rencontrées est indigène en Picardie et quasiment toutes les espèces sont déterminantes ZNIEFF dans la région (à l'exception de *Dactylorhiza praetermissa* et *Rhinanthus alectorolophus*). À noter également que la plupart de ces espèces ont un statut de rareté allant de « assez rare » à « exceptionnel », et un niveau de menace assez élevé (11 espèces quasi-menacées, deux vulnérables, et une espèce en danger) (fig. 17 et fig. 18). Enfin, cinq espèces font l'objet d'une protection régionale et trois d'entre elles sont inscrites sur liste rouge pour la région Picardie. Un tableau récapitulatif est disponible en annexe 20.

Figure 15 : Répartition des parcelles selon le nombre d'espèces patrimoniales rencontrées.

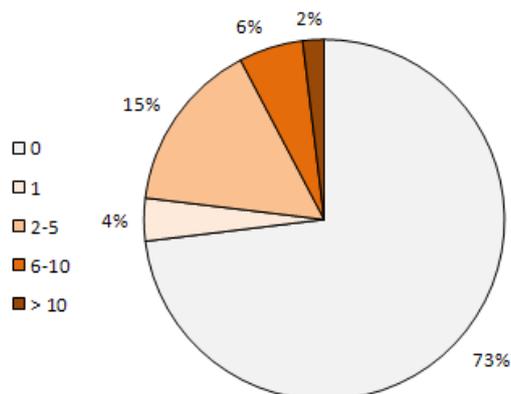


Figure 16: Occurrence des espèces patrimoniales rencontrées (nombre de parcelles où l'espèce est présente).

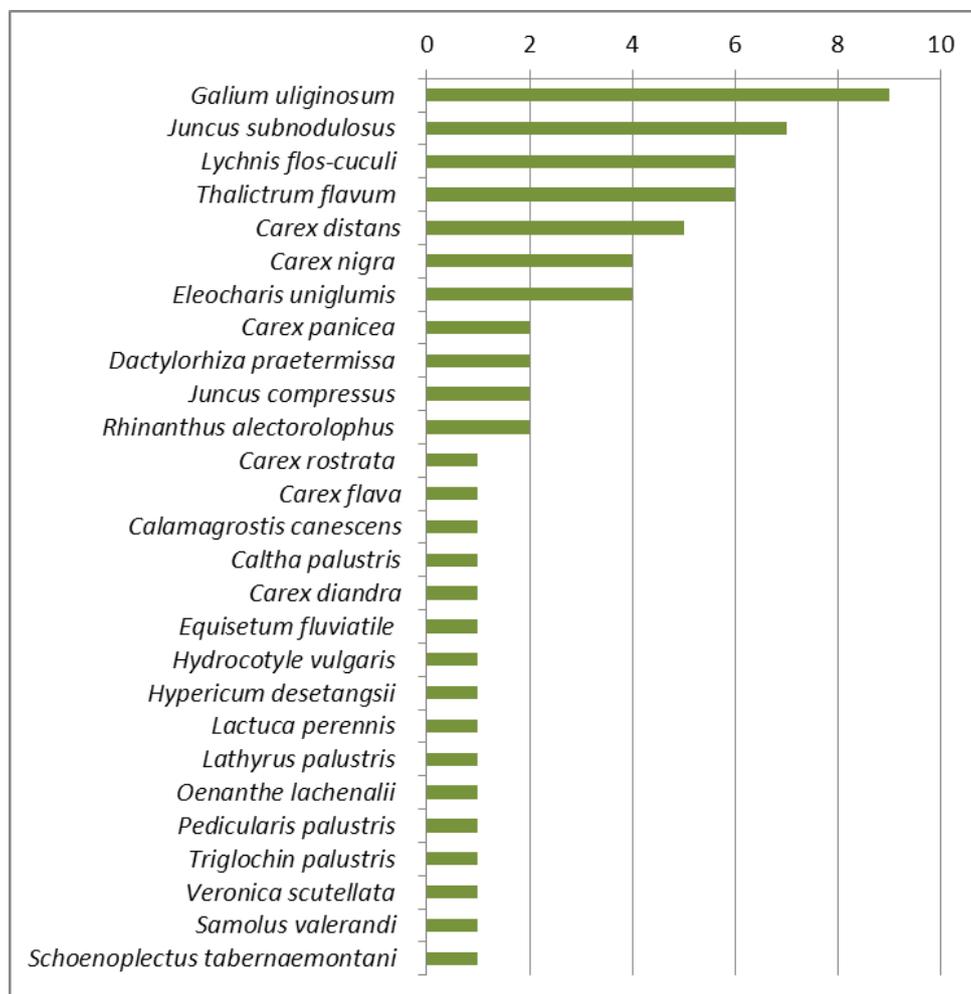


Figure 17: Répartition des espèces patrimoniales selon le degré de rareté. AC: assez commun, PC: peu commun, AR: assez rare, R: rare, RR: très rare, E: exceptionnel.

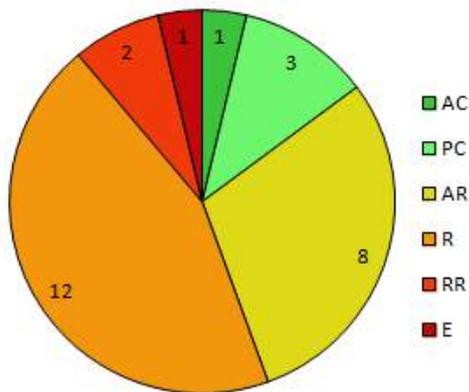


Figure 18: Répartition des espèces patrimoniales selon le niveau de menace. LC : Préoccupation mineure, NT : quasi-menacé, VU : vulnérable, EN : En danger, DD : insuffisamment documenté.

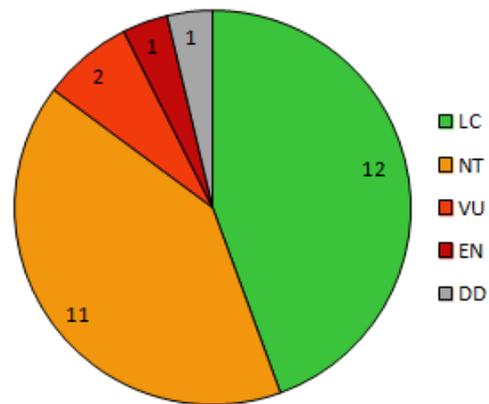


Figure 19: Photographies de quelques espèces patrimoniales. De gauche à droite et de bas en haut : *Galium uliginosum*, *Dactylorhiza praetermissa*, *Carex nigra*, *Thalictrum flavum*, *Rhinanthus alectorolophus*, *Lychnis flos-cuculi* (source des photographies : Tela-botanica).



Interprétation :

Les espèces floristiques patrimoniales sont peu présentes à l'échelle de la zone d'étude. En effet, seulement 25% des parcelles prospectées présentent au moins une espèce patrimoniale. Bien que les recouvrements de chacune des espèces patrimoniales n'aient pas été relevés, ceux-ci étaient généralement très faibles, voire limités à quelques individus, le plus souvent isolés. Ce résultat peut à nouveau être expliqué par les pratiques de gestion, et notamment l'intensification des pratiques et le semis qui tendent à favoriser les espèces fourragères les plus compétitives. Par ailleurs, on constate également sur la cartographie que le degré de patrimonialité est très lié au niveau hydrique relevé sur le terrain. En effet, les parcelles avec présence d'espèces patrimoniales correspondent en grande partie au niveau hydrique le plus élevé. Ceci concorde avec le fait qu'en Picardie, une partie importante des

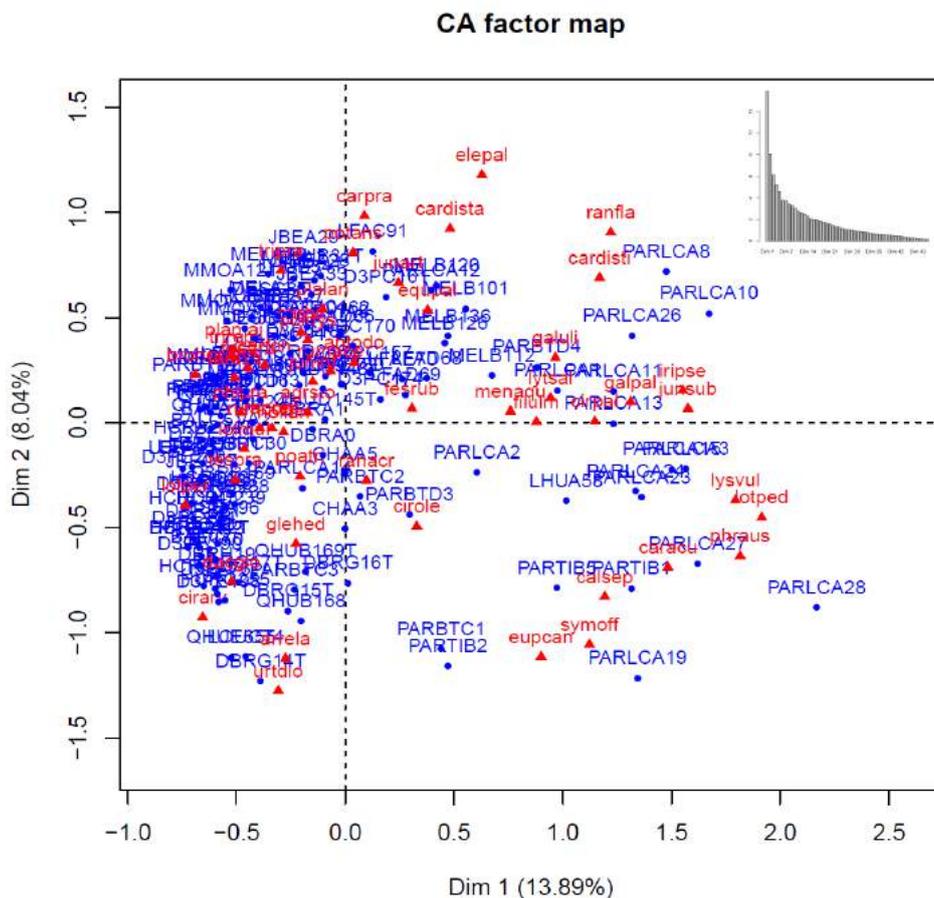
espèces menacées sont typiques des zones humides, ce qui reflète le phénomène de dégradation de ces milieux. Enfin, les parcelles où la présence d'espèces patrimoniales a été observée, correspondent pour la plupart à des parcelles gérées de façon extensive (retard de fauche, ou ajustement de la pression de pâturage). En revanche, l'inverse n'est pas vrai, il n'y a pas d'espèces patrimoniales sur toutes les parcelles soumises à un retard de fauche ou à un ajustement de la pression de pâturage. S'il est donc difficile d'affirmer que les mesures prises et l'extensification des pratiques favorisent les espèces patrimoniales, ces résultats tendent tout de même à montrer qu'une gestion extensive permet au moins leur maintien quand elles sont présentes. Notons également que la parcelle la plus riche en espèces patrimoniales correspond à un site géré par le Conservatoire d'Espaces Naturels de Picardie, où les pratiques de gestion sont adaptées en fonction des enjeux écologiques.

Des espèces patrimoniales sont présentes sur environ 1/5 de l'ensemble des prairies échantillonnées. Celles-ci se trouvent surtout sur les prairies les plus humides et gérées extensivement, aussi bien sur des prairies de fauche (avec retard de fauche) que sur des prairies pâturées (avec ajustement de la pression de pâturage).

III.3) État des lieux, caractérisation écologique des prairies en moyenne vallée de la Somme

III.3.1) Structure du jeu de données, composition floristique

Figure 20: Résultats de l'AFC, plan factoriel, graphique des individus (relevés) et variables (espèces).



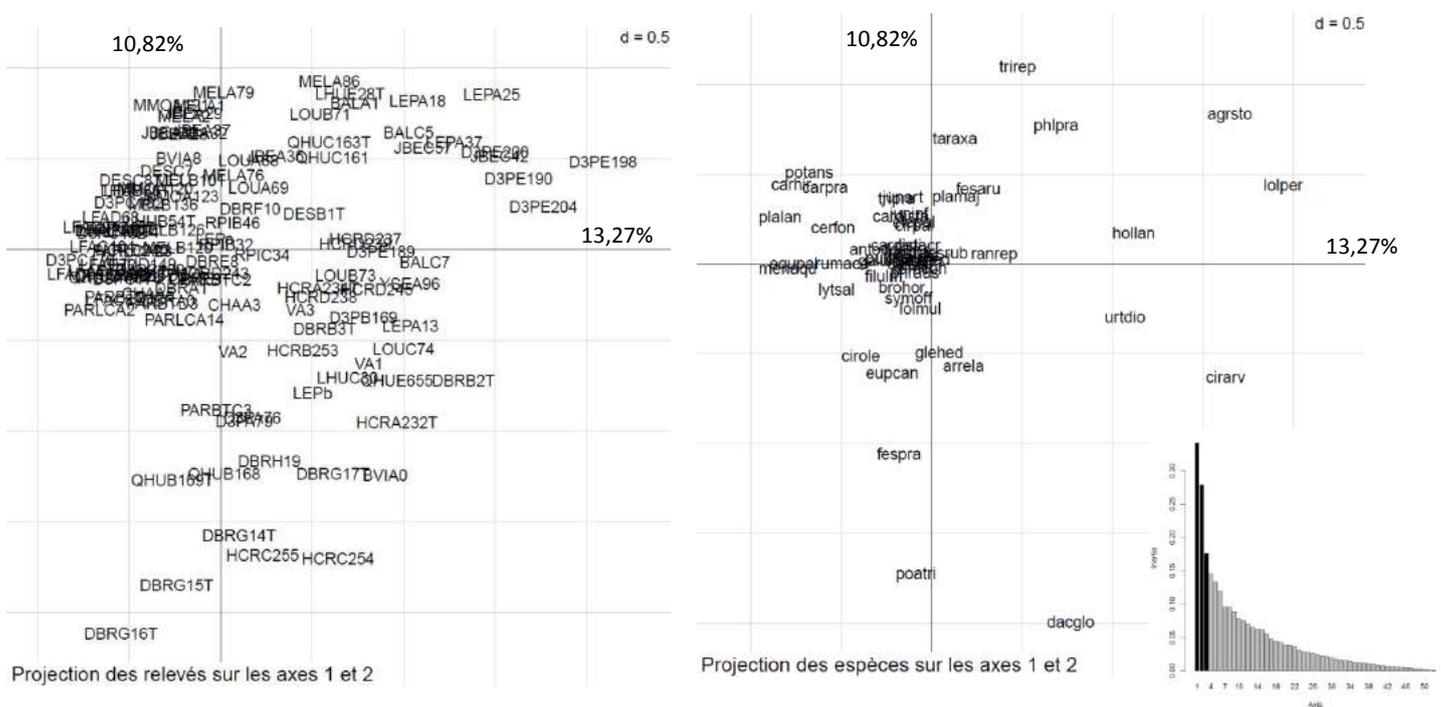
Connaissant la sensibilité des AFC aux espèces rares, les espèces qui apparaissent sur moins de 10 relevés ont été supprimées pour cette analyse (115 espèces sur les 168 du tableau d'origine). Les pourcentages d'inertie associés aux premiers axes sont de 13,89 % pour le premier et de 8,04 % pour le second. Le troisième axe explique 6,15 % de l'inertie, et le pourcentage d'inertie associé aux axes décroît très régulièrement à partir du 6^{ème} axe (fig. 20). L'inertie totale est de 2,98, ce qui signifie que les données présentent au moins un gradient bien marqué, mais sans excès (le premier axe ne sépare pas deux groupes d'échantillon de façon dichotomique). L'analyse des valeurs propres montre une première valeur propre de 0,4 ce qui permet de dire que l'axe 1 traduit un gradient bien marqué. Le deuxième axe a une valeur propre de 0,2, ce qui révèle un gradient peu franc (Buttler *et al.*, 2008).

Sur le plan factoriel (fig. 20), l'axe 1 oppose les espèces (en rouge) plutôt prairiales à gauche (beaucoup de graminées comme *Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*, *Poa trivialis*, *Bromus hordeaceus*, *Agrostis stolonifera* etc. et d'autres espèces prairiales, telles que *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Plantago sp.*, *Rumex sp.*) et les espèces plus caractéristiques de mégaphorbiaies ou de prairies tourbeuses à droite (*Phragmite australis*, *Eupatorium cannabinum*, *Symphytum officinale*, *Juncus subnodulosus*). Le gradient traduit par le second axe est en revanche plus difficile à identifier.

Par ailleurs, on constate qu'une grande majorité des relevés (en bleu) sont groupés. La plupart des relevés se détachant de ce groupe (relevés dont l'identifiant commence par PAR) correspondent à des relevés effectués sur des parcelles occupées par le lycée du Paraquet, sur les sites du CEN Picardie (donc globalement soumis à une gestion plus extensive). Afin de voir si les relevés groupés peuvent être analysés séparément, les analyses suivantes ont été réalisées en supprimant les 20 relevés « outliers » identifiés par cette AFC et par la diagonalisation du tableau réalisée manuellement.

Sur ce nouveau tableau, afin de compléter l'approche de l'AFC et pour minimiser les effets dus aux espèces rares, une analyse non symétrique des correspondances (ANSC) a été effectuée. L'inertie totale de l'ANSC est de 2,57 et les deux premiers axes expliquent 13,27 % et 10,82 % de l'inertie totale (fig. 21). Les relevés qui se détachent du groupe sont ceux où le nombre d'espèces est faible et où le couvert végétal est monopolisé par quelques espèces eutrophiles qui viennent concurrencer les autres espèces.

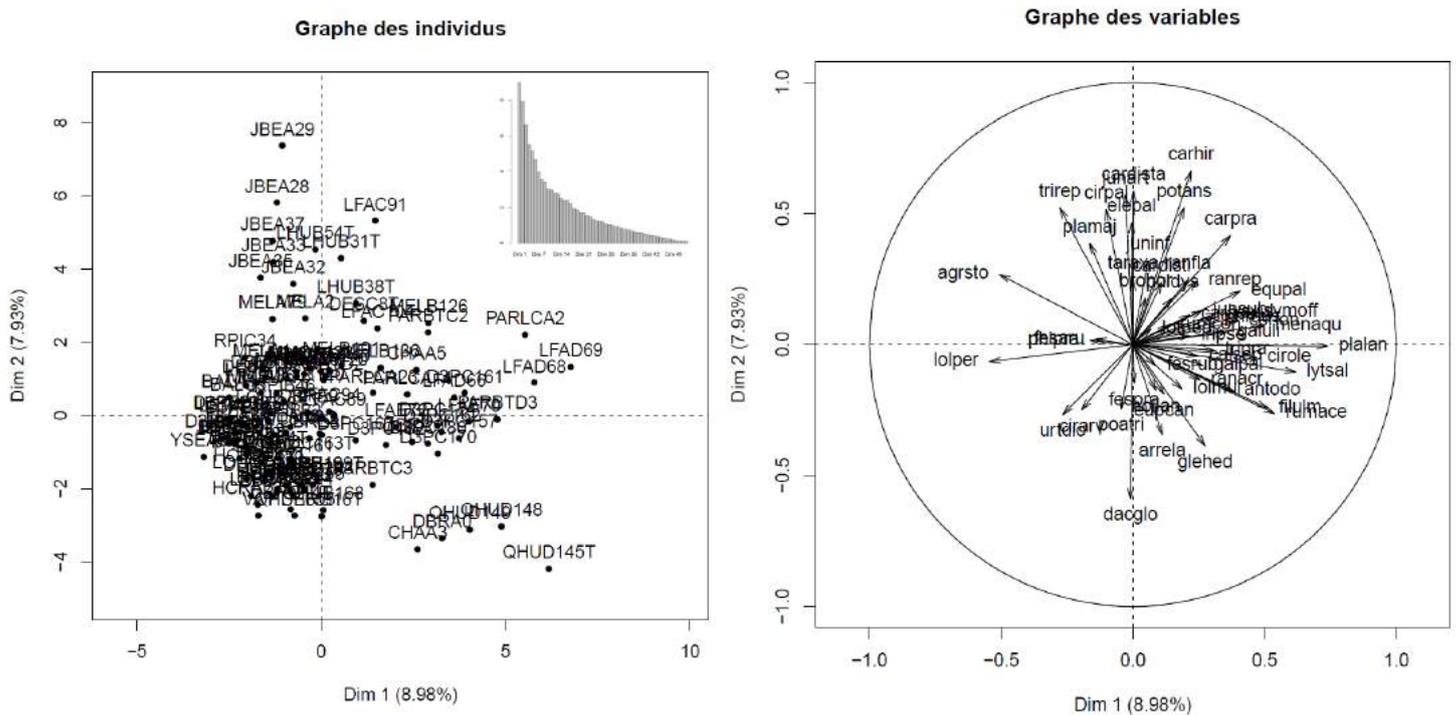
Figure 21: Résultats de l'ANSC, graphique des relevés (à gauche) et des espèces (à droite).



Les données d'abondances en pourcentage de recouvrement constituent une information supplémentaire intéressante à exploiter, d'où l'intérêt de réaliser également une ACP. Après suppression des espèces apparaissant dans moins de 10 relevés et suppression des 20 relevés outliers, le premier axe explique 8,98 % de l'inertie totale et le second axe explique 7,93 %. L'inertie expliquée par chaque axe décroît ensuite très régulièrement (le troisième axe explique 6,63 % de l'inertie totale).

Sur le graphique des variables, on retrouve selon l'axe 1 la même opposition que celle révélée par l'AFC, c'est-à-dire la séparation entre les espèces prairiales à gauche de l'axe, et les espèces de mégaphorbiaies à droite de l'axe (fig. 22). Les relevés sont encore très groupés même si quelques-uns sortent du lot, notamment les relevés JBEA, QHUD, CHAA.

Figure 22: Résultats de l'ACP, graphique des relevés (à gauche) et cercle de corrélation des variables (à droite).



Interprétation :

Malgré les différentes méthodes employées et les précautions prises pour l'analyse des relevés phytosociologiques (suppression des espèces dites « accidentelles » et des relevés « outliers », poids plus important accordé aux espèces fréquentes, et prise en compte des pourcentages de recouvrement des espèces), les résultats obtenus ne permettent pas de dégager une structure claire dans les données. Les résultats de l'AFC, de l'ANSC et de l'ACP montrent tous une séparation des espèces prairiales et des espèces plus typiques des mégaphorbiaies sur le premier axe. Cet axe peut donc être interprété comme représentant un gradient « d'abandon » ou « d'intensification » de la gestion. En effet, dans le cas d'une gestion très intensive (fauches fréquentes ayant lieu tôt dans la saison, chargement en bétail important, désherbage, fertilisation), la pression exercée sur la végétation est très forte et seules les espèces adaptées à une défoliation fréquente et ayant un taux de croissance élevé vont pouvoir se maintenir. Ces espèces sont généralement des espèces de milieux fertiles, ce sont les graminées fourragères que l'on va typiquement retrouver en prairies (*Lolium perenne*, *Holcus lanatus*, *Agrostis stolonifera*, *Phleum pratense*). À l'inverse, une gestion plus extensive (chargement plus faible, fauche tardive, absence de fertilisation ou d'utilisation de produits phytosanitaires) va favoriser des espèces moins eutrophiles et à la phénologie plus tardive (abondance supérieure des dicotylédones, apparition d'espèces de mégaphorbiaies).

D'autre part, les points-objets (relevés) sont en grande partie agglomérés dans la plupart des analyses, avec uniquement les relevés « PAR » isolés du nuage central de points. Ces relevés correspondent à des prairies gérées de façon très extensive (troupeaux du lycée agricole du Paracllet sur les sites du CEN Picardie) et font également partie des sites les plus humides de l'échantillon. De ce fait, ces relevés sont caractérisés par un pool d'espèces plus important et différent de celui des prairies plus « classiques ». Par ailleurs, l'hétérogénéité des milieux représentés sur un même site (prairies, mégaphorbiaies, roselières, etc.) favorise la dispersion des espèces et donc la présence d'espèces plus rares.

Sur les deux autres analyses (ANSC et ACP), parmi les relevés qui se « détachent » un peu du noyau, on constate que les relevés d'une même parcelle se situent à côté sur le plan factoriel, ce qui témoigne d'une certaine homogénéité du couvert végétal entre les différents relevés effectués sur une même parcelle, et confirme l'impression donnée par la phase de terrain.

Les analyses ne permettent pas de révéler une structure nette du jeu de données et du gradient écologique associé. Les relevés sont pour la grande majorité concentrés en une même zone sur le plan factoriel ce qui témoigne d'une certaine homogénéité. Le premier axe permet toutefois d'identifier un gradient représentant l'intensité de la gestion menée sur les parcelles.

III.3.2) Variabilité des valeurs des indicateurs au sein du jeu de données

➤ *Analyse des relevés*

L'étude des similarités entre les relevés par la composition floristique présentant des biais du fait qu'il n'y a pas suffisamment d'espèces qui reviennent souvent dans les relevés, l'utilisation des valeurs des indicateurs permet de passer à une variable de synthèse. Une ACP a donc été réalisée sur le tableau espèces x résultats indicateurs. Nous n'avons conservé dans cette analyse que les indicateurs ayant une « signification écologique », soit la valeur pastorale, l'indice floristique d'engorgement du sol et l'indice floristique de fertilité du sol. Une variable qualitative supplémentaire est conservée pour illustration : le niveau hydrique selon les 3 classes définies. L'inertie totale de l'ACP est de 3 et les deux premiers axes expliquent respectivement 68,24 % et 24,62 % de l'inertie totale. Les variables participant le plus à la formation de l'axe 1 sont la valeur pastorale (coefficient de corrélation de 0,93), puis l'indice floristique d'engorgement du sol (coefficient de corrélation de - 0,83) (fig. 23). Enfin, même s'il n'arrive qu'en troisième position, l'indice floristique de fertilité du sol est également fortement corrélé à l'axe 1 (0,69). La variable participant le plus à la formation du deuxième axe est l'indice floristique de fertilité du sol (coefficient de corrélation de 0,70) puis l'indice floristique d'engorgement du sol (0,48). Le regroupement des relevés sur le plan factoriel (fig. 24) correspond assez bien aux niveaux hydriques déterminés sur le terrain, le long du gradient de l'axe 1.

Figure 23: Résultats de l'ACP, graphique des variables (indicateurs).

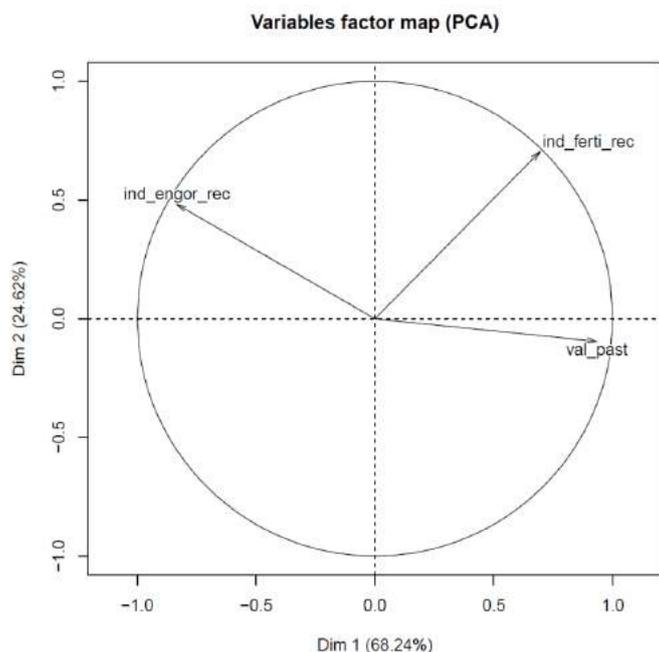
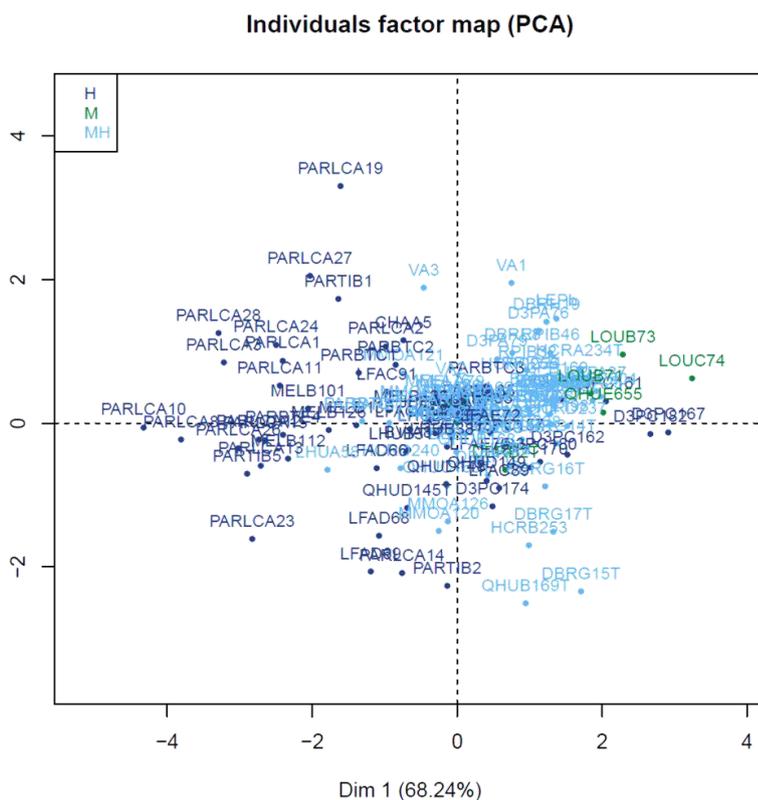


Figure 24: Résultats de l'ACP, graphique des individus (relevés). Le niveau hydrique a été utilisé comme variable illustrative (M : mésophile, MH : mésohygrophile, H : hygrophile).



➤ Synthèse par parcelle

Le tableau présentant les résultats du calcul des indicateurs pour chaque parcelle est présenté en annexe 9.

Interprétation :

L'analyse des relevés basée sur les valeurs obtenues à l'aide des indicateurs de synthèse révèle des différences selon la valeur pastorale et l'indice floristique d'engorgement sur le premier axe. Les relevés se situant dans des valeurs les plus positives sur cet axe correspondent à des parcelles où la valeur pastorale est élevée et où l'indice d'engorgement du sol est relativement « faible ». À l'inverse, les relevés situés dans la partie la plus négative de l'axe 1 correspondent à des parcelles pour lesquelles la valeur pastorale est plus faible et l'indice d'engorgement du sol plus élevé. On y retrouve les relevés « PAR » dont la végétation est plus diversifiée et moins riche en graminées. L'utilisation du niveau hydrique comme variable illustrative permet également de visualiser que l'indice d'engorgement est conforme à la caractérisation du niveau hydrique sur le terrain. Par ailleurs, ces résultats laissent entrevoir une corrélation entre l'indice floristique d'engorgement du sol et la valeur pastorale, et la projection des variables sur l'axe 1 permet également de supposer une corrélation entre l'indice floristique de fertilité du sol et la valeur pastorale. Ces aspects sont étudiés dans la partie III.4.1.

Globalement, les relevés sont là aussi tous regroupés et s'étalent de façon continue le long des gradients représentés par les premiers axes sans créer de groupes bien distincts. Ceci révèle l'homogénéité des relevés par rapport aux notes prises par les indicateurs.

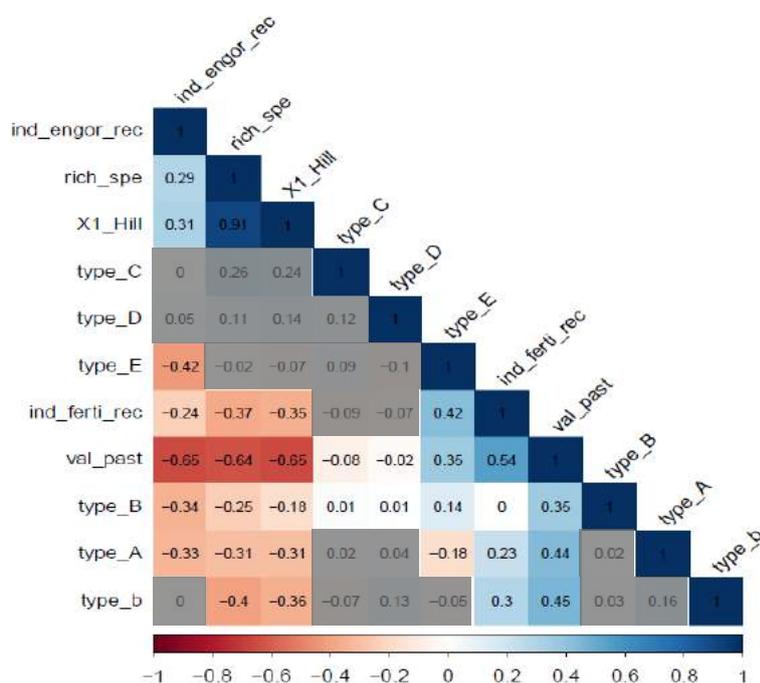
Les notes des indicateurs calculées pour chaque relevé ne permettent pas la séparation de groupes de relevés présentant des réponses communes. Les relevés sont répartis de façon continue le long d'un gradient d'humidité.

III.4) Pertinence des indicateurs retenus et des variables environnementales utilisées

III.4.1) Les indicateurs choisis permettent-ils de tous de mesurer des paramètres différents ?

La matrice des coefficients de Spearman (fig. 25) rend compte des résultats du test. L'effectif étant de 138 et le seuil de confiance fixé à 95 %, les coefficients supérieurs à 0,2 ou inférieurs à -0,2 mettent en évidence une liaison entre deux variables (Baudot). Une forte corrélation positive (coefficient de corrélation de 0,91) entre l'indice richesse spécifique (rich_spe) et l'indice de diversité 1-Hill (X1_Hill) peut être notée, ce qui est normal étant donné que ces deux indices sont des mesures de la diversité floristique. On note également des corrélations négatives importantes entre la valeur pastorale et l'indice floristique d'engorgement du sol, la richesse spécifique et l'indice de diversité 1-Hill (coefficients de corrélations de respectivement -0,65, -0,64 et -0,65) ainsi qu'une corrélation positive entre la valeur pastorale et l'indice de fertilité du sol. On observe aussi, dans une moindre mesure, une corrélation positive de la valeur pastorale avec les pourcentages de recouvrement des types fonctionnels de graminées A, B, b et E, et de la richesse spécifique avec l'indice d'engorgement du sol. L'indice de fertilité du sol est également corrélé positivement au pourcentage de recouvrement du type fonctionnel de graminées E. Enfin, l'indice d'engorgement du sol est négativement corrélé aux pourcentages de recouvrement des types fonctionnels de graminées A, B, E, la richesse spécifique et l'indice de diversité 1-Hill sont également corrélés négativement avec l'indice de fertilité du sol, et les TFG A, B, b.

Figure 25: Représentation des corrélations entre indicateurs. Une couleur bleue indique une corrélation positive, une couleur rouge une corrélation négative. L'intensité de la couleur est proportionnelle au coefficient de corrélation. Les cases grisées correspondent aux coefficients de corrélation pour lesquels le test a une p-value > 0,05 (non significativité de la corrélation). ind_engor_rec : indice floristique d'engorgement du sol, rich_spe : richesse spécifique, X1_Hill : indice 1-Hill, type_C : % de recouvrement du type fonctionnel de graminées (TFG) C, type_D : % de recouvrement du TFG D, type_E : % de recouvrement du TFG E, ind_ferti_rec : indice floristique de fertilité du sol, val_past : valeur pastorale, type_B : % de recouvrement du TFG B, type_A : % de recouvrement du TFG A, type_b : % de recouvrement du TFG b.



Interprétation :

Les analyses sur les données récoltées en 2016 ont permis de montrer l'existence de corrélations entre certains indicateurs. La forte corrélation entre la richesse spécifique et l'indice de diversité 1-Hill est normale, car même si la richesse spécifique ne rentre pas directement en compte dans le calcul de l'indice de diversité de Hill, ces deux indices permettent de mesurer la diversité floristique des relevés. L'avantage de l'utilisation de l'indice de Hill est qu'il prend des valeurs continues, ce qui peut s'avérer utile pour des analyses statistiques, contrairement à la richesse spécifique (valeurs discrètes). L'indice de Hill présente aussi l'avantage de tenir compte à la fois de la richesse et de l'équitabilité et permet ainsi de considérer aussi l'abondance des espèces. Néanmoins la richesse spécifique, qui correspond au nombre d'espèces différentes, est un concept plus intuitif et plus facile à comprendre que le calcul de l'indice de Hill qui nécessite au préalable les calculs des indices de Simpson et de Shannon.

La corrélation négative entre la valeur pastorale et les indices de diversité (richesse spécifique et indice 1-Hill) est à mettre en relation avec les modifications du couvert végétal contrôlées par les pratiques de gestion. En effet, les valeurs pastorales les plus fortes correspondent à des couverts de graminées fourragères dominés par les ray-grass italien et anglais (*Lolium multiflorum* et *Lolium perenne*), le pâturin commun (*Poa trivialis*), le dactyle aggloméré (*Dactylis glomerata*) et des légumineuses (*Trifolium repens*, *Trifolium pratense*). Ainsi les relevés ayant une valeur pastorale élevée sont ceux où l'on retrouve ces espèces avec des recouvrements importants. Ils correspondent le plus souvent à des parcelles où l'action humaine est très marquée : parcelles semées, éventuellement fertilisées, ce qui défavorise la présence d'espèces spontanées, d'où une diversité floristique plus faible. À l'inverse, les relevés avec une diversité floristique élevée correspondent à des végétations plus hétérogènes, avec plus d'espèces différentes ayant des recouvrements moins importants, et donc une moindre part accordée aux espèces à haute valeur pastorale, ce qui explique une valeur pastorale plus faible à l'échelle du relevé, et de la parcelle. Néanmoins, si les indices de diversité floristique et la valeur pastorale présentent une corrélation, ils mesurent des paramètres différents et ne sont donc pas redondants l'un par rapport à l'autre puisque le type d'information que chacun d'eux fournit n'est pas le même.

La corrélation négative entre valeur pastorale et indice d'engorgement du sol est liée au fait qu'en grande majorité, les espèces ayant une valeur indicatrice élevée pour l'engorgement du sol ont également une valeur pastorale très faible. Ces espèces comprennent notamment les prêles (*Equisetum sp.*), les joncs (*Juncus sp.*) et les carex (*Carex sp.*) ainsi que les eleocharides (*Eleocharis sp.*). Cependant, même si la valeur alimentaire de ces espèces est faible en termes « d'énergie », elles peuvent néanmoins présenter un intérêt aromatique, comme la cardamine des prés (*Cardamine pratensis*) notamment pour la production laitière et fromagère (peu développée en moyenne vallée de la Somme) (Ducarf, 2014). D'autres espèces présentent des caractères thérapeutiques dont il pourrait être intéressant d'étudier les effets sur la santé du troupeau, comme la menthe aquatique, (*Mentha aquatica*) qui présente des propriétés digestives, et la reine des prés (*Filipendula ulmaria*) qui favorise le soin des fièvres et des engorgements (Ducarf, 2014).

La valeur pastorale est également corrélée positivement à l'indice de fertilité du sol. La corrélation observée est possiblement liée à la gestion et au fait que les espèces relevées ont à la fois un indice élevé pour la valeur pastorale et un indice de fertilité du sol. Cependant cela ne représente pas forcément une vérité générale et il se pourrait que des espèces ayant une valeur pastorale élevée et une valeur indicatrice de fertilité du sol faible soient ici masquées par des effets de compétition. Cet aspect met en lumière certaines limites de ces indicateurs, notamment dans des milieux à forte intervention

humaine : le calcul de l'indicateur donne des informations indirectes et offre une vision incomplète mais cela ne signifie pas forcément qu'une fertilité du sol moindre soit incompatible avec une bonne valorisation de l'herbage. Par ailleurs, l'intérêt des prairies humides réside surtout dans la complémentarité qu'elles présentent avec le reste du parcellaire des exploitations et qu'elles offrent dans l'itinéraire technique en permettant une disponibilité alimentaire tardive en saison, d'autant plus en année sèche où les prairies humides restent « vertes » plus longtemps.

Dans une moindre mesure, la valeur pastorale est également corrélée positivement avec les types fonctionnels de graminées A, B, b et E, ce qui est cohérent puisque ces types fonctionnels correspondent à des espèces dont la digestibilité et les teneurs en minéraux sont élevés, ce qui permet l'obtention d'un foin « de qualité » du point de vue de l'apport énergétique, mais moyennement productif en terme de rendement (sauf lors de fauches tardives, mais la qualité est alors moindre). Ces types fonctionnels sont par ailleurs plutôt bien adaptés au pâturage ras (Cruz *et al.*, 2002) (Cruz *et al.*, 2010) (Duru *et al.*, 2010).

Par ailleurs, les indices de diversité (richesse spécifique et indice 1-Hill) sont également corrélés à l'indice d'engorgement du sol. Ces résultats ne viennent que confirmer, à l'échelle de l'ensemble des espèces présentes (et non plus uniquement sur les espèces patrimoniales) les tendances observées sur les cartographies des niveaux hydriques et du degré de patrimonialité, à savoir que, sur les parcelles constituant notre échantillon, on observe une flore plus diversifiée sur les prairies les plus humides (indice floristique d'engorgement du sol élevé). Ceci peut s'expliquer par les mêmes raisons que celles favorisant les espèces patrimoniales : une gestion plus extensive des parcelles les plus humides, « forcée » par les conditions qui ne permettent pas une intensification des pratiques : faible portance, remontée de nappe, parasitisme.

Les corrélations les plus notables entre indicateurs concernent la valeur pastorale avec les indices de diversité (corrélation négative), et avec les indices floristiques de fertilité (corrélation positive) et d'engorgement du sol (corrélation négative). Néanmoins ces indices ne mesurent pas les mêmes paramètres et ne peuvent pas se substituer l'un l'autre, ils peuvent donc tous être conservés sans qu'il y ait de véritable « redondance » dans les indicateurs calculés. En revanche, et de façon attendue, l'indice de diversité 1-Hill et la richesse spécifique, deux indices mesurant la diversité floristique, présentent un fort taux de corrélation. Ces deux indicateurs mesurant des paramètres très semblables, la conservation unique de l'un des deux est pertinente.

III.4.2) Quelles variables de gestion retenir ?

Afin d'identifier d'éventuelles corrélations entre les variables de gestion, des matrices de corrélations de Cramer ont été calculées (annexe 19). Pour les prairies fauchées, les dates de première et de seconde fauche sont corrélées avec un coefficient de corrélation de 0,543. Aussi, afin d'éviter des redondances dans l'analyse, le choix a été fait de ne pas étudier la ou les dates de fauche, mais plutôt le nombre de coupes réalisées.

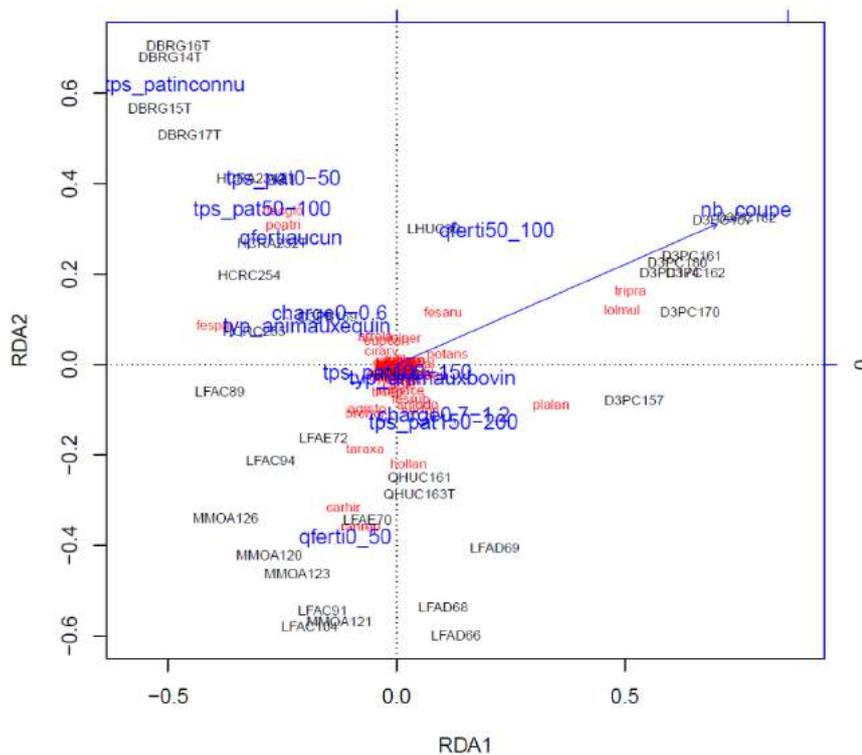
Pour les prairies pâturées, il y a une forte corrélation entre les dates d'entrée et sortie du troupeau, et la durée de la période de pâturage. Afin de réduire le nombre de variables et d'éviter des redondances, le choix a été fait de ne conserver que la durée du pâturage, comme variable synthétique. La seule corrélation qui reste est celle entre le type d'animaux et la durée de la période de pâturage. Ceci est principalement dû à quelques prairies pâturées à l'année par des chevaux. En raison du caractère un

les variables de gestion testées. Après ajustement, le premier axe explique 6,01 % de la variance et le second seulement 4,65 %. Le triplot (fig. 26) permet d'observer que la quantité de fertilisation apportée contribue fortement à la dispersion des données selon l'axe 1 alors que c'est principalement le nombre de coupe qui participe à la dispersion selon l'axe 2. Par ailleurs, ce graphique permet d'observer un lien entre une augmentation du nombre de coupes réalisées et une fertilisation élevée.

➤ *Gestion mixte*

La RDA sur le modèle testé pour les parcelles soumises à une gestion mixte a une inertie totale de 0,6190 répartie en 59,8 % pour la fraction contrainte et 40,2 % pour la fraction non contrainte. La part de variance du tableau espèces expliquée par les variables de gestion, et correspondant au R^2 ajusté est de 45 %. Le premier axe explique 16,18 % de cette variance et le second axe 10,98 %. Sur le triplot (fig. 28), on observe que le nombre de coupes et le temps de pâturage jouent un rôle important pour la dispersion des sites selon le premier axe. Sur le second axe, c'est surtout la quantité de fertilisation, mais aussi le temps de pâturage qui influent sur la dispersion des sites.

Figure 28: Triplot de la RDA pour le modèle $Y \sim \text{type d'animaux} + \text{quantité de fertilisation} + \text{nombre de coupes} + \text{durée du pâturage} + \text{chargement}$.



Interprétation :

L'étude des liens entre pratiques agricoles et composition floristique des prairies a permis de tester différents paramètres propres au type de gestion. Au-delà du mode de gestion en lui-même (pâturage, fauche ou gestion mixte), nous avons voulu étudier l'effet des paramètres modulables pour chacun de ces types de gestion. Pour les parcelles pâturées (pâturage exclusif ou pâturage et fauche), ce sont davantage les paramètres liés au degré d'intensification des pratiques (chargement, durée de la période de pâturage), que le type d'animaux qui expliquent la dispersion des relevés. Néanmoins, ceci résulte possiblement d'une corrélation entre le type d'animaux pâturant sur les prairies et les pratiques associées (par exemple, un pâturage équin durant toute l'année).

Pour les parcelles fauchées (fauche exclusive ou gestion mixte), le paramètre concernant le nombre de coupes permet d'isoler les espèces fourragères telles que *Lolium perenne*, *Arrhenatherum elatius*, *Lolium multiflorum*, *Trifolium pratense*, *Phleum pratense*, *Festuca sp.* qui sont associées à un nombre de coupes élevé (2 ou 3) et qui sont également souvent des espèces semées. À noter que les deux premières espèces citées, *Lolium perenne* et *Arrhenatherum elatius*, sont également des espèces à la phénologie précoce et donc adaptées à une coupe précoce (souvent liée à un nombre de fauche élevé), ce qui permet d'expliquer le rapprochement sur le plan factoriel.

Enfin, quel que soit le type de gestion, la quantité de fertilisation apportée participe toujours de façon notable à la constitution des axes des triplots, et explique la dispersion des relevés sur le plan factoriel, il semble donc que ce facteur soit déterminant dans le lien entre la gestion et la composition floristique. Bien qu'il soit difficile d'en dire plus avec ces résultats, on peut raisonnablement formuler l'hypothèse qu'une fertilisation importante tend à réduire le pool d'espèces présentes en favorisant les espèces eutrophiles.

Il faut cependant interpréter ces résultats avec précaution et garder à l'esprit que pour les deux premières analyses réalisées, le R^2 ajusté est assez faible, inférieur à 0,20, ce qui signifie que les paramètres de gestion ne semblent expliquer qu'en faible partie la composition floristique des relevés. Par ailleurs, sur la gestion par fauche exclusivement ou par pâturage exclusivement, la valeur propre du premier axe non contraint est supérieure aux valeurs propres des axes canoniques, ce qui signifie que la variance sur le premier axe résiduel est plus importante que la variance des axes canoniques, révélant que les paramètres de gestion testés ici ne sont pas les principaux facteurs de variance de la matrice espèces. On peut supposer que des variables telles que le niveau hydrique des parcelles, le type de sol, leur situation géographique, ou encore des paramètres historiques entrent ici en jeu, il serait donc intéressant de pouvoir réaliser à nouveau ces analyses en tenant compte de ces paramètres.

Pour l'analyse sur la gestion mixte en revanche, le R^2 ajusté est de 0,45 et cette hausse de la variance expliquée par la fraction contrainte n'est a priori pas due simplement à l'augmentation du nombre de variables entrant dans le modèle puisque nous considérons bien le R^2 ajusté. Il semble alors que l'effet cumulé d'une gestion par fauche et pâturage gouverne la composition floristique de façon plus forte. Il est également possible que le « gradient d'intensification » pour les prairies gérées par gestion mixte soit plus grand dans cette catégorie de prairies (plus grand écart entre les prairies gérées le plus intensivement et celles gérées le plus extensivement), ce qui expliquerait un modèle plus robuste.

La composition floristique est bien expliquée par les pratiques agricoles seulement dans le cas des prairies gérées par gestion mixte (combinaison de la fauche et du pâturage). Les facteurs entraînant le plus de dispersion des relevés sont liés au degré d'intensification des pratiques (chargement, durée du pâturage, nombre de fauche). La variabilité de la composition floristique est moins bien expliquée par les pratiques agricoles pour les parcelles gérées uniquement par fauche, ou uniquement par pâturage.

III.5.1.2) Approche par les notes des indicateurs

Les paramètres de gestion ont été testés afin d'évaluer leurs liens avec les notes calculées pour les indicateurs. Certains de ces paramètres sont communs à l'ensemble des relevés, d'autres sont spécifiques aux parcelles gérées par fauche, ou par pâturage.

➤ Toutes les parcelles

Le mode de gestion globale (fauche, pâturage, ou gestion mixte) ne semble pas avoir d'effet sur les résultats des indicateurs. La seule différence significative entre ces types de gestion concerne l'indice floristique d'engorgement du sol qui est plus élevé sur les parcelles pâturées que sur les parcelles gérées par fauche ou gestion mixte (la p-value du test de Kruskal-Wallis est de $1,631.10^{-6}$) mais cela révèle plus une conséquence des conditions environnementales sur le choix des pratiques agricoles, qu'une réponse du milieu aux pratiques de gestion (fig. 29).

La fertilisation semble en revanche avoir un effet plus notable sur les résultats des indicateurs, et notamment sur l'indice de diversité 1-Hill, qui diminue lorsque la quantité de fertilisation azotée apportée à l'hectare augmente (la p-value du test de Kruskal-Wallis est de 0,001081). L'indice de diversité 1-Hill pour les parcelles ayant reçu la dose la plus élevée de fertilisation azotée (100 à 150 unités d'azote) est en moyenne significativement plus élevé que celui des parcelles ayant reçu les deux doses les plus faibles (0 UN, p-value = 0,00035, et 0 à 50 UN, p-value = 0,026) (fig. 30). En revanche il n'y a pas de différence significative entre une absence totale de fertilisation et une fertilisation limitée, inférieure à 50 unités d'azote à l'hectare.

La valeur pastorale varie également selon la fertilisation (la p-value du test de Kruskal-Wallis est de $1,645.10^{-5}$). En effet, plus la quantité apportée de matière azotée augmente, plus la valeur pastorale est élevée (fig. 31). Des différences significatives sont notamment observées entre une absence de fertilisation et les deux niveaux les plus élevés (50 à 100 UN, p-value = 0,00036, et 100 à 150 UN, p-value = $7,1.10^{-5}$), et entre le niveau le plus élevé (100 à 150 UN) et les deux niveaux les plus faibles (0 UN, p-value = $7,1.10^{-5}$, et 0 à 50 UN, p-value = 0,01584). Des résultats similaires sont obtenus pour l'indice floristique de fertilité du sol, qui présente une corrélation positive

Figure 29: Distribution de l'indice d'engorgement selon le mode de gestion.

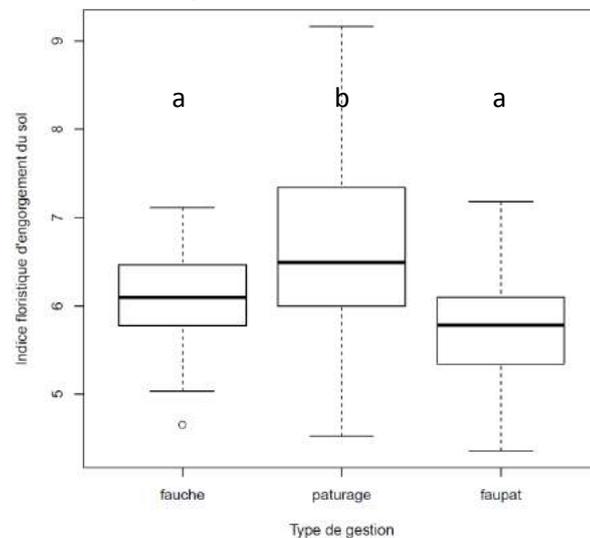


Figure 30: Distribution de l'indice de diversité selon la quantité de fertilisation.

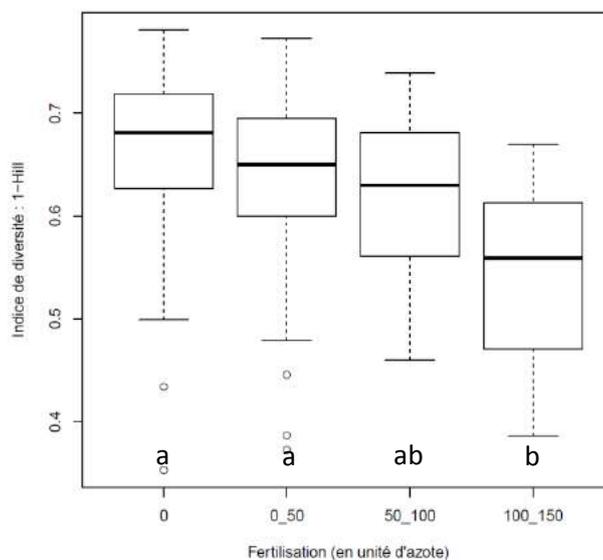
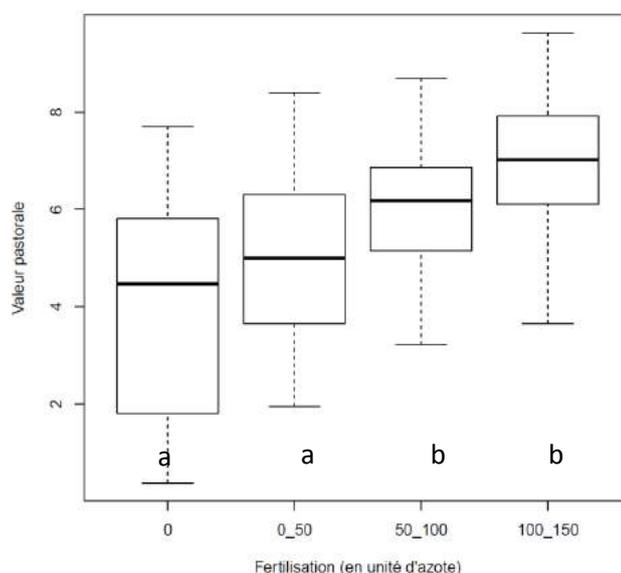


Figure 31: Distribution de la valeur pastorale selon la quantité de fertilisation.



avec la valeur pastorale, et qui dépend directement des pratiques de fertilisation.

Des résultats plus généraux montrent aussi que les parcelles où l'indice d'engorgement est le plus élevé en moyenne sont pâturées par des bovins plutôt que des équins.

➤ Parcelles pâturées

Pour ce qui concerne les parcelles pâturées (exclusivement ou gérées de façon mixte par pâturage et fauche), deux paramètres donnent des résultats significatifs : la durée du pâturage, et le chargement.

L'indice de diversité 1-Hill montre une tendance à diminuer lorsque la durée du pâturage augmente (fig. 32). En effet, les valeurs prises par cet indice pour un pâturage allant de 50 à 100 jours sont significativement différentes de celles prises par l'indice pour un pâturage dont la durée va de 150 à 200 jours. La p-value du test global de Kruskal et Wallis est de $3,625.10^{-5}$ ce qui permet, avec un intervalle de confiance de 95 %, de rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes. Un second test de comparaison multiple donne une p-value de $4,3.10^{-6}$ entre les indices 1-Hill des groupes 50-100 jours et 150-200 jours de pâturage. Les groupes extrêmes ne donnent pas de résultats significatifs, sans doute en raison des sous-échantillons de très petite taille (2 relevés pour le groupe 0-50 jours de pâturage, et 4 relevés pour le groupe 200 et plus).

D'autres résultats montrent que la valeur pastorale est globalement plus élevée sur les parcelles pâturées longtemps ($p\text{-value} = 2,553.10^{-5}$), là encore ceci reflète très probablement une adaptation de la gestion aux conditions de milieu, d'autant plus que l'indice floristique de fertilité du sol suit également cette distribution ($p\text{-value} = 0,04485$).

Un test de Kruskal-Wallis sur les chargements permet de montrer les mêmes tendances vis-à-vis de l'indice de diversité 1-Hill qui diminue lorsque le chargement augmente ($p\text{-value} = 0,003145$) (fig. 33). Cet indice est significativement plus élevé sur les prairies où le chargement est faible (de 0 à 0,6 UGB/ha) par rapport à celles où le chargement est plus élevé (0,7 à 1,2 UGB/ha, $p\text{-value} = 0,0093$, et 2 UGB et plus, $p\text{-value} = 0,0011$). Là aussi l'absence de différence avec les prairies dont le chargement va de 1,3 à 2 UGB/ha s'explique probablement par la taille de ce sous-échantillon constitué uniquement de 4 relevés.

Les analyses montrent également un indice d'engorgement plus élevé sur des prairies où le chargement est plus faible ($p\text{-value} = 2,417.10^{-7}$), ainsi qu'un indice de fertilité du sol ($p\text{-value} = 4,329.10^{-9}$) et une valeur pastorale ($p\text{-value} = 0,001279$) plus élevés sur les prairies avec un chargement élevé, mais encore une fois ces résultats montrent sans doute plus une adaptation de la

Figure 32: Distribution de l'indice de diversité selon la durée du pâturage.

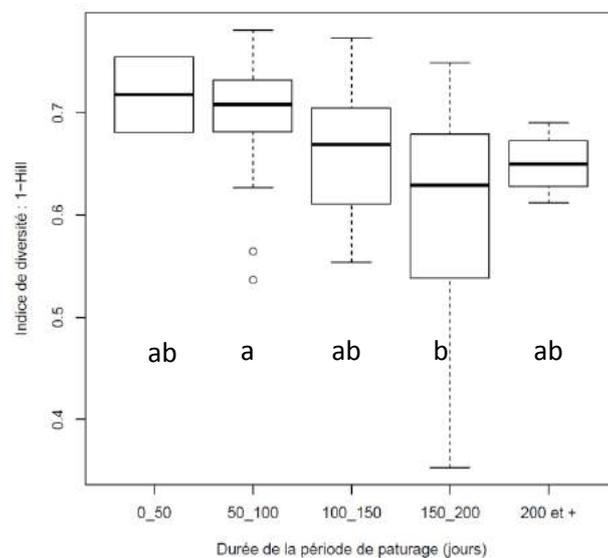
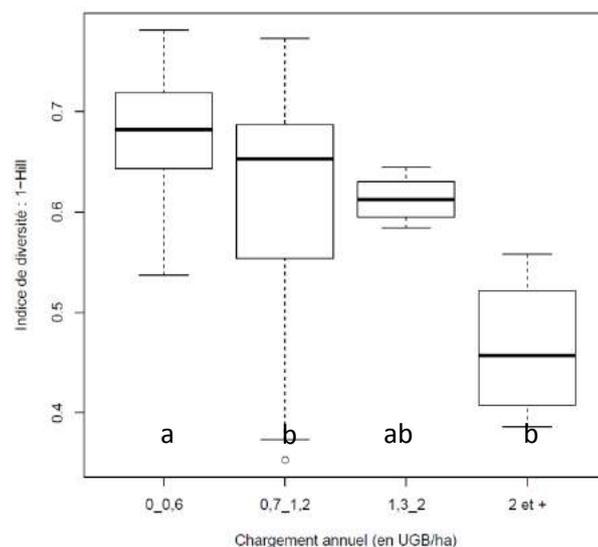


Figure 33: Distribution de l'indice de diversité selon le chargement.

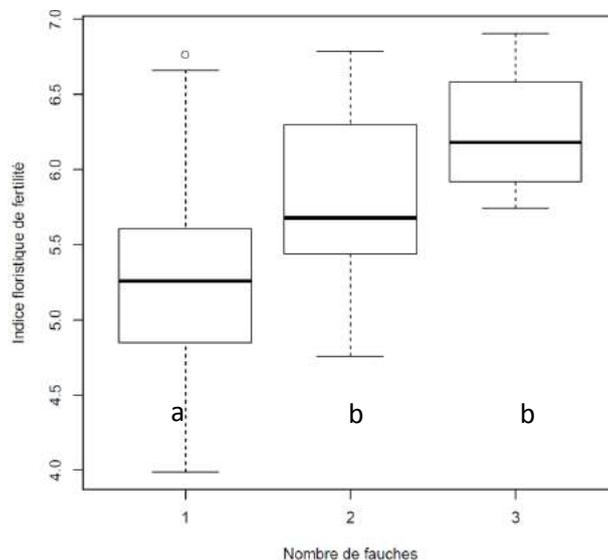


gestion aux conditions de milieux (voire une adaptation de la gestion du pâturage à la gestion du couvert végétal des prairies) plutôt qu'une réponse de la végétation aux pratiques de gestion.

➤ Parcelles fauchées

Le nombre de coupe réalisées est un paramètre qui entraîne des différences significatives uniquement pour l'indice floristique de fertilité du sol (p-value de l'ANOVA de 0,00377) (fig. 34). Un test de Tukey HSD permet de voir que la moyenne de cet indice sur les parcelles où une seule coupe est réalisée est significativement différente de celle pour lesquelles le nombre de coupes s'élève à 2 ou 3 (p-values de respectivement 0,0265 et 0,0405).

Figure 34: Distribution de l'indice de fertilité selon le nombre de fauches.



Interprétation :

Pour certains indicateurs testés ici et étudiés en lien avec les pratiques agricoles, les valeurs prises diffèrent selon les paramètres liés au mode de gestion. Concernant le mode de gestion globale, seul l'indice floristique d'engorgement est plus élevé sur les parcelles gérées par pâturage que sur celles gérées de façon mixte (fauche et pâturage) ou par fauche. Ce résultat révèle plus une adaptation de la gestion en fonction des conditions environnementales plutôt qu'un effet de la gestion sur le niveau hydrique de la parcelle. En effet, les parcelles dont le niveau d'humidité est le plus fort (indice floristique d'engorgement élevé) sont difficilement mécanisables (engorgement du sol pendant une période plus longue, portance faible, etc.). La seule utilisation possible est alors le pâturage, ce qui explique ce résultat.

➤ Fertilisation

La fertilisation impacte deux des indicateurs : l'indice de diversité 1-Hill et la valeur pastorale. L'indice de diversité 1-Hill est plus élevé sur des prairies pas ou peu fertilisée (entre 0 et 50 UN/ha) que sur les prairies recevant un apport conséquent d'azote (100-150 UN/ha). Ceci s'explique par le fait qu'un apport de matière azotée important entraîne une sélection des espèces supportant un niveau trophique élevé (typiquement, les graminées fourragères telles que *Lolium sp.*, *Dactylis glomerata*, *Poa trivialis*, *Alopecurus pratensis*, mais aussi *Urtica dioica*, *Cirsium arvense*, *Rumex conglomeratus*, *Ranunculus repens*, etc.), au dépend des espèces mésotrophiles et oligotrophiles (ex : *Molinia caerulea*, *Ranunculus flammula*). À l'inverse, l'indice de valeur pastorale prend des valeurs plus élevées lorsque la quantité de matière minérale azotée augmente. En effet, une fertilisation importante va favoriser les plantes adaptées à un haut niveau trophique et dans les prairies prospectées, ces espèces correspondent aux graminées fourragères, qui présentent également les valeurs pastorales les plus élevées.

➤ Durée de la période de pâturage

L'effet de la durée du pâturage est significatif pour deux des indicateurs : l'indice de diversité et la valeur pastorale. L'indice de diversité 1-Hill diminue lorsque la durée du pâturage augmente. Ceci s'explique par une pression de pâturage plus forte qui va entraîner un prélèvement plus important, y

compris des espèces les moins abondantes. L'augmentation de la durée du pâturage accroît également le risque de générer un piétinement plus important et donc, en plus d'une augmentation de la surface de sol nu, de défavoriser les espèces les moins adaptées. Enfin, les espèces peu abondantes ont plus de risques d'être consommées avant qu'ait lieu la mise à graine, ce qui peut entraîner leur raréfaction, voir leur disparition et engendrer à terme une diminution de la diversité. Ainsi l'augmentation de la pression de pâturage favorise un pool d'espèces compétitives réduit.

La valeur pastorale est plus élevée sur les prairies pâturées longtemps (150 à 200 jours). Ceci reflète certainement une adaptation des pratiques aux conditions de milieu, plutôt que l'inverse. En effet, si une parcelle présente une valeur pastorale plus élevée elle est logiquement pâturée plus longtemps car la végétation y est plus productive et plus appétante pour les bovins. Par ailleurs, un pâturage plus long entraîne également un dépôt de matières organiques plus conséquent qui peut augmenter la fertilité du sol et favoriser les espèces fourragères et eutrophiles présentant aussi une valeur pastorale élevée. Si l'on met en perspective l'ensemble des résultats, on peut également penser que tout cela est lié à une logique de production plus « intensive » où la fertilisation des prairies entraînerait un développement des espèces les plus eutrophiles qui se trouvent dans ce cas être celles présentant une valeur pastorale élevée, entraînant une augmentation de la valeur pastorale de la parcelle dans un but d'augmentation de la productivité de la prairie afin de pouvoir augmenter le chargement ou la durée du pâturage (ce qui réduit d'autant les besoins d'affouragement). On peut déduire de ces résultats l'existence d'un illusoire « cercle vertueux » où l'intensification des pratiques (fertilisation, pression de pâturage) entraînerait une augmentation de la valeur pastorale. Cependant, cette intensification entraîne aussi l'apparition et le développement d'espèces indésirables (chardons, orties, rumex, renoncules) liés au piétinement (pression de pâturage) et à l'augmentation du taux d'azote dans le sol (eutrophisation). Ces espèces, non consommées par les bovins (inapétantes ou toxiques) se développent rapidement et recouvrent de grandes surfaces au sein des prairies, réduisant d'autant la superficie pour les espèces consommables. Ainsi l'intensification, qui peut, pour les agriculteurs, sembler intéressante à première vue se révélerait à long terme être une mauvaise solution pour augmenter la valeur fourragère. Cette hypothèse mériterait cependant des vérifications par le biais de calculs de productivité à l'échelle des parcelles.

➤ *Chargement*

L'intensité du pâturage est aussi mesurable par le biais du chargement, qui génère des différences pour l'indice d'engorgement, la valeur pastorale et l'indice de fertilité. L'indice d'engorgement est en moyenne plus élevé sur les prairies avec un chargement faible, ce qui montre un ajustement de la gestion en fonction des conditions de milieu, et plus précisément en fonction du niveau hydrique des prairies. En effet, les prairies très humides présentent une portance moindre, et un chargement trop important a tendance à « retourner » la prairie, d'où un chargement généralement plus faible sur ces terrains engorgés. À l'inverse, la valeur pastorale et l'indice floristique de fertilité du sol augmentent lorsque le chargement est élevé. Ceci reflète surtout des exploitations où les pratiques sont intensives et où une pression de pâturage élevée est couplée à un indice de fertilité élevé (lié à une fertilisation du sol importante) et une valeur fourragère élevée.

➤ *Nombre de coupes*

Le nombre de coupes est lié à l'indice de fertilité du sol. Les variations montrent simplement que plus l'indice de fertilité est élevé, plus le nombre de fauche réalisées augmente en raison d'une productivité plus grande induite par la fertilisation du sol.

L'indice de diversité 1-Hill est significativement plus élevé lorsque la fertilisation est réduite et la durée du pâturage limitée. À l'inverse, la valeur pastorale augmente lorsque la fertilisation est importante et lorsque la durée du pâturage et le chargement augmentent. Ces résultats révèlent bien un effet des pratiques agricoles s'inscrivant dans deux logiques de gestion différentes, la première plutôt extensive, la seconde plus intensive.

III.5.2) La contractualisation de MAE permet-elle un meilleur état écologique des prairies ?

En raison d'une forte dépendance entre le type de contrat et le mode de gestion (par exemple, des contrats visant un ajustement de la pression de pâturage ne concernent que les prairies pâturées, et non les prairies fauchées), nous avons choisi d'analyser les pratiques de gestion et les contractualisations de MAE séparément.

Les différents paramètres retenus (retard de fauche, limitation ou absence de fertilisation azotée, ajustement de la pression de pâturage) ont été testés sur les résultats des calculs des indicateurs.

➤ Absence ou limitation de la fertilisation

Un test de Mann et Whitney permet de montrer une différence de moyenne de l'indice de diversité 1-Hill entre les prairies engagées en MAE avec un volet sur la limitation de la fertilisation, et les prairies, engagées ou non en MAE, n'ayant pas cette contrainte (fig. 36). La p-value du test est de 0,0012, la différence observée est donc significative et la moyenne de l'indice de diversité est plus élevée sur les parcelles où la fertilisation est limitée. Ceci rejoint les résultats observés dans la partie précédente où l'indice 1-Hill diminue lorsque les quantités effectives de fertilisation augmentent.

Un test de Student de comparaison des moyennes révèle également une différence de moyenne de l'indice floristique de fertilité du sol selon que les prairies sont engagées dans une mesure comportant un volet sur la limitation de la fertilisation ou non (fig. 35). L'indice floristique de fertilité est en moyenne, et logiquement, plus élevé sur les parcelles n'ayant pas de contrainte de limitation de la fertilisation, par rapport à celles où la fertilisation est réduite (le test a une p-value de $9,82 \cdot 10^{-5}$).

Figure 36: Indice de diversité selon l'absence/limitation de la fertilisation.

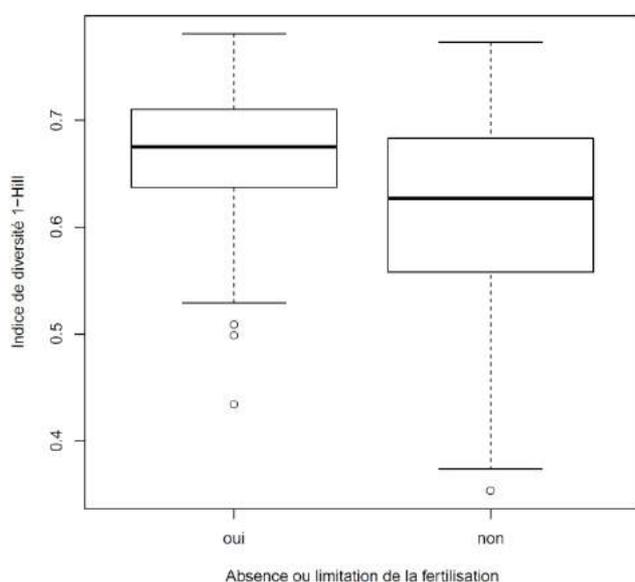
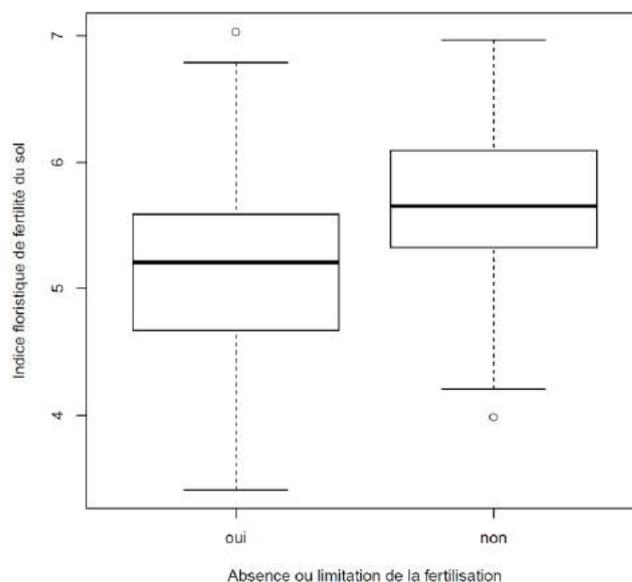


Figure 35: Indice de fertilité selon l'absence ou la limitation de la fertilisation.



➤ *Ajustement de la pression de pâturage*

Un test de comparaison de moyennes de Mann et Whitney pour l'indice de diversité 1-Hill montre que celui-ci est plus élevé sur les prairies contractualisées en MAE avec un volet sur l'ajustement de la pression de pâturage (fig. 38). La p-value du test est de 0,0009, la différence observée est donc significative.

Un test de Student permet également d'observer que l'indice floristique de fertilité prend des valeurs en moyenne plus élevées sur les parcelles qui ne sont pas soumises à une réduction de la pression de pâturage (p-value = $9,087.10^{-6}$) (fig. 37).

Figure 38: Indice de diversité 1-Hill selon l'ajustement de la pression de pâturage.

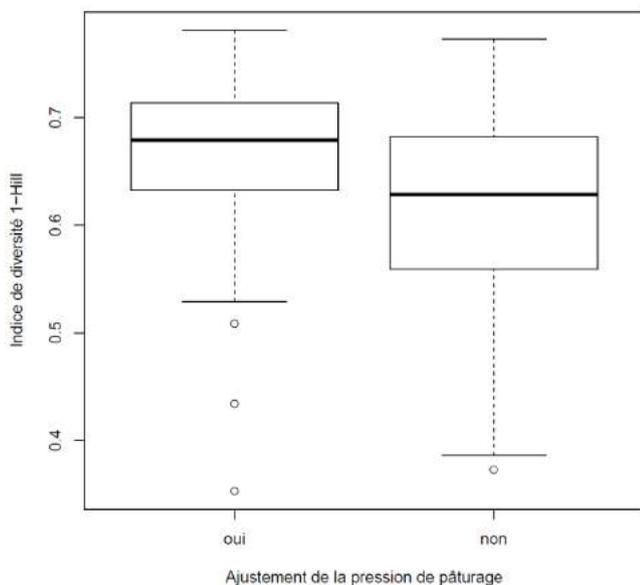
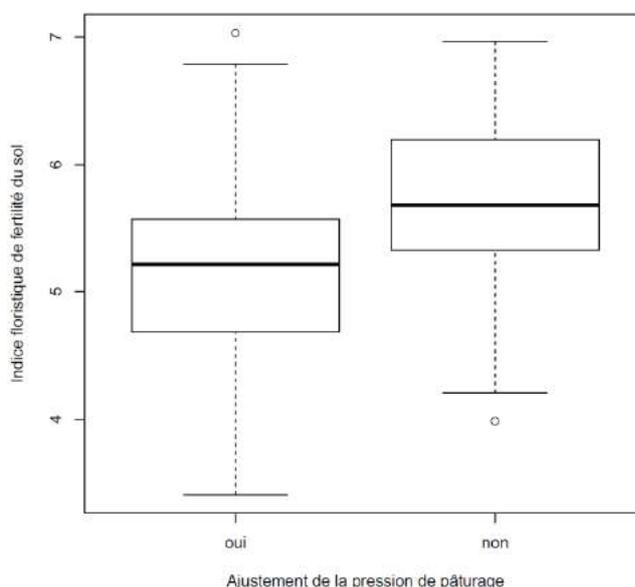


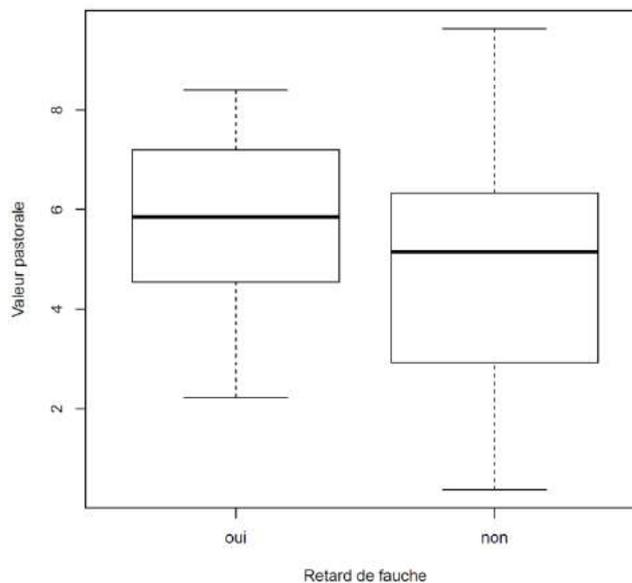
Figure 37: Indice de fertilité selon l'ajustement de la pression de pâturage



➤ *Retard de fauche*

Un test de comparaison des moyennes de Mann et Whitney montre une différence de moyenne de la valeur pastorale entre les parcelles soumises à un retard de fauche et celles qui ne le sont pas (fig. 39). La valeur pastorale est en moyenne plus élevée sur les parcelles qui font l'objet d'une fauche après le 25 juin et la p-value du test est de 0,029, la différence observée est donc significative.

Figure 39: Valeur pastorale selon un retard de fauche.



Interprétation :

Les résultats montrent qu'en moyenne l'indice de diversité 1-Hill est plus élevé sur les parcelles dont la contractualisation implique une réduction de la fertilisation, que sur les parcelles non contractualisées en MAE ou dont la contractualisation ne prend pas en compte cet aspect. Ceci rejoint les résultats montrant que la valeur prise par cet indice augmente lorsque la quantité de fertilisation apportée diminue. Il permet de montrer l'intérêt des MAE vis-à-vis de la diversité floristique. Cependant, cela ne permet pas de savoir si c'est bien la contractualisation qui permet d'accroître la diversité (une parcelle non contractualisée mais avec des pratiques de réduction de fertilisation est tout à fait susceptible d'avoir des résultats semblables), mais les résultats sont cohérents avec ce qui était attendu. L'indice 1-Hill est également plus élevé sur les parcelles soumises à un ajustement de la pression de pâturage. Là encore les résultats rejoignent les observations sur les variations de cet indice en fonction de la durée du pâturage et du chargement.

L'indice de fertilité est en moyenne plus élevé sur les parcelles ne faisant pas l'objet d'une contractualisation imposant une limitation de la fertilisation et il est également plus élevé sur les parcelles où il n'y a pas d'ajustement de la pression de pâturage. Ceci n'apporte pas de nouvelle information mais permet de confirmer la pertinence de l'indice floristique de fertilité pour suivre l'évolution de la réponse du milieu à des modifications des pratiques agricoles.

Enfin, la valeur pastorale est en moyenne plus élevée sur les parcelles soumises à un retard de fauche. Cependant ces résultats sont à nuancer car ils tiennent compte de l'ensemble des parcelles, et non uniquement des parcelles gérées par fauche exclusive.

Les indices reflétant l'état écologique du milieu présentent de meilleurs résultats sur des parcelles contractualisées. Les notes sont en moyenne meilleures sur des prairies où la fertilisation est limitée et la pression de pâturage réduite (indice de diversité plus élevé et indice de fertilité plus faible). Ces résultats révèlent des effets liés à une gestion extensive, encouragée par la contractualisation de MAE et permettant le maintien de conditions favorables à un « bon état » écologique des prairies.

L'ensemble des hypothèses et leur validation ou non par les analyses statistiques est présenté dans le tableau 7.

Tableau 7: Récapitulatif des hypothèses formulées et des tests réalisés.

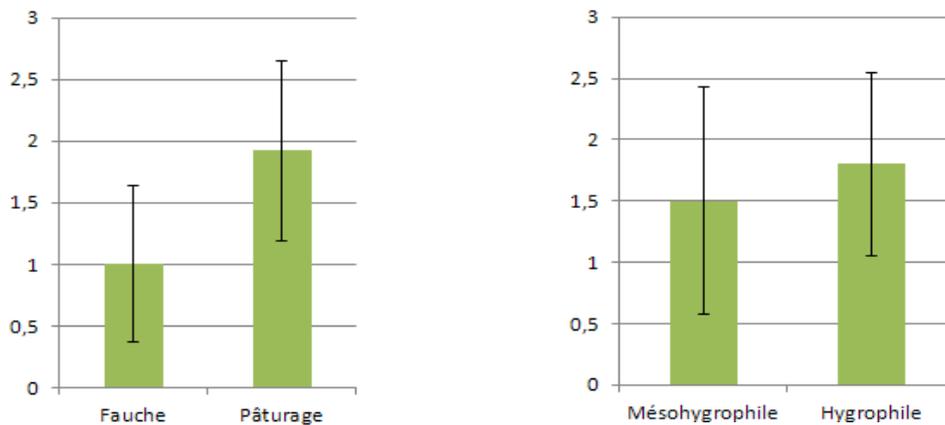
Hypothèse	Test utilisé	Résultat
L'utilisation de la clé de détermination permet de bien qualifier le niveau hydrique des prairies	Kruskal-Wallis	Partiellement validé
La composition floristique des relevés permet de dégager des groupes de relevés similaires	AFC	Non
	ANSC	Non
	ACP	Non
Les indicateurs peuvent-être utilisés comme variables de synthèse pour la composition floristique	ACP	Les résultats ne permettent pas de conclure
Les indicateurs testés sont tous pertinents et non redondants	Spearman	Non
Il est possible de sélectionner des variables de gestion pour éviter les redondances	Cramer	Oui
La composition floristique du couvert végétal diffère selon les pratiques agricoles	RDA	Partiellement validé
Les valeurs des indicateurs ont un lien avec les pratiques agricoles	Student /Mann-Whitney ou ANOVA/ Kruskal-Wallis	Partiellement validé
Les parcelles en MAE présentent de meilleurs résultats écologiques	Student ou Mann-Whitney	Oui

III.6) Résultats des prospections orthoptères

L'indicateur basé sur les deux espèces d'orthoptères ayant été très peu mis en œuvre en 2016, nous avons choisi de présenter ces résultats à part. La taille de l'échantillon est réduite puisque le nombre de parcelles prospectées s'élève à 7 (soit 47 ha sur les 298 ha que représente l'ensemble des prairies). Entre deux et trois quadras de 25m² ont été réalisés sur chacune de ces parcelles, pour un total de 18 quadras. En raison de cet échantillon réduit, les résultats suivant sont à prendre avec la plus grande précaution.

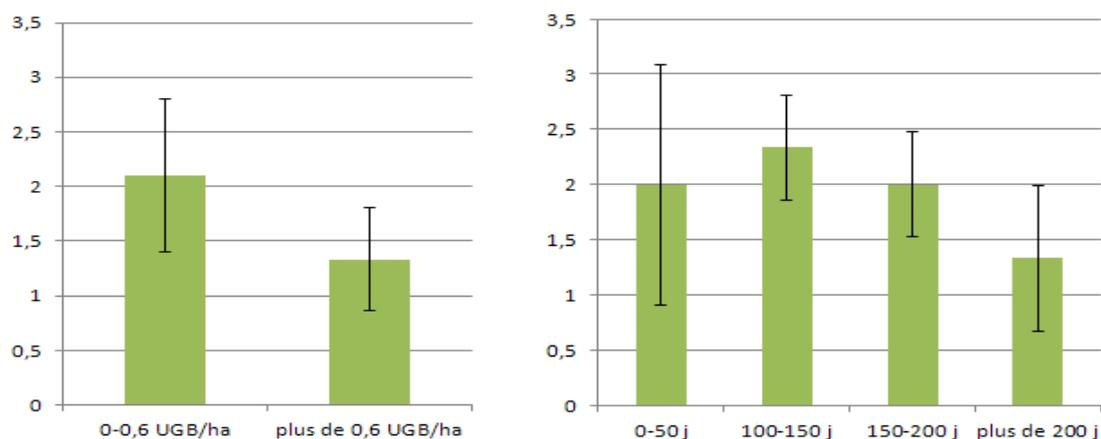
Des individus de l'espèce *Conocephalus dorsalis* ont été détectés seulement sur une parcelle, sur le tronçon n°1 dans une prairie hygrophile gérée par pâturage extensif, ce qui correspond aux préférences de l'espèce (niveau hydrique élevé, végétation plutôt haute ou avec des zones notables de refus pour la ponte dans les tiges creuses). L'espèce *Stethophyma grossum* a en revanche été détectée sur l'ensemble des parcelles prospectées (17 quadras sur 18), au moins au chant, et souvent aussi à vue. Les parcelles échantillonnées correspondent toutes à des prairies humides (3 prairies mésohygrophiles, 4 prairies hygrophiles), et deux de ces prairies sont gérées par fauche, les autres étant gérées par pâturage. Il faut noter que lors de la prospection des parcelles fauchées, la repousse avait déjà commencé, aussi la végétation n'y était pas rase.

Figure 40: Nombre moyen d'individus de l'espèce *Stethophyma grossum* observés sur 25m² selon le mode de gestion et le niveau hydrique des parcelles prospectées.



Sur les relevés effectués, le nombre moyen d'individus de *Stethophyma grossum* est supérieur sur les prairies les plus humides, et sur les prairies pâturées par rapport aux prairies fauchées (fig. 40). Ces résultats correspondent à l'écologie de l'espèce décrite dans la bibliographie : le pâturage, par la présence de refus (joncs, carex), permet la création d'une hétérogénéité dans la structure verticale de la végétation qui est favorable à la présence de l'espèce (Bonsel *et al.*, 2011), et les secteurs les plus engorgés sont utilisés préférentiellement pour la ponte, les adultes se dispersant ensuite dans les zones moins humides (Stallegger *et al.*, 2007). Les barres d'erreur chevauchantes ne permettent cependant pas de valider ce résultat statistiquement.

Figure 41: Nombre moyen d'individus de l'espèce *Stethophyma grossum* observés sur 25m² selon les modalités prises par le chargement et le temps de pâturage (parcelles pâturées).



Dans le cas d'une gestion « intensive » (chargement important, période de pâturage prolongée), le nombre moyen d'individus observés diminue (fig. 41). Ces pratiques de gestion tendent à faire disparaître l'hétérogénéité de la structure verticale de la végétation par augmentation de la pression de pâturage, dont l'effet sur la végétation se rapproche alors de celui que peut avoir une fauche (réduction voire disparition des zones de refus), en plus progressif cependant. Le nombre moyen d'individus par quadra de 25m² est d'ailleurs égal dans les prairies de fauche et dans les prairies pâturées dont le chargement est supérieur à 0,6 UGB/ha. Cependant on constate que le nombre d'individus diminue sur une prairie où la pression de pâturage est la plus faible (moins de 50 jours de pâturage), ce qui est également cohérent avec l'écologie de l'espèce pour qui l'abandon des parcelles pâturées et l'évolution en mégaphorbiaie dense n'est pas favorable (par contre, cette évolution n'est pas défavorable à *Conocephalus dorsalis*) (Betard, 2015). Ces résultats soulignent l'importance des activités d'élevage et de l'équilibre à trouver entre intensification et déprise, dans le maintien de zones ouvertes favorables à *Stethophyma grossum*, et permettant la dispersion de l'espèce, limitant ainsi les phénomènes d'isolement de populations induits par la fermeture et la fragmentation des milieux (Bonsel *et al.*, 2011).

IV – Discussion et perspectives

IV.1) Le maintien des activités d'élevage au cœur des enjeux liés aux prairies humides

Les résultats des analyses montrent que les prairies dont le niveau hydrique est le plus élevé correspondent généralement aux prairies pour lesquelles la gestion est la plus extensive, en raison des conditions du milieu. En effet, l'accès plus difficile et l'engorgement important et durable qui diminue la portance de ces prairies, ont pour conséquences de retarder les dates de fauche, limiter le nombre de coupes et de diminuer la durée du pâturage et le chargement. De la gestion extensive de ces prairies, couplée à un degré d'humidité plus important, résultent un meilleur état écologique : la diversité des espèces bien représentées en termes de recouvrement est généralement supérieure sur ces prairies. À l'inverse, les prairies moins humides permettent une gestion plus intensive qui permet d'augmenter la productivité de l'exploitation. Les pratiques associent alors une pression de pâturage accrue (chargement plus élevé et pâturage plus long) à une fertilisation plus importante, et éventuellement à des semis permettant d'augmenter la valeur agronomique des prairies. Cette gestion entraîne alors une sélection des espèces fourragères et des espèces les plus abondantes et les plus résistantes au pâturage. Associé à un degré d'humidité moins important ceci a pour conséquence la mise en place d'un cortège

floristique appauvri, où l'on retrouve souvent les mêmes espèces qui dominent fortement le couvert, tel que nous avons pu l'observer sur une majorité des parcelles suivies (homogénéisation et appauvrissement de la flore).

Ainsi, du point de vue écologique, il semble préférable d'inciter à la limitation des surfaces gérées intensivement au profit d'une gestion plus extensive, permettant de favoriser la biodiversité et assurant ainsi la pérennité des fonctions écologiques de ces prairies humides.

Néanmoins, les activités d'élevage sont autant menacées que la biodiversité elle-même et leur maintien est absolument nécessaire pour assurer la conservation de ces milieux humides. En effet, l'abandon de l'élevage sur ces milieux entrainerait une reprise de la dynamique progressive, contribuant ainsi à la disparition des habitats des milieux herbacés au profit des végétations pré-forestières. Par ailleurs, l'occupation à des fins agricoles des prairies humides permet aussi leur protection vis-à-vis de l'urbanisation et de l'industrialisation, et ainsi la conservation des fonctions hydrologique et biogéochimique de ces milieux, indispensable dans un secteur soumis aux inondations (2001) et qui représente un des derniers espaces naturels au sein d'un département très marqué par l'agriculture intensive (grandes cultures de céréales et oléagineux). En effet, les prairies humides de la vallée de la Somme permettent d'une part d'assurer un rôle de régulation des crues en se gorgeant d'eau en période humide et en la restituant progressivement, et assurent d'autre part une fonction épuratrice en « filtrant » l'eau et en retenant les matières en suspension tels que les produits phytosanitaires et pesticides, provenant notamment des eaux de ruissellement des plateaux crayeux où les monocultures de blé, de pommes de terre et de betteraves sont très développées, et limitent ainsi les phénomènes d'eutrophisation.

Les prairies humides souffrent également de leur aspect général peu « spectaculaire » qui conduit parfois à une mauvaise prise en compte de leur intérêt écologique. Car même si les prairies de la moyenne vallée de la Somme sont globalement assez dégradées et ne constituent pas un réservoir important pour la biodiversité remarquable, il reste quelques îlots abritant des espèces rares ou menacées qu'il est nécessaire de préserver car c'est à partir de ces réservoirs qu'une recolonisation des milieux est envisageable si les conditions sont favorables.

Aussi il paraît essentiel de trouver un moyen de maintenir les activités agricoles traditionnelles dans la vallée afin de maintenir les fonctions de ces prairies humides, tout en essayant d'améliorer leur fonction écologique, en renforçant la protection des milieux les plus humides qui constituent aujourd'hui des réservoirs de biodiversité, et en favorisant au maximum des pratiques extensives, sans pour autant que ces espaces soient en déprise. En « contrepartie », et afin de maintenir la viabilité des exploitations dans la vallée et l'enjeu économique lié à la conservation de ces espaces constituant une ressource pour les agriculteurs, il serait intéressant d'étudier comment mieux valoriser des parcelles peut-être moins intéressantes du point de vue écologique, car déjà fortement dégradées. Une augmentation de la productivité et de la rentabilité de ces terrains permettrait alors le maintien des activités d'élevage, et donc des prairies en limitant leur conversion en culture. Ainsi il convient de raisonner non plus à l'échelle d'une parcelle, mais plutôt à l'échelle de l'exploitation, en favorisant la conservation de certaines zones et la productivité sur d'autres zones, voire à l'échelle de plusieurs exploitations lorsque cela est possible, notamment pour envisager les connexions (corridors écologiques) entre les prairies constituant des réservoirs de biodiversité, de façon à favoriser la dispersion des espèces et les transferts entre populations et d'éviter la perte de diversité génétique inhérente à la réduction des populations (Bournerias *et al.*, 2001). En effet une population génétiquement homogène présente de plus faibles capacités d'adaptation aux perturbations de milieu, ce qui peut conduire à sa disparition en deçà d'un effectif critique.

La gestion différenciée des parcelles pourrait conduire en outre à générer une hétérogénéité des habitats à l'échelle de la moyenne vallée de la Somme, couvrant de ce fait une gamme de conditions écologiques plus large permettant d'optimiser le nombre d'espèces différentes pouvant y trouver des conditions favorables (différents degrés d'humidité, structure de la végétation en fonction de l'intensité du pâturage, etc.)

Ainsi les éleveurs sont des acteurs déterminants du maintien des prairies humides et de la préservation des qualités écologiques. Le maintien, voire le développement des pratiques extensives favorables à la biodiversité supposent de renforcer la viabilité des exploitations d'élevage. Cela passe notamment par une meilleure valorisation des productions en augmentant leur valeur ajoutée, par exemple par la création de filières de qualité, de labels, permettant de mettre en valeur le territoire. Ces aspects font d'ailleurs partie intégrante du programme de maintien de l'agriculture en zones humides.

IV.2) Discussion méthodologique

Si le premier test des indicateurs réalisé en 2016 a permis de récolter un certain nombre de données concernant l'état écologique des prairies humides de la moyenne vallée de la Somme, certains points de la méthodologie n'ont pas pu être menés comme souhaité en raison des contraintes de calendrier du projet, et mériteraient d'être modifiés ou améliorés.

IV.2.1) Stratégie d'échantillonnage et propositions d'amélioration

La stratégie d'échantillonnage idéale aurait consisté à répartir de façon équitable les relevés sur l'ensemble des parcelles selon les niveaux hydriques des prairies mais également selon leurs modes de gestion agricole. Cependant, plusieurs points n'ont pas rendu possible un calage précis du dispositif d'échantillonnage avant la mise en place de la phase de terrain. Premièrement, le recrutement des agriculteurs participant au projet, effectué par la chambre d'agriculture, a été plus difficile que prévu, aussi la liste définitive des agriculteurs participants n'a été communiquée que très tardivement, et la stratégie d'échantillonnage s'est donc basée sur une liste provisoire, évolutive. Deuxièmement, les enquêtes sur les pratiques de gestion agricole ont été menées parallèlement à la phase de relevés botaniques, aussi l'ensemble des paramètres de gestion n'ont pas pu être pris en compte lors de l'établissement de la stratégie d'échantillonnage, seul le grand type de gestion a été intégré : la gestion par fauche exclusive, par pâturage exclusif, ou une combinaison de ces deux modes de gestion. Enfin, le temps et les distances ne permettant pas de revenir un grand nombre de fois sur chacune des parcelles prospectées, l'étape de cartographie du niveau hydrique des prairies a été réalisée en même temps que la phase de relevés floristiques, aussi il n'a pas été possible de répartir à l'avance, et de façon équitable, l'ensemble des relevés sur les trois niveaux hydriques étudiés.

De ce fait, le niveau mésophile a été sous-échantillonné. Ceci est probablement lié à une représentation moindre des prairies de ce degré d'humidité en comparaison avec les prairies humides, du fait des caractéristiques de la zone d'étude, mais la mise en place, à l'avenir, d'un échantillonnage plus abouti permettrait de s'assurer de cette répartition et également de préciser la cartographie de la zone à dominante humide en y excluant ces prairies non-humides.

IV.2.2) Avantages et limites des indicateurs testés

Les indicateurs testés présentent un intérêt dans le sens où ils permettent de synthétiser et de formaliser les informations issues des relevés de terrain, mais ils révèlent aussi certaines limites surtout dans des systèmes très exploités dont font partie les prairies échantillonnées. Nous présentons

dans cette partie ce qui nous a semblé être les points forts, mais aussi les inconvénients de ces indicateurs.

La valeur pastorale, notamment, est un des indicateurs posant le plus question. Elle est obtenue par un calcul utilisant les indices spécifiques de valeur pastorale pour chacune des espèces relevées. En plus de données manquantes pour certaines espèces, ces indices, proposés par Daget et Poissonnet en 1972 ont été établis de façon empirique. Ils prennent en compte plusieurs critères comme la productivité, et la valeur fourragère. Or la productivité de chaque espèce a été assez peu étudiée et ce sont en réalité les espèces généralement les plus abondantes en prairies qui sont les mieux notées. Concernant la valeur fourragère, les espèces les plus digestibles et les plus riches en matières azotées et en minéraux sont les mieux cotées et la note maximum est attribuée aux espèces qui ont donné lieu à une sélection pour la production de semences fourragères. Ceci explique possiblement la corrélation que l'on observe dans les résultats entre la valeur pastorale et l'indice floristique de fertilité du sol, en plus du fait que les amendements tendent également à appauvrir le cortège floristique. Cependant, si les espèces autres que les graminées et légumineuses d'une prairie ne produisent pas une grande quantité de fourrage, elles peuvent tout de même diversifier les apports d'éléments minéraux et jouer ainsi un rôle non négligeable pour la qualité du fourrage. Enfin, la valeur pastorale dépend également du bétail, dont les exigences et les capacités à tirer profit des végétaux diffèrent (la race highland consomme des roseaux par exemple) (Loiseau, 1998). On peut également s'interroger sur la fiabilité d'un tel indice lorsqu'il existe des moyens de mesure plus directs et sûrement plus fiables comme les analyses fourragères. Ce type d'analyse a d'ailleurs été mené sur 5 prairies de l'échantillon (annexe 10) mais il serait intéressant de pouvoir étendre ce protocole à un nombre de parcelles plus important. Pour l'ensemble de ces raisons, il paraît raisonnable de préférer l'utilisation unique de l'indice floristique de fertilité du sol (auquel la valeur pastorale est corrélée positivement), dont le calcul semble plus fiable.

La forte influence des activités humaines (notamment l'agriculture) sur les milieux que constituent les prairies étudiées est également susceptible d'induire des biais dans le calcul des indicateurs, notamment concernant l'indicateur floristique d'engorgement. Sur les prairies où des pratiques intensives ont fortement marqué la végétation en conduisant à un appauvrissement du cortège floristique, il se peut que, par des effets de compétition, les espèces hygrophiles soient masquées par les pratiques de gestion (semis, fertilisation, etc.) et que l'indice d'engorgement calculé présente une valeur sous-estimant le réel degré d'humidité de la parcelle. Ainsi, pour les prairies dont la diversité floristique est faible, les valeurs de l'indice floristique d'engorgement du sol sont potentiellement discutables. Ce point est peut-être également à l'origine de la corrélation négative observée entre l'indice floristique d'engorgement et la valeur pastorale. En effet, comme nous l'avons vu auparavant les prairies où la valeur pastorale est élevée correspondent à des prairies appauvries où l'indice de diversité est faible, ce qui a pu induire un biais dans le calcul du lien entre l'engorgement et la valeur pastorale. En d'autres mots, il est possible que l'indice d'engorgement ait été sous-estimé sur les parcelles où la valeur pastorale était élevée, en raison d'un faible nombre d'espèces et d'un couvert végétal dominé par des graminées fourragères. Dans le cas de prairies où la végétation est diversifiée, cet effet devrait être moins visible puisqu'un plus grand nombre d'espèces, avec des poids d'importance plus faibles, participent au calcul de l'indicateur.

À l'inverse, certains indicateurs semblent retranscrire de façon fiable les conditions environnementales. L'indice de diversité par exemple, rend bien compte du nombre d'espèces différentes présentes sur un relevé et de leur représentativité. Cependant, dans un but de communication et de diffusion des résultats, la richesse spécifique, plus simple à comprendre, lui est peut-être préférable. De même, l'indice floristique de fertilité montre bien une corrélation avec les pratiques agricoles et les apports effectifs de matière azotée.

L'utilisation des types fonctionnels de graminées s'est en revanche révélée plus délicate. En effet, l'outil Herb'type© conçu spécialement pour calculer le type dominant sur une parcelle n'a pas pu être utilisé ici puisqu'il requiert une méthodologie spécifique pour les relevés sur le terrain. Aussi les proportions des différents types fonctionnels ont été obtenues à partir d'une liste établie associant les espèces de graminées à un type fonctionnel, mais toutes les espèces rencontrées n'étaient pas recensées sur cette liste. Pour cette raison, et également car les résultats obtenus étaient peu significatifs, l'analyse de cet indicateur n'a pas été approfondie.

Par ailleurs, des précautions méritent d'être prises concernant les analyses statistiques réalisées. En effet, certaines d'entre elles, telle que la recherche de corrélation entre les variables de gestion, ont été utilisées afin de sélectionner des variables conservées dans les analyses suivantes, mais les corrélations observées ne sont pas forcément interprétables telles quelles. D'autre part, les comparaisons de moyennes des indicateurs selon les différentes modalités prises par les variables de gestion ne constituent pas un modèle où les valeurs des indicateurs sont « expliquées » par la gestion. Aussi, il est parfois difficile de déterminer si les résultats observés résultent d'une réponse du cortège floristique à la gestion menée sur les parcelles, ou s'ils révèlent une adaptation des pratiques agricoles aux conditions environnementales et aux contraintes du milieu. Dans le même ordre d'idée, on peut penser qu'il existe un phénomène de « boucle de rétroaction », où les pratiques de gestion sont adaptées en fonction des contraintes du milieu, elles-mêmes influencées par des pratiques anciennes. Cet aspect mériterait d'être approfondi, notamment en étudiant précisément l'historique des pratiques sur chaque parcelle, ce qui peut s'avérer compliqué, notamment pour la phase de recueil des données.

De même, les indicateurs utilisés ne permettent pas de mesurer directement l'efficacité des contractualisations de mesures agro-environnementales. En effet, les différences observées entre les parcelles en MAE et les parcelles non contractualisées révèlent en réalité des différences dans la gestion menée sur ces parcelles. Les résultats montrent que les pratiques encouragées par les MAE et formulées dans les contrats favorisent de meilleurs résultats écologiques des indicateurs, ce qui témoigne de l'efficacité de telles mesures, mais le constat général est que la contractualisation de MAE se fait surtout sur des pratiques déjà mises en place par l'agriculteur, et sur des parcelles déjà gérées de façon plus ou moins extensive. La contractualisation permet alors le plus souvent le maintien de pratiques favorables à un « bon état » écologique, mais ne permet pas vraiment de développer l'usage de ces pratiques et ne génère pas réellement de modifications de la gestion. Aussi, une façon de pouvoir évaluer l'effet des MAE est de pouvoir suivre l'évolution des surfaces contractualisées et d'effectuer un suivi à plus long terme des indicateurs sur les parcelles concernées afin d'évaluer quel impact a la contractualisation sur l'état écologique des prairies.

Enfin, les indicateurs utilisés permettent d'évaluer essentiellement les fonctions écologiques rendues par les prairies humides (à l'exception de l'indice d'engorgement qui fournit une information sur les fonctions hydrologiques). Aussi, les résultats obtenus ne permettent pas d'évaluer dans quelles mesures les pratiques agricoles autorisent le maintien, ou au contraire amoindrissent les fonctions biogéochimiques et hydrologiques des prairies humides. De plus, on s'est intéressé ici à l'étude de l'état « global » des prairies, renvoyé par les notes des indicateurs et l'étude est également centrée sur la qualité « humide et floristiquement riche » des parcelles. Cette approche est peut-être insuffisamment précise et pourrait prendre en compte d'autres aspects de la conservation d'un bon état écologique, comme la fragmentation du paysage et l'étude des connectivités. Ces paramètres, qui n'ont pas été étudiés ici, ainsi que les aspects historiques sont des facteurs explicatifs importants de la distribution des espèces, notamment pour la faune.

IV.3) Perspectives et poursuite de l'étude

IV.3.1) Extension de la cartographie des niveaux hydriques sur l'ensemble de la moyenne vallée de la Somme

Afin de pouvoir suivre l'évolution des niveaux hydriques des prairies à l'échelle de l'ensemble du territoire et de pouvoir éventuellement détecter des phénomènes de régression des surfaces de prairies humides (hygrophiles principalement, mais aussi mésohygrophiles) en lien avec la mise en place de drains, par exemple, il semble intéressant de disposer d'une cartographie des prairies selon leur niveau hydrique, sur l'ensemble du territoire de la moyenne vallée de la Somme. Comme il est difficilement envisageable de prospector de façon exhaustive toutes les prairies de cette zone et de déterminer sur le terrain le degré humidité de chaque parcelle grâce à une analyse de la flore et du sol, la détermination du niveau hydrique de chaque prairie par croisement d'informations grâce à un système d'information géographique est envisageable. Il serait intéressant de croiser notamment les cartes d'occupation du sol (cartographies d'habitats Natura 2000, RPG, etc.), des données sur la topographie, des données de sols issues d'études précédentes (Chambre d'agriculture, Conservatoire d'espaces naturels) et des données floristiques (Conservatoire d'espaces naturels, Conservatoire botanique national de Bailleul, etc.). Cette méthode, confrontée par la suite à des vérifications aléatoires sur le terrain, permettrait de couvrir une surface importante en un temps limité.

Une analyse cartographique de la fragmentation permettrait également de prendre en compte ce facteur dans l'analyse des indicateurs faune. Ceci pourrait passer par exemple par le calcul cumulé des éléments linéaires et des zones urbaines sur un périmètre défini autour de chaque parcelle de prairie. En effet, la répartition des espèces, notamment faunistiques, peut être impactée par cette fragmentation, et la prise en compte de ce facteur permettrait de s'affranchir de cette contrainte afin de ne considérer que les effets des pratiques de gestion. Le criquet ensanglanté notamment, est très sujet à la fragmentation de son habitat : cette espèce se disperse sur des distances assez faibles et les boisements, les haies et les fossés constituent des obstacles difficilement franchissables.

IV.3.2) De nouveaux indicateurs de suivi

➤ *Évolution du nombre de couples nicheurs de vanneau huppé*

Bien qu'étudié, cet indicateur n'a pas été testé en 2016 à cause d'un démarrage trop tardif. En raison de l'étendue de la zone d'étude, le nombre de couples nicheurs représente une donnée compliquée à récolter. En effet, la prospection de l'ensemble des prairies de la moyenne vallée de la Somme demanderait un temps considérable sachant que dans l'idéal, un passage par semaine permet de récolter des données fiables. De plus, il n'est pas toujours facile d'accéder aux prairies et de pouvoir détecter les oiseaux nicheurs, notamment lorsque la végétation commence à s'élever. Par ailleurs, les territoires fragmentés de la vallée de la Somme semblent moins favorables à l'installation des couples pour la nidification (en comparaison avec les vastes prairies de la plaine maritime picarde, situées plus proches du littoral), mais l'espèce niche tout de même probablement en quelques endroits, notamment dans la portion la plus aval de la moyenne vallée de la Somme. Aussi, à l'avenir, il serait intéressant de tester cet indicateur, au moins sur une partie du territoire de la moyenne vallée de la Somme (partie aval). De plus, comme cette espèce réagit rapidement à des changements des conditions de milieu, l'utilisation d'un tel indicateur permettrait d'identifier rapidement une modification des pratiques défavorables à l'espèce ou une dégradation des prairies.

➤ *Aire de présence des espèces patrimoniales*

Les espèces retenues pour le test de cet indicateur ainsi que les parcelles suivies en 2016 ne se prêtaient pas à la mise en place du suivi des aires des espèces patrimoniales tel que décrit dans le protocole en annexe 22. Néanmoins plusieurs espèces patrimoniales ont été observées dans le cadre de la réalisation des relevés floristiques. Aussi, nous proposons de suivre notamment les espèces *Thalictrum flavum* (qui présente par ailleurs un enjeu important pour la Phalène sagittée, papillon très rare en France), ainsi que *Lychnis flos-cuculi* et *Juncus subnodulosus*, qui font partie des espèces patrimoniales les plus fréquemment rencontrées. Le complexe de dactylorhizes constitué de *Dactylorhiza praetermissa* et *Dactylorhiza incarnata* constitue aussi un ensemble d'espèces faciles à repérer (sans chercher forcément à identifier l'espèce). Les cas de *Galium uliginosum*, et des carex et éléocharides (*Carex distans*, *Carex nigra*, *Eleocharis uniglumis*) sont plus délicats car ces espèces sont moins facilement « repérables » au sein d'une prairie. La liste des espèces suivie peut donc être adaptée selon le niveau de connaissances de l'observateur, ainsi que selon les espèces qui s'y prêtent le plus.

IV.3.3) Vers un observatoire des prairies humides ?

Après l'établissement d'un état initial avec un premier test des indicateurs de suivi en 2016, un suivi de l'évolution de ces indicateurs (et donc de l'état écologique des prairies) pourrait être mis en place. En effet, cela permettrait d'une part, de suivre par exemple l'évolution des superficies en prairies hygrophiles et mésohygrophiles et donc de s'assurer du maintien de ces prairies humides, et d'autres part d'évaluer l'impact des pratiques agricoles à plus long terme (pratiques entraînant une dégradation du milieu ou, au contraire, type de pratiques permettant de maintenir, ou d'augmenter la qualité écologique des prairies : diversité floristique, peuplement en orthoptères, espèces patrimoniales). En effet, afin d'évaluer l'impact (ou non) de certaines pratiques, une étude diachronique semble indispensable. Un tel suivi permettrait également de suivre de plus près l'évolution des parcelles présentant les plus forts enjeux patrimoniaux et écologiques (présences d'espèces patrimoniales rares ou protégées), ou parcelles constituant des îlots de diversité au sein d'ensembles plus appauvris et représentant ainsi des foyers de populations à partir desquels une recolonisation des milieux alentours est possible.

À terme, il est possible d'envisager la mise en place d'un observatoire des prairies humides, comme cela a été fait en plaine maritime picarde. Cet observatoire viserait à suivre l'impact des pratiques agricoles en étudiant à la fois les notes des indicateurs et l'évolution des pratiques. Par ailleurs, une étude sur le long terme permettrait aussi un suivi des niveaux hydriques des prairies, et de détecter, éventuellement, des régressions des niveaux hygrophile ou mésohygrophile. La mise en place d'un observatoire implique le suivi temporel des mêmes parcelles. Cependant, le suivi précis de l'ensemble des prairies de la moyenne vallée de la Somme étant impossible, l'étape préalable consiste donc en la sélection des parcelles de référence à suivre dans le cadre de la mise en place d'un tel observatoire.

Conclusion

Les objectifs de cette étude étaient de pouvoir mettre en place et tester une série d'indicateurs de suivi des prairies humides calculables à partir de données relativement simples à collecter et pouvant être comparés notamment entre les sites pilotes du programme de maintien de l'agriculture en zones humides, lancée par l'Agence de l'eau Artois-Picardie.

Les travaux menés ont permis de dresser une première cartographie des niveaux hydriques des prairies de la moyenne vallée de la Somme sur un échantillon d'une cinquantaine de prairies, et de tester six indicateurs sur ces mêmes parcelles calculés sur la base de relevés floristiques et de deux espèces d'orthoptères.

Les résultats montrent que la majeure partie des parcelles suivies présente un cortège floristique déjà assez appauvri, où la végétation est dominée par un faible nombre d'espèces ayant un recouvrement important. La plupart de ces espèces sont des graminées fourragères eutrophiles, dont le développement semble favorisé par les pratiques de gestion intensives, conduisant progressivement à une banalisation du cortège floristique. Néanmoins, il apparaît que les pratiques de gestion extensives, encouragées par les mesures agro-environnementales mises en place sur le territoire (retard de fauche, ajustement de la pression de pâturage, limitation de la fertilisation), favorisent le maintien d'un bon état écologique de certaines prairies, souvent les plus humides et présentant une diversité floristique plus élevée. De ce fait, certaines parcelles présentant des enjeux plus marqués (présence d'espèces patrimoniales) ont pu être identifiées.

Ainsi, si la majorité des prairies de la moyenne vallée de la Somme présente une « biodiversité ordinaire », la conservation de ces milieux ouverts n'en reste pas moins importante : d'une part car quelques fragments intéressants subsistent et constituent des îlots de biodiversité représentant des foyers à partir desquels les espèces pourront éventuellement recoloniser les milieux, et d'autre part car le maintien des prairies, mêmes celles dont l'intérêt écologique semble « banal », permet de conserver des couloirs de transition entre ces îlots, et entre les sites à l'intérêt écologique plus fort (sites d'intervention du CEN Picardie notamment) gérés de façon plus extensive, ce qui rend ainsi possible la circulation des espèces, notamment faunistiques.

Dans ce contexte, l'agriculture traditionnelle joue un rôle indéniable en assurant l'entretien des prairies et en empêchant, par la gestion menée, le boisement de ces milieux ouverts. Aussi, il convient de trouver un juste équilibre entre une exploitation suffisamment productive permettant d'assurer la pérennité des activités d'élevage, et des pratiques assez extensives autorisant le maintien des fonctions hydrologique, biogéochimique et surtout écologique de ces prairies humides dont les enjeux pour la biodiversité, mais aussi économiques, paysagers et culturels sont très importants. Ceci ne peut se faire en raisonnant à l'échelle de la parcelle, mais nécessite de considérer l'ensemble d'une exploitation, voire d'un territoire. Le programme de maintien de l'agriculture en zones humides, et les actions engagées par les organismes partenaires du projet œuvrent en ce sens, afin de concilier le maintien d'une agriculture viable dans le respect et la préservation de l'environnement et des ressources.

Bibliographie

BERNARD P., 1994. Les zones humides, Rapport d'évaluation, Comité interministériel de l'évaluation des politiques publiques. Commissariat au Plan. La documentation française, 391 p.

BETARD F., 2015, Les peuplements d'orthoptères des prairies humides du Haut-Bocage et de la Gâtine poitevine. Étude entomocénotique. Matériaux orthoptériques et entomocénotiques, p83-95, 13p.

BONSEL A-B., SONNECK A-G., 2011, Habitat use and dispersal characteristics by *Stethophyma grossum*: the role of habitat isolation and stable habitat conditions toward low dispersal, *J Insect Conserv* (2011) 5, p.455-463, 9p.

BOURNERIAS, M., ARNAL G., BOCK C., 2001, Guide des groupements végétaux de la région parisienne. Bassin parisien, Nord de la France (Écologie et Phytogéographie), 639p.

BUTTLER A., GILLET, F, 2008, Master SIE – Notes du cours Écologie numérique, 212p.

Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national, 2011, Protocole de suivi des plantes vasculaires inscrites au titre de la Directive Habitat-Faune-Flore du Nord-Ouest de la France, Déclinaison pour les plantes présentes en Picardie, Proposition de déclinaison à l'échelle du territoire d'agrément du CBNBI, version 1.2, 4p.

Chambre d'agriculture de la Somme, Conseil Général de la Somme, Conservatoire d'espaces naturels de Picardie, 2015, Maintien de l'élevage en moyenne vallée de la Somme, proposition de plan d'actions 2015-2017, 15p.

CHEVILLARD E., GALLIAN C., 2014, Présentation du programme de maintien de l'agriculture dans les zones humides, présentation powerpoint, Agence de l'eau Artois-Picardie, 5 février 2014, 10p.

Collectif RhoMéO, 2014, La boîte à outils de suivi des zones humides du bassin Rhône-Méditerranée, www.rhomeo-bao.fr, Conservatoire d'espaces naturels de Savoie, 147p. + annexes, février 2014, version 1.

Commissariat général au Développement durable, 2012, Études & documents, Résultats de l'enquête nationale à dire d'expert sur les zones humides, état en 2010 et évolution entre 2000 et 2010, 100p.

Conservatoire d'Espaces Naturels de Picardie, 2016, Rapport d'activités 2015, 60p.

Conservatoire des sites naturels de Picardie (FLIPO S.), 2010, 220320034, Haute et moyenne vallée de la Somme entre Croix-Fonsommes et Abbeville, INPN, SPN-MNHN Paris, 51p., <https://inpn.mnhn.fr/docs/ZNIEFF/znieffpdf/220320034.pdf>

COUVET D., JIGUET F., JULLIARD R., LEVREL H., TEYSSÈDRE A., 2007, Les indicateurs de biodiversité et le modèle PER, MNHN, UMR 5173, 5p.

COUVET D., JIGUET F., JULLIARD R., LEVREL H., 2008, Indicateurs et observatoire de biodiversité, *Biosystema* 25 – Linnaeus. Systématique et biodiversité, p.83-90, 8p.

CRUZ P., DURU M., THEROND O., THEAU J.-P., DUCOURTIEUX C., JOUANY C., AL HAJ KHALED R., ANSQUER P., 2002, Une nouvelle approche pour caractériser les prairies naturelles et leur valeur d'usage, *Fourrages* 172, p.335-354, 15p.

CRUZ P., THEAU J.-P., LECLoux E., JOUANY C., DURU M., 2010, Typologie fonctionnelle de graminées fourragères pérennes : une classification multitraits, *Fourrages* 201, p.11-17, 8p.

DAGET P., POISSONET J., 2010, Prairies et pâturages : méthodes d'étude de terrain et interprétation, 955p.

Direction départementale des territoires de la Somme, 2015, Vallée de la Somme – Zones humides, projet agro-environnemental 2015-2016, 14p.

DUCERF G., 2014, L'encyclopédie des plantes bio-indicatrices alimentaires et médicinales, Guide de diagnostic des sols, volumes 1, 2 et 3, 4^{ème} édition, 351p. pour chaque tome.

DURU M., CRUZ P., JOUANY C., THEAU J.-P., 2010, Herb'type : un nouvel outil pour évaluer les services de production fournis par les prairies permanentes, *INRA Prod. Anim* 23 (4), p.319-332, 14p.

FERNEZ T., LAFON P., HENDOUX F., 2015, Guide des végétations remarquables de la région Île-de-France. Conservatoire botanique national du Bassin parisien, Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie d'Île-de-France. Paris. 2 volumes : méthodologie 68p. + Manuel pratique : 224p.

Forum des Marais Atlantiques, 2015, Malette d'indicateurs de travaux et de suivis en zones humides. Agence de l'eau Loire-Bretagne et Conseil régional des Pays de la Loire, 189p.

GARDENER M., 2012, Statistics for ecologists using R and Excel, Data collection, Exploration analysis and presentation, 324p.

GILLET F., 2010, Guide d'utilisation de Phytobase 8, base de données phytosociologiques, 40p.

GUERIN W., 2009, La cartographie des zones à dominante humide du bassin Artois-Picardie, Agence de l'eau Artois-Picardie, présentation powerpoint, 19p.

HAUGUEL, J.-C., TOUSSAINT, B., 2012, Inventaire de la flore vasculaire de la Picardie (Ptéridophytes et Spermatophytes) : raretés, protections, menaces et statuts. Version n°4d, novembre 2012. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, Société linéenne Nord-Picardie, mémoire n.s. n°4d, 132p., Amiens.

JACQUET K., PRODON, R., 2013, Analyses multivariées avec ade4 dans R, 32p.

KASSAS M., 2014, Cartographie des prairies de la Plaine Maritime Picarde et suivi de l'impact agricole sur la biodiversité, Rapport de stage, 96p.

LE BOUDEC B., IZEMBART H., 2007, Atlas des Paysages La Somme, II. Six entités paysagères, partie 5 : Vallée de la Somme, p.214-257, 311p.

LEBRUN J., FRANÇOIS R., COULOMBEL R., 2014, Inventaire et cartographie des tourbières de Picardie, phase 1 : méthodologie et premier test en moyenne vallée de la Somme, Conservatoire d'Espaces Naturels de Picardie, Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire Botanique National de Bailleul, 154p. + annexes.

LEGENDRE P., GILLET F., BORCARD D., 2011, Numerical ecology with R, 319p.

LOISEAU P., 1998, Signification et limite de l'indice de valeur pastorale pour le diagnostic de la valeur agricole des pâturages en moyenne montagne humide, 18p.

MAGURRAN A.E., MCGILL B.J., 2011, Biological diversity, frontiers in measurement and assessment, 345p., Chapitre 5 : « Measurement of species diversity », p.55-64, 9p.

MEDDE, GIS Sol, 2013, Guide pour l'identification et la délimitation des sols de zones humides. Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, Groupement d'intérêt scientifique Sol, 63 p.

MEDDOUR R., 2011, La méthode phytosociologique sigmatiste ou Braun-Blanqueto-Tüxenienne, 40p.

PARADIS E., 2004, Les test classiques courants, 4p.,

PLANTUREUX S., 1996, FLORA-sys : système informatique de gestion et d'aide à l'interprétation des relevés floristiques.

POHLERT T., 2016, The pairwise multiple comparison of mean ranks package (PMCMR), 27p.

STALLEGGER P., DEFAUT B., 2007, Étude des peuplements d'orthoptères des prairies de fauche de la basse-vallée de la Risle, avec description d'une synusie normande (Parc naturel régional des Boucles de la Seine normande, Eure), Matériaux orthoptériques et entomocénologiques, 2007 (2008), p.89-103, 15p.

TURPIN A-C., 2012, Étude de l'efficacité des mesures agro-environnementales territorialisées en moyenne vallée de l'Oise, mémoire de fin d'étude, 69p. + annexes.

WILSON G-A., BULLER H., 2001, The use of socio-economics and environmental indicators in assessing the effectiveness of EU agri-environmental policy, 21p.

XIMENES M.-C., FOUQUE C., BARNAUD G., 2007, État 2000 et évolution 1990-2000 des zones humides d'importance majeure, Document technique Institut français de l'environnement – Muséum national d'histoire naturelle – Office national de la chasse et de la faune sauvage – Fédération nationale des chasseurs, 136p. + annexes

Sites internet

BAUDOT J.-Y., Le coefficient de corrélation de Spearman, Techniques et concepts de l'entreprise, de la finance et de l'économie (et fondements mathématiques)
<http://www.jybaudot.fr/Inferentielle/spearman.html>

Portail national d'accès aux informations sur les zones humides, Eaufrance, version 2015
<http://www.zones-humides.eaufrance.fr>

Liste des contacts

Frédérique DARRE, Chambre d'agriculture de la Somme, f.darre@somme.chambagri.fr

Gautier GUILBERT, stagiaire, Syndicat mixte Baie de Somme – Grand littoral picard, gautierguilbert@baiedesomme.fr

Table des annexes

ANNEXE 1 : LISTE DES COMMUNES CONCERNEES PAR LE PROGRAMME DE MAINTIEN DE L'AGRICULTURE EN ZONES HUMIDES, EN MOYENNE VALLEE DE LA SOMME.....	75
ANNEXE 2 : QUESTIONNAIRE ADRESSE AUX AGRICULTEURS	76
ANNEXE 3 : CLE DE DETERMINATION DES NIVEAUX HYDRIQUES.....	78
ANNEXE 4 : FICHE TERRAIN POUR LES RELEVES PEDOLOGIQUES	79
ANNEXE 5 : FICHE TERRAIN POUR LES RELEVES FLORISTIQUES	81
ANNEXE 6 : FICHE TERRAIN POUR LES RELEVES ORTHOPTERES	83
ANNEXE 7 : FICHE TERRAIN POUR LES RELEVES VANNEAU HUPPE.....	84
ANNEXE 8 : DELIMITATION ET DESCRIPTION DES TRONÇONS UTILISES POUR LE DECOUPAGE DE LA ZONE D'ETUDE.....	85
ANNEXE 9 : RESULTATS DU CALCUL DES INDICATEURS SUR CHAQUE PARCELLE.....	86
ANNEXE 10 : COMMENTAIRES SUR LES ANALYSES FOURRAGERES REALISEES EN LABORATOIRE ET SUR LA VALEUR PASTORALE CALCULEE	87
ANNEXE 11 : ANNUAIRE DES EXPLOITATIONS AYANT PARTICIPE A L'ETUDE	88
ANNEXE 12 : CARTOGRAPHIE DES NIVEAUX HYDRIQUES, PORTION AVAL (FLIXECOURT - ABBEVILLE).....	89
ANNEXE 13 : CARTOGRAPHIE DES NIVEAUX HYDRIQUES, PORTION INTERMEDIAIRE (AMIENS - FLIXECOURT).....	90
ANNEXE 14 : CARTOGRAPHIE DES NIVEAUX HYDRIQUES, PORTION AMONT (CORBIE - AMIENS)	91
ANNEXE 15 : CARTOGRAPHIE DU DEGRE DE PATRIMONIALITE, PORTION AVAL (FLIXECOURT - ABBEVILLE)...	92
ANNEXE 16 : CARTOGRAPHIE DU DEGRE DE PATRIMONIALITE, PORTION INTERMEDIAIRE (AMIENS – FLIXECOURT)	93
ANNEXE 17 : CARTOGRAPHIE DU DEGRE DE PATRIMONIALITE, PORTION AMONT (CORBIE - AMIENS)	94
ANNEXE 18 : CARTOGRAPHIE DE L'ENSEMBLE DES RELEVES FLORISTIQUES REALISES SELON LEUR RICHESSE SPECIFIQUE	95
ANNEXE 19 : MATRICES DES COEFFICIENTS V DE CRAMER DES CORRELATIONS ENTRE LES VARIABLES DE GESTION.....	96
ANNEXE 20 : TABLEAU RECAPITULATIF DES ESPECES PATRIMONIALES CONTACTEES, DE LEURS STATUTS, MENACES, RARETES ET REGLEMENTATIONS	96
ANNEXE 21 : LISTE ALPHABETIQUE DES NOMS LATINS DES ESPECES RELEVees	98
ANNEXE 22 : FASCICULE PRESENTANT LES « FICHES INDICATEURS »	100

Annexe 1 : Liste des communes concernées par le programme de maintien de l'agriculture en zones humides, en moyenne vallée de la Somme

De l'amont vers l'aval :

- Corbie
- Fouilloy
- Aubigny
- Daours
- Vecquemont
- Blangy-Tronville
- Lamotte-Brebière
- Glisy
- Camon
- Longueau
- Rivery
- Amiens
- Argoeuves
- Dreuil-lès-Amiens
- Saint-Sauveur
- Ailly-sur-Somme
- La Chaussée-Tirancourt
- Breilly
- Picquigny
- Belloy-sur-Somme
- Crouy-Saint-Pierre
- Yzeux
- Bourdon
- Hangest-sur-Somme
- Flixecourt
- Condé-Folie
- l'Etoile
- Longpré-lès-Corps-Saints
- Long
- Cocquerel
- Fontaine-sur-Somme
- Pont-Remy
- Liercourt
- Erondelle
- Eaucourt-sur-Somme
- Bray-lès-Mareuil
- Epagne-Epagnette
- Mareuil-Caubert
- Abbeville

Annexe 2 : Questionnaire adressé aux agriculteurs

Questionnaire M.

Parcelle A :

- 1) Occupation du sol : culture prairie permanente prairie temporaire
 autre (préciser) :

[Si la réponse à la question 1) est « culture », fin du questionnaire]

- 2) Fauche : oui (foin) oui (ensilé) oui (enrubanné) non
a. Date de première fauche :
b. Date de deuxième fauche :
c. Rendement en tMS/ha ou en nombre de ballots (préciser l'unité) :
d. Temps avant exportation du foin hors de la parcelle :
e. Sursemis : oui non
- 3) Travail du sol : oui non
a. Matériel utilisé et profondeur du travail :
- 4) Pâturage : oui non
a. Préciser le type d'animaux : équins bovins autres (préciser) :
b. Chargement (en UGB MAE) :
c. Pâturage tournant : oui non
d. Date d'entrée du troupeau sur la parcelle :
e. Date de sortie du troupeau de la parcelle :
- 5) Fertilisation : aucune minérale organique minérale et organique
a. Quantité du premier apport : <50 UN 50-100 UN 100-150 UN
b. Date du premier apport :
c. Quantité du 2^{ème} apport : <50 UN 50-100 UN 100-150 UN
d. Date du deuxième apport :
- 6) Joncs :
a. Présence de joncs : oui non
b. Gestion des joncs : aucune fauche désherbage chimique
c. Période d'intervention :
- 7) Désherbage : [Si aucun désherbage, cocher cette case , sinon, voir suite du questionnaire]
a. Cible : chardons orties orties et chardons autres (préciser) :
b. Méthode (1) : mécanique chimique mécanique + chimique
c. Méthode (2) : localisé en plein
d. Période d'intervention mécanique :
e. Période d'intervention chimique : Quantité/ha :
- 8) Affouragement et abreuvement :
a. Affouragement : aucun paille foin
 paille + foin autre (préciser) :
b. Période d'affouragement :
c. Provenance du foin/paille utilisé (géographiquement) :
d. Abreuvement : bac d'eau mare puit artésien rivière
 réseau eau potable autre :

9) Mesure Agro-environnementales :

- a. Contrat MAE en cours pour la parcelle : oui non
- b. Type de contrat en cours :.....
- c. Année de contractualisation du contrat en cours :.....
- d. Année de **premier contrat** agro-environnemental (quel que soit le contrat) :.....

10) Produits phytosanitaires utilisés :

- a. Type de produit : aucun herbicide fongicide insecticide
- b. Période d'intervention :

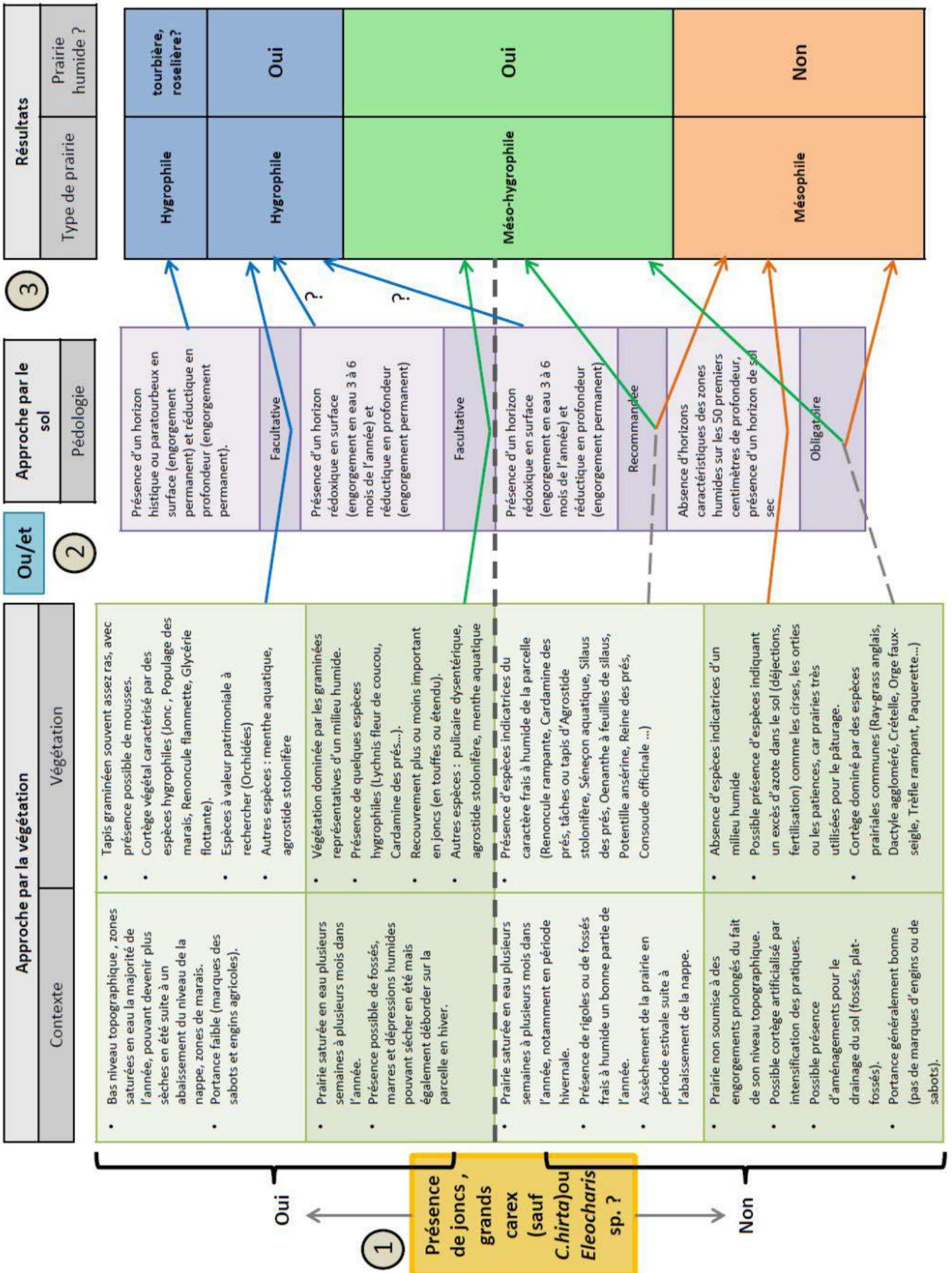
11) Évolution de la prairie :

- a. Dans le passé (5 ans) : semis drainage conversion d'une culture en prairie
- b. Dans le futur (5 ans) : maintien semis drainage abandon
 conversion en culture cession

12) Semis : oui non

- a. Année :
- b. Espèces semées :

Annexe 3 : Clé de détermination des niveaux hydriques



Annexe 4 : Fiche terrain pour les relevés pédologiques

Fiche terrain : Pédologie				
DONNES GENERALES				
Nom observateur :			Date : / /2016	
Nom exploitation :				
Nom exploitant :				
Commune :				
ID parcelle :				
SONDAGE N°1				
Coord :		Lat (N) (Y) :	Lon (E) (X) :	
Altitude (m) :		Prof. Eau :	Prof. Arret :	
Code structure : 0) massive 2) grumeleuse 4) prismatique 1) particulaire 3) anguleuse 5) lamellaire				
Prof.	Texture	Structure	Traces d'hydromorphie (%)	Observations : couleurs, éléments grossiers, etc.
			Rouille : Décoloration : Tourbe : Bleu/Vert :	
			Rouille : Décoloration : Tourbe : Bleu/Vert :	
			Rouille : Décoloration : Tourbe : Bleu/Vert :	
			Rouille : Décoloration : Tourbe : Bleu/Vert :	
			Rouille : Décoloration : Tourbe : Bleu/Vert :	
A remplir à la fin : <input type="checkbox"/> Hygrophile <input type="checkbox"/> Méso-hygrophile <input type="checkbox"/> Mésophile				

SONDAGE N°2				
Coord :		Lat (N) (Y) :		Lon (E) (X) :
Altitude (m) :			Prof. Eau :	Prof. Arret :
Prof.	Texture	Structure	Traces d'hydromorphie (%)	Observations : couleurs, éléments grossiers, etc.
			Rouille : Décoloration : Tourbe : Bleu/Vert :	
			Rouille : Décoloration : Tourbe : Bleu/Vert :	
			Rouille : Décoloration : Tourbe : Bleu/Vert :	
			Rouille : Décoloration : Tourbe : Bleu/Vert :	
			Rouille : Décoloration : Tourbe : Bleu/Vert :	

SONDAGE N°3				
Coord :		Lat (N) (Y) :		Lon (E) (X) :
Altitude (m) :			Prof. Eau :	Prof. Arret :
Prof.	Texture	Structure	Traces d'hydromorphie (%)	Observations : couleurs, éléments grossiers, etc.
			Rouille : Décoloration : Tourbe : Bleu/Vert :	
			Rouille : Décoloration : Tourbe : Bleu/Vert :	
			Rouille : Décoloration : Tourbe : Bleu/Vert :	
			Rouille : Décoloration : Tourbe : Bleu/Vert :	
			Rouille : Décoloration : Tourbe : Bleu/Vert :	

Annexe 5 : Fiche terrain pour les relevés floristiques

Fiche terrain : relevés floristiques	
DONNES GENERALES	
Nom observateur :	Date : / /2016
Nom exploitation :	Nom exploitant :
Commune :	
ID parcelle :	ID quadra :
Coord : Lat (N) (Y) :	Lon (E) (X) :
Altitude (m) :	Surface du relevé : <input type="checkbox"/> 25m ² <input type="checkbox"/> 1m ²
CONTEXTE TOPOGRAPHIQUE/HYDRIQUE	
Niveau hydrique : <input type="checkbox"/> Hygrophile <input type="checkbox"/> Méso-hygrophile <input type="checkbox"/> Mésophile	
Pente :	
<input type="checkbox"/> nulle (0-1°)	
<input type="checkbox"/> faible/moyenne (2-6°)	
<input type="checkbox"/> assez forte (7-27°)	
<input type="checkbox"/> forte (28-45°)	
Topographie :	
<input type="checkbox"/> terrain plat <input type="checkbox"/> dépression <input type="checkbox"/> fond de vallon <input type="checkbox"/> escarpement	
<input type="checkbox"/> replat <input type="checkbox"/> haut de versant <input type="checkbox"/> bas de versant <input type="checkbox"/> talus	
PRATIQUES GESTION	
Habitats particuliers :	
<input type="checkbox"/> Marre <input type="checkbox"/> Haies	
<input type="checkbox"/> Fossé <input type="checkbox"/> Boisement	
<input type="checkbox"/> Dépression <input type="checkbox"/> Autre :	
Gestion observée :	
<input type="checkbox"/> Pâture <input type="checkbox"/> Pâture + fauche	
<input type="checkbox"/> Fauche <input type="checkbox"/> Autre :	
DIVERS	
Remarques/Commentaires :	
.....	
.....	
.....	
N° photo :	% recouvrement total :
	% recouvrement muscinal :
<u>Coefficients d'abondance-dominance</u>	Hauteur moyenne :
<u>Braun-Blanquet :</u>	Hauteur max :
i individu unique	
r très peu abondant, recouvrement très faible	
+ peu abondant, recouvrement très faible	
1 individus nombreux (20-100) mis recouvrement < 1% ou nombre d'individus quelconque mais recouvrement de 1 à 5%	
2 individus très nombreux (>100) mais recouvrement < 5%, ou nombre d'individus quelconque mais recouvrement de 5 à 25%	
3 recouvrement de 25 à 50 %	
4 recouvrement de 50 à 75 %	
5 recouvrement de 75 à 100 %	

Annexe 6 : Fiche terrain pour les relevés orthoptères

Fiche terrain : Relevés orthoptères															
DONNEES GENERALES															
Nom observateur :		Date : / /2016													
Nom exploitation :		Nom exploitant :													
Commune :															
ID parcelle :															
CONTEXTE															
Habitats particuliers :		<input type="checkbox"/> Marre	<input type="checkbox"/> Haies												
		<input type="checkbox"/> Fossé	<input type="checkbox"/> Boisement												
		<input type="checkbox"/> Dépression	<input type="checkbox"/> Autre :												
Gestion observée :		<input type="checkbox"/> Pâture	<input type="checkbox"/> Pâture + fauche												
		<input type="checkbox"/> Fauche	<input type="checkbox"/> Autre :												
Hauteur moyenne de végétation (cm) :															
% de recouvrement total de la végétation :															
% sol nu :		% rec. arbustif bas (<7m):													
% rec. strate muscinale :		% rec. arboré (>7m) :													
% rec. herbacé :															
CONDITIONS METEO															
Couverture nuageuse :		Vent :													
	<input type="checkbox"/> 0-33%	<input type="checkbox"/> absent													
	<input type="checkbox"/> 33-66%	<input type="checkbox"/> faible													
	<input type="checkbox"/> 66-100%	<input type="checkbox"/> fort													
Remarques :															
RELEVÉ N°1 :															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Nb. individus détectés</th> <th style="width: 25%;">A vue</th> <th style="width: 25%;">A l'ouïe</th> <th style="width: 25%;">Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Stethophyma grossum</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Conocephalus dorsalis</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Nb. individus détectés	A vue	A l'ouïe	Total	<i>Stethophyma grossum</i>				<i>Conocephalus dorsalis</i>			
Nb. individus détectés	A vue	A l'ouïe	Total												
<i>Stethophyma grossum</i>															
<i>Conocephalus dorsalis</i>															
Heure déb:		Heure fin:													
Superficie couverte :		Type de relevé :													
		<input type="checkbox"/> quadra	<input type="checkbox"/> transect												
RELEVÉ N°2 :															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Nb. individus détectés</th> <th style="width: 25%;">A vue</th> <th style="width: 25%;">A l'ouïe</th> <th style="width: 25%;">Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Stethophyma grossum</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Conocephalus dorsalis</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Nb. individus détectés	A vue	A l'ouïe	Total	<i>Stethophyma grossum</i>				<i>Conocephalus dorsalis</i>			
Nb. individus détectés	A vue	A l'ouïe	Total												
<i>Stethophyma grossum</i>															
<i>Conocephalus dorsalis</i>															
Heure déb:		Heure fin:													
Superficie couverte :		Type de relevé :													
		<input type="checkbox"/> quadra	<input type="checkbox"/> transect												
RELEVÉ N°3 :															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Nb. individus détectés</th> <th style="width: 25%;">A vue</th> <th style="width: 25%;">A l'ouïe</th> <th style="width: 25%;">Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Stethophyma grossum</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Conocephalus dorsalis</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Nb. individus détectés	A vue	A l'ouïe	Total	<i>Stethophyma grossum</i>				<i>Conocephalus dorsalis</i>			
Nb. individus détectés	A vue	A l'ouïe	Total												
<i>Stethophyma grossum</i>															
<i>Conocephalus dorsalis</i>															
Heure déb:		Heure fin:													
Superficie couverte :		Type de relevé :													
		<input type="checkbox"/> quadra	<input type="checkbox"/> transect												
RELEVÉ N°4 :															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Nb. individus détectés</th> <th style="width: 25%;">A vue</th> <th style="width: 25%;">A l'ouïe</th> <th style="width: 25%;">Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Stethophyma grossum</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Conocephalus dorsalis</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Nb. individus détectés	A vue	A l'ouïe	Total	<i>Stethophyma grossum</i>				<i>Conocephalus dorsalis</i>			
Nb. individus détectés	A vue	A l'ouïe	Total												
<i>Stethophyma grossum</i>															
<i>Conocephalus dorsalis</i>															
Heure déb:		Heure fin:													
Superficie couverte :		Type de relevé :													
		<input type="checkbox"/> quadra	<input type="checkbox"/> transect												

Annexe 8 : Délimitation et description des tronçons utilisés pour le découpage de la zone d'étude

- De Corbie à Amiens : Ce tronçon comprend de nombreux marais (Daours, Blangy-Tronville, Glisy, Camon). Il correspond à un vaste secteur marécageux présentant une mosaïque de milieux tourbeux alcalins. Il se compose de prairies humides, de roselières, de bas-marais tourbeux, de plans d'eau et de boisements humides [14].
- De Amiens à Breilly : tronçon caractérisé par un nombre important de plans d'eau aux formes géométriques qui résultent de l'exploitation des granulats. On y trouve également des peupleraies et une dynamique arbustive qui tend à coloniser le milieu. Ce secteur est marqué par une forte artificialisation et un contexte péri-urbain très marqué (proximité d'Amiens). De ce fait, il n'y a aucune prairie prospectée sur ce tronçon.
- De Breilly à La Chaussée-Tirancourt : ce secteur présente un caractère plus naturel que le secteur précédent, on y trouve beaucoup de plans d'eau de formes et surfaces variables, issus d'une exploitation de la tourbe ancienne. Autour de ces plans d'eau, se trouvent des formations arbustives ou arborescentes, des mégaphorbiaies ou des roselières, et des prairies.
- De La Chaussée-Tirancourt à Bourdon : ce tronçon est caractérisé par une succession de marais tourbeux sur plusieurs centaines d'hectares. Le paysage est une mosaïque d'étangs, de roselières, de mégaphorbiaies et de fourrés d'aulnes et de saules. Quelques zones sont clôturées ou plantées de peupleraies. De grandes prairies subsistent au sud de Bourdon, plus rares et remplacées par des cultures entre Yzeux et Bourdon. On trouve également de nombreux petits plans d'eau, issus de l'exploitation de tourbe ou étangs de loisir.
- De Bourdon à L'Etoile : ce secteur présente des étangs de surface et superficie variables, et une exploitation de gravières à Hangest-sur-Somme. La végétation est ligneuse, principalement arborescente ou arbustive. Des mégaphorbiaies, des prairies, des bas-marais tourbeux ou des roselières entourent ces étangs. Les boisements dominants sont les saulaies-aulnaies-frênaies et des peupleraies à l'ouest de Flixecourt. Sur ce tronçon, la Somme ancienne est doublée par le canal de la Somme jusqu'à Flixecourt.
- De L'Etoile à Long : le paysage de ce secteur est plus ouvert et lié à une activité agricole. Quelques prairies de fauche et des prairies pâturées jouxtent les cultures. Les grands étangs sont très présents, et le paysage est essentiellement aquatique.
- De Long à Coquerel : ce tronçon comporte beaucoup d'étangs et de prairies, ainsi que des zones peu entretenues. Des mosaïques de mégaphorbiaies, de roselières et de fourrés de saules et d'aulnes dominent le paysage.
- De Coquerel à Pont-Rémy : le paysage de fond de vallée de ce secteur est dominé par les prairies de fauche ou de pâturage, avec des cultures intercalées, rendues possibles par un vaste réseau de drains. Les peupleraies sont très rares mais des boisements humides peu exploités sont dominés par les aulnes et les saules. Les mares de huttes de chasse sont dispersées, souvent creusées au sein des ensembles prairiaux. Entre Fontaine-sur-Somme et Pont-Rémy, le paysage dominant est constitué de prairies humides structurées par des haies et ponctuées par des mares utilisées pour les activités de chasse.
- De Pont-Rémy à Abbeville : ce tronçon est caractérisé par une mosaïque diversifiée et morcelées de paysages en raison des nombreuses propriétés privées grillagées. De vastes marais communaux sont pâturés et ponctués de mares cynégétiques. C'est un secteur très humide défavorable aux cultures, les champs y sont très restreints, mais les prairies pâturées et fauchées y occupent un espace important [5].

Annexe 9 : Résultats du calcul des indicateurs sur chaque parcelle

Identifiant parcelle	Troignon	Niveau hydrique	Indice floristique d'engorgement du sol	Indice floristique de fertilité du sol	Valeur pastorale	Richesse spécifique	Indice de Simpson	Indice de Shannon	Indice de Pielou	Indice J. Hill	% TFG A	% TFG B	% TFG b	% TFG C	% TFG D	% TFG E	% tous TFG	Nombre de relevés sur la parcelle
BAL_A	6	MH	6,54	5,38	6,05	10	0,32	1,94	0,59	0,55	0,76	21,34	49,54	0,00	0,00	0,00	71,65	1
BAL_C	6	MH	6,17	5,82	6,75	15	0,30	2,16	0,63	0,60	31,91	4,52	46,15	1,46	0,00	0,00	84,04	2
BVI_A	3	H	6,47	5,26	5,09	23	0,29	2,22	0,59	0,60	5,43	8,11	53,97	12,82	0,00	0,00	80,33	2
CHA_A	4	H	6,10	6,17	4,05	30	0,18	2,92	0,69	0,70	8,81	1,53	9,83	7,15	0,00	7,15	34,47	2
D3P_A	8	MH	6,71	6,27	6,64	16	0,36	1,87	0,56	0,57	0,00	37,77	48,89	0,00	0,00	4,58	91,25	3
D3P_B	8	MH	6,17	6,09	7,42	11	0,29	2,05	0,59	0,56	40,42	0,58	53,12	3,46	0,00	0,00	97,58	1
D3P_C	8	H	5,16	5,82	6,80	40	0,25	2,54	0,60	0,65	7,64	3,50	5,84	0,00	0,00	27,76	44,74	8
D3P_E	7	MH	5,97	5,95	7,53	13	0,42	1,47	0,57	0,44	55,89	0,00	40,00	0,00	0,00	0,00	95,89	5
DBR_A	8	MH	5,94	5,42	5,04	25	0,15	3,15	0,73	0,71	9,66	13,50	30,09	0,00	0,00	0,00	53,25	2
DBR_B	8	M	6,20	5,27	6,15	13	0,25	2,23	0,75	0,55	15,52	37,62	33,20	0,00	0,00	0,00	86,34	2
DBR_E	7	MH	6,13	5,91	4,69	14	0,23	2,34	0,70	0,58	36,16	0,36	34,12	0,00	0,00	0,39	71,03	2
DBR_F	7	MH	5,51	5,24	5,10	16	0,16	2,91	0,73	0,66	45,56	0,38	24,68	2,28	0,00	0,00	72,89	1
DBR_G	8	MH	4,88	5,19	7,06	18	0,25	2,29	0,72	0,56	0,00	44,48	29,97	0,00	0,00	3,40	77,85	4
DBR_H	7	MH	6,22	6,79	5,81	10	0,27	2,06	0,62	0,53	18,47	0,66	42,22	0,00	0,00	18,47	79,82	1
DES_B	9	MH	6,32	5,33	5,52	16	0,22	2,69	0,67	0,69	21,17	3,74	43,59	0,00	3,74	0,00	72,23	1
DES_C	9	MH	6,38	5,48	3,94	18	0,24	2,46	0,64	0,63	0,00	0,00	40,46	0,00	0,00	0,36	40,83	2
HCR_A	5	MH	5,90	6,04	6,64	16	0,21	2,71	0,77	0,66	27,05	19,79	37,71	0,00	0,00	0,00	84,54	2
HCR_B	5	MH	5,01	4,72	7,00	13	0,20	2,67	0,72	0,65	30,97	37,61	13,27	0,00	0,00	0,00	81,86	1
HCR_C	5	MH	5,86	6,03	5,75	9	0,27	2,12	0,75	0,55	24,44	37,67	8,96	0,00	0,00	0,00	71,08	2
HCR_D	5	MH	5,98	5,52	6,11	34	0,17	2,82	0,72	0,64	26,08	27,41	18,67	3,93	0,44	0,00	76,53	6
JBE_A	8	H	6,28	5,47	4,85	28	0,18	2,87	0,69	0,69	13,35	1,11	34,17	0,00	0,00	0,07	48,70	6
JBE_C	8	MH	6,27	5,53	6,63	11	0,43	1,66	0,51	0,53	37,51	0,00	58,44	0,00	0,00	0,00	95,96	2
LEP_A	4	MH	5,96	6,03	7,88	22	0,44	1,46	0,49	0,46	50,57	0,57	44,05	0,00	0,00	0,00	95,19	4
LEP_B	4	MH	5,91	6,09	6,11	12	0,25	2,35	0,65	0,61	11,38	8,75	53,01	0,00	0,00	0,00	73,13	2
LFA_C	9	H	6,28	5,35	4,28	35	0,18	2,80	0,67	0,67	27,68	9,89	18,28	0,00	0,00	0,00	55,85	4
LFA_D	9	H	5,86	4,31	2,78	37	0,15	3,24	0,71	0,73	10,86	0,96	11,41	5,16	0,00	0,00	28,39	3
LFA_E	9	H	5,71	5,45	4,92	30	0,13	3,34	0,72	0,73	4,91	22,91	15,48	4,91	0,00	4,91	53,12	2
LHU_A	8	MH	6,95	4,40	2,68	28	0,12	3,54	0,75	0,76	2,45	0,00	26,14	0,00	0,41	0,00	29,00	1
LHU_B	8	H	6,30	5,15	4,28	27	0,11	3,44	0,81	0,70	13,61	7,11	20,29	0,00	0,00	0,00	41,01	3
LHU_C	8	MH	6,97	5,01	5,95	6	0,82	0,64	0,25	0,35	3,01	90,46	3,51	0,00	0,00	0,00	96,99	1
LHU_E	8	MH	6,31	5,61	5,41	9	0,23	2,34	0,74	0,58	45,28	0,00	34,45	0,00	0,00	0,00	79,73	1
LOU_A	8	MH	5,96	5,92	5,82	18	0,22	2,54	0,72	0,62	8,36	3,10	34,47	9,19	0,00	24,43	79,55	2
LOU_B	8	M	5,42	6,64	7,20	19	0,35	1,92	0,54	0,58	3,44	0,46	28,53	6,37	0,00	48,09	86,89	2
LOU_C	7	M	5,03	6,91	9,63	8	0,72	0,94	0,31	0,46	89,29	4,46	0,00	0,00	0,00	4,46	98,21	1
MEL_A	9	MH	6,49	5,50	5,10	26	0,22	2,60	0,70	0,65	15,42	11,73	43,75	0,00	0,00	0,00	70,90	5
MEL_B	9	H	7,38	4,73	3,33	45	0,18	2,93	0,69	0,68	14,90	6,12	26,33	1,44	0,06	0,00	48,86	5
MMO_A	5	MH	6,09	5,07	3,95	15	0,22	2,53	0,75	0,61	0,62	12,05	32,09	0,00	0,00	0,00	44,76	4
PAR_BTC	1	H	6,84	5,69	3,51	37	0,20	2,82	0,64	0,69	10,99	4,64	15,45	0,00	0,00	0,00	31,07	3
PAR_BTD	1	MH	6,63	5,23	3,58	36	0,18	2,75	0,76	0,61	0,76	14,58	10,21	0,00	0,00	0,00	25,55	3
PAR_BTE	1	H	7,66	4,43	2,10	31	0,10	3,71	0,75	0,76	0,34	0,00	9,56	2,05	0,00	0,00	11,95	1
PAR_LCA	4	H	7,90	4,72	1,38	95	0,22	2,84	0,64	0,70	1,67	0,28	5,02	0,32	0,00	0,00	7,28	16
PAR_TIB	3	H	6,55	4,79	1,79	39	0,20	2,85	0,65	0,70	12,18	0,00	0,76	0,00	0,00	0,00	12,95	3
QHU_B	7	MH	5,27	4,73	6,29	11	0,44	1,64	0,51	0,56	57,20	30,84	3,63	0,00	0,00	0,00	91,67	2
QHU_C	7	MH	5,90	5,17	5,67	14	0,22	2,45	0,67	0,61	75,51	0,00	16,46	0,00	0,00	0,00	91,97	2
QHU_D	7	H	5,65	4,92	4,24	26	0,13	3,15	0,77	0,67	32,05	15,40	0,00	0,00	0,00	0,00	47,45	3
QHU_E	7	M	5,25	6,27	7,50	7	0,26	2,05	0,73	0,51	33,61	14,71	3,15	0,00	0,00	14,71	66,18	1
RPI_B	6	MH	5,94	6,44	5,65	19	0,16	2,89	0,72	0,66	22,45	9,47	24,56	0,00	0,00	3,96	60,44	2
RPI_C	6	MH	5,95	6,20	5,87	12	0,18	2,58	0,72	0,58	21,81	0,78	26,48	0,00	0,00	0,00	49,07	1
VA_A	3	MH	7,18	6,77	6,27	14	0,28	2,40	0,63	0,68	5,32	9,12	25,84	0,00	0,00	0,00	40,27	1
VA_B	3	MH	6,71	5,67	4,94	11	0,29	2,33	0,67	0,67	49,92	4,61	4,61	0,00	0,00	0,00	59,14	1
VA_C	3	MH	6,90	6,66	2,03	15	0,34	2,36	0,59	0,73	6,32	5,42	5,42	0,00	0,00	5,42	22,56	1
YSE_A	4	MH	5,87	6,04	6,70	13	0,17	2,91	0,79	0,67	36,80	2,80	39,20	0,40	2,40	0,00	81,60	1

Annexe 10 : Commentaires sur les analyses fourragères réalisées en laboratoire et sur la valeur pastorale calculée

Tableau 8: Résultats des analyses fourragères en laboratoire. MS : matière sèche, UFL : unité fourragère lait, UFV : unité fourragère viande, PDI : protéines digestibles dans l'intestin (PDIE : teneur en fonction de l'énergie fermentescible, valeur de l'aliment en PDI s'il est inclus dans une ration où l'énergie est le facteur limitant de la synthèse microbienne, PDIN : teneur en fonction de l'azote biodégradable, valeur de l'aliment en PDI s'il est inclus dans une ration déficitaire en azote dégradé, PDIA : protéines digestibles d'origine alimentaire, protéines non dégradées dans le rumen)

Parcelle	JBE_C	DBR_F	LHU_B	MEL_B	PAR_LCA	
Date de prélèvement	02-mai	02-mai	02-mai	16-juin	26-juin	
Date d'analyse	10-mai	10-mai	10-mai	01-juil	01-juil	
Valeur énergétique	UFL sur MS	0,98	0,94	1,01	0,78	0,73
	UFV sur MS	0,94	0,9	0,97	0,71	0,66
Valeur azotée	PDIA sur MS	36	9	19	19	15
	PDIN sur MS	99	25	53	54	43
	PDIE sur MS	93	67	80	72	66
Valeur pastorale calculée	6,628	5,096	4,278	3,333	1,381	

Sur le tableau 8, on constate que les parcelles gérées le plus extensivement (MEL_B et PAR_LCA) qui correspondent à des sites gérés ou co-gérés par le CEN Picardie présentent des valeurs pastorales calculées à partir des relevés floristiques moins élevées que pour les autres parcelles, gérées de façon plus conventionnelle. Pour ce qui est des analyses réalisées en laboratoire, la valeur énergétique (UFL et UFV) est également plus faible sur ces deux parcelles, par contre, la valeur azotée (PDIA, PDIN, PDIE) est sensiblement identique à celle que l'on peut trouver sur les autres parcelles, à l'exception de la première parcelle (JBE_C) qui présente une valeur azotée du fourrage bien supérieure aux autres.

Néanmoins ces résultats sont à nuancer. En effet, la valeur fourragère d'un fourrage (ici d'une prairie) dépend beaucoup du stade de végétation à laquelle l'analyse a été réalisée. Dans notre cas, les seconds prélèvements (MEL_B, PAR_LCA) ont été réalisés plus d'un mois après les premiers (JBE_C, DBR_F, LHU_B), la végétation n'était donc pas au même état « d'avancement » lors des premiers prélèvements début mai et lors des seconds (mi-juin, voire fin juin) ce qui rend difficile la comparaison entre ces échantillons. En effet, quel que soit le mode de conservation du fourrage après la coupe, la valeur énergétique et la valeur azotée diminuent plus l'âge du fourrage à la récolte augmente. Pour exemple, un écart de 10 jours de récolte entre le début de l'épiaison et la pleine épiaison fait diminuer la valeur du fourrage de 0,08 UFL (Baumont *et al.*, 2009).

Par ailleurs, nous n'avons pas d'informations sur les conditions de conservation des échantillons de fourrage entre la date de prélèvement et la date à laquelle l'analyse a été réalisée. Il faut noter que ces conditions de conservation ont pu influencer directement sur les résultats des analyses.

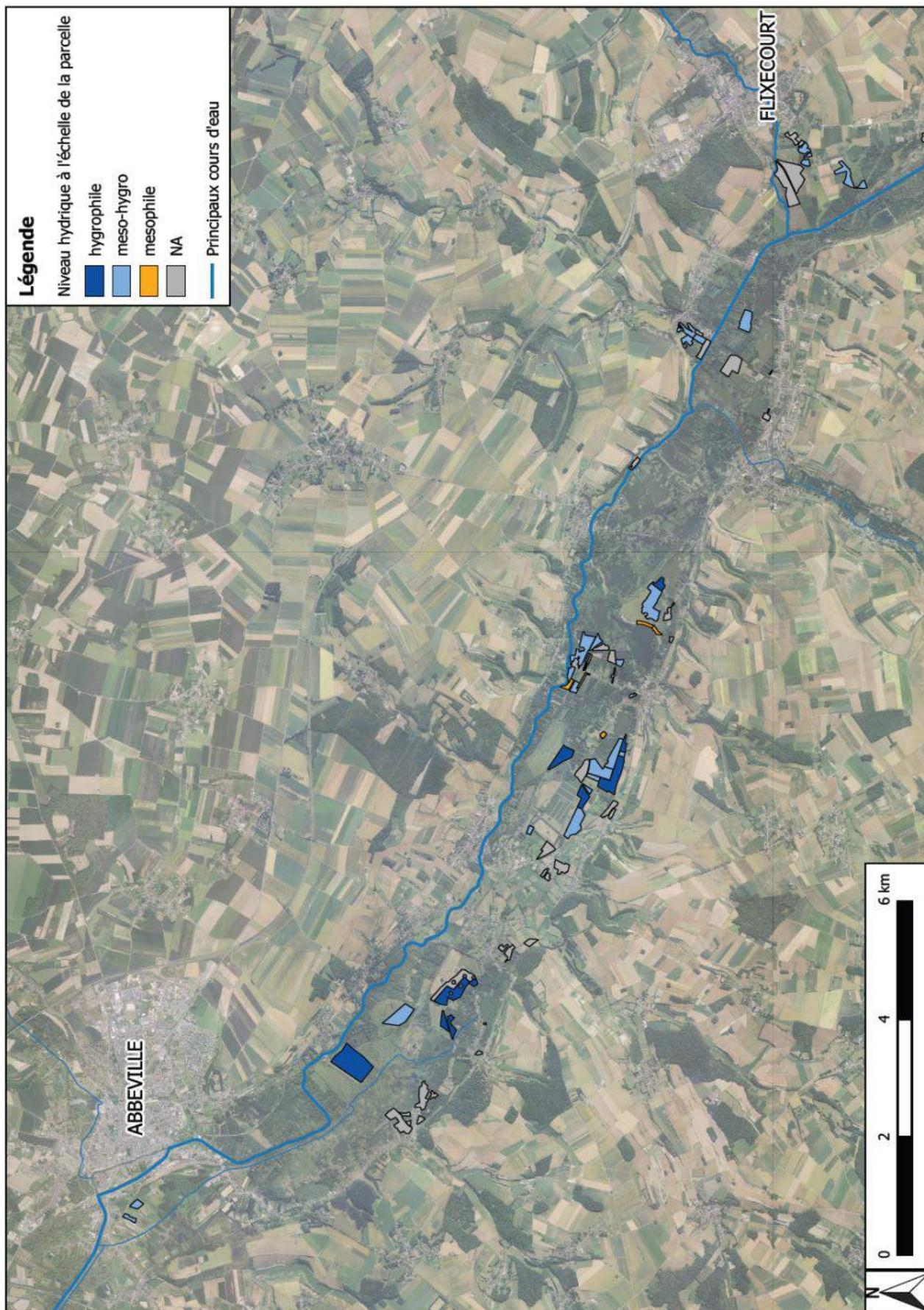
Enfin, initialement, trois dates de prélèvement étaient prévues : un prélèvement en début de saison, au moment de la mise à l'herbe des animaux, un prélèvement à la moitié du temps de pâturage, et enfin un prélèvement en fin de saison, au moment de la sortie des animaux de la prairie. Nous n'avons ici que les résultats des premiers prélèvements, mais l'étude des prélèvements suivants permettrait peut-être une analyse plus fine de la valeur fourragère des 5 parcelles étudiées.

BAUMONT R., AUFRERE J., MESCHY F., 2009, La valeur alimentaire des fourrages : rôle des pratiques de culture, de récolte et de conservation, Fourrages 198, p.153-173, 20p.

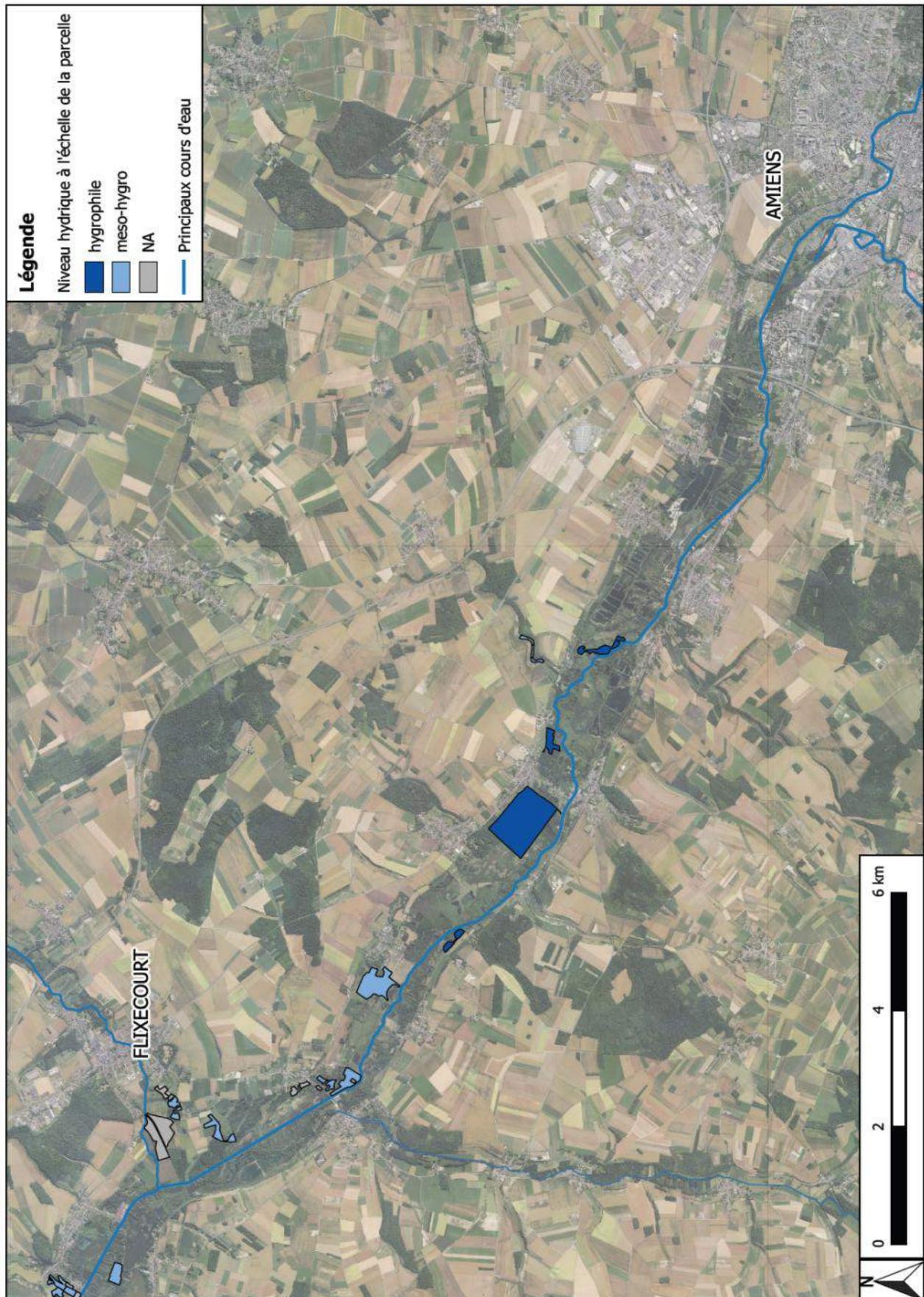
Annexe 11 : Annuaire des exploitations ayant participé à l'étude

SITUA. CIVILE DETEN.	NOM /RAISON SOCIALE	PRENOM	TELEPHONE	LIGNE ADRESSE 1	CODE POSTAL	LIBELLE COMMUNE
GAEC	DU BOIS ROLAND	M. PARCY Olivier	03 22 31 84 70	13 RUE DE BELLOY	80270	LALEU
GAEC	LEPERS	M. LEPERS	06 22 37 89 79	FERME DE ST ACCART	80310	BELLOY SUR SOMME
M.	JOLLY BERNARD	M. JOLLY	03 22 51 16 78	4 RTE D'AB. - VIEULAINES	80510	FONTAINE SUR SOMME
EARL	BENOIT VIGNON	M. VIGNON	09 83 24 86 76	RUE D'AMIENS	80310	LA CHAUSSEE TIRANCOURT
M.	QUINT HUBERT	M. QUINT	03 22 31 08 86	VIEULAINES	80510	FONTAINE SUR SOMME
M.	LOURDELLE STEPHANE	M. LOURDELLE	06 24 33 62 48	1 RUE DE LA CARRIERE	80510	COCQUEREL
M.	LONGUET HUBERT	M. LONGUET	06 88 41 23 75	82 RUE DU CHATEAU	80580	LIERCOURT
M.	MILLE MOISE	M. MILLE	03 22 27 13 57	65 RUE DU 11 NOVEMBRE	80890	CONDE FOLIE
M.	HAIGNERE CHRISTOPHE	M. HAIGNERE	03 22 31 98 33	42 RUE DU 8 MAI	80420	FLIXECOURT
EARL	LOUCHERON - FARCY	M. LOUCHERON	03 22 51 16 50	1 RUE DE BELLIFONTAINE	80580	BRAY LES MAREUIL
GAEC	DES TROIS DES	M. DAMONNEVILLE	06 83 60 62 93	296 COTE DE LA JUSTICE.	80100	ABBEVILLE
SCEA	YSEBIN	M. BONNAY	06 80 38 32 57	10 chemin du Calvaire Benoit	80260	NAOURS
GAEC	BALESDENT	M. BALESDENT	03 22 24 02 59	12 RUE DE LONG	80690	AILLY LE HAUT CLOCHER
GAEC	DES TROIS PLAINES	M. DAMONNEVILLE	06 84 15 09 63	88 RUE CLABAULT	80510	FONTAINE SUR SOMME
EARL	MELLIER ALEXANDRE	M. MELLIER	03 22 25 09 08	6 GRANDE RUE INVAL	80132	HUCHENNEVILLE
LEPA	L'EPELEPA LYCEE DU PARACLET		06 38 40 67 42	COTTENCHY	80440	BOVES
M.	ROUSSEL PIERRICK	M. ROUSSEL	03 22 25 95 72	2 ROUTE DE DOMART	80830	BOUCHON
GAEC	DES CHANOINES	M. BETHEMBOS	06 03 17 20 26	CHEMIN VERT	80310	CROUY ST PIERRE
			06 84 98 20 43			
			03 60 10 51 51			
			06 45 74 74 06			

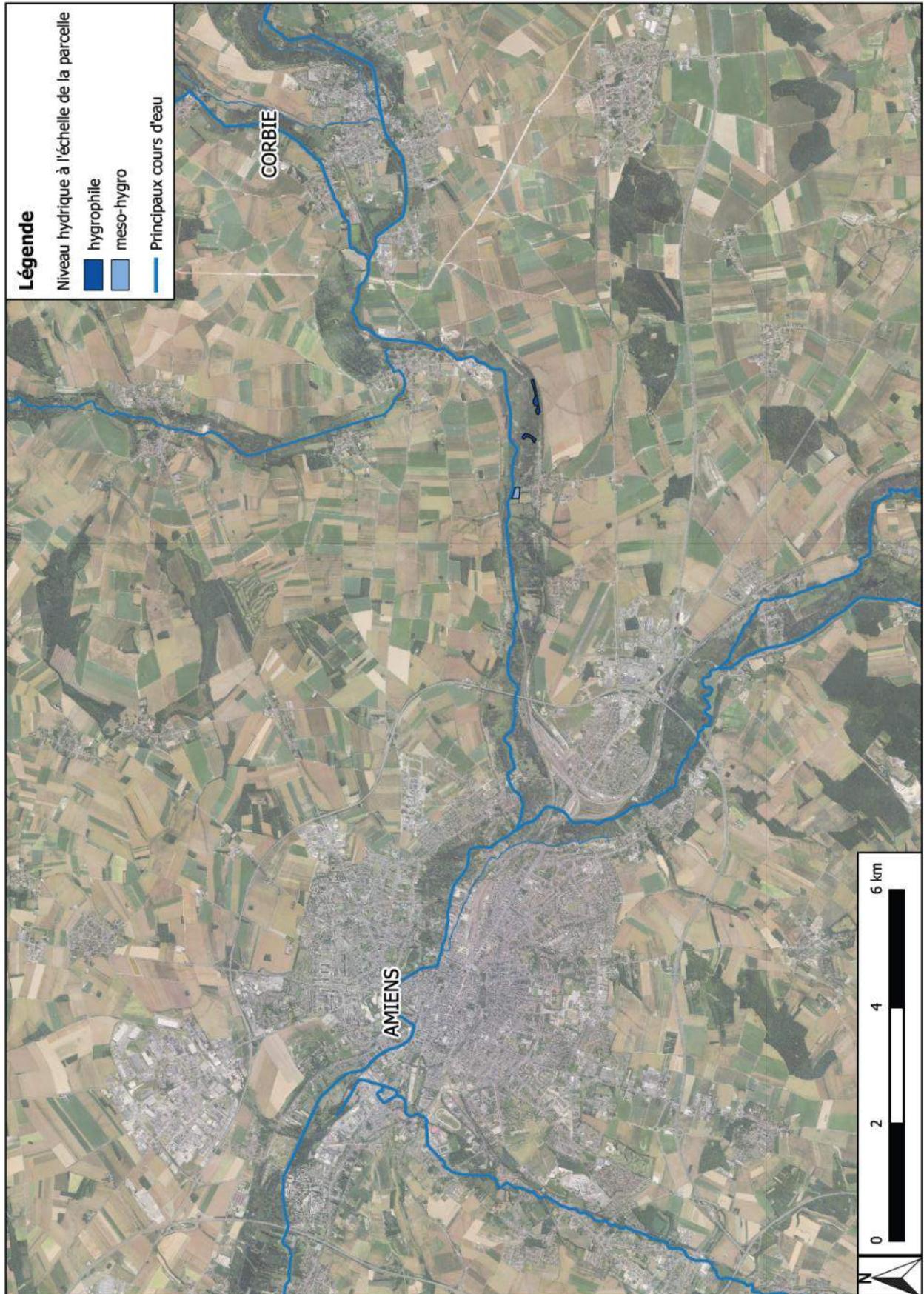
Annexe 12 : Cartographie des niveaux hydriques, portion aval (Flixecourt - Abbeville)



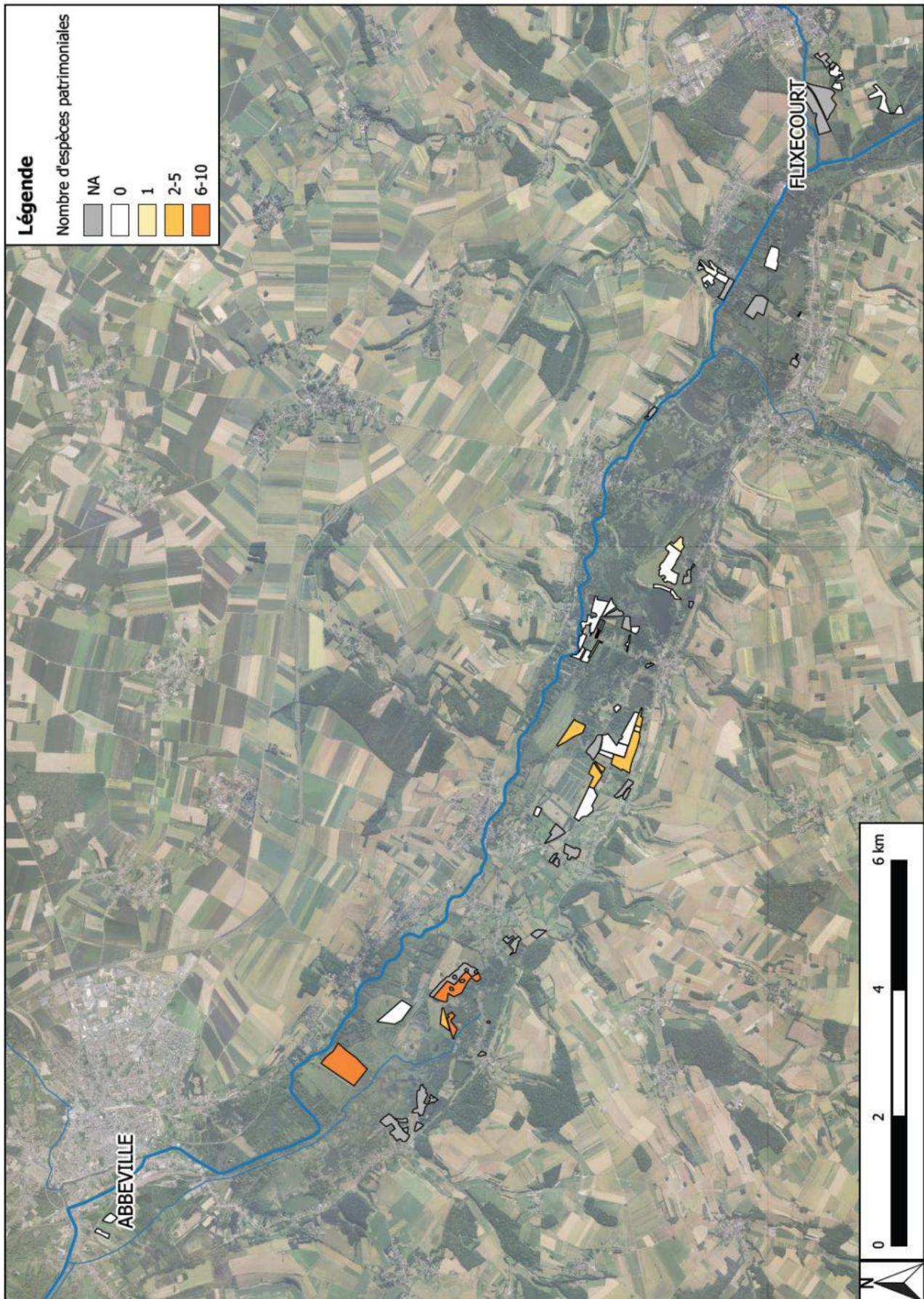
Annexe 13 : Cartographie des niveaux hydriques, portion intermédiaire (Amiens - Flixecourt)



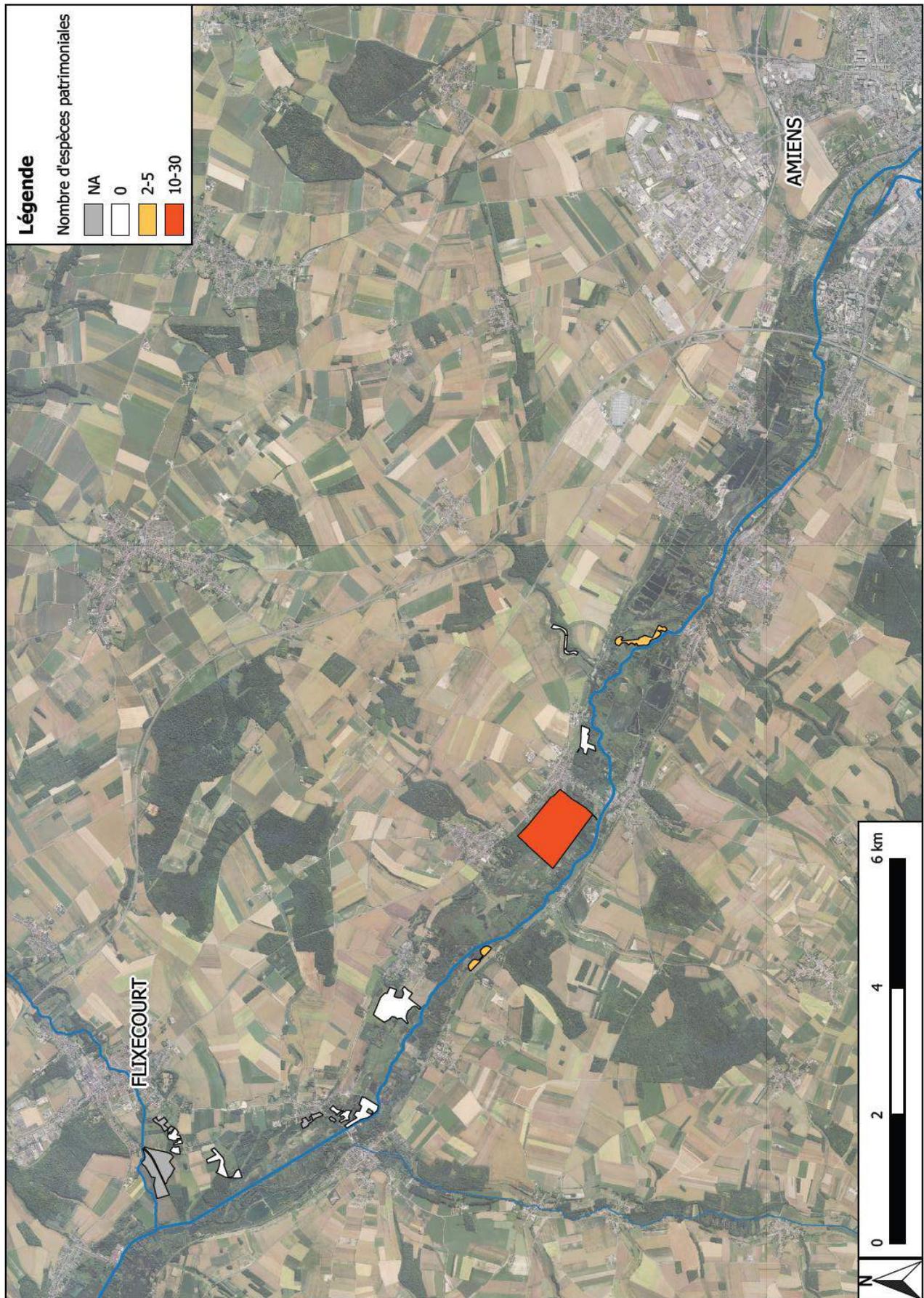
Annexe 14 : Cartographie des niveaux hydriques, portion amont (Corbie - Amiens)



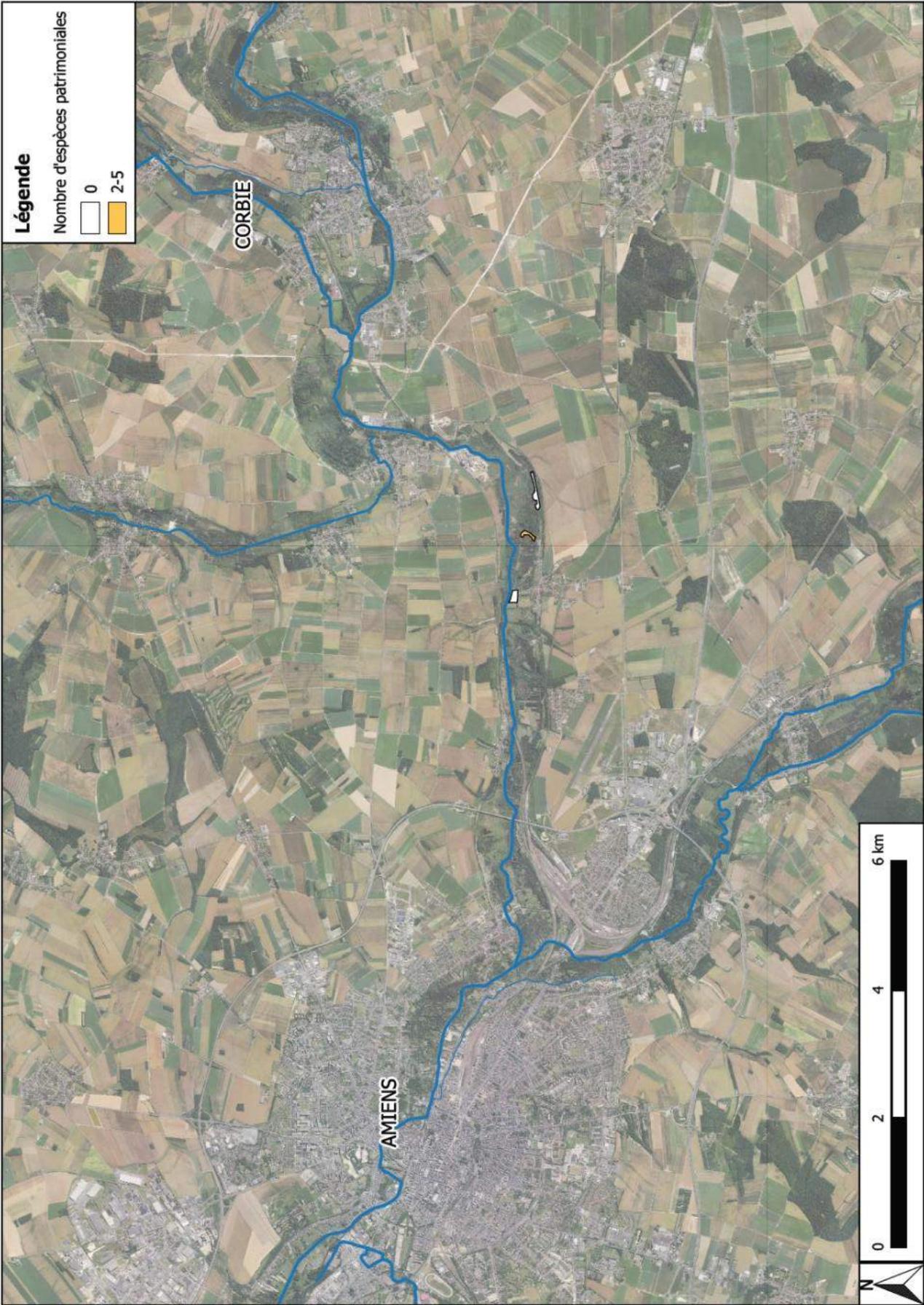
Annexe 15 : Cartographie du degré de patrimonialité, portion aval (Flixecourt - Abbeville)



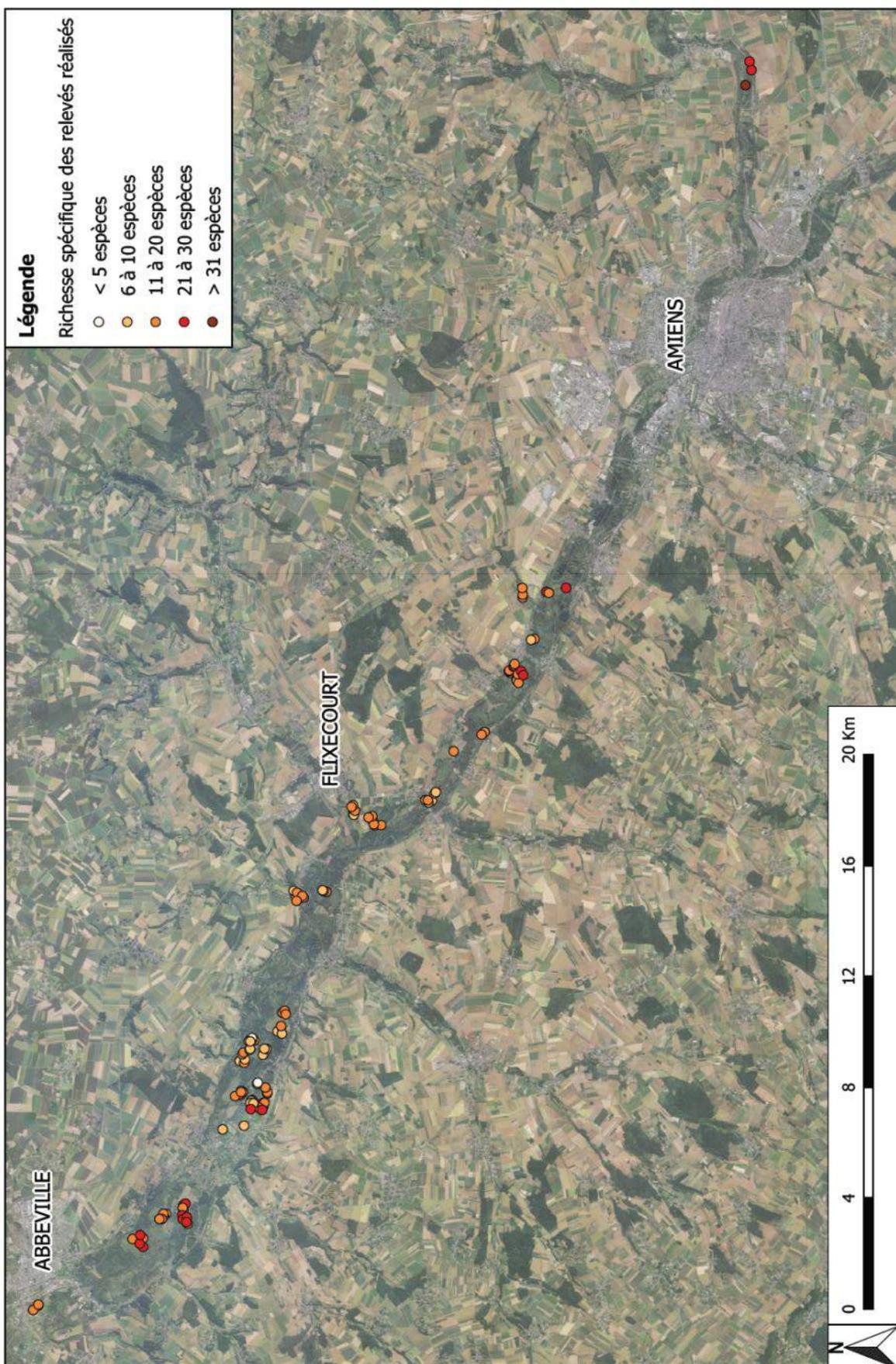
Annexe 16 : Cartographie du degré de patrimonialité, portion intermédiaire (Amiens – Flixecourt)



**Annexe 17 : Cartographie du degré de patrimonialité, portion amont
(Corbie - Amiens)**



Annexe 18 : Cartographie de l'ensemble des relevés floristiques réalisés selon leur richesse spécifique



Annexe 19 : Matrices des coefficients V de Cramer des corrélations entre les variables de gestion

Figure 43: Matrice des coefficients V de Cramer pour les prairies pâturées

	Niveau hydrique	Type d'animaux	Fertilisation	Date d'entrée du troupeau	Date de sortie du troupeau	Durée du paturage	Chargement
Niveau hydrique	1						
Type d'animaux	0,215	1					
Fertilisation	0,261	0,355	1				
Date d'entrée du troupeau	0,228	0,648	0,455	1			
Date de sortie du troupeau	0,425	0,651	0,539	0,674	1		
Durée du paturage	0,285	0,544	0,422	0,559	0,707	1	
Chargement	0,353	0,404	0,375	0,464	0,541	0,386	1

Figure 42: Matrice des coefficients V de Cramer pour les prairies fauchées

	Niveau hydrique	Fertilisation	Date de fauche 1	Date de fauche 2	Semis
Niveau hydrique	1				
Fertilisation	0,348	1			
Date de fauche 1	0,3	0,202	1		
Date de fauche 2	0,429	0,467	0,543	1	
Semis	0,334	0,2	0,127	0,492	1

Annexe 20 : Tableau récapitulatif des espèces patrimoniales contactées, de leurs statuts, menaces, raretés et réglementations

	Statut en Picardie	Rareté en Picardie	Menace en Picardie	Réglementation en Picardie	Déterminant ZNIEFF en Picardie
<i>Galium uliginosum</i>	Indigène	Assez rare	Préoccupation mineure		Oui
<i>Juncus subnodulosus</i>	Indigène	Peu commun	Préoccupation mineure		Oui
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	Indigène	Assez commun	Préoccupation mineure		Oui
<i>Thalictrum flavum</i>	Indigène	Peu commun	Préoccupation mineure		Oui
<i>Carex distans</i>	Indigène	Rare	Quasi menacé		Oui
<i>Carex nigra</i>	Indigène	Assez rare	Préoccupation mineure		Oui
<i>Eleocharis uniglumis</i>	Indigène	Rare	Quasi menacé		Oui
<i>Carex panicea</i>	Indigène	Assez rare	Préoccupation mineure		Oui
<i>Dactylorhiza praetermissa</i>	Indigène	Assez rare	Quasi menacé	Protection régionale, protection CITES	Non
<i>Juncus compressus</i>	Indigène	Rare	Préoccupation mineure		Oui
<i>Rhinanthus alectorolophus</i>	Indigène	Rare	Quasi menacé		Non
<i>Carex rostrata</i>	Indigène	Rare	Quasi menacé		Oui
<i>Carex flava</i>	Indigène	Rare	Quasi menacé		Oui
<i>Calamagrostis canescens</i>	Indigène	Rare	Quasi menacé		Oui
<i>Caltha palustris</i>	Indigène	Peu commun	Préoccupation mineure		Oui
<i>Carex diandra</i>	Indigène	Exceptionnel	En danger	Protection régionale	Oui
<i>Equisetum fluviatile</i>	Indigène	Assez rare	Préoccupation mineure		Oui
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	Indigène	Assez rare	Préoccupation mineure		Oui
<i>Hypericum desetangsii</i>	Indigène	Rare	Insuffisamment documenté		Oui
<i>Lactuca perennis</i>	Indigène	Rare	Quasi menacé		Oui
<i>Lathyrus palustris</i>	Indigène	Très rare	Vulnérable	Protection régionale	Oui
<i>Oenanthe lachenalii</i>	Indigène	Rare	Quasi menacé		Oui
<i>Pedicularis palustris</i>	Indigène	Très rare	Vulnérable	Protection régionale	Oui
<i>Triglochin palustris</i>	Indigène	Rare	Quasi menacé		Oui
<i>Veronica scutellata</i>	Indigène	Assez rare	Préoccupation mineure	Protection régionale	Oui
<i>Samolus valerandi</i>	Indigène	Assez rare	Préoccupation mineure		Oui
<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>	Indigène	Rare	Quasi menacé		Oui

Annexe 21 : Liste alphabétique des noms latins des espèces relevées

- Acer pseudoplatanus* L.
Agrostis capillaris L.
Agrostis gigantea Roth
Agrostis stolonifera L.
Ajuga reptans L.
Alopecurus geniculatus L.
Alopecurus pratensis L.
Angelica sylvestris L.
Anthoxanthum odoratum L.
Arabis hirsuta (L.) Scop.
Arctium lappa L.
Arrhenatherum elatius (L.) Beauv. ex J. et C. Presl
Barbarea vulgaris R. Brown
Bellis perennis L.
Berula erecta (Huds.) Coville
Brachypodium Beauv.
Brachypodium pinnatum (L.) Beauv.
Bromus hordeaceus L.
Bromus sterilis L.
Calamagrostis canescens (Weber) Roth
Calamagrostis epigejos (L.) Roth
Caltha palustris L.
Calystegia sepium (L.) R. Brown
Capsella bursa-pastoris (L.) Med.
Cardamine pratensis L.
Carduus L.
Carex acutiformis Ehrh.
Carex cuprina (Sándor ex Heuffel) Nendtvich ex A. Kerner
Carex diandra Schrank
Carex distans L.
Carex disticha Huds.
Carex flacca Schreb.
Carex flava L.
Carex hirta L.
Carex nigra (L.) Reichard
Carex panicea L.
Carex paniculata L.
Carex riparia Curt.
Carex rostrata Stokes
Centaurea jacea L.
Centaurea L.
Cerastium fontanum Baumg.
Cirsium arvense (L.) Scop.
Cirsium oleraceum (L.) Scop.
Cirsium palustre (L.) Scop.
Cynosurus cristatus L.
Dactylis glomerata L.
Dactylorhiza praetermissa (Druce) Soñ³
Deschampsia cespitosa (L.) Beauv.
Eleocharis palustris (L.) Roem. et Schult.
Eleocharis uniglumis (Link) Schult.
Epilobium hirsutum L.
Epilobium L.
Epilobium montanum L.
Epilobium parviflorum Schreb.
Epilobium tetragonum L.
Equisetum arvense L.
Equisetum fluviatile L.
Equisetum palustre L.
Eupatorium cannabinum L.
Festuca arundinacea Schreb.
Festuca L.
Festuca pratensis Huds.
Festuca rubra L.
Filipendula ulmaria (L.) Maxim.
Fraxinus excelsior L.
Galium aparine L.
Galium mollugo L.
Galium palustre L.
Galium uliginosum L.
Geranium dissectum L.
Glechoma hederacea L.
Glyceria fluitans (L.) R. Brown
Glyceria maxima (Hartm.) Holmberg
Holcus lanatus L.
Humulus lupulus L.
Hydrocotyle vulgaris L.
Hypericum desetangii Lamotte
Hypericum L.
Hypericum tetrapterum Fries
Iris pseudacorus L.
Juncus articulatus L.
Juncus bufonius L.
Juncus compressus Jacq.
Juncus effusus L.
Juncus inflexus L.
Juncus subnodulosus Schrank
Lactuca perennis L.
Lathyrus palustris L.
Linaria vulgaris Mill.
Lolium L.
Lolium multiflorum Lam.

Lolium perenne L.
Lotus pedunculatus Cav.
Lychnis flos-cuculi L.
Lycopus europaeus L.
Lysimachia nummularia L.
Lysimachia vulgaris L.
Lythrum salicaria L.
Medicago lupulina L.
Medicago sativa L.
Mentha aquatica L.
Molinia caerulea (L.) Moench
Myosotis laxa Lehm.
Myosotis scorpioides L.
Odontites vernus (Bellardi) Dum.
Oenanthe lachenalii C.C. Gmel.
Orobanche caryophyllacea Smith
Pedicularis palustris L.
Persicaria amphibia (L.) S.F. Gray
Persicaria lapathifolia (L.) Delarbre
Phalaris arundinacea L.
Phleum pratense L.
Phragmites australis (Cav.) Steud.
Plantago lanceolata L.
Plantago major L.
Poa annua L.
Poa L.
Poa pratensis L.
Poa trivialis L.
Potentilla anserina L.
Potentilla erecta (L.) Rãuschel
Potentilla reptans L.
Primula veris L.
Prunella vulgaris L.
Pulicaria dysenterica (L.) Bernh.
Quercus petraea Lieblein
Quercus robur L.
Ranunculus acris L.
Ranunculus flammula L.
Ranunculus repens L.
Rhinanthus alectorolophus (Scop.) Pollich
Rubus caesius L.
Rubus fruticosus L.
Rubus L.
Rumex acetosa L.
Rumex conglomeratus Murray
Rumex crispus L.
Rumex hydrolapathum Huds.
Rumex obtusifolius L.
Salix cinerea L.
Samolus valerandi L.
Schoenoplectus tabernaemontani (C.C. Gmel.)
Palla
Scirpus sylvaticus L.
Scrophularia auriculata L.
Scutellaria galericulata L.
Sonchus arvensis L.
Sonchus L.
Sonchus oleraceus L.
Stachys palustris L.
Stellaria media (L.) Vill.
Symphytum officinale L.
Taraxacum Wiggers
Thalictrum flavum L.
Trifolium fragiferum L.
Trifolium pratense L.
Trifolium repens L.
Triglochin palustris L.
Triticum L.
Urtica dioica L.
Valeriana repens Host
Veronica arvensis L.
Veronica chamaedrys L.
Veronica persica Poirer
Veronica scutellata L.
Veronica serpyllifolia L.
Viburnum opulus L.
Vicia cracca L.

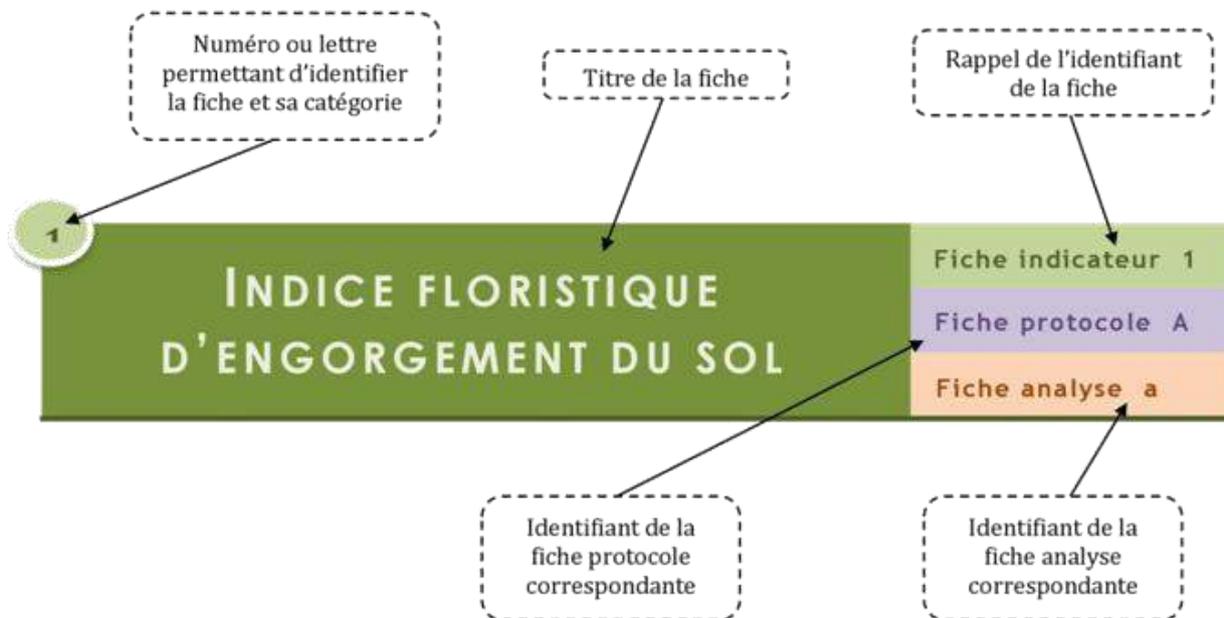
Annexe 22 : Fascicule présentant les « fiches indicateurs » (version provisoire)

Comment utiliser les fiches suivantes ?

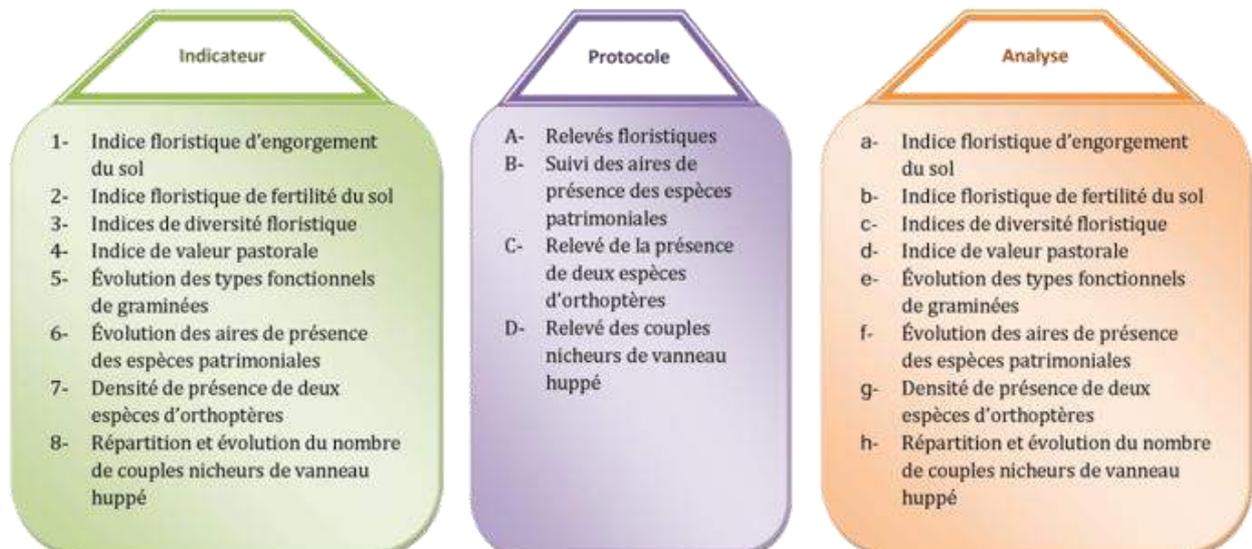
L'ensemble des fiches ci-après présentent les indicateurs étudiés. Ces fiches sont classées en trois catégories :

- les fiches « indicateur » décrivant les principes et fondements de chaque indicateur (fiches vertes)
- des fiches « protocole » présentant les protocoles à mettre en œuvre afin de récolter sur le terrain les données servant au calcul des indicateurs (fiches violettes)
- des fiches « analyse » présentant des méthodes de calcul des indicateurs et des clés pour leur analyse (fiches orange)

Chacune des fiches indicateur est associée à une fiche protocole et une fiche analyse (et réciproquement pour les fiches protocole et analyse). L'entête permet d'identifier le type de fiche, comme expliqué dans l'exemple ci-dessous :



Les fiches sont présentées dans l'ordre suivant :



INDICE FLORISTIQUE D'ENGORGEMENT DU SOL

Fiche indicateur 1

Fiche protocole A

Fiche analyse a

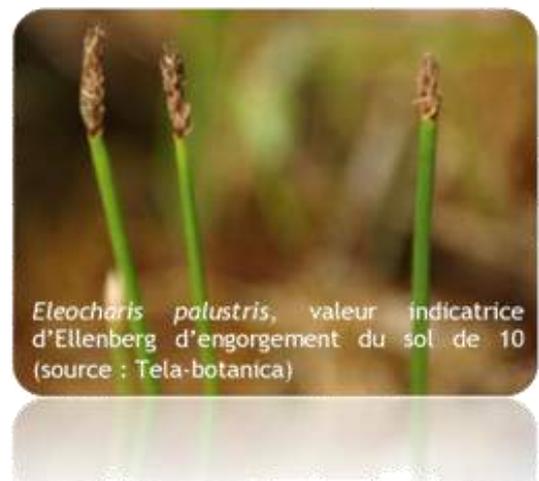
Description et principes de l'indicateur

Les espèces végétales sont plus ou moins adaptées ou tolérantes à la présence d'une nappe d'eau dans le sol (engorgement). L'optimum de chaque espèce concernant le niveau de la nappe (appelé valeur indicatrice) peut être déterminé, comme cela a été fait par Ellenberg *et al.*, notamment, en 1992. L'analyse des espèces végétales présentes peut donc permettre d'évaluer le degré d'engorgement du sol à travers un indice d'engorgement, calculé comme la moyenne des valeurs indicatrices des espèces relevées à l'échelle d'une placette. A l'échelle d'une zone humide, cet indice est calculé comme la moyenne des indices d'engorgement des placettes (Collectif RhOméO, 2014) (Forum des Marais Atlantiques, 2015).

Domaine d'application : toutes les zones humides

Fonction/pression : fonction hydrologique

Compétences : compétences en botanique nécessaires



Fondements scientifiques de l'indicateur

Pour de nombreuses espèces végétales, la courbe de croissance varie en fonction du niveau moyen de la nappe. Sur cette courbe, un optimum de niveau de la nappe peut généralement être observé, c'est la valeur indicatrice de l'espèce pour le niveau de nappe. Des valeurs indicatrices sont disponibles pour différentes régions géographiques : Ellenberg pour l'Europe centrale (indice variant de 1 à 12), Landolt pour la Suisse, Hill pour la Grande-Bretagne. Sur une placette, l'indice floristique d'engorgement H_e est calculé comme la moyenne des valeurs indicatrices des espèces végétales présentes, pondérées par le taux de recouvrement de l'espèce sur la placette. On choisira ici les valeurs indicatrices d'Ellenberg, comme cela a été fait en Plaine Maritime Picarde, dans un but d'uniformisation des données (KASSAS, 2014).

$$H_e = \frac{\sum(rij \cdot xi)}{\sum(rij)}$$

Avec rij le taux de recouvrement de l'espèce i dans la placette j et xi la valeur indicatrice de l'espèce i .

Il n'est pas obligatoire d'utiliser le taux de recouvrement des espèces. Dans ce cas l'indice est simplement calculé comme la moyenne des valeurs indicatrices des espèces présentes.

Cet indice est corrélé au niveau de la nappe et permet ainsi d'estimer le niveau moyen de la nappe (Collectif RhoMéO, 2014).

Domaine d'application de l'indicateur

L'indicateur s'applique à l'ensemble des zones humides sauf dans certains milieux où l'engorgement est très temporaire ou trop profond (Collectif RhoMéO, 2014).

Périodicité : les relevés permettant le calcul de cet indicateur doivent être réalisés à l'optimum de végétation, c'est-à-dire de mai à juin.

Fréquence : un suivi tous les 3 ans est à prévoir.

Echelle d'application : l'indicateur sera calculé à l'échelle des quadrats, puis à l'échelle de la parcelle.

Références bibliographiques

Collectif RhoMéO, Février 2014, La boîte à outils de suivi des zones humides du bassin Rhône-Méditerranée, Conservatoire d'espaces naturels de Savoie, 147 p. + annexes, version 1.

KASSAS M., 2014, Cartographie des prairies de la Plaine Maritime Picarde et suivi de l'impact agricole sur la biodiversité, Rapport de stage, 96p.

Forum des Marais Atlantiques, 2015, Malette d'indicateurs de travaux et de suivis en zones humides. Agence de l'eau Loire-Bretagne et Conseil régional des Pays de la Loire, 189 p.

ELLENBERG H., WEBER H., DULL R., WIRTH H., WERNER W., PAULISSEN D., 1992, Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Ed 3. Scripta Geobotanica 18 : p.1-258, 258p.

INDICE FLORISTIQUE DE FERTILITE DU SOL

Fiche indicateur 2

Fiche protocole A

Fiche analyse b

Description et principes de l'indicateur

Les espèces végétales sont plus ou moins adaptées ou tolérantes à la quantité de nutriments (azote principalement, mais aussi phosphore) disponible dans le sol.

L'optimum de chaque espèce vis-à-vis de cette disponibilité en nutriment (appelé valeur indicatrice) peut être déterminé, comme cela a été fait par Ellenberg *et al.* en 1992 notamment. La moyenne des valeurs indicatrices des espèces d'un relevé permet d'obtenir la richesse moyenne en nutriments à l'échelle de la placette. L'indice floristique de fertilité peut ensuite être calculé à l'échelle de la parcelle comme la moyenne des valeurs obtenues sur les placettes (Collectif RhoMÉO, 2014) (Forum des Marais Atlantiques, 2015).

Fondements scientifiques de l'indicateur

Pour de nombreuses espèces végétales, la courbe de croissance varie en fonction de la disponibilité en nutriments dans le sol (azote et phosphore principalement). Sur cette courbe, un optimum de disponibilité en nutriments peut généralement être observé, c'est la valeur indicatrice de l'espèce pour le niveau de disponibilité en nutriments. Des valeurs indicatrices sont disponibles pour différentes régions géographiques : Ellenberg pour l'Europe centrale (indice variant de 1 à 12), Landolt pour la Suisse, Hill pour la Grande-Bretagne. Sur une placette, l'indice floristique de fertilité H_t est calculé comme la moyenne des valeurs indicatrices des espèces végétales présentes, pondérées par le taux de recouvrement de l'espèce sur la placette. On choisira ici les valeurs indicatrices d'Ellenberg, comme cela a été fait en Plaine Maritime Picarde, dans un but d'uniformisation des données (KASSAS, 2014).

Domaine d'application : toutes les zones humides

Fonction/pression : pression des pratiques agricoles

Compétences : compétences en botanique nécessaires



Urtica dioica, valeur indicatrice d'Ellenberg de fertilité du sol de 9 (source : Tela-botanica)

$$H_t = \frac{\sum(r_{ij} \cdot x_i)}{\sum(r_{ij})}$$

Avec r_{ij} le taux de recouvrement de l'espèce i dans la placette j et x_i la valeur indicatrice de l'espèce i .

Il n'est pas obligatoire d'utiliser le taux de recouvrement des espèces. Dans ce cas l'indice est simplement calculé comme la moyenne des valeurs indicatrices des espèces présentes.

Cet indice est corrélé avec le cycle de l'azote et du phosphore. Les valeurs indicatrices reflètent plus un facteur de productivité globale liée à la disponibilité en nutriments. Il peut être utilisé notamment pour le suivi de l'eutrophisation des zones humides (Collectif RhoMÉO, 2014).

Domaine d'application de l'indicateur

Cet indicateur est applicable à l'ensemble des zones humides. Cependant, il existe une corrélation entre la disponibilité en nutriments (azote) et le pH du sol. L'interprétation des résultats doit donc tenir compte du type de zone humide et du type de sol. Dans ce sens, il faut être vigilant lors de comparaisons de valeurs de différents sites et s'assurer que ces sites font partie du même type de zone humide (Collectif RhoMÉO, 2014). Dans le cas de la vallée de la Somme,

le pH est relativement homogène avec une moyenne de 6,5 donc les comparaisons entre les différents sites sont possibles, et permettront bien d'étudier le niveau de fertilité du sol, sans que les résultats soient biaisés par des variations de pH (FRANCEZ *et al.*, 1999).

Périodicité : les relevés permettant le calcul de cet indicateur doivent être réalisés à l'optimum de végétation, c'est-à-dire de mai à juin.

Fréquence : un suivi tous les 3 ans est envisagé.

Echelle d'application : l'indicateur sera calculé à l'échelle des quadras, puis à l'échelle de la parcelle.

Références bibliographiques

Collectif RhoMÉO, Février 2014, La boîte à outils de suivi des zones humides du bassin Rhône-Méditerranée, Conservatoire d'espaces naturels de Savoie, 147 p. + annexes, version 1

KASSAS M., 2014, Cartographie des prairies de la Plaine Maritime Picarde et suivi de l'impact agricole sur la biodiversité, Rapport de stage, 96p.

Forum des Marais Atlantiques, 2015, Malette d'indicateurs de travaux et de suivis en zones humides. Agence de l'eau Loire-Bretagne et Conseil régional des Pays de la Loire, 189 p.

ELLENBERG H., WEBER H., DULL R., WIRTH H., WERNER W., PAULISSEN D., 1992, Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Ed 3. Scripta Geobotanica 18 : p.1-258, 258p.

FRANCEZ A-J., BOCK B., FARIBAULT C., HAMON D., TOULLEC H., 1999, Tourbières et marais tourbeux de Picardie : inventaire, typologie, élaboration de stratégies de gestion, fiches sites, 96p.

INDICES DE DIVERSITÉ FLORISTIQUE

Fiche indicateur 3

Fiche protocole A

Fiche analyse c

Description et principes de l'indicateur

L'objectif de cet indicateur est de suivre l'évolution de la diversité floristique d'une prairie au cours des années, en croisant ces résultats avec les pratiques agricoles. En effet les valeurs de diversité végétale seront comparées selon les pratiques (fauche, pâturage, etc.) et selon le taux d'humidité (prairies mésophiles, mésohygrophiles et hygrophiles) (KASSAS, 2014).

Cette étude se basera sur l'ensemble des herbacées présentes sur les relevés (ORTH *et al.* en 2008).

Domaine d'application : prairies

Fonction/pression : fonction écologique, pression des pratiques agricoles

Compétences : compétences en botanique

Fondements scientifiques de l'indicateur

La richesse floristique représente la biodiversité floristique d'une prairie. Elle peut permettre de refléter son état écologique. Au pâturage, une prairie diversifiée peut assurer une alimentation de qualité aux herbivores, puisqu'ils pourront sélectionner les éléments de meilleure valeur alimentaire (O'Regain *et al.*, 1995 ; Dumont *et al.*, 2001 ; in Jouven *et al.*, 2007). La diversité des prairies peut donc améliorer l'autonomie fourragère (Andrieu *et al.*, 2007 in Jouven *et al.*, 2007).

Plusieurs indices permettent de calculer la diversité floristique d'une prairie :

Mesure de la richesse : Différentes mesures de la richesse existent : richesse spécifique, diversité de Margalef, diversité de Menhinick, et diversité de Chao. On retiendra ici la richesse spécifique, qui est le descripteur le plus simple à utiliser et le plus couramment employé (MAGURRAN *et al.*, 2011).

La richesse spécifique : La richesse spécifique totale correspond au nombre total d'espèces floristiques présentes dans un espace considéré (échantillon). La richesse spécifique moyenne est le nombre moyen d'espèces présentes dans les différents échantillons prélevés (NORPAC, 2011) (MAGURRAN *et al.*, 2011).

Mesure de la diversité : La diversité est traditionnellement fonction à la fois de la richesse, et de l'équitabilité puisqu'elle permet de prendre en compte l'abondance des espèces. En effet, un peuplement avec beaucoup d'espèces très peu représentées a une diversité moindre que ce que la simple utilisation de la richesse spécifique pourrait laisser penser, et la mesure de la diversité permet de prendre en compte ce facteur (MAGURRAN *et al.*, 2011). Plusieurs calculs permettent d'évaluer la diversité, comme les indices de Shannon et de Simpson. Nous utilisons ici l'indice de diversité de Hill, qui permet d'associer les indices de Simpson et de Shannon-Wiener en mesurant une abondance proportionnelle.

L'indice de diversité de Hill : $Hill = (1/D) / e^{H'}$
Avec D l'indice de Simpson et H' l'indice de Shannon-Wiener. Le terme $1/D$ permet une mesure du nombre effectif d'individus très abondants. $e^{H'}$ va permettre de mesurer le nombre effectif d'individus abondants et des espèces rares.

Plus l'indice de Hill se rapproche de 1, plus la diversité est faible. L'indice calculé par 1-Hill permet d'obtenir des valeurs plus « intuitives », la valeur se rapprochera alors de 1 pour une diversité maximale, et de 0 pour

une diversité minimale (Promotion BTSA GPN 2004-06). Cet indice est normalement calculé avec des effectifs d'espèces mais on l'appliquera ici avec des pourcentages de recouvrement.

Calcul de l'indice de Simpson :
 $D = \sum(N_i(N_i-1)/N(N-1))$ Avec N_i le nombre d'individus de l'espèce i et N le nombre total d'individus. Une valeur 0 indiquera un maximum de diversité et une valeur de 1 indiquera un minimum de diversité.

Cet indice mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce. Comme pour l'indice de Hill, le calcul 1-D permet d'obtenir des valeurs plus intuitives (0 pour un minimum de diversité et 1 pour un maximum de diversité).

Cet indice de diversité donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares. L'ajout d'espèces rares à un échantillon ne modifie presque pas la valeur de l'indice. Cet indice prend en compte le nombre d'espèces et l'abondance relative des espèces (Promotion BTSA GPN 2004-06) (NORPAC, 2011) (IRSTEA). Il est normalement calculé avec des effectifs d'espèces mais on l'appliquera ici avec des pourcentages de recouvrement.

Calcul de l'indice de Shannon-Wiener :
 $H' = - \sum((N_i/N) * \log_2(N_i/N))$ avec N_i le nombre d'individus d'une espèce donnée i , variant de 1 à S (le nombre total d'espèces) et N le nombre total d'individus. Cet indice est normalement calculé avec des effectifs d'espèces mais on l'appliquera ici avec des pourcentages de recouvrement.

H' est minimal si tous les individus appartiennent à une même espèce, ou si chaque espèce est représentée par un seul individu, sauf une espèce représentée par tous les autres individus du peuplement. L'indice est maximal quand tous les individus sont répartis de façon égale sur toutes les espèces. Cet indice prend en compte le nombre d'espèces et l'abondance relative des espèces (Promotion BTSA GPN 2004-06) (NORPAC, 2011) (IRSTEA) (MADANI *et al.*, 2002).

Mesure de l'équitabilité : L'équitabilité permet de mesurer comment sont réparties les abondances des

différentes espèces. L'équitabilité est la plus élevée dans une communauté où toutes les espèces ont la même abondance. Les communautés naturelles sont généralement très inéquitables. Les indices d'équitabilité sont compris entre 0 (très inégal) et 1 (parfaitement égal) (MAGURRAN *et al.*, 2011). Autrement dit, plus la valeur est proche de 1, plus les espèces sont équi-réparties, c'est-à-dire que chaque espèce est représentée par un nombre d'individus équivalent et qu'aucune ne prédomine sur une autre. Ces indices permettent ainsi d'obtenir une information supplémentaire par rapport à la richesse spécifique puisqu'il se peut qu'un grand nombre d'espèces soit répertorié (richesse spécifique élevée) mais qu'une espèce soit prédominante à une autre par son nombre d'individus. Ainsi on peut dire que la diversité est bonne lorsque la richesse spécifique est élevée et qu'il y a une bonne équirépartition (NORPAC, 2011).

L'indice d'équitabilité de Piélou : L'indice d'équitabilité de Piélou traduit le degré de diversité atteint par rapport à un maximum théorique. Il permet de normaliser l'indice de Shannon-Wiener et donc de pouvoir faire des comparaisons entre zones de catégories différentes (IRSTEA).

$R = H'/H'_{\max} = H' / (\log_2(S))$ avec H' l'indice de Shannon-Wiener, H'_{\max} la diversité maximale ou l'équifréquence, et S la richesse spécifique.

Cet indice, complémentaire aux indices de diversité, donne une information importante sur la façon dont la richesse est « répartie ». Cet indice est maximal lorsque tous les individus sont répartis équitablement entre les espèces présentes (toutes les espèces ont des abondances identiques), et minimal lorsqu'une espèce domine le peuplement (Anonyme, Juillet 2012) (MADANI *et al.*, 2002) (MAGURRAN *et al.*, 2011). Il est important de noter que la richesse spécifique S utilisée ici est celle de l'échantillon et qu'elle est donc probablement inférieure à celle de la communauté.

Périodicité : les relevés permettant le calcul de cet indicateur doivent être réalisés à l'optimum de végétation, c'est-à-dire de mai à juin.

Fréquence : ces indicateurs devront être calculés chaque année afin d'en suivre l'évolution.

Echelle d'application : l'indicateur sera calculé à l'échelle des quadras, puis à l'échelle de la parcelle.

Références bibliographiques

KASSAS M., 2014, Cartographie des prairies de la Plaine Maritime Picarde et suivi de l'impact agricole sur la biodiversité, Rapport de stage, 96p.

MAGURRAN A.E., MCGILL B.J., 2011, Biological diversity, frontiers in measurement and assessment, 345p., Chapitre 5 : « Measurement of species diversity », p.55-64, 9p.

IRSTEA, OASIS Outil d'Analyse de la Ségrégation et des Inégalités Spatiales, Les indices de ségrégations, Les indices multigroupe.

MADANI B., SAYEH L., 2002, Contribution à l'étude de l'entomofaune de la nappe alfatière de la région de Zaafrane, partie « Indice de diversité et équitabilité », <<https://sites.google.com/site/pastoraldz/l-entomofaune-des-steppes/resultats-et-discussion/etude-synecologique/indice-de-diversite-et-equitabilite>>

Anonyme, Juillet 2012, Structure diamétrique et caractérisation de l'habitat des peuplements du *Chrysophyllum albidum* G.Don (Sapotaceae) sur le plateau d'Allada au Bénin, parties III-5.1 Indice de diversité de Shannon-Weaver 1949, III-5.2 Indice d'équitabilité de Piélou (1966) et III-5.3 Indice de Simpson, <<http://www.institut-numerique.org/iii-51-indices-de-diversite-de-shannon-weaver-1949-4ffeb596b5342>>, <<http://www.institut-numerique.org/iii-52-indices-dequitabilite-de-pielou-1966-4ffeb596bb24e>>, <<http://www.institut-numerique.org/iii-53-indice-de-simpson-4ffeb596bd8fe>>

NORPAC, Institut du développement durable et responsable (IDDR) de l'université catholique de Lille, 2011, Les indicateurs de diversité – évaluer la biodiversité, <<http://www.biodiversite-positive.fr/les-indicateurs-de-diversite-evaluer-la-biodiversite/>>

Promotion BTSA GPN 2004-06, Ecologie des systèmes vivants – Les indices de diversité <<http://btsa.gpn.free.fr/ressources/ESV.php>>

JOUVEN M., LOISEAU P., ORTH D., FARRUGGIA A., BAUMONT R., 2007, Estimer la diversité floristique des prairies des exploitations herbagères avec un modèle de simulation couplé à un indicateur « Note de biodiversité », Fourrages (2007) 191, p.359-376, 17p.

ORTH D., BALAY C., BONAFOS A., DELEGLISE C., LOISEAU P., Proposition d'une démarche simple pour évaluer la diversité floristique d'une prairie permanente, Fourrages (2008) 194, p.233-252, 19p.

Description et principes de l'indicateur

L'indice de valeur pastorale a pour objectif d'évaluer, grâce aux relevés floristiques, la valeur fourragère des prairies pour mettre en évidence les relations entre biodiversité et valeur agronomique (BOTTNER B., 2015).

La valeur pastorale est un indice qui tient compte à la fois de la composition et de l'abondance en espèces de la prairie, ainsi que de l'intérêt alimentaire pour le bétail (digestibilité, composition, appétibilité, etc.). Cet indice traite l'ensemble des taxons faisant partie du couvert végétal et permet d'attribuer une valeur indiquant la qualité « agronomique » du cortège végétal de la parcelle.

La valeur pastorale de chaque espèce est déterminée selon plusieurs critères, pondérés par l'abondance de l'espèce (KASSAS, 2014).

Fondements scientifiques de l'indicateur

La qualité nutritive d'une prairie dépend de la nature et de l'abondance des plantes (DAGET *et al.*, 2010). Elle est liée à de nombreuses notions comme l'ingestibilité, l'appétibilité, l'appétence, et l'acceptabilité.

La valeur fourragère d'une espèce est donnée par un indice de qualité spécifique IS tenant compte de ces notions et traduisant l'intérêt zootechnique de la plante. Cinq niveaux ont été adoptés par DAGET *et al.*, en 2010 :

- De G0 à G5 pour les graminées : G0 graminées sans valeur, G1 graminées médiocres, G2 graminées moyennes, G3 assez bonnes graminées, G4 bonnes graminées, G5 très bonnes graminées.
- De L0 à L4 pour les légumineuses : L0 légumineuses sans valeur, L1 légumineuses médiocres, L2 légumineuses moyennes, L3 assez bonnes légumineuses, L4 bonnes et très bonnes légumineuses.

Domaine d'application : prairies

Fonction/pression : fonction agronomique

Compétences : compétences en botanique



Trifolium pratense, valeur pastorale de 7 (source : Tela-botanica)

- Df pour les plantes diverses fourragères.
- Dn pour les plantes diverses non fourragères.
- R pour les refus, qui comportent les refus ligneux, et les refus herbacés toxiques ou non toxiques.

Les Df ont la valeur 1 (parfois 2). Les Dn ont la valeur 0 et tous les refus ont la valeur 0 (DAGET P., POISSONET J., 2010).

La valeur pastorale est calculée en fonction de l'abondance des espèces. Elle se mesure au moment de l'optimum de végétation, c'est-à-dire au mois de Juin.

Elle est donnée par la formule suivante :

$$VP = \text{moyenne} [\sum ((Csi * ISI) * 0,1)]$$

Avec la Csi contribution spécifique de l'espèce i, c'est-à-dire le recouvrement, et Isi l'indice spécifique de l'espèce i, prenant des valeurs entre 0 et 10 définies par

DAGET P. *et al.* en 2010, dans l'ouvrage Prairies et pâturages. La valeur pastorale prendra donc une valeur entre 0 et 1000. Afin d'avoir une gamme de valeur s'étendant de 0 à 100, il suffit de multiplier l'équation par 0.1. Si une espèce du relevé n'est pas renseignée dans la base de donnée de Daget *et al.*, on utilisera la valeur fourragère renseignée dans la base

de données e-FLORAsys de Plantureux (1996) qui reprend la méthode de Daget et Poissonet.

La valeur pastorale sera calculée par quadras, puis la valeur pastorale de la prairie sera ensuite calculée comme la moyenne des valeurs pastorales des quadras.

Domaine d'application de l'indicateur

L'indicateur s'applique à l'ensemble des prairies destinées à la fauche ou au pâturage.

Périodicité : les relevés permettant le calcul de cet indicateur doivent être réalisés à l'optimum de végétation, c'est-à-dire de mai à juin.

Fréquence : un suivi tous les 3 ans est envisagé.

Echelle d'application : l'indicateur sera calculé à l'échelle des quadras, puis à l'échelle de la parcelle.

Références bibliographiques

BOTTNER B., 2015, Rapport d'étude : Axe de travail 3.2, Evaluation transfrontalière des conditions actuelles. Programme européen Interreg IVa France (Manche) – Angleterre, Projet value of WORKing Wetlands – Institution d'aménagement de la Vilaine, 156p. Fiche de synthèse WP3.2 : Valeurs fourragères et valeurs écologiques floristiques des prairies de la Plaine maritime picarde <http://www.eptb-vilaine.fr/site/telechargement/interreg/WOW/Rapport-final_WP3-2-FR.pdf>

KASSAS M., 2014, Cartographie des prairies de la Plaine Maritime Picarde et suivi de l'impact agricole sur la biodiversité, Rapport de stage, 96p.

DAGET P., POISSONET J., 2010, Prairies et pâturages : méthodes d'étude de terrain et interprétation, 955p.

PLANTUREUX S., 1996, FLORA-sys : système informatique de gestion et d'aide à l'interprétation des relevés floristiques.

EVOLUTION DES TYPES FONCTIONNELS DE GRAMINEES

Fiche indicateur 5

Fiche protocole A

Fiche analyse e

Description et principes de l'indicateur

Cet indicateur a pour objectif d'étudier le couvert graminéen en déterminant les proportions représentées par chaque type fonctionnel de graminées. L'étude de l'évolution de ces proportions (modification des proportions, apparition ou disparition d'un type fonctionnel) permettra de renseigner sur la réponse des types fonctionnels de graminées aux pratiques agricoles (chargement, fertilisation) et d'évaluer les modifications des fonctionnalités du couvert de graminées pour l'activité d'élevage (KASSAS M., 2014).

Les espèces de graminées recensées sur la parcelle sont classées dans 5 groupes fonctionnels définis par CRUZ *et al.*, en 2010.

Domaine d'application : prairies

Fonction/pression : fonction de production, fonction écologique

Compétences : compétences en botanique (Poacées)



Holcus lanatus, espèce appartenant au groupe A, (source : Tela-botanica)

Fondements scientifiques de l'indicateur

La description de la végétation des prairies demande du temps et des connaissances en botanique. La constitution de groupes fonctionnels regroupant des espèces ayant des fonctions similaires et partageant des traits biologiques foliaires et phénologiques communs permet de simplifier cette démarche (CRUZ *et al.*, 2002). L'utilisation de cette typologie permet également d'évaluer la valeur d'usage d'une prairie, c'est-à-dire ses fonctions productive et environnementale.

Les groupes fonctionnels définis par CRUZ *et al.* en 2010 sont constitués d'espèces accomplissant une fonction similaire dans l'écosystème et pouvant être identifiées par des traits biologiques communs. On différencie les groupes de réponse (établis en fonction de la réponse des espèces aux caractéristiques du milieu) et les groupes d'effet (en fonction des effets des espèces sur les propriétés de l'écosystème).

Dans un contexte d'élevage, la caractérisation des groupes de réponse revient à déterminer la réponse des

communautés végétales prairiales aux pratiques agricoles (défoliation liée au type d'herbivores et au chargement, fauche, fertilisation, etc.) Il est ainsi possible de regrouper les espèces en fonction des stratégies qu'elles mettent en œuvre pour s'adapter aux différents habitats, en fonction de la disponibilité en éléments nutritifs et des modalités d'utilisation de l'herbe. Les traits biologiques sont alors des indicateurs potentiels pour le diagnostic des changements de ces facteurs et semblent donc tout à fait adaptés pour mesurer l'impact des changements de pratiques agricoles.

Originellement 4 types fonctionnels étaient définis (CRUZ *et al.*, 2002) (ANSQUER *et al.*, 2004) en fonction des stratégies des plantes (capture de ressource ou conservation de ressources) et du taux de défoliation, sur la base d'un trait fonctionnel, la teneur en matière sèche des feuilles saturées en eau, puis 6 types fonctionnels ont été définis en 2010 par CRUZ *et al.*, basés sur la valeur de 6 traits biologiques (la teneur en

matière sèche des feuilles, la surface spécifique foliaire, la durée de vie foliaire, la date de floraison, la hauteur maximale, et la résistance des feuilles à la cassure) : A, B, b, C, D, d. Cette nouvelle typologie, qui a doublé le nombre d'espèces classées par rapport à la typologie de 2004 a permis d'élargir le diagnostic à une plus large gamme de situations.

Pour cet indicateur, on utilisera finalement la typologie de DURU *et al.*, établie en 2010 pour l'outil Herb'type© et inspirée de celle de CRUZ *et al.*, 2010, mais où les types D et d sont regroupés en un seul

groupe D. Cette typologie est constituée de 5 groupes fonctionnels de graminées : A, B, b, C, D. A ces 5 groupes, un sixième (noté E) est ajouté, correspondant aux espèces annuelles.

Ceci permettra l'utilisation de l'outil Herb'type© qui associe à chaque espèce le type fonctionnel correspondant.

Périodicité : les relevés permettant le calcul de cet indicateur doivent être réalisés à l'optimum de végétation, c'est-à-dire de mai à juin.

Fréquence : un suivi tous les 3 ans.

Echelle d'application : l'indicateur sera calculé à l'échelle des quadras, puis à l'échelle de la parcelle.

Références bibliographiques

KASSAS M., 2014, Cartographie des prairies de la Plaine Maritime Picarde et suivi de l'impact agricole sur la biodiversité, Rapport de stage, 96p.

CRUZ P., DURU M., THEROND O., THEAU J-P., DUCOURTIEUX C., JOUANY C., AL HAJ KHALED R., ANSQUER P., 2002, Une nouvelle approche pour caractériser les prairies naturelles et leur valeur d'usage, Fourrages 172, p335-354, 20p.

ANSQUER P., THEAU J-P., CRUZ P., VIEGAS J., AL HAJ KHALED R., DURU M., 2004, Caractérisation de la diversité fonctionnelle des prairies à flore complexe : vers la construction d'outils de gestion, Fourrages 179, p353-368, 16p.

CRUZ P., THEAU J-P., LECLoux E., JOUANY C., DURU M., 2010, Typologie fonctionnelle de graminées fourragères pérennes : une classification multitraits, Fourrages 201, p11-17, 7p.

DURU M., CRUZ P., JOUANY C., THEAU J-P., 2010, Herb'type© : un nouvel outil pour évaluer les services de production fournis par les prairies permanentes, INRA Prod. Anim., 23 (4), p319-332, 14p.

EVOLUTION DES AIRES DE PRESENCE DES ESPECES PATRIMONIALES

Fiche indicateur 6

Fiche protocole B

Fiche analyse f

Description et principes de l'indicateur

L'utilisation d'espèces patrimoniales, et notamment d'espèces patrimoniales relativement simples à identifier permet de donner simplement et rapidement une idée de l'état de conservation des prairies et de leur niveau hydrique, d'autant plus si ces espèces sont aussi indicatrices du niveau hydrique (mésophile, mésohygrophile ou hygrophile).

Le suivi de cet indicateur dans le temps permettra d'identifier de nouvelles apparitions ainsi que la progression des superficies et des localisations des aires de présence connues.

Fondements scientifiques de l'indicateur

L'utilisation des aires de présence permet de faciliter l'évaluation des surfaces occupées par une espèce. Cette méthode élaborée par le Conservatoire botanique national de Bailleul est basée sur l'identification de surfaces continues, appelées « aires de présence ».

L'aire de présence représente une surface exprimée en m² au sein de laquelle l'espèce considérée est présente. Elle ne représente pas exactement la surface occupée par l'espèce en termes de recouvrement mais permet de comparer la répartition d'une espèce sur un site d'année en année. De façon générale, une distance minimale de 4m définit deux aires de présence différentes. Cela signifie qu'en dessous de cette distance, les pieds appartiennent à une même aire de présence.

La première année de suivi permet de définir l'état initial. Attention celui-ci n'est pas forcément l'état de référence.

Domaine d'application : toutes les zones humides

Fonction/pression : pression des pratiques agricoles

Compétences : compétences en botanique

Périodicité : les relevés permettant le calcul de cet indicateur doivent être réalisés à l'optimum de végétation, c'est-à-dire de mai à juin, ou à l'optimum de végétation des espèces ciblées pour le suivi.

Fréquence : un suivi tous les 3 ans.

Echelle d'application : l'indicateur sera calculé à l'échelle de la parcelle.

Références bibliographiques

Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national, 2011, Protocole de suivi des plantes vasculaires inscrites au titre de la Directive Habitat-Faune-Flore du Nord-Ouest de la France, Déclinaison pour les plantes présentes en Picardie, Proposition de déclinaison à l'échelle du territoire d'agrément du CBNBI, version 1.2, 4p.

DENSITE DE PRESENCE DE DEUX ESPECES D'ORTHOPTERES (*STETOPHYMA GROSSUM* ET *CONOCEPHALUS DORSALIS*)

Fiche indicateur 7

Fiche protocole C

Fiche analyse g

Description et principes de l'indicateur

Le Criquet ensanglanté *Stethophyma grossum* et le Conocéphale des roseaux *Conocephalus dorsalis* sont deux espèces caractéristiques de la synusie *Conocephalo dorsalis-Stethophymetum grossae* (Stallegger *et al.*, 2007) typique des prairies humides du nord-ouest de la France. Ces deux espèces facilement reconnaissables du fait de leur taille, de leurs couleurs, et de la stridulation caractéristique de *Stethophyma grossum*, constituent un indicateur facile à suivre.

Domaine d'application : prairies humides hygrophiles

Fonction/pression : pression des activités anthropiques

Compétences : reconnaissance des deux espèces suivies à vue et au chant

Fondements scientifiques de l'indicateur

Le Criquet ensanglanté est une espèce d'orthoptère fréquentant uniquement les endroits humides. Il colonise notamment les prairies hygrophiles et préfère les végétations semi-hautes en bordure de cours d'eau (ARVENSIS, 2010). Son habitat consiste en une végétation à la structure verticale hétérogène avec une humidité atmosphérique élevée et une humidité au sol également élevée (Bonsel *et al.*, 2011). Cette espèce a déjà été proposée par Defaut et Stallegger en 2007 pour constituer un indicateur de suivi sur le PNR des Boucles de la Seine-Normande. Le conocéphale des roseaux colonise également les milieux humides mais présente un niveau d'exigence supérieur au criquet ensanglanté quant à la qualité de son environnement. Le surpâturage et régime de fauche sur de grandes surfaces ne lui sont pas favorables (la ponte se fait dans des tiges de végétaux) et l'espèce ne se maintient dans les parcelles de fauche que lorsque des bandes non fauchées demeurent à proximité des fossés (Houard *et al.*, 2012) (Defaut *et al.*, 2006).

Espèces autrefois très répandues, elles ont beaucoup décliné dans les dernières décennies, victime de la destruction de leur habitat (drainage, assèchement, etc.). En raison de la régression des zones humides, le criquet ensanglanté figure aujourd'hui parmi les

espèces d'orthoptères quasiment menacée (NT) en Picardie. Par ailleurs, la capacité de dispersion de cette espèce diminue avec la fragmentation de son habitat ce qui limite sa capacité à coloniser de nouveaux espaces. En effet, Bonsel *et al.* (2011) ont confirmé l'hypothèse de Ksidi (2002) selon laquelle une population vivant dans un habitat isolé du fait de la fragmentation du paysage présente généralement une capacité de dispersion diminuée, comprenant uniquement de petits déplacements destinés à l'alimentation ou à la reproduction. Toujours selon Bonsel *et al.* (2011), la plupart des individus mâles et femelles parcourent des distances comprises entre 0 et 50m et seulement quelques rares individus parcourent des distances supérieures à 100m (5% des femelles et 8% des mâles suivis) dans un espace très fragmenté. Par ailleurs, les individus ne colonisent pas des espaces adjacents si ceux-ci sont séparés par des arbres, seuls les espaces adaptés à cette espèce situés à une distance inférieure à 40m et non séparés par des barrières, des routes ou des arbres peuvent être colonisés (Mazelli, 1994 cité dans Bonsel *et al.*, 2011). De même, les arbres poussant le long des fossés, ou les fossés eux-mêmes semblent limiter la dispersion de *Stethophyma grossum* (Bonsel *et al.*, 2011). Le conocéphale des roseaux, quant à lui, est particulièrement vulnérable à la dégradation des milieux humides, et fait partie des espèces menacées (VU). Cette espèce étant incapable de voler, elle ne se déplace que parmi la végétation et il est probable que les individus restent dans des milieux qui leur sont favorables (végétation herbacée dense et humide) et que les haies et zones boisées constituent des barrières

à la dispersion de cette espèce. La dispersion semble par contre possible par l'eau transportant des œufs dans des débris de végétaux (Houard *et al.*, 2012). C'est donc également une espèce très sensible à la fragmentation des habitats, et l'assèchement des prairies empêche sa dispersion et limite la connectivité entre les populations, entraînant une réduction des échanges entre individus, un appauvrissement de la diversité génétique et un isolement des populations, ce qui les expose à un risque de disparition important si la gestion n'est pas adaptée aux exigences de l'espèce.

Pour toutes les raisons évoquées plus haut, ces deux espèces constituent de bons indicateurs de l'intégrité et du bon état des milieux humides (Defaut *et al.*, 2006).

Par ailleurs, la taille, les couleurs et la stridulation de ces insectes (notamment pour *Stethophyma grossum*) permettent de les identifier assez aisément. En effet, les mâles de *Stethophyma grossum* émettent de petits déclics que l'on peut entendre jusqu'à environ 10m (ils peuvent aussi être émis par les femelles en cas d'alerte) (Bellmann *et al.*, 1995). Enfin, dans le nord de la France, il n'y a pas de risque de confusion avec d'autres espèces.

Domaine d'application de l'indicateur

L'indicateur s'applique aux prairies humides, et notamment aux prairies hygrophiles à mésohygrophiles. Il est également envisagé de tester cet indicateur en prairie mésophile, ce qui pourrait nous permettre de confirmer la méthode d'identification des niveaux hydriques.



Conocephalus dorsalis (♂)



Stethophyma grossum (♀)

Source des photos : Julien Ryelandt, Clé d'identification des orthoptères du grand Est

Périodicité : 3 passages sont prévus par site et par an, à partir de la mi-juillet.

Fréquence : Il est préconisé de réaliser le protocole trois années consécutives tous les 10 ans ou deux années consécutives tous les 6 ans dans le but de diminuer le biais lié aux aléas météorologiques (ex : sécheresse).

Echelle d'application : l'indicateur sera calculé à l'échelle des transects, puis à l'échelle de la parcelle. Il est également possible de calculer cet indicateur à l'échelle d'un secteur (unité homogène au niveau paysager et au niveau de l'occupation du sol).

Références bibliographiques

- BELLMANN H., LUQUET G., 1995, Guide des sauterelles, grillons et criquets d'Europe occidentale, Delachaux et Niestlé, p. 260-262, 383p.
- ARVENSIS, septembre 2010, Propositions de mesures de suivis des invertébrés des Réserves Naturelles Régionales de Brière. Demande d'agrément en Réserve Naturelle Régionale pour 3 sites des marais Briérons. Deuxième partie : Plan de Gestion. 46p.
- DEFAUT B., STALLEGGER P., Association ASINAT, juillet 2006, Inventaire et mise en place d'un suivi des peuplements d'orthoptères des prairies de fauche de la basse vallée de la Risle, 39p.
- BONSEL A-B., SONNECK A-G., 2011, Habitat use and dispersal characteristics by *Stethophyma grossum* : the role of habitat isolation and stable habitat conditions towards low dispersal, *J Insect Conserv* (2011) 5 : p.455-463, 9p.
- BETARD F., 2015, Les peuplements d'orthoptères des prairies humides du Haut-bocage vendéen et de la Gâtine poitevine. Etude entomocénotique. Matériaux orthoptériques et entomocénotiques, p83-95, 13p.
- STALLEGGER P., DEFAUT B., 2007, Etude des peuplements d'orthoptères des prairies de fauche de la basse-vallée de la Risle, avec description d'une synusie normande (Parc naturel régional des Boucles de la Seine normande, Eure), Matériaux orthoptériques et entomocénotiques, 2007 (2008), p.89-103, 15p.
- HOUARD X., MERLET F., 2012, Le conocephale des roseaux *Conocephalus dorsalis*, Opie (Office pour les insectes et leur environnement), 5p.
-

REPARTITION ET EVOLUTION DU NOMBRE DE COUPLES NICHEURS DE VANNEAU HUPPE (*VANELLUS VANELLUS*)

Fiche indicateur 8

Fiche protocole D

Fiche analyse h

Description et principes de l'indicateur

Cet indicateur traduit l'évolution des sites de nidification du Vanneau huppé, et leur répartition sur le territoire de la moyenne vallée de la Somme (KASSAS M., 2014) (BOTTFNER *et al.*, 2015).

En effet cette espèce réagit rapidement à des modifications du milieu, comme la variation hivernale du niveau d'eau ou des changements de pratiques agricoles. Le suivi de cette espèce, et notamment du nombre de couples nicheurs, permet ainsi de mesurer l'impact des activités agricoles et l'évolution de la qualité écologique des prairies humides.

Fondements scientifiques de l'indicateur

Le Vanneau huppé, espèce nicheuse en France dans les trois quarts Nord, est un oiseau caractéristique des milieux ouverts comme les prairies, les bords d'étangs et les pré-salés. La nidification se fait en prairies, de mars à juin. L'espèce est alors plus sensible puisqu'elle est liée à un site donné pendant toute la durée de la ponte, la couvaison et l'éclosion (MNHN).

Le nid consiste en une simple cavité au sol dans laquelle les 4 œufs d'une couvée sont disposés. Le vanneau a donc besoin d'un milieu où la vue est dégagée (végétation rase ou peu dense). L'incubation dure 26-28 jours, et les jeunes vanneaux nidifuges quittent le nid à la recherche de nourriture. Il est donc aussi important que les alentours des sites de ponte soient riches en nourriture (coléoptères, orthoptères, etc.) (KASSAS M., 2014).

Cette espèce est en régression récente dans l'ensemble de l'Europe, principalement à cause de l'insuffisance du taux de reproduction causée par la dégradation des habitats de reproduction (intensification de l'agriculture, diminution des surfaces en prairie humide, etc.). La chasse, notamment en début de saison lorsque les jeunes sont vulnérables à cause de leur inexpérience,

Domaine d'application : prairies humides

Fonction/pression : fonction biologique et pressions des pratiques agricoles

Compétences : bonne connaissance de la biologie, de l'écologie et du comportement de l'espèce en période de reproduction



Vanneau huppé © Nicolas Gavard
(source : ONCFS)

peut également être un des facteurs de cette diminution des populations (ONCFS).

En Plaine Maritime Picarde, l'importance des milieux prairiaux pour la reproduction du Vanneau huppé a été mise en évidence par TRIPLET *et al.* en 1997, puisqu'entre 1991 et 1996, le pourcentage d'effectif nichant en prairies humides a presque doublé, passant de 21,9% à 41,7%. De plus, la diminution du nombre d'individus constatée entre 1990 et 2003 semble liée à la régression des surfaces de parcelles pâturées (TRIPLET *et al.*, 2004).

En effet, même si le vanneau peut s'adapter aux cultures, le succès de reproduction y est plus faible qu'en prairies (Hudson *et al.*, 1994, Van Impe, 1988, Salek, 1996, Taube, 1993, cités dans Gueret *et al.*, 2007).

Les prairies à joncs peuvent également être utilisées pour la nidification, même si le pourcentage de couples

nicheurs dans ces prairies a diminué entre 1991 et 1996 en plaine maritime picarde (passant de 20% à 4,4%), la densité de couples nichant dans les prairies à joncs a augmenté, ce qui traduit l'importance de ces milieux (Triplet *et al.*, 1997).

Les menaces pesant sur cette espèce sont liées à son mode de reproduction. En effet, l'intensification des pratiques agricoles et des pratiques d'élevage (artificialisation des prairies, drainage, fertilisation, intensification de l'élevage...) réduit les milieux favorables à la nidification de l'espèce. Ainsi la présence de couples nicheurs sur une prairie constitue un bon indicateur de l'état écologique de la prairie et de l'intensité des pratiques agricoles menées.

Le mode de gestion de la parcelle influe directement sur la structure de la végétation des prairies humides. En effet dans les prairies de fauche, la croissance de la végétation est continue, alors que celle-ci est stoppée à la fin du mois d'avril-début du mois de mai par l'arrivée des animaux dans les prairies destinées au pâturage.

Domaine d'application de l'indicateur

L'indicateur est applicable à l'ensemble des prairies humides, quel que soit leur usage (fauche, pâture).

Le chargement moyen, sensiblement identique sur les parcelles avec ou sans Vanneau (1,3 UGB et 1,4 UGB/ha), semble indiquer que lorsque le chargement se situe dans cet ordre de grandeur, celui-ci n'a pas spécialement d'impact sur la présence de couples nicheurs. En effet il est probable que ce chargement permette d'entretenir la végétation et de générer ainsi des conditions favorables à la nidification des vanneaux, tout en étant pas trop élevé pour menacer trop fortement les nids par le piétinement des bovins.

L'intensification de l'agriculture a aussi un effet sur les vanneaux par deux phénomènes : d'une part la diminution du nombre d'invertébrés réduit sa source d'alimentation, et d'autre part, la croissance des végétaux ne constitue pas un habitat favorable pour cette espèce. Enfin, le travail du sol n'est pas favorable aux lombrics, principale source de nourriture du vanneau huppé.

Ainsi, en raison des exigences de cette espèce, le vanneau est un bon indicateur de la qualité de la prairie et de ses alentours.

Périodicité : Les relevés doivent être effectués en période de nidification, d'avril à juin. Deux passages par site sont prévus, un à la mi-avril, l'autre au début du mois de juin.

Fréquence : un relevé annuel est adapté pour un suivi du nombre de couples nicheurs. Si un suivi annuel n'est pas possible, il faut au moins réaliser des suivis sur plusieurs années consécutives de façon à limiter l'impact des variations interannuelles.

Echelle d'application : l'indicateur sera calculé à l'échelle d'un tronçon/secteur, défini comme une unité homogène vis-à-vis du paysage et de l'occupation du sol.

Références bibliographiques

BOTTNER B., 2015, Rapport d'étude : Axe de travail 3.2, Evaluation transfrontalière des conditions actuelles. Programme européen Interreg IVa France (Manche) – Angleterre, Projet value of WORking Wetlands – Institution d'aménagement de la Vilaine, 156p., <http://www.eptb-vilaine.fr/site/telechargement/interreg/WOW/Rapport-final_WP3-2-FR.pdf>

Patrick TRIPLET, Michel URBAN, Delphine ERLINGER, Arnaud SOURNIA, François SUEUR, 2004, Vanneau huppé *Vanellus vanellus* et élevage : résultat de dix années de suivi en basse vallée de la Somme (Somme), *Alauda* 72 (3) : p.221-226, 6p.

KASSAS M., 2014, Cartographie des prairies de la Plaine Maritime Picarde et suivi de l'impact agricole sur la biodiversité, Rapport de stage, 96p.

ONCFS, Fédération régionale des chasseurs du centre, Vanneau huppé *Vanellus vanellus*, <<http://www.oncfs.gouv.fr/IMG/VANNEAU%20HUPPE.pdf>>

Patrick TRIPLET, Jérôme DURANT, Sébastien BACQUE, 1997, Reproduction du Vanneau huppé *Vanellus vanellus* et pratiques agricoles : caractéristiques de sites utilisés en plaine maritime picarde, *Alauda* 65 (2) : p.121-130, 10p.

GUERET J-P., SUDRAUD J., octobre 2007, Limicoles nicheurs du Marais Poitevin, synthèse de l'enquête 2005-2006, Parc Interrégional du Marais Poitevin, 46p.

Ministère en charge de l'écologie – MNHN, Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Cahiers Oiseaux (version provisoire de 2008).

Description et principes du protocole

La flore d'un site est évaluée grâce à la réalisation d'inventaires sur des placettes réparties de façon à être le plus représentatif de la parcelle. Les placettes sont disposées aléatoirement sur les différents niveaux hydriques représentés sur la parcelle, de manière à être le plus représentatif possible de la

diversité des milieux présents sur le site. Sur chaque placette, l'ensemble des espèces présentes est noté et le recouvrement de chaque espèce est estimé (Collectif RhoMéO, 2014) (KASSAS, 2014).

Méthode de mise en place

➤ Plan d'échantillonnage

La taille des placettes est de 25m² (carrés de 5x5m) pour les végétations herbacées.

Des modifications de forme de la placette sont possibles mais doivent être notées sur la fiche de terrain.

Les placettes sont disposées aléatoirement sur les différents niveaux hydriques présents sur la parcelle. Le nombre de placettes par parcelle sera à déterminer selon la superficie de la parcelle et la diversité des habitats. Généralement, 4 à 5 quadras sont nécessaires pour une zone humide d'une superficie de 1 ha avec une communauté végétale hétérogène (Forum des Marais Atlantiques, 2015). Cependant lorsque la

surface augmente, la densité minimale de relevés à l'hectare diminue. Pour connaître le nombre de placettes à réaliser sur chaque niveau hydrique de la parcelle, en fonction de sa superficie, se référer au tableau 1, issu de la boîte à outils RhoMéO (Collectif RhoMéO, 2014). Pour le cas du programme de maintien de l'agriculture en zones humides, en moyenne vallée de la Somme, on retiendra le chiffre de 1 placette par hectare de prairie. En effet, les prairies sont généralement homogènes et la multiplication des placettes ne permet pas dans ce cas-là un gain d'information à la hauteur du temps que cela demande.

Les coordonnées du centre des quadras seront choisies aléatoirement avant la phase de terrain (sous SIG :

Taille du site	Nombre d'habitats	Nombre minimum de relevés	Densité minimale de relevés à l'hectare
1 ha		3	3
Entre 1 et 10 ha	< 5	5	0,5
	≥ 5	10	1
Entre 10 et 50 ha	< 5	10	0,2
	≥ 5	20	0,4
Entre 50 et 200 ha	< 10	20	0,1
	≥ 10	40	0,2
Plus de 200 ha	< 10	50	0,06
	≥ 10	60	0,07

Tableau 1: Nombre de placettes à réaliser selon le site

création d'une maille de carrés de côté de 5m, puis sélection aléatoire de carrés, les centres correspondant au centre des quadras). Sur le terrain, les coordonnées seront également relevées au GPS et notées sur la fiche de terrain.

Par ailleurs, pour cet indicateur, les relevés doivent être réalisés au stade de l'optimum de végétation.

➤ *Pédologie*

En complément des relevés de végétation, des sondages pédologiques sont réalisés, à hauteur de 1 sondage par placette. Une description du sol est faite (texture, structure, couleurs, et profondeurs des différents horizons, présences d'éléments grossiers ou autres éléments, profondeur d'apparition de la nappe d'eau, etc.)

➤ *Éléments de la fiche de terrain*

Chaque placette donnera lieu au remplissage d'une fiche terrain. Celle-ci est divisée en plusieurs parties. Une première rubrique comporte des informations générales : le nom de l'observateur, la date du relevé, le nom de l'exploitation et de l'exploitant, le nom de la commune, l'identifiant de la parcelle et celui du quadra, les coordonnées GPS et l'altitude, et enfin la superficie du quadra (25m² généralement).

La deuxième partie concerne le contexte topographique et hydrique : elle comporte le niveau hydrique de la prairie sur laquelle est réalisé le relevé selon les 3 classes définies (hygrophile, mésohygrophile, mésophile), et la pente selon 4 classes (nulle : 0-1°, faible à moyenne : 2-6°, assez forte : 7-27° et forte : 28-45°).

La troisième rubrique comporte des informations sur le contexte des pratiques du milieu : elle permet de relever des habitats particuliers sur la parcelle (mares, fossés, haies, boisements, dépression, etc.) et les éléments de gestion agricole observables sur le terrain (fauche, pâture, fauche et pâture, etc.).

La rubrique suivante comporte des informations concernant le sol : texture du sol et présence éventuelle d'éléments grossiers.

Une partie de la fiche laisse la place à d'éventuelles remarques pour des éléments qui n'auraient pas pu être renseignés avant. Une case permet de noter la référence photographique si une photo est réalisée. Un emplacement est également prévu pour la réalisation d'un schéma pouvant servir à illustrer une situation particulière.

Enfin la dernière partie de la fiche terrain permet de noter la liste des espèces relevées ainsi que, pour chaque espèce, le coefficient d'abondance-dominance adapté de Braun-Blanquet (fig. 1).

Ces relevés floristiques permettront par la suite de calculer différents indicateurs : indice floristique d'engorgement, indice floristique de fertilité du sol, indices de diversité floristiques, types fonctionnels de graminées, et valeur fourragère.

La liste des espèces patrimoniales sera également établie par placette, puis par parcelle de prairie. Ceci servira notamment pour compléter les indices de diversité floristique.

Coefficients	Recouvrement
+	< 1 %, espèces disséminées et peu abondantes
1	< 5 %
2	Entre 5 % et 25 %
3	Entre 25 % et 50 %
4	Entre 50 % et 75 %
5	Entre 75 % et 100 %

Figure 1 : Coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet

Représentativité des données

La principale source d'erreurs de ce protocole est la détermination des espèces. C'est donc le facteur le plus susceptible d'induire des biais. Il faut également essayer de limiter au maximum le nombre de personnes

effectuant les relevés afin de minimiser la part de subjectivité et l'hétérogénéité liée à l'attribution des coefficients d'abondance-dominance..

Opérationnalité de la collecte

Compétences requises : De bonnes compétences en botaniques sont nécessaires, au moins sur la flore des zones humides. L'effet des erreurs de détermination ou des omissions d'espèces peut être évalué par des données bibliographiques : ainsi l'omission de 80% des espèces les moins abondantes affecte très peu les valeurs diagnostiques. Par contre, les erreurs de détermination sur les espèces abondantes peuvent avoir un impact assez fort (Collectif RhoMéo, 2014).

Durée/Coût : Selon la superficie du territoire prospectée, ce protocole demande un temps non négligeable, principalement pour la phase de terrain (relevés de végétation). Le temps moyen de collecte est de 4 à 5 placettes environs par jour, en comptant les temps de déplacement entre les sites.

Coût du matériel : La phase de terrain ne demande pas de matériel spécifique hormis les GPS et un décimètre ainsi que quelques piquets permettant de délimiter les quadrats. Des flores (Flora Gallica 89€, Nouvelle flore de la Belgique, du G.-D. de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines, sixième édition, 50€) permettent l'identification des plantes inconnues sur le terrain plutôt que de devoir les ramener et les faire sécher.

Références bibliographiques

Forum des Marais Atlantiques, 2015. Malette d'indicateurs de travaux et de suivis en zones humides. Agence de l'eau Loire-Bretagne et Conseil régional des Pays de la Loire, 189 p.

Collectif RhoMéo, Février 2014, La boîte à outils de suivi des zones humides du bassin Rhône-Méditerranée, Conservatoire d'espaces naturels de Savoie, 147 p. + annexes, version 1

KASSAS M., 2014, Cartographie des prairies de la Plaine Maritime Picarde et suivi de l'impact agricole sur la biodiversité, Rapport de stage, 96p.

Description et principes du protocole

Le protocole repose sur la délimitation des aires de présence par des relevés GPS des coordonnées sur les contours de l'aire de présence.

Méthode de mise en place

➤ Sélection des espèces suivies

Une liste d'espèces patrimoniales à rechercher doit être établie en fonction de la région géographique concernée. En moyenne vallée de la Somme, voici quelques exemples d'espèces patrimoniales qui peuvent être suivies selon leur caractère indicateur d'un niveau hydrique.

➤ Localisation des aires de présence

Pour les aires de présence dont la superficie est inférieure à 20m², l'aire de présence est repérée grâce au relevé d'un point GPS en son centre.

Pour les aires de présence dont la superficie est supérieure à 20m², une série de points GPS sont enregistrés sur le contour de l'aire de présence. Ces points GPS seront ensuite reliés sous SIG pour créer des polygones (sans indentations ni encoches) correspondant aux aires de présence. La surface de l'aire de présence est ensuite calculée sous SIG.

Opérationnalité de la collecte

Compétences requises : compétences en botanique. Néanmoins, l'intérêt d'utiliser des espèces patrimoniales faciles à identifier permet de rendre leur identification accessible, même sans avoir de compétences particulières.

Coût du matériel : un GPS, éventuellement des piquets permettant de matérialiser grossièrement les contours de l'aire de présence.



Lychnis flos-cuculi (source : Tela-botanica)

Hygrophile : *Juncus subnodulosus*, *Oenanthe lachenalii*, *Dactylorhiza praetermissa*

Mésohygrophile : *Lychnis flos-cuculi*, *Selinum carvifolia*

Mésophile : *Silaum silaum*

Lorsque cela est possible (nombre pas trop élevé de pieds), les effectifs sont dénombrés au sein des aires de présence et notés sur la fiche terrain. Lorsque cela n'est pas possible en raison d'un effectif trop élevé pour pouvoir dénombrer chaque pied, seuls les contours de l'aire de présence sont relevés.

A partir d'une distance de 4m entre deux pieds, on considérera qu'ils appartiennent chacun à une aire de présence différente.

Références bibliographiques

Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national, 2011, Protocole de suivi des plantes vasculaires inscrites au titre de la Directive Habitat-Faune-Flore du Nord-Ouest de la France, Déclinaison pour les plantes présentes en Picardie, Proposition de déclinaison à l'échelle du territoire d'agrément du CBNBI, version 1.2, 4p.

Description et principes du protocole

Le protocole de dénombrement d'individus des espèces *Stethophyma grossum* et *Conocephalus dorsalis* doit être simple et rapide à mettre en place, de façon à être répétable à grande échelle. Il consiste

en la réalisation de plusieurs transects lors desquels le nombre d'individus observés sera relevé.

Méthode de mise en place

Plusieurs méthodes, plus ou moins faciles à mettre en place, existent pour la réalisation d'inventaire des orthoptères. Le choix de la « bonne » méthode dépend des possibilités et des moyens à disposition pour la réalisation de ces travaux. Un indicateur devant être facile à mesurer et applicable à grande échelle, la méthode employée ici se doit d'être simple et rapide à mettre en œuvre, tout en ayant un coût réduit. Dans cette optique, les méthodes comportant la mise en place de pièges de type biocénomètre (enceintes jetées au sol au sein desquelles les individus sont dénombrés et identifiés) n'ont pas été retenues. (DUFOUR M., LEBRUN J., 2014.)

Lorsque les effectifs sont faibles, la recherche visuelle est la méthode la plus efficace, selon Nagy *et al.*, 2007. En effet, cette méthode facilite la détection des espèces rares, par rapport à des méthodes de piégeage (NAGY *et al.*, 2007).

➤ Protocole de terrain

Le protocole suivant propose deux méthodes de prospection :

Les indices linéaires d'abondances (ILA) : Cette méthode, établie par Voisin en 1986, est également employée dans de nombreux travaux d'études des orthoptères, et notamment pour le suivi faunistique réalisé par le bureau d'étude Biotope en basse vallée

de la Slack dans le cadre du programme de maintien de l'agriculture en zones humides (Govaere, 2014). La méthode consiste en la réalisation de transects de 10m de long. Pour faciliter cette prospection, l'observateur dispose d'une corde d'une longueur de 20m pourvue de deux nœuds, chacun à 5m d'un bout de la corde. Ceci permet de délimiter la zone de comptage par simple repérage des nœuds, sans que l'observateur n'ait besoin de compter ses pas, et d'exclure la zone de dérangement liée à l'installation du matériel. Une extrémité de la corde est fixée au sol par un objet lourd (pierre, sac de terrain, etc.) puis l'opérateur marche en ligne droite en laissant filer la corde entre ses doigts. Le comptage des orthoptères commence lorsqu'il arrive au premier nœud et se termine lorsque le second nœud est passé. L'observateur dénombre tous les individus sur une largeur d'environ 1m (50cm de chaque côté), ce qui correspond à une surface couverte de 10m² par transect. Les individus sont recherchés à vue mais aussi à l'ouïe (stridulation spécifique et reconnaissable pour *Stetophyma grossum*). L'opération est à répéter au moins sur 10 transects linéaires qui ne se recoupent pas de façon à couvrir une surface minimale de 100m² sur l'ensemble de la parcelle (Voisin, 1986). Il faut veiller à éviter de compter deux fois un individu qui aurait fui. Pour cela, il est important de ne pas repasser deux fois à un même endroit. Un espace minimum de 2 à 3m entre chaque transect

est donc à respecter. On peut, par exemple, disposer les transects en s'inspirant du schéma présenté en figure 1, issu de la publication de Voisin en 1986.

Les quadras : Cette méthode vise elle aussi à couvrir une surface de 100m² sur l'ensemble d'une parcelle. Elle consiste en la disposition de 4 quadras de 25m² (5m x 5m) sur l'ensemble de la parcelle. Cette méthode est préférée à une grande zone de 10m x 10m afin de couvrir les éventuelles hétérogénéités de chaque parcelle (petite dépression par exemple). Au sein de chacun de ces quadras, la prospection s'effectue en « spirale », et de manière centripète afin d'éviter la fuite des individus à l'extérieur du quadra. Comme pour les transects, les individus sont dénombrés.

Choix de la méthode à employer : Les IL A sont plus adaptés lorsque la densité d'orthoptères est élevée (plus de risques de compter deux fois un même individu) et lorsque l'observateur dispose de bonnes connaissances sur les espèces recherchées (capacité de reconnaissance rapide et à distance). La méthode des quadras est à l'inverse plus adaptée pour des densités faibles (moins de risque de compter deux fois un même individu) et si l'observateur est moins expérimenté (capture plus facile en cours de prospection, « concentration » des individus au centre du quadra).

Ces méthodes ne permettent pas d'obtenir un nombre exact d'individus sur l'ensemble de la parcelle mais fournissent un indicateur de la densité de la population qu'il sera possible de suivre d'une année sur l'autre. L'indice retenu correspond à la somme des individus décomptés sur l'ensemble des transects pour *Stethophyma grossum* et uniquement aux données d'absence/présence pour *Conocephalus dorsalis* (espèce plus rare et dont l'identification requiert une observation plus précise).

Chaque parcelle doit être parcouru au moins 3 fois, à partir de la mi-juillet et jusqu'à la fin du mois de septembre, entre 10h et 17h, ce qui correspond à la période d'activité des orthoptères. Il est préférable de réaliser les inventaires par jour de beau temps où la

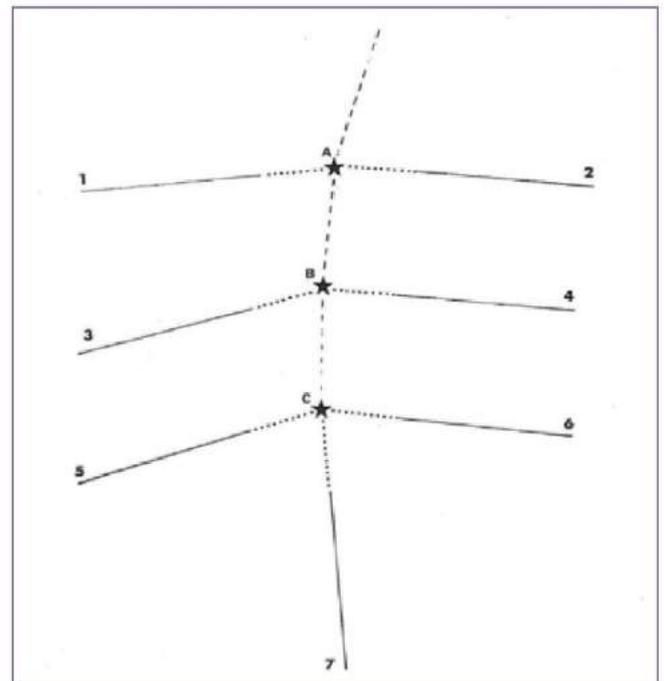


Figure 1 : Exemple de disposition des transects
 - - - : déplacements de l'opérateur en dehors des transects,
 : début des transects, zone avant comptage (avant le premier nœud),
 — : zone de comptage (10m),
 ★ : point fixe de début des transects
 (source : Voisin, 1986)

couverture nuageuse et le vent sont faibles, et lorsque les températures sont élevées, ce qui favorise l'activité des orthoptères (ARVENSIS, 2010).

L'avantage de cette méthode réside dans sa facilité de mise en place et dans sa reproductibilité qui permet une comparaison directe entre les sites (Govaere, 2014).

➤ *Choix des parcelles et positionnement des transects*

Les parcelles retenues dans le cadre de ce suivi doivent être représentatives de l'ensemble de l'échantillon de parcelles, et couvrir notamment l'ensemble du gradient hydrique et du gradient de gestion. Chaque station doit être homogène au niveau de la structure de la végétation, sur une surface suffisante pour y réaliser l'ensemble des 10 transects ou des 4 quadrats). Il est important également de limiter l'effet des bordures en

les excluant de la zone de prospection (PRATZ *et al.*, 2005) (JAULIN, 2004). Ainsi une zone de 5 à 10 mètres tout autour de la prairie est exclue de la zone de prospection. Enfin, les zones d'emplacement des transects ou quadrats seront repérées au préalable à l'écoute de la stridulation des espèces suivies. Si aucune espèce n'est détectée à l'ouïe, les quadrats seront disposés aléatoirement sur la parcelle.

➤ *Données collectées sur la fiche de terrain*

A chaque passage sur un nouveau secteur, une fiche de terrain est remplie. Celle-ci permet de consigner l'ensemble des informations liées aux conditions dans lesquelles le relevé est effectué, ainsi que les résultats du relevé. Elle comprend le nom de l'observateur, celui de l'exploitation et de l'exploitant, le nom de la commune, la date, et l'identifiant de la parcelle. Elle recense aussi les habitats particuliers présents sur la parcelle (mares, fossés, etc.), la gestion observée sur la parcelle ainsi que

des informations sur la végétation (hauteur de végétation, % de recouvrement). Les conditions météorologiques sont aussi renseignées (couverture nuageuse, vent), puis les résultats des différents transects avec à chaque fois l'heure de début et l'heure de fin, les coordonnées GPS des points de départ et d'arrivée des transects et le nombre d'individus détectés à vue et à l'ouïe.

Représentativité des données

La principale source d'erreur lors de la collecte des données provient de l'hétérogénéité entre les différents observateurs. Le mieux est donc de limiter au maximum le nombre d'observateurs différents, l'idéal étant que l'ensemble des relevés soit réalisé par une seule et même personne.

Par ailleurs, il est préconisé de réaliser le protocole trois années consécutives tous les 10 ans ou deux années consécutives tous les 6 ans dans le but de diminuer le biais lié aux aléas météorologiques (ex : sécheresse) (Collectif RhoMÉO, 2014).

➤ *Limites*

Les orthoptères étant des animaux ectothermes, leur activité dépend essentiellement de la présence du soleil et de la chaleur qu'il dispense. De ce fait, les principales limites à ce protocole sont les conditions météorologiques, qui conditionnent la phénologie d'apparition des larves, leur survie ainsi que celle des adultes, et donc la densité des orthoptères que l'on peut observer. Les conditions météorologiques jouent par ailleurs un rôle important dans le développement de la végétation qui est une caractéristique importante des habitats des orthoptères et joue donc également un rôle « indirect ».

Opérationnalité de la collecte

Compétences requises : Reconnaissance de *Stethophyma grossum* et de *Conocephalus dorsalis* à vue et au chant.

Durée : environ ½ journée par parcelle (déplacement compris).

Coût du matériel : Pour le matériel, une corde de 20m (environ 7€) pour la méthode des transects, quatre piquets et un décimètre (environ 10€) pour délimiter le quadra si l'on choisit cette méthode. Eventuellement un filet-fauchoir (50€) et des ouvrages de détermination (certains sont disponibles gratuitement, sinon, environ 50€). Un GPS (100-150€) permet également de relever les coordonnées des quadras ou transects.

Références bibliographiques

ARVENISIS, septembre 2010, Propositions de mesures de suivis des invertébrés des Réserves Naturelles Régionales de Brière. Demande d'agrément en Réserve Naturelle Régionale pour 3 sites des marais Briérons. Deuxième partie : Plan de Gestion. 46p.

JAULIN S., 2004, Inventaire des Orthoptères des estives du Massif des Albères (66), Inventaire et orientations de gestion, 37p.

PRATZ JL., DESCHAMPS M., 2005, Suivi des populations d'orthoptères du site du Grand Rio comme indicateurs de gestion par le pastoralisme, Méandre de Guilly, 85p.

VOISIN JF., 1986, Une méthode simple pour caractériser l'abondance des orthoptères en milieu ouvert, *l'Entomologiste* 42 (2) p. 113-119, 7p.

GOVAERE A., décembre 2014, Suivi faunistique et floristique de la Basse Vallée de la Slack, Bilan des 5 années de suivi (2010-2014), Biotope pour le Parc Naturel Régional des Caps et Marais d'Opale, 105p.

DUFOUR M., LEBRUN J., 2014, Etude préliminaire et propositions méthodologiques pour la mise en œuvre d'un indicateur Orthoptères, Projet SeinO et suivis sur les sites du conservatoire d'espaces naturels de Picardie, CEN Picardie, 66p. + annexes.

NAGY A., SOLYMOS P., RACZ IA., 2007, A test on the effectiveness and selectivity of three sampling methods frequently used in orthopterological field studies, *Entomologica Fennica* vol.18, p. 149-159, 10p.

Collectif RhoMéo, Février 2014, La boîte à outils de suivi des zones humides du bassin Rhône-Méditerranée, Conservatoire d'espaces naturels de Savoie, 147 p. + annexes, version 1

RELEVES DES COUPLES NICHEURS DE VANNEAU HUPPE (*VANELLUS VANELLUUS*)

Fiche protocole D

Fiches indicateurs 8

Fiches analyses h

Description et principes du protocole

L'objectif de la mise en place de ce protocole est d'estimer le nombre de couples nicheurs de vanneaux huppés de la zone humide de façon la plus simple et la moins dérangeante possible pour l'espèce.

Méthode de mise en place

La méthodologie employée consiste à réaliser trois passages par site d'étude (tronçon), d'une durée d'environ 3h chacun, espacés d'au moins deux semaines chacun. Les prospections doivent être réalisées de préférence tôt le matin, et dans des conditions favorables (éviter la pluie, le brouillard et le vent trop fort).

Un vanneau huppé est considéré comme nicheur lorsque sa présence régulière au même endroit est avérée et avec au minimum une observation d'un oiseau en position de couveur sur ce qui semble être un nid (TRIPLET *et al.*, 2004). La position des Vanneaux est notée sur carte, qu'ils se situent en prairie ou en culture. (KASSAS M., 2014)

Le recensement doit être effectué trois fois par an, la première fois durant la première quinzaine d'avril la deuxième fois au mois de mai et la troisième fois début juin, ce qui correspond aux périodes les plus pertinentes pour le recensement des vanneaux nicheurs. Il ne faut pas effectuer les recensements trop tôt dans la saison pour limiter le risque de sous-évaluation des effectifs (GUERET *et al.*, 2007).

L'évaluation précise de l'effectif nicheur sur une zone un peu vaste est très difficile. En effet, plusieurs facteurs compliquent le comptage des individus : étalement des nicheurs dans le temps, présence de pontes de remplacement, oiseaux non nicheurs, polygamie ou célibat, mobilité des familles. Ce dénombrement précis nécessiterait une étude lourde



Vanneau huppé © J. Coatmeur (source : Corif)

durant toute la période de reproduction, avec des moyens difficiles à mettre en œuvre.

On utilisera donc une autre méthode plus simple permettant d'avoir une indication sur les effectifs nicheurs, et moyennant un suivi annuel, permettant également de renseigner sur l'évolution démographique de la population (ONCFS).

Estimation du nombre de couples : lors de chacune des visites annuelles, des observations de chaque site sont réalisées à la longue vue ou aux jumelles afin de repérer les oiseaux présents. Le choix de l'emplacement doit permettre de visualiser au mieux la parcelle (point haut par exemple).

Lorsque des vanneaux sont observés, les oiseaux sont classés dans les catégories suivantes :

- a) Nicheur certain : oiseau couvant ou accompagné de poussins
- b) Nicheur probable : oiseau alarmant ou attaquant des prédateurs potentiels
- c) Nicheur possible : oiseau manifestant des comportements nuptiaux (parades, défense territoriale, etc.) et ne faisant pas partie d'un groupe cohérent.

Si des oiseaux ont des comportements nuptiaux mais font partie d'un groupe cohérent (se déplaçant ensemble de façon coordonnée par exemple), notamment lors de la première visite, ils ne sont pas comptabilisés (il peut s'agir de migrateurs tardifs ou

d'oiseaux qui ne sont pas encore installés pour nicher). Les individus sont localisés sur une carte en distinguant les oiseaux couveurs.

On calcule par la suite le nombre estimé de couples nicheurs, qui correspond à la somme des nombres de couples nicheurs certains et probables. Cette estimation est établie à partir des résultats de l'ensemble des visites, et est égale ou supérieure à l'estimation la plus élevée (ONCFS).

On peut également donner la fourchette correspondant, pour le minimum, à l'effectif minimum des couples certains et pour le maximum, au maximum des couples (certains + incertains) (GUERET *et al.*, 2007).

➤ *Données collectées sur la fiche de terrain*

La fiche de terrain comprend des informations générales sur le nom de l'observateur, la date, les heures de début et fin, ainsi que le secteur concerné, la commune, etc.

Elle permet également de renseigner les conditions météo (vent et couverture nuageuse) ainsi que les éléments de contexte (fragmentation, gestion agricoles, hauteur de végétation, recouvrement en eau, etc.).

Elle est accompagnée d'une carte (dont le numéro est noté sur la fiche terrain) où la position des oiseaux

En plus du nombre d'oiseaux, la surface de la zone prospectée et la nature des milieux doit également être relevée, et notamment ce qui concerne l'humidité de la prairie (mésophile, mésohygrophile, hygrophile) et la gestion visible (fauche, pâturage, etc.) (ONCFS).

Enfin, une analyse de la fragmentation du paysage est également réalisée, à la fois en notant les éléments remarquables sur le terrain (fossés, haies, éléments linéaires, boisements, etc.) et en réalisant cette analyse grâce à un système d'information géographique. De même, les résultats obtenus sont également à mettre en relation avec les pratiques agricoles menées (fauche, pâturage, chargement, etc.) (KASSAS M., 2014).

observés est notée par un chiffre ou par une combinaison chiffre + lettre qui représente l'identifiant de l'oiseau (ou du couple).

Chaque identifiant de couple de vanneau huppé est également associé à une lettre qui correspond aux différentes catégories en fonction de leur comportement (nicheur certain, probable, ou possible).

Enfin un espace est laissé pour les éventuelles remarques.

Représentativité des données

Les biais de cette méthode dépendent en grande partie de la pression de prospection, c'est-à-dire du nombre de passages réalisés : trois passages sur la saison semblent être le minimum. En dessous, le risque d'erreur est relativement fort. La limite la plus évidente est liée à la discrétion de l'espèce, qui peut engendrer une sous-estimation des effectifs.

Dans la mesure du possible, les relevés doivent être effectués par un même observateur au cours de la saison pour limiter les biais.

Par ailleurs le nombre de couples nicheurs est une variable présentant de fortes variations interannuelles, d'où l'intérêt de répéter ce protocole sur plusieurs années consécutives afin de limiter l'impact de ces variations et d'atténuer ce phénomène dans le cadre d'un suivi à long terme.

Enfin, une importante source de biais est liée à l'interprétation du comportement des vanneaux. En effet, le recensement ne peut fournir des résultats fiables que si les observateurs ont une bonne

connaissance de la biologie, de l'écologie et du comportement de l'espèce en période de reproduction (ONCFS).

Opérationnalité de la collecte

Compétences requises : La collecte des données ne nécessite pas de compétence particulière pour ce qui concerne la reconnaissance de l'espèce.

Durée/Coût : La durée et donc le coût de cette collecte dépendent de la méthodologie adoptée et du nombre de passages réalisés.

Coût du matériel : Le seul matériel nécessaire est le matériel d'observation (jumelles ou longue vue).

Note : Le travail peut être étendu à d'autres espèces de limicoles et d'anatidés nicheurs prairiaux (Barge à queue noire, Courlis cendrée, etc.)

Références bibliographiques

BOTTNER B., 2015, Rapport d'étude : Axe de travail 3.2, Evaluation transfrontalière des conditions actuelles. Programme européen Interreg IVa France (Manche) – Angleterre, Projet value of WORKing Wetlands – Institution d'aménagement de la Vilaine, 156p., <http://www.eptb-vilaine.fr/site/telechargement/interreg/WOW/Rapport-final_WP3-2-FR.pdf>

Patrick TRIPLET, Michel URBAN, Delphine ERLINGER, Arnaud SOURNIA, François SUEUR, 2004, Vanneau huppé *Vanellus vanellus* et élevage : résultat de dix années de suivi en basse vallée de la Somme (Somme), *Alauda* 72 (3) : p. 221-226, 6p.

Réserve Naturelle de Cousseau, SEPANSO, Réserve Naturelle d'Hourtin, ONF, 2015, Suivi des limicoles nicheurs, Lac Médocains, 10p.

GOVAERE A., décembre 2014, Suivi faunistique et floristique de la Basse Vallée de la Slack, Bilan des 5 années de suivi (2010-2014), Biotope pour le Parc Naturel Régional des Caps et Marais d'Opale, 105p.

KASSAS M., 2014, Cartographie des prairies de la Plaine Maritime Picarde et suivi de l'impact agricole sur la biodiversité, Rapport de stage, 96p.

ONCFS, Protocole de suivi des populations de Vanneaux nicheurs, 6p.

GUERET JP., SUDRAUD J., octobre 2007, Limicoles nicheurs du Marais Poitevin, synthèse de l'enquête 2005-2006, Parc Interrégional du Marais Poitevin, 46p.

Description et principes

Le principe de cet indicateur est d'évaluer le niveau d'engorgement du milieu grâce aux espèces végétales observées.

Les valeurs et graphiques permettant de résumer l'information de cet indicateur sont :

La note moyenne de l'indice par placette et la note

moyenne de l'ensemble du site, l'histogramme des valeurs des placettes (nombre de placettes par valeur de l'indice), l'histogramme des occurrences d'espèces par valeur indicatrice (nombre d'espèces par valeur indicatrice).

Méthode de calcul

➤ Calcul de l'indice

Pour chacune des espèces présentes sur un relevé, correspond un indice « F » d'Ellenberg (Ellenberg, 1988) allant de 1 à 12, issu de la base de données Baseflor (Julve, 1998). Le calcul de la moyenne de ces valeurs indicatrices par relevé, en prenant en compte (ou non) le recouvrement de chaque espèce, permet d'obtenir la valeur de l'indicateur floristique d'engorgement « He » par relevé.

$$He = \frac{\sum (rij * xi)}{\sum (rij)}$$

Avec rij l'abondance (ou le recouvrement) de l'espèce i dans le relevé j et xi la valeur indicatrice de l'espèce i.

Pour calculer cet indice à l'échelle de la parcelle, on prendra la médiane (Collectif RhoMÉO, Février 2014) ou la moyenne (Forum des Marais Atlantiques, 2015) des indices floristiques d'engorgement des relevés réalisés sur cette parcelle. L'une ou l'autre méthode peut être utilisée mais il faut s'assurer de conserver la même méthode pour pouvoir comparer les résultats. On choisira ici la moyenne pour pouvoir comparer les résultats avec ceux obtenus en Plaine Maritime Picarde.

➤ Présentation des résultats

Pour chacune des placettes, un tableau doit présenter les noms des espèces relevées, leur indice de recouvrement selon Braun-Blanquet, et leur valeur indicatrice d'engorgement « F » d'Ellenberg.

L'indice floristique d'engorgement du sol sera aussi présenté pour chaque placette, ainsi que par parcelle voire par secteur (préalablement définis).

➤ Analyse des tendances d'évolution

Le calcul de la moyenne des valeurs diagnostiques des relevés permet d'évaluer la tendance globale à l'échelle de la parcelle.

La variabilité peut également être calculée et représentée par le biais d'histogrammes. On représentera le nombre de placettes par valeur de l'indice floristique d'engorgement : pour cela des classes de valeur diagnostiques sont définies et le nombre de placettes dans chaque classe est figuré. La variabilité peut également être figurée par un histogramme des occurrences des espèces pour chaque valeur indicatrice, à l'échelle de la parcelle.

L'analyse de ces histogrammes et leur comparaison entre deux dates permet de voir si les distributions sont symétriques ou unimodales. Si c'est le cas, un test statistique d'évolution de la tendance centrale (médiane) peut être mis en place. Sinon, (par exemple s'il y a une répartition bimodale à une des deux dates), l'évolution sera basée sur le calcul d'un indice semi-statistique d'évolution et sur la comparaison de l'écart observé entre les deux dates (Collectif RhoMÉO, Février 2014).

Clé d'interprétation de la note indicatrice

La valeur de l'indice calculé a une corrélation positive avec le niveau moyen de la nappe (annuel).

Les valeurs de l'indice varient de 1 à 12 et plus la valeur de l'indice est élevée, plus le niveau moyen de la nappe est haut (proche de la surface), et plus la végétation sera caractérisée par la présence de plantes hygrophiles. La figure 1 issue de la Malette d'indicateurs de travaux et suivis en zones humides du Forum des Marais Atlantiques (2015) présente une description de l'état d'humidité du milieu en fonction de la valeur prise par cet indice.

Par ailleurs, le Collectif RhoMÉO (Février 2014) indique une médiane pour les zones humides qui varie de 3.77 (marais de plaine drainés, marais de pente) à 8.25 ou plus (tourbières à sphaignes non altérées) sans tenir compte du recouvrement des espèces et entre 3.46 et 8.902 si on prend en compte ce recouvrement. Il faut noter cependant que l'indice utilisé par RhoMÉO ne varie qu'entre 1 et 10 contre 1 et 12 pour l'indice F d'Ellenberg que nous utilisons ici. Cependant ces valeurs devraient être utilisables puisqu'en pratique les indices relevés dépasseront rarement la valeur de 9, les valeurs supérieures correspondant plus à des sites en eaux de façon permanente ou quasi-permanente. Cet indicateur permet d'estimer le niveau d'humidité de la prairie

Indice F	Valeur	Exemples d'espèces
1	Indicateur de sécheresse extrême, réservé aux sols souvent à sec pendant un certain temps	<i>Corynephorus canescens</i>
2	Entre 1 et 3	<i>Clinopodium acinos</i> , <i>Saxifraga tridactylites</i> , <i>Sedum acre</i>
3	Indicateur de sites secs, plus souvent trouvé sur la terre ferme que dans les endroits humides	<i>Asplenium trichomanes</i> , <i>Centaurea scabiosa</i> , <i>Spergularia rubra</i>
4	Entre 3 et 5	<i>Arctium minus</i> , <i>Helictotrichon pratense</i> , <i>Iris foetidissima</i>
5	Indicateur de site humide, principalement sur les sols frais d'humidité moyenne	<i>Anthriscus sylvestris</i> , <i>Euphorbia amygdaloides</i> , <i>Hyacinthoides nonscripta</i> , <i>Solanum nigrum</i>
6	Entre 5 et 7	<i>Agrostis stolonifera</i> , <i>Rumex crispus</i>
7	Indicateur d'humidité, principalement ou constamment sur sol humide ou peu mouillé mais pas sur sol très humide	<i>Carex ovalis</i> , <i>Dactylorhiza maculata</i> , <i>Pulicaria dysenterica</i> , <i>Ranunculus repens</i>
8	Entre 7 et 9	<i>Cardamine pratensis</i> , <i>Equisetum telmateia</i> , <i>Phalaris arundinacea</i> , <i>Schoenus nigriscans</i>
9	Indicateur de site humide, souvent dans des eaux saturées et des sols mal aérés	<i>Myosotis scorpioides</i> , <i>Viola palustris</i>
10	Indicateurs de sites en eaux peu profondes qui peuvent ne pas être en eau stagnante pendant de longues périodes	<i>Alisma plantago-aquatica</i> , <i>Ranunculus lingua</i> , <i>Typha latifolia</i>
11	Plante à racine sous-marine, mais avec une partie aérienne ou plante flottante à la surface	<i>Lemna minor</i> , <i>Nuphar lutea</i> , <i>Sagittaria sagittifolia</i> , <i>Schoenoplectus lacustris</i>
12	Plante submergée, en permanence ou presque constamment sous l'eau	<i>Potamogeton crispus</i> , <i>Ranunculus circinatus</i>

Figure 1: Référentiel Ellenberg pour l'indice "F" (source : Forum des marais atlantiques), adapté aux espèces présentes dans la Somme.

selon les relevés du couvert végétal, qui est impacté par de nombreux facteurs, comme une intensification des pratiques agricoles, par exemple (notamment pour les espèces sensibles). Il est donc important de coupler l'analyse de cet indice à une observation du sol, avant de conclure sur des modifications du niveau d'humidité du milieu.

En effet, les végétaux caractéristiques d'une zone humide (valeur indicatrice d'Ellenberg élevée) sont généralement moins tolérants aux modifications du milieu. A l'inverse, les espèces plus tolérantes aux pratiques agricoles sont aussi celles présentes dans des milieux moins humides et font donc diminuer la valeur de l'indicateur.

Le fait de croiser cet indicateur avec la pédologie du sol permet donc de savoir si l'évolution de l'indice vient d'une différence d'humidité dans la parcelle (création de fossés, drainage, etc.) ou à un changement des pratiques agricoles (surpâturage, herbicides, insecticides, etc.) (KASSAS M., 2014).

➤ *Trois méthodes d'analyse de la significativité de l'écart observé entre deux dates*

Pour un suivi dans le temps, il faudra s'assurer que les calculs sont effectués sur les mêmes couples de placettes.

Trois méthodes permettent d'analyser la significativité de l'écart observé entre deux dates :

- 1) La comparaison de l'écart observé avec l'erreur moyenne à l'échelle d'un site, estimée à 0.3 en présence/absence et 0.4 avec prise en compte du recouvrement des espèces. Pour être significatif, l'écart observé doit être supérieur à cette erreur moyenne
- 2) Le calcul de l'écart global entre les occurrences observées et les occurrences attendues (calcul du

coefficient V de Cramer) (Collectif RhoMéo, Février 2014). Pour être significatif, ce coefficient, qui varie de 0 à 1, doit être supérieur à 0.1.

- 3) La comparaison statistique des valeurs des placettes avec le test non paramétrique des rangs de Wilcoxon : pour être significatif, la statistique du test doit être inférieure à des valeurs seuils données dans des tables.

L'évolution d'un site est considérée probante lorsqu'au moins deux de ces trois méthodes donnent des résultats significatifs.

➤ *Limites*

Certaines pratiques agricoles intensives (surpâturage, herbicides anti-dicotylédones) peuvent entraîner des modifications du cortège végétal et limiter la présence d'espèces hygrophiles et donc impacter les résultats du calcul de l'indice. Il est donc intéressant de mettre en

relation les informations sur le degré d'humidité fournies par le calcul de l'indice d'engorgement floristique avec la pédologie qui permet également de renseigner sur l'état d'humidité et l'engorgement du milieu (Kassas, 2014).

Références bibliographiques

Forum des Marais Atlantiques, 2015. Malette d'indicateurs de travaux et de suivis en zones humides. Agence de l'eau Loire-Bretagne et Conseil régional des Pays de la Loire, 189 p.

KASSAS M., 2014, Cartographie des prairies de la Plaine Maritime Picarde et suivi de l'impact agricole sur la biodiversité, Rapport de stage, 96p.

Collectif RhoMéo, Février 2014, La boîte à outils de suivi des zones humides du bassin Rhône-Méditerranée, Conservatoire d'espaces naturels de Savoie, 147 p. + annexes, version 1.

ELLENBERG H., 1988, Vegetation ecology of Central Europe. Cambridge: Cambridge University Press.

JULVE P., 1998, Baseflor, index botanique, écologique et chronologique de la flore de France, <<http://philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm>>

Description et principes

Le principe de cet indicateur est d'évaluer le niveau de fertilité du sol grâce aux espèces végétales observées.

Les valeurs et graphiques permettant de résumer l'information de cet indicateur sont :

La valeur indicatrice par placette et la note moyenne de l'ensemble du site.

L'histogramme des valeurs des placettes (nombre de placettes par valeur de l'indice).

L'histogramme des occurrences d'espèces par valeur indicatrice (nombre d'espèces par valeur indicatrice).

Méthode de calcul

➤ Calcul de l'indice

Pour chacune des espèces présentes sur un relevé, correspond un indice « N » d'Ellenberg (Ellenberg, 1988) allant de 1 à 9, issu de la base de données Baseflor (Julve, 1998). Le calcul de la moyenne de ces valeurs indicatrices par relevé, en prenant en compte (ou non) le recouvrement de chaque espèce, permet d'obtenir la valeur de l'indicateur floristique d'engorgement « Ht » par relevé.

$$Ht = \frac{\sum (rij * xi)}{\sum (rij)}$$

Avec rij est l'abondance (ou recouvrement) de l'espèce i dans le relevé j et xi la valeur indicatrice de l'espèce i.

Pour calculer cet indice à l'échelle de la parcelle, on prendra la médiane (Collectif RhoMéO, Février 2014) ou la moyenne (Forum de Marais Atlantiques, 2015) des indices floristiques d'engorgement des relevés réalisés sur cette parcelle. L'une ou l'autre méthode peut être utilisée mais il faut s'assurer de conserver la même méthode pour pouvoir comparer les résultats. On choisira ici la moyenne pour pouvoir comparer les résultats avec ceux obtenus en Plaine Maritime Picarde.

➤ Présentation des résultats

Pour chacune des placettes, un tableau doit présenter les noms des espèces relevées, leur indice de recouvrement selon Braun-Blanquet, et leur valeur indicatrice de fertilité « N » d'Ellenberg.

L'indice floristique de fertilité du sol sera aussi présenté pour chaque placette, ainsi que par parcelle, voire par secteur (préalablement définis).

➤ Analyse des tendances d'évolution

Le calcul de la moyenne des valeurs diagnostiques des relevés permet d'évaluer la tendance globale à l'échelle de la parcelle.

La variabilité peut également être calculée et représentée par le biais d'histogrammes. On représentera le nombre de placettes par valeur de l'indice floristique de fertilité : pour cela, des classes de valeurs diagnostiques sont définies et le nombre de placettes dans chaque classe est figuré. La variabilité peut également être figurée par un histogramme des occurrences pour chaque valeur indicatrice, à l'échelle de la parcelle.

L'analyse de ces histogrammes et leur comparaison entre deux dates permet de voir si les distributions sont symétriques ou unimodales. Si c'est le cas, un test statistique d'évolution de la tendance centrale (médiane) peut être mis en place. Sinon, (par exemple s'il y a une répartition bimodale à une des deux dates), l'évolution sera basée sur le calcul d'un indice semi-statistique d'évolution et sur la comparaison de l'écart observé entre les deux dates (Collectif RhoMéO, Février 2014).

Clé d'interprétation de la note indicatrice

La valeur de l'indice calculé a une corrélation positive avec la disponibilité en nutriments dans le sol. Les valeurs de l'indice varient de 1 à 9 et plus la valeur de l'indice est élevée, plus le milieu est fertile (riche en azote), et plus la végétation sera caractéristique de sols très riches en nitrates. La figure 1 issue de la Malette d'indicateurs de travaux et suivis en zones humides du Forum des Marais Atlantiques (2015) présente une description de l'état de disponibilité en azote du milieu en fonction de la valeur prise par cet indice.

Indice F	Valeur	Exemples d'espèces
1	Indicateur de site extrêmement non fertile	<i>Agrostis curtisii</i> , <i>Clinopodium acinos</i> , <i>Drosera rotundifolia</i> , <i>Rubus chamaemorus</i>
2	Entre 1 et 3	<i>Aira praecox</i> , <i>Carex panicea</i> , <i>Linum catharticum</i> , <i>Scabiosa columbaria</i>
3	Indicateur de site plus ou moins fertile	<i>Centaurea scabiosa</i> , <i>Galium saxatile</i> , <i>Pimpinella saxifraga</i> , <i>Teucrium scorodonia</i>
4	Entre 3 et 5	<i>Agrostis capillaris</i> , <i>Cirsium palustre</i> , <i>Plantago lanceolata</i> , <i>Primula vulgaris</i>
5	Indicateur de site à fertilité intermédiaire	<i>Angelica sylvestris</i> , <i>Digitalis purpurea</i> , <i>Iris foetidissima</i> , <i>Trifolium pratense</i>
6	Entre 5 et 7	<i>Cirsium arvense</i> , <i>Glyceria fluitans</i> , <i>Poa trivialis</i> , <i>Rumex crispus</i>
7	Plantes souvent trouvées dans des endroits très fertiles	<i>Atriplex prostrata</i> , <i>Epilobium hirsutum</i> , <i>Stellaria media</i> , <i>Typha latifolia</i>
8	Entre 7 et 9	<i>Beta vulgaris</i> , <i>Galium aparine</i> , <i>Lamium album</i> , <i>Urtica dioica</i>
9	Indicateur de sols très riches en nitrate, tel que les lieux de pâtures ou près des rivières polluées	<i>Arctium lappa</i> , <i>Artemisia absinthium</i> , <i>Hyoscyamus niger</i> , <i>Rumex obtusifolius</i>

Figure 1: Référentiel Ellenberg pour l'indice "N" (source : Forum des marais atlantiques).

Cet indicateur permet d'estimer le niveau de fertilité de la prairie selon les relevés du couvert végétal. Cependant cette fertilité peut être naturelle ou anthropique. Il sera donc important de croiser les résultats obtenus par cet indicateur

avec les pratiques agricoles, notamment le chargement des prairies et l'apport d'engrais (KASSAS M., 2014). Ceci permettra de savoir si l'évolution de l'indice vient de d'une différence de disponibilité en azote liée à un changement des pratiques agricoles.

➤ Trois méthodes d'analyse de la significativité de l'écart observé entre deux dates

Pour un suivi dans le temps, il faudra s'assurer que les calculs sont effectués sur les mêmes couples de placettes.

Trois méthodes permettent d'analyser la significativité de l'écart observé entre deux dates :

- 1) La comparaison de l'écart observé avec l'erreur moyenne à l'échelle d'un site, estimé à 0.2. Pour être significatif, l'écart observé doit être supérieur à l'erreur moyenne.
- 2) Le calcul de l'écart global entre les occurrences observées et les occurrences attendues (calcul du coefficient V de Cramer) (Collectif RhoMÉO,

Février 2014). Pour être significatif, ce coefficient, qui varie de 0 à 1, doit être supérieur à 0.1.

- 3) La comparaison statistique des valeurs des placettes avec le test non paramétrique des rangs de Wilcoxon : pour être significatif, la statistique du test doit être inférieure à des valeurs seuils données dans des tables. L'évolution d'un site est considérée probante lorsqu'au moins deux de ces trois méthodes donnent des résultats significatifs.

Références bibliographiques

Forum des Marais Atlantiques, 2015, Malette d'indicateurs de travaux et de suivis en zones humides. Agence de l'eau Loire-Bretagne et Conseil régional des Pays de la Loire, 189 p.

KASSAS M., 2014, Cartographie des prairies de la Plaine Maritime Picarde et suivi de l'impact agricole sur la biodiversité, Rapport de stage, 96p.

Collectif RhoMÉO, Février 2014, La boîte à outils de suivi des zones humides du bassin Rhône-Méditerranée, Conservatoire d'espaces naturels de Savoie, 147 p. + annexes, version 1

ELLENBERG H., 1988, Vegetation ecology of Central Europe. Cambridge: Cambridge University Press.

JULVE P., 1998, Baseflor, index botanique, écologique et chronologique de la flore de France, <<http://philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm>>

INDICE DE DIVERSITE FLORISTIQUE

Fiche analyse c

Fiche indicateur 3

Fiche protocole A

Description et principes

Le calcul de ces indicateurs, la comparaison des valeurs entre les différents sites, ainsi que le suivi de leur évolution dans le temps permettent de renseigner sur l'état de la diversité floristique des sites échantillonnés et de mettre en relation ces résultats

avec les pratiques agricoles afin d'identifier un type de gestion permettant de conserver un « bon état » écologique des prairies, par rapport à une référence.

Méthode de calcul

➤ *Richesse spécifique*

La richesse spécifique correspond au nombre d'espèces différentes relevées sur un site.

➤ *Indice de diversité de Hill*

$$\text{Hill} = \frac{1}{D} / e^{H'}$$

Avec D l'indice de Simpson et H' l'indice de Shannon-Weaver.

Le terme $1/D$ permet une mesure du nombre effectif d'individus très abondants. $e^{H'}$ va permettre de mesurer le nombre effectif d'individus abondants et des espèces rares.

➤ *Indice d'équitabilité de Piélou*

L'indice d'équitabilité de Piélou traduit le degré de diversité atteint par rapport à un maximum théorique. Il permet de normaliser l'indice de Shannon-Weaver et donc de pouvoir faire des comparaisons entre zones de catégories différentes.

$$R = \frac{H'}{H'_{\max}} = \frac{H'}{\log_2(S)}$$

Avec H' l'indice de Shannon-Weaver, H'_{\max} la diversité maximale ou l'équifréquence, et S la richesse spécifique.

➤ *Présentation des résultats*

Les résultats seront présentés sous forme de tableaux regroupant les espèces relevées et leur abondance (recouvrement en pourcentage). La liste des espèces patrimoniales sera également jointe à ce tableau. La valeur des indices sera présentée par relevé.

Clé d'interprétation de la note indicatrice

➤ *Richesse spécifique*

La richesse spécifique rend compte de la diversité de la flore, c'est-à-dire du nombre de taxons différents relevés, sans notion d'abondance des espèces. Elle n'implique aucun jugement de valeur sur la production de la végétation, elle est indépendante de la richesse de la végétation.

La flore de la station est celle de l'aire minimale, qui est généralement de 25 m² pour les prairies permanentes. La flore de la prairie peut être qualifiée différemment selon le nombre d'espèces relevées dans cette aire minimale : flore raréfiée (moins de 5 espèces), très pauvre (de 6 à 10 espèces), pauvre (de 11 à 20 espèces), moyenne (21 à 30 espèces), assez riche (31 à 40 espèces), riche (41 à 50 espèces), très riche (51 à 75 espèces) et exceptionnellement riche lorsqu'il y a plus de 75 espèces (DAGET *et al.*, 2010).

➤ *Indice de Hill*

L'indice de Hill intègre dans son calcul à la fois l'indice de Shannon et l'indice de Simpson, il permet donc de prendre ces deux indices en compte. Plus la valeur de l'indice de Hill se rapproche de 1 et plus la diversité est faible.

Indice de Shannon-Weaver: L'indice de Shannon est minimal lorsque tous les individus appartiennent à la même espèce ou si chaque espèce est représentée par

un petit nombre d'individus, sauf une espèce représentée par tous les autres individus. L'indice est maximal lorsque tous les individus sont répartis de façon égale sur toutes les espèces. Cet indice prend en compte à la fois le nombre d'espèces et leur abondance relative dans les relevés. Il est sensible aux variations d'importances des espèces les plus rares (contrairement à l'indice de Simpson qui est sensible aux variations d'importances des espèces les plus abondantes).

L'indice de Shannon permet d'exprimer la diversité en prenant en compte le nombre d'espèces et l'abondance des individus au sein de chacune des espèces. De cette façon, une communauté dominée par une seule espèce aura un coefficient plus faible qu'une communauté où toutes les espèces ont la même abondance. La valeur de cet indice varie de 0 (une seule espèce ou une espèce très dominante par rapport aux autres) à $\log S$ (S étant le nombre total d'espèces) lorsque toutes les espèces ont la même abondance. L'analyse croisée de ces résultats avec les pratiques agricoles (chargement des prairies, fauche, fertilisation, etc.) permettra de mettre en évidence les effets des pratiques agricoles sur la diversité du cortège végétal. Il peut également être intéressant de mettre en relation ces résultats avec l'humidité du milieu.

Indice de Simpson :

Cet indice prend en compte la fréquence mesurée des espèces et accorde donc plus d'importance aux espèces les plus fréquentes qu'à la richesse spécifique totale. La diversité spécifique est la plus élevée quand l'indice de Simpson est le plus faible. Des calculs de ces indices seront également réalisés sur des parcelles témoins afin de permettre la comparaison des valeurs obtenues avec celle calculées sur les témoins.

➤ *Indice de Piélou*

Cet indice traduit le degré de diversité atteint par rapport à un maximum théorique. Il est complémentaire aux indices de diversité et ne prend pas en compte la richesse floristique mais donne des informations sur la façon dont cette richesse est répartie : il est maximal lorsque tous les individus sont répartis équitablement entre les espèces présentes (toutes les espèces ont des abondances identiques), et minimal lorsqu'une espèce domine le peuplement.

Les résultats obtenus par l'exploitation de ces différents indices seront croisés avec les pratiques agricoles menées (chargement, fauche, fertilisation, etc.) pour évaluer l'effet de ces pratiques sur la diversité des espèces végétales. Il serait également intéressant de croiser ces données avec des informations sur le niveau hydrique des prairies.

➤ *Limites*

Ces indices ne rendent pas forcément compte de la réalité : en effet ils sont calculés sur la base d'échantillons qui ne représentent pas toujours la réalité de la communauté végétale. Notamment, la richesse spécifique, correspondant au nombre total d'espèces observées, est généralement inférieure à la richesse spécifique réelle (MAGURRAN *et al.*, 2011).

Par ailleurs les scientifiques ne sont pas d'accord en ce qui concerne le choix de l'utilisation de tel ou tel indice de diversité. Il faut garder à l'esprit que ces indices donnent un ordre d'idée de la diversité floristique des prairies et il peut être intéressant de comparer les valeurs et l'évolution de ces indices avant de conclure sur l'impact des pratiques agricoles sur la diversité floristique des prairies (KASSAS, 2014).

Références bibliographiques

KASSAS M., 2014, Cartographie des prairies de la Plaine Maritime Picarde et suivi de l'impact agricole sur la biodiversité, Rapport de stage, 96p.

DAGET P., POISSONET J., 2010, Prairies et pâturages : méthodes d'étude de terrain et interprétation, 955p.

MAGURRAN A.E., MCGILL B.J., 2011, Biological diversity, frontiers in measurement and assessment, 345p., Chapitre 5 : « Measurement of species diversity », p.55-64.

Description et principes

Le calcul de l'indice de valeur pastorale repose sur la valeur nutritionnelle des espèces, donnée par la base de données de Daget *et al.* dans l'ouvrage Prairies et pâturages (2010) ou par la base de données e-FLORAsys de Plantureux (Bottner, 2015).

Méthode de calcul

Pour chaque relevé de végétation, la valeur pastorale est calculée, puis une moyenne de cette valeur pastorale est calculée pour l'ensemble de la prairie.

➤ Calcul de la valeur pastorale

La valeur pastorale sera calculée de la façon suivante :

$$VP = \text{Moyenne} [\sum ((C_{si} * I_{si}) * 0,1)]$$

Avec la C_{si} contribution spécifique de l'espèce i , c'est-à-dire le recouvrement, et I_{si} l'indice spécifique de l'espèce i , prenant des valeurs entre 0 et 10 définies par Daget *et al.* en 2010, dans l'ouvrage Prairies et pâturages (Kassas, 2014).

Lorsque la valeur pastorale de l'espèce n'est pas renseignée ni dans la base de Daget *et al.*, ni dans la base e-FLORAsys, la note attribuée est une moyenne des espèces du même genre (ou la note maximale lorsque la valeur pastorale est inférieure à 2) (Kassas, 2014).

➤ Présentation des résultats

Les résultats seront présentés sous la forme d'un tableau regroupant la liste des espèces identifiées, leur pourcentage de recouvrement C_{si} (contribution spécifique) ainsi que l'indice de qualité spécifique I_{si} associé à chaque taxon. Chaque relevé aura un tableau correspondant et une valeur pastorale.

Clé d'interprétation de la note indicatrice

La valeur de la valeur pastorale telle que calculée comme indiquée plus haut varie de 0 à 100.

Plus elle est importante, plus la qualité fourragère de la prairie est bonne. Ces résultats seront à croiser avec les pratiques agricoles menées sur ces prairies.

➤ Limites

Cette méthode d'évaluation de la valeur pastorale présente certaines limites. La valeur utilisée est une note théorique qui ne prend pas en compte des variations locales liées aux conditions du milieu et au cycle phénologique des espèces, c'est pourquoi il faut autant que possible réaliser les relevés sur un laps de temps assez court correspondant à l'optimum de végétation.

Par ailleurs, ces indices de qualité spécifique ont un caractère subjectif puisqu'ils ont été établis « de façon plus ou moins empirique » par Daget et Poissonnet (2010). Cette méthode ne prend pas en compte les types d'animaux et les modalités de pâturage, et ne prend pas en compte les plantes dont la valeur vaut 0 même si celles-ci peuvent être consommées par les animaux.

Exemple d'application

Des exemples d'application en Plaine Maritime Picarde ont pu montrer que les valeurs pastorales les plus faibles correspondent à des prairies mésohygrophiles à forte productivité alors que les valeurs les plus fortes correspondent à des végétations de gazons amphibies où des espèces d'intérêt patrimonial sont présentes.

Les valeurs fourragères les plus élevées correspondaient à des communautés mésohygrophiles à trèfle rampant et renoncule rampante, en raison notamment de la dominance de graminées fourragères (Kassas, 2014).

Références bibliographiques

BOTTNER B., 2015, Rapport d'étude : Axe de travail 3.2, Evaluation transfrontalière des conditions actuelles. Programme européen Interreg IVa France (Manche) – Angleterre, Projet value of WORking Wetlands – Institution d'aménagement de la Vilaine, 156p. Fiche de synthèse WP3.2 : Valeurs fourragères et valeurs écologiques floristiques des prairies de la Plaine maritime picarde <http://www.eptb-vilaine.fr/site/telechargement/interreg/WOW/Rapport-final_WP3-2-FR.pdf>

KASSAS M., 2014, Cartographie des prairies de la Plaine Maritime Picarde et suivi de l'impact agricole sur la biodiversité, Rapport de stage, 96p.

DAGET P., POISSONET J., 2010, Prairies et pâturages : méthodes d'étude de terrain et interprétation, 955p., p.910-923

PLANTUREUX S., 1996, FLORA-sys : système informatique de gestion et d'aide à l'interprétation des relevés floristiques.

Description et principes

Les objectifs pour cet indicateur sont de classer les espèces de graminées présentes sur la parcelle dans les groupes fonctionnels de la typologie utilisée dans l'outil Herb'type© (DURU *et al.*, 2010), d'analyser la définition et les proportions de chaque type recensé afin de déterminer les fonctionnalités de la végétation pour l'activité d'élevage, ainsi que l'impact des pratiques agricoles sur le couvert de graminées.

Méthode de calcul

Le pourcentage de recouvrement de chaque type fonctionnel sera calculé par somme des pourcentages de recouvrement des espèces appartenant à chaque type.

➤ Présentation des résultats

Les résultats seront présentés sous forme d'un tableau pour chaque relevé regroupant la liste de toutes les espèces végétales identifiées, ainsi que le pourcentage de recouvrement de chaque espèces, et, pour les graminées, le code du groupe fonctionnel correspondant (A, B, b, C, D ou E). Le pourcentage de présence de chaque type fonctionnel pourra être représenté à l'aide d'un graphique.

Une moyenne globale à l'échelle de la parcelle sera aussi représentée.

Clé d'interprétation de la note indicatrice

La composition d'une parcelle en proportion des différents types fonctionnels permet de renseigner sur sa qualité fourragère potentielle, ainsi que sur la réponse de la végétation aux pratiques agricoles.

L'interprétation de chacun des types, extraite de la publication de CRUZ *et al.* en 2010 permet d'obtenir des informations sur les caractéristiques de la parcelle :

Type A : Espèces de milieux fertiles (faible teneur en matière sèche des feuilles, forte surface spécifique foliaire), plutôt de petite taille, de phénologie très précoce et une durée de vie des feuilles courte. Elles sont donc aptes à être pâturées précocement et fréquemment. Les espèces types sont : *Lolium perenne*, *Alopecurus pratensis*, *Holcus lanatus*.

Type B : Espèces de milieux fertiles (faible teneur en matière sèche des feuilles, forte surface spécifique foliaire), d'assez grande taille, présentant une phénologie moyennement précoce et une durée de vie des feuilles plus longue que le type A. Ces espèces sont aptes à une fauche assez précoce, de qualité, mais leur capacité à accumuler de la biomasse sur pied leur procure une certaine souplesse d'exploitation en fauche tardive lorsque c'est la quantité qui est privilégiée. Les espèces types sont *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea*, *Arrhenatherum elatius*.

Type b : Espèces préférant des milieux relativement fertiles mais se différenciant des deux groupes précédents par leur phénologie tardive. Il s'agit souvent d'espèces subordonnées de prés de fauche ou d'espèces permettant un pâturage plus estival. Les espèces types sont *Trisetum flavescens*, *Agrostis capillaris*, *Phleum pratense*.

Type C : Espèces de petite taille, typiques de pacages maigres (forte teneur en matière sèche des feuilles et faible surface spécifique foliaire), peu adaptées aux pratiques de fauche tant pour leurs caractéristiques de faible production que par les surfaces qu'elles

occupent. Il s'agit d'espèces ayant une résistance à la cassure faible, ce qui leur confère une assez bonne valeur fourragère au stade végétatif. Leur phénologie est assez précoce par rapport aux types fonctionnels de plantes de type conservation. Les espèces types sont *Festuca rubra*, *Cynosurus cristatus*, *Briza media*.

Type D (et d): (D) Espèces de taille moyenne, très tardives et typiques des estives ou parcours peu fertiles et peu utilisés. Leur grande résistance à la cassure est un indicateur de leur faible valeur fourragère. Les espèces types sont *Brachypodium pinnatum* *Helictotrichon sulcatum*. (d) Espèces de taille assez grande et très tardives, rencontrées dans des sols peu riches. Elles présentent la plus longue durée de vie des feuilles. Compte tenu des similitudes dans leur valeur d'usage et leur qualité fourragère médiocre, les types D et d sont confondus dans le seul type D. Les espèces types sont *Deschampsia cespitosa*, *Molinia coerulea*.

Type E: Espèces annuelles, précoces.

La représentativité de chaque type en termes de pourcentage de recouvrement sur le relevé et le croisement de ces résultats avec d'autres indicateurs (indices floristiques d'engorgement et de fertilité du sol, valeur pastorale) permet de conclure sur les fonctionnalités du couvert de graminées (KASSAS, 2014).

Lorsqu'un type fonctionnel représente plus de 66% de l'ensemble des graminées, la prairie est considérée du même type que ce type dominant.

Si le type fonctionnel dominant a une proportion inférieure à 66% et que d'autres types participent à l'ensemble des graminées dans une proportion d'au moins 20%, on cite les types dans l'ordre décroissant (exemple : Type Bb si la prairie contient des graminées de type A à 9%, de type B à 47%, de type b à 31% et de type C à 13%)(CRUZ *et al.*, 2010).

Références bibliographiques

KASSAS M., 2014, Cartographie des prairies de la Plaine Maritime Picarde et suivi de l'impact agricole sur la biodiversité, Rapport de stage, 96p.

CRUZ P., THEAU J-P., LECLoux E., JOUANY C., DURU M., 2010, Typologie fonctionnelle de graminées fourragères pérennes : une classification multitraits, Fourrages 201, p11-17, 7p.

DURU M., CRUZ P., JOUANY C., THEAU J-P., 2010, Herb'type© : un nouvel outil pour évaluer les services de production fournis par les prairies permanentes, INRA Prod. Anim., 23 (4), p319-332, 14p.

Description et principes

L'utilisation des aires de présence des espèces patrimoniales, représentant non un effectif, mais une surface où l'espèce est présente, permet de comparer la répartition des espèces sur un même site, de façon interannuelle.

Méthode de calcul

➤ Présentation des résultats

A partir des relevés GPS réalisés sur le terrain, une cartographie des aires de présence sera réalisée grâce aux SIG. Pour les aires de présence dont la superficie est inférieure à 20m², la représentation s'effectue par un point situé au centre de l'aire (correspondant aux coordonnées du point GPS). Pour les aires de présence dont la superficie est supérieure à 20m², la représentation s'effectue en reliant les points GPS relevés sur les contours de l'aire de présence. Les polygones créés ne doivent pas comporter d'indentations ni encoches entre les points. Si les effectifs des espèces ont été relevés, ceux-ci sont associés au polygone dans la table attributaire. La superficie (en m²) de chaque polygone est calculée sous SIG et chaque point est affecté d'un chiffre

Clé d'interprétation de la note indicatrice

Cet indicateur est particulièrement adapté pour un suivi des aires de présence dans le temps et de leur évolution d'une année sur l'autre. Ainsi la zone de prospection correspond à la surface présentant les conditions écologiques favorables à l'espèce, et englobant les aires de présence déjà recensées. Ceci permet d'identifier l'apparition de nouvelles aires de présence, ou au contraire la régression d'aires déjà connues.

Références bibliographiques

Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national, 2011, Protocole de suivi des plantes vasculaires inscrites au titre de la Directive Habitat-Faune-Flore du Nord-Ouest de la France, Déclinaison pour les plantes présentes en Picardie, Proposition de déclinaison à l'échelle du territoire d'agrément du CBNBI, version 1.2, 4p.

correspondant à des classes de superficie du polygone qu'il constitue.

La carte obtenue permet ainsi de matérialiser, sur orthophoto, les polygones correspondant aux aires de présence, ainsi que les points GPS affectés de la couleur correspondant à la classe de taille de l'aire de présence.

Classe de taille de l'Aire de Présence	1	2	3	4	5	6
Surface	0-1m ²	1- 5 m ²	5-20m ²	20-50m ²	50-100 m ²	>100m ²

Figure 1: Classes de tailles de l'aire de présence (source : CBNBI)

➤ Limites

La principale limite de cet indicateur correspond au risque de ne pas détecter certains pieds des espèces patrimoniales suivies. Par ailleurs, cet indicateur n'est adapté que si des espèces patrimoniales sont effectivement présentes. Enfin, il arrive que sur certains sites, l'abondance importante des espèces ne permette pas d'utiliser les aires de présence.

DENSITE DE PRESENCE DE DEUX ESPECES D'ORTHOPTERES

(*STETHOPHYMA GROSSUM* ET *CONOCEPHALUS DORSALIS*)

Fiche analyse g

Fiche indicateur 7

Fiche protocole C

Description et principes

Cet indicateur vise à décrire l'évolution des peuplements de deux espèces d'orthoptères, afin d'interpréter le niveau de pressions anthropiques. Il permet aussi de positionner l'état d'un site par rapport à un autre, et de suivre cet état dans le temps. Il repose sur une étude de l'évolution de la densité de *Stethophyma grossum* et *Conocephalus dorsalis*, calculée à l'échelle de la parcelle. Il permet d'identifier

si certaines zones favorables à ces espèces deviennent défavorables, ce qui serait le signe d'une dégradation de l'habitat, ou bien si au contraire de nouveaux foyers apparaissent ou si les effectifs semblent augmenter ce qui serait le signe d'une amélioration des conditions environnementales (conditions écologiques ou paramètres de gestion).

Méthode de calcul

➤ Calcul de l'indice

Quelle que soit la méthode de relevé choisie (transects linéaires de 10m, ou quadras de 25m²), le calcul de l'indicateur devra être ramené à une surface (10m² pour les transects, 25m² pour les quadras). La comparaison des densités devra s'effectuer sur des surfaces équivalentes. Par exemple, il sera possible de comparer les résultats de 10 transects avec les résultats de 4 quadras (dans chaque cas, la surface totale couverte est de 100m², ce qui est la surface conseillée pour le suivi de populations d'orthoptères (Voisin, 1986). En revanche, il est impossible de comparer par exemple 2 transects avec 2 quadras (dans un cas la surface prospectée est de 20m², dans l'autre elle est de 50m², soit plus du double). Il faudra donc être vigilant sur la « traçabilité » des résultats (effectifs mesurés) et bien s'assurer que l'on sait s'ils sont issus de transects ou de quadras afin de calculer la surface couverte.

L'indicateur est mesuré à l'échelle de la parcelle comme la somme des individus recensés sur chaque quadra/transect. Dans le cas où la surface prospectée n'est pas standardisée à 100m² pour chacune des parcelles, il faudra également pondérer le nombre d'individus par la surface effectivement prospectée.

➤ Analyse des tendances d'évolution

L'évolution des populations de *Stethophyma grossum* d'année en année doit être évaluée par le moyen de comparaisons de moyennes

➤ Présentation des résultats

Les résultats seront présentés sous forme d'histogrammes figurant l'évolution des effectifs de *Stethophyma grossum* et les présences de *Conocephalus dorsalis*, pour chaque parcelle et selon les années.

Clé d'interprétation de la note indicatrice

Pour le conocéphale des roseaux, l'indice construit est binaire et basé uniquement sur la présence ou l'absence de cette sauterelle sur la parcelle.

Pour le criquet ensanglanté en revanche, on utilise une variable quantitative (effectifs), qui pourra éventuellement être transformée en semi-quantitative par la création de classes d'abondance (comme cela a été fait par Demerges et *al.*, 2012) lorsque la fourchette des valeurs prises par la variable est très étendue.

A cette étape de l'élaboration de l'indicateur, il n'est pas possible de définir des effectifs minimum ou des intervalles permettant de définir des classes permettant d'évaluer l'état de l'habitat de ces espèces. Cela nécessiterait d'abord une phase de test sur des prairies dont la qualité de l'habitat est connue afin de déterminer des valeurs seuils. Néanmoins, il reste possible de comparer les données récoltées entre sites afin de déterminer lesquels sont plus favorables à la présence de l'espèce. Le suivi de l'évolution des densités et effectifs et également toujours possible d'une année sur l'autre afin d'identifier d'éventuelles dégradations de l'

➤ *Limites*

Les principales limites liées au calcul de cet indicateur concernent la détection des individus. En effet, il existe un risque important que le nombre d'individus recensé ne corresponde pas exactement au nombre d'individus effectivement présents sur le quadra ou le transect (risque de manquer un individu, ou d'en compter un plusieurs fois). Le protocole de cheminement en spirale au sein du quadra permet de limiter les risques en « concentrant » les individus vers le centre du quadra. Le risque d'erreur de détermination des espèces est en revanche plus limité. Le chant de *Stethophyma grossum* très reconnaissable ne laisse pas de place à une confusion. Par contre il est plus difficile de différencier *Conocephalus dorsalis* de *Conocephalus fuscus* dont les stridulations sont très proches, et une capture systématique sera souvent inévitable.

Références bibliographiques

DUFOUR M., LEBRUN J., 2014, Etude préliminaire et propositions méthodologiques pour la mise en œuvre d'un indicateur Orthoptères, Projet SeinO et suivis sur les sites du conservatoire d'espaces naturels de Picardie, CEN Picardie, 66p. + annexes

ARVENSIS, septembre 2010, Propositions de mesures de suivis des invertébrés des Réserves Naturelles Régionales de Brière. Demande d'agrément en Réserve Naturelle Régionale pour 3 sites des marais Briérons. Deuxième partie : Plan de Gestion. 46p

HOUARD X., MERLET F., 2012, Le conocephale des roseaux *Conocephalus dorsalis*, Opie (Office pour les insectes et leur environnement), 5p

Description et principes

Les menaces pesant sur les oiseaux d'eau tiennent à la dégradation des habitats suite à des opérations de drainage ou d'aménagement non respectueuses ou encore à l'abandon ou au contraire à l'intensification des pratiques agricoles. La fragmentation des paysages en zones humides est également un facteur de fragilisation des populations (ENRX, 2008).

Une estimation du nombre de couples nicheurs de

vanneaux huppés a été effectuée durant la phase de terrain. La superficie de la zone humide prospectée a également été relevée. L'indicateur est interprété en comparant ce nombre à une référence témoignant d'un « bon état » écologique et hydrologique de ces prairies.

Méthode de calcul

➤ Nombre de couples de vanneaux nicheurs

L'unité de compte utilisée sera le couple, et non l'individu. Le recensement étant effectué sur un échantillon de parcelles, le nombre total de couples estimé dans le tronçon est calculé selon la formule suivante :

$$\frac{\sum_1^n x_i}{S}$$

Avec x_i le nombre de couple sur la parcelle i et S le rapport entre la surface totale des n parcelles prospectées dans le tronçon (somme des surfaces des n parcelles) et la surface totale en prairie du tronçon.

Un intervalle de confiance sera également calculé. Il correspond à l'intervalle à l'intérieur duquel la valeur réelle de l'effectif estimé dans le tronçon a la probabilité souhaitée de se trouver.

On souhaite ici une probabilité de 95%.

Les bornes inférieures et supérieures de cet intervalle sont calculées par les formules suivantes :

Pour la borne inférieure :

$$\frac{\left(\bar{x} - t_{0.025} \sqrt{\frac{(1-S)s^2x}{n}} \right) \times n}{S}$$

Pour la borne supérieure :

$$\frac{\left(\bar{x} + t_{0.025} \sqrt{\frac{(1-S)s^2x}{n}} \right) \times n}{S}$$

avec \bar{x} le nombre moyen de couples dans les parcelles constituant l'échantillon, $t_{0.025}$ le coefficient de la table de Student pour les tests unilatéraux pour $\alpha = 0.025$ et $\nu = n - 1$ et s^2x la variance estimée de x , obtenue par la formule (ONCFS):

$$\frac{\sum_1^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Clé d'interprétation de la note indicatrice

➤ Analyse des paramètres du milieu

Les zones de présence du vanneau huppé sont à mettre en relation avec les pratiques agricoles menées (fauche, pâturage, intensité, contractualisation MAE, types d'animaux, etc.) et une analyse de la fragmentation du paysage qui sera faite à la fois sur le terrain en notant les éléments sur une carte (fossés, haies, anciennes digues, éléments linéaires,

➤ *Limites*

boisement, etc.) et en notant également les éléments à plus grande échelle grâce à un système d'information géographique (KASSAS M., 2014).

On cherchera également à mettre en évidence un éventuel lien entre la présence de vanneaux et les paramètres de milieu relevés (hauteur de végétation par exemple, recouvrement en eau) (BOTTNER B., 2015).

L'interprétation des résultats doit tenir compte du fait que les méthodes utilisées ne permettent pas de déterminer finement le nombre d'oiseaux : dans les secteurs bien peuplés les oiseaux nichant ne sont jamais tous simultanément présents, ou parfois des oiseaux dont la première ponte a échoué peuvent partir s'installer ailleurs. Ces incertitudes imposent une prudence dans l'interprétation des estimations obtenues et dans leurs tendances d'évolution (ONCFS).

Références bibliographiques

ENRX, 2008, Les cahiers techniques des espaces naturels régionaux, Les oiseaux, reflets de la qualité des zones humides, Programme de suivi et d'évaluation de la qualité des zones humides du Nord – Pas de Calais, 40p.

KASSAS M., 2014, Cartographie des prairies de la Plaine Maritime Picarde et suivi de l'impact agricole sur la biodiversité, Rapport de stage, 96p.

BOTTNER B., 2015, Rapport d'étude : Axe de travail 3.2, Evaluation transfrontalière des conditions actuelles. Programme européen Interreg IVa France (Manche) – Angleterre, Projet value of WORking Wetlands – Institution d'aménagement de la Vilaine, 156p., <http://www.eptb-vilaine.fr/site/telechargement/interreg/WOW/Rapport-final_WP3-2-FR.pdf>

ONCFS, Protocole de suivi des populations de Vanneaux nicheurs
