

Master 2 Biodiversité, Écologie, Évolution
Parcours Gestion et Évolution de la Biodiversité

Université de Lille

Année 2019-2020

**LES PRAIRIES DE THIÉRACHE (AISNE) : ÉTUDE
PHYTOSOCIOLOGIQUE SÉRIALE**



Valentin MAHUT

Encadré par Quentin DUMONT

Conservatoire Botanique National de Bailleul - Antenne Picardie

Remerciements

Je tiens tout d'abord à exprimer toute ma reconnaissance, ma gratitude, envers toute l'équipe de l'antenne picarde du Conservatoire botanique national de Bailleul, pour leur bienveillance, leur chaleur, leur humanité, qui en plus de la mission fascinante de ce stage qui participe grandement à mon développement personnel, a rendu cette expérience de vie inoubliable.

Un grand merci à Quentin, Rémi et Ludo pour la qualité de leur enseignement et le temps qu'ils y ont consacré, tant sur le domaine de la botanique que de la phytosociologie et de la gestion, dépassant souvent le simple cadre de la mission qui m'était attribuée. Merci pour tous ces moments de partage et de complicité qui resteront gravés dans ma mémoire, bien plus que des collègues de travail, j'ai trouvé en vous des amis.

Je voudrais aussi remercier Aymeric, pour l'aide précieuse qu'il m'a apporté pour la détermination ténue de certains taxons. Un grand merci à Manu pour sa disponibilité, pour nos échanges qui m'ont permis de mieux cerner certains concepts de la phytosociologie ainsi que pour l'aide apportée quant à l'analyse phytosociologique des différents relevés réalisés dans le cadre de cette mission. Je tiens également à remercier Geoffroy et Aurélie pour m'avoir aiguillé dans la mise en œuvre des tests statistiques. Merci à Aymeric, Augustin et Quentin de m'avoir emmené sur le terrain hors du cadre de la mission qui m'était décernée, pour me faire découvrir d'autres milieux, d'autres végétations, d'autres espèces. Merci à tous ceux, qui de près ou de loin, m'ont guidé, formé, soutenu, et qui ont fait que ce stage s'est déroulé dans les meilleures conditions possibles.

Je tiens enfin à remercier grandement Jean-Christophe et Quentin pour leur confiance à mon égard ainsi que leur implication quant à ma formation et la bonne réalisation de ce stage, garants de mon implication personnelle dans ce travail collectif, sans qui cette aventure n'aurait pu avoir lieu.

Table des matières

Contexte de l'étude.....	1
1 – Le CBNBL, missions et organisation.....	1
2 – Élaboration d'un catalogue des séries de végétation de l'Aisne.....	2
Introduction à la phytosociologie.....	2
1 – Concepts et philosophie de la phytosociologie sigmatiste.....	2
2 – Niveaux d'intégration de la phytosociologie paysagère.....	5
3 – Synsystème des végétations prairiales.....	7
A – Prairies mésophiles à mésohygrophiles : classe des <i>Arrhenatheretea elatioris</i>	8
B – Prairies hygrophiles à hydrophiles : classe des <i>Agrostietea stolonifera</i>	9
C – Végétations des tourbières basses acides ou alcalines : classe des <i>Scheuchzerio palustris - Caricetea fuscae</i> , cas des prairies oligo-mésotrophiles hygrophiles à mésohygrophiles.....	10
Matériels et méthodes.....	11
1 – Contexte écologique de la Picardie.....	11
A - Relief et Climat.....	11
B - Géologie et Pédologie.....	12
2 – Contexte écologique du territoire d'étude : la Thiérache picarde.....	13
A - Climat.....	13
B - Géologie et pédologie.....	13
C - Paysages de Thiérache.....	14
3 – Justification du choix de la zone d'étude et de la thématique.....	15
4 – Méthode des relevés phytosociologiques.....	16
A - Préparation de terrain.....	16
B - Phase analytique.....	16
C - Phase synthétique.....	18
D - Limites de la méthode.....	20
4 – Plan d'échantillonnage.....	21
5 – Ouvrages et référentiels utilisés pour la détermination floristique et syntaxonomique.....	23
Résultats et Analyses.....	24
1 – Fonctionnement général des séries de végétations.....	24
A - Dynamique primaire.....	24
B - Dynamique secondaire.....	25
2 - Système des sols sablo-limoneux acidoclines mésotrophes (<i>Lonicero periclymeni - Fago sylvaticae Geosigmatum</i>).....	26
A - Série de la forêt à <i>Lonicera periclymenum</i> et <i>Fagus sylvatica</i> (<i>Lonicero periclymeni - Fago sylvaticae Sigmatum</i>).....	27
B - Série de la forêt à <i>Stellaria holostea</i> et <i>Carpinus betulus</i> (<i>Stellario holostae - Carpino betuli Sigmatum</i>).....	29
C - Série de la forêt à <i>Carex remota</i> et <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Carici remotae - Fraxino excelsioris Sigmatum</i>).....	31
D - Série de la forêt à <i>Glyceria fluitans</i> et <i>Alnus glutinosa</i> (<i>Glycerio fluitantis - Alno glutinosae Sigmatum</i>).....	32
E - Permaséries de l'herbier flottant du <i>Glycerio declinatae</i> (<i>Glycerio declinatae - Catabroso aquaticae Permasigmatum</i>) et de l'herbier amphibie du <i>Ranunculetum peltati</i> (<i>Ranuculo peltati Permasigmatum</i>).....	33
3 - Système alluvial neutrophile mésotrophe à eutrophe de la Haute Vallée de l'Oise.....	34
4 – Système des séries dérivées sur substrats sureutrophisés (<i>Heracleo sphondylii - Bromo hordeacei Geosigmatum</i>) et systèmes marginaux.....	35
Discussion.....	36
1 – Remarques générales.....	36
2 – Caractère montagnard des végétations de Thiérache.....	37
3 – Conservation des prairies de Thiérache.....	37
Conclusion.....	38
Bibliographie.....	40
ANNEXE I : TABLEAU DYNAMIQUE DU <i>LONICERO PERICLYMENI - FAGO SYLVATICAE GEOSIGMETUM</i>	42
ANNEXE II : PLANCHES PHOTOS.....	43
ANNEXE III : RELEVÉS PHYTOSOCIOLOGIQUES.....	49
ANNEXE IV : DÉFINITIONS DES GRADIENTS ÉCOLOGIQUES ET PARAMÈTRES BIOCLIMATIQUES.....	70
ANNEXE V : FONCTIONNEMENT GÉNÉRAL DE LA DYNAMIQUE SÉRIALE.....	78

Contexte de l'étude

1 – Le CBNBL, missions et organisation

Le Conservatoire botanique national de Bailleul est une association loi 1901 reconnue par l'Etat depuis 1991. Il a été créé en 1970 par les professeurs Jean-Marie GÉHU et Jeanne GÉHU-FRANCK, avec pour but d'accueillir des spécialistes de la phytosociologie. Avec sa reconnaissance, il élargit ses compétences avec la conservation et l'information du public sur la flore et la végétation. Localisé dans une ancienne ferme du hameau de Haendries à proximité de Bailleul dans le département du Nord, son territoire d'agrément se compose de la nouvelle région Hauts-de-France et de l'ancienne région Haute-Normandie, avec une antenne picarde située à Amiens et une antenne normande située à Rouen. Reconnu par la communauté scientifique comme par les pouvoirs publics, le Conservatoire botanique de Bailleul est l'un des 11 Conservatoires botaniques nationaux de France (cbtnbl.org, 2020).

Les actions du Conservatoire botanique national de Bailleul sont déclinées en 4 grandes missions :

- Connaissance : Afin de protéger les végétations et la flore qui les composent, il est primordial de maintenir un travail de recherche tant sur le domaine de la botanique que de la phytosociologie. Par exemple, le CBNBL réalise l'inventaire de la Bryoflore et de la flore vasculaire sur tout son territoire d'agrément et effectue une surveillance de l'état de conservation des espèces d'intérêt communautaire. Le travail d'inventaire permet de constituer des cartes actualisées de la répartition des plantes sauvages, de réaliser des catalogues floristiques et des « livres rouges » où sont recensées toutes les espèces menacées d'extinction. En ce qui concerne la végétation, le CBNBL participe au programme national de Cartographie des Habitats (CarHab), réalise des guides des végétations et maintient à jour les référentiels syntaxonomiques ainsi que les statuts des végétations consultables sur la base de donnée Digitale...

- Conservation : Elle se divise en deux grandes missions avec d'une part la conservation *ex situ*, en jardin botanique ou par congélation voire dessiccation partielle des semences, et d'autre part la conservation *in situ*, c'est-à-dire dans le milieu naturel. En somme, le CBNBL évalue les menaces qui pèsent sur les taxons, anime des plans nationaux/régionaux d'action et réalise des suivis d'espèces particulièrement menacées comme *Liparis loeselii*. Il s'agit d'assurer une veille scientifique sur l'ensemble du territoire d'agrément et d'alerter les pouvoirs publics lorsque des menaces sur le patrimoine naturel sont identifiées et de proposer des mesures de gestion adaptées.

- Assistance et conseil : Le CBNBL est souvent impliqué dans les principaux dispositifs ou projets d'aménagement. En effet, il met son expertise à disposition des différents acteurs de l'environnement (principalement les décideurs et les gestionnaires des milieux naturels) sur l'état des populations végétales ou sur les menaces d'extinction pesant sur certaines espèces. Le CBNBL intervient par exemple dans le dispositif de trame verte et bleue, dans les politiques des Réserves naturelles ou des ENS (Espaces naturels sensibles) et conseille les collectivités dans leurs projets de renaturation. Il fournit également de nombreux ouvrages et référentiels et met à disposition Digitale2, un important système d'information sur la flore et la végétation, consultable gratuitement sur internet.

- Éducation, formation, information : De par cette mission, le CBNBL s'adresse à un public beaucoup plus large (amateur en botanique, école, particulier...). Des visites sont organisées dans les jardins botaniques et dans d'autres sites, mais également des ateliers pour les scolaires, des conférences pour les professionnels, des formations pour les agents de la fonction publique, etc. (cbtnbl.org, 2020).

2 – Élaboration d'un catalogue des séries de végétation de l'Aisne

Le CBNBL accompagne le Conseil Départemental de l'Aisne depuis plusieurs années en matière de contribution à la connaissance de ses ENS. Cela inclut notamment la définition des périmètres des ENS, leur suivi et l'évaluation du patrimoine qui s'y trouve et des mesures de gestion qui y sont menées. En particulier, le CBNBL a départementalisé le catalogue des végétations en 2014 et 2015 et a proposé une méthode de hiérarchisation des enjeux de conservation et de niveaux de responsabilité pour les végétations en 2016. Ces référentiels visent à intégrer la base de données ENS du Département.

Le projet pour 2017 était d'initier la rédaction des catalogues des séries et géoséries dans l'Aisne. En effet, le département souhaite mettre en place une méthode de délimitation des ENS basée sur la phytosociologie paysagère. La volonté du département est de baser la délimitation des ENS sur les séries dynamiques afin de constituer des collections thématiques d'ENS mais aussi de pouvoir alimenter en données symphytosociologiques et phytosociologiques leur base de données ENS. Le CBNBL a donc effectué en 2017 une première déclinaison d'un catalogue de séries et de géoséries à l'échelle d'un territoire test complexe (le Laonnois) appuyé sur une campagne de prospections permettant de réaliser la typologie. D'autres relevés phytosociologiques ont été réalisés en 2019 afin de compléter ce travail, notamment sur les pelouses du Tardenois ainsi que du Soissonnais. Ce travail typologique est poursuivi en Thiérache en 2020 afin d'aboutir à un catalogue des séries et géoséries à l'échelle du département de l'Aisne, et des autres départements de la région Hauts-de-France. C'est dans ce contexte que s'inscrit précisément mon stage : l'élaboration d'un catalogue des séries et géoséries associées aux végétations prairiales de Thiérache. Ce stage a été réalisé dans le cadre du projet d'Actualisation, de valorisation des connaissances et de conservation de la flore sauvage et des végétations [Phase 3] financé par l'Union européenne, l'Etat, le Conseil régional Hauts-de-France et le Conseil départemental de l'Aisne. En parallèle de ce travail typologique, il sera nécessaire de prévoir une collaboration avec les organismes chargés de la production du fond cartographique, ceci afin d'entreprendre prochainement la cartographie CarHab dans le département de l'Aisne.

Introduction à la phytosociologie

1 – Concepts et philosophie de la phytosociologie sigmatiste

L'organisation des communautés végétales est régie par des règles d'assemblage résultant en un ensemble de filtres qui conditionnent la diversité locale et la distribution des espèces. On distingue deux types de modèles : les modèles basés sur des processus déterministes (Théorie de la niche écologique), où la composition en espèces est déterminée par les conditions environnementales et les interactions biotiques comme la compétition ; et les modèles basés sur des mécanismes plus ou moins stochastiques, tels que la dispersion des graines selon la perméabilité du paysage (Keddy P.A., 1992). La biodiversité

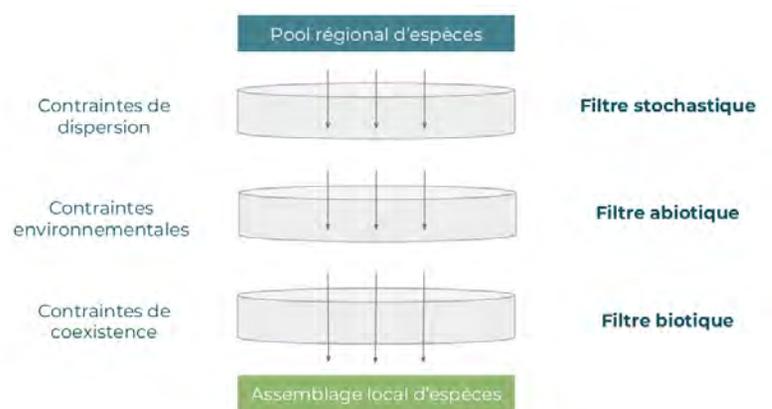


Fig 1 : Règles d'assemblage des communautés végétales selon Keddy P.A. (1992)

La biodiversité

locale est alors le fruit d'un continuum entre ces deux modèles (Figure 1).

La phytosociologie est une science qui étudie les communautés végétales et leurs relations avec le milieu. La démarche phytosociologique repose sur l'identification d'unités de végétations répétitives et homogènes sur les plans floristique, écologique, dynamique et phytogéographique. Ces unités de végétations sont classées et nommées au sein d'un système nomenclatural hiérarchisé et codifié : le synsystème. Cette démarche d'identification permet d'attribuer le même nom à des communautés végétales identiques dans certaines limites statistiques sur le plan floristique et écologique (Catteau E., Duhamel F. *et al.*, 2010).

Dans le cadre de la phytosociologie, on s'intéresse donc essentiellement aux facteurs écologiques, même si la stochasticité est tout de même prise en compte, la phytosociologie étant une science inductive qui part du constat de terrain de la combinaison des espèces. Quant aux facteurs écologiques, ils peuvent être d'ordre abiotique (comme l'humidité, la trophie et le pH du sol, la luminosité et l'humidité atmosphérique) ou bien biotique (compétition, prédation, symbiose, mutualisme, ...).

La phytosociologie, fondée en 1910, est une science relativement récente. De sa fondation à aujourd'hui, les conceptions ont beaucoup évolué et ont été remodelées au cours du siècle dernier. Ainsi, l'association conçue à l'origine comme une entité complexe intégrant souvent des conditions écologiques très différentes, a été affinée sur le plan spatial dans ses conceptions actuelles. Cependant, cette évolution ne s'est pas opérée de manière homogène et actuellement la conception de l'association végétale diffère selon les auteurs. Ainsi il existe, pour simplifier, deux approches phytosociologiques en France : la phytosociologie sigmatiste (appelée aussi zuricho-montpelliéraine ou braun-blanquéviste), dont l'unité est de l'ordre de la microcénose, selon laquelle la communauté végétale est perçue comme une unité plus ou moins diversifiée sur le plan structural et architectural (peut comprendre plusieurs types biologiques, plusieurs synusies), mais extrêmement homogène dans ses conditions écologiques stationnelles (au sens de Barkman, 1973) ; et la phytosociologie synusiale intégrée, qui quant à elle subdivise la microcénose en communautés dont les espèces ont des exigences et une architecture voisines (les unités, appelées synusies, correspondent par exemple aux strates d'une forêt, aux communautés annuelles d'une pelouse, etc...).

La méthode utilisée ici pour la description des végétations repose sur les principes de la phytosociologie sigmatiste. Basée sur l'analyse qualitative et quantitative de la composition floristique des communautés végétales, cette science est bien adaptée à la caractérisation des unités de végétation et sert par ailleurs de base scientifique à la directive européenne CE 92/43 dite "Habitats-Faune-Flore".

La phytosociologie sigmatiste étudie de façon descriptive et causale les communautés végétales et leurs relations avec le milieu dans une perspective à la fois phyto-écologique et phytogéographique. Son objectif n'est pas uniquement la diagnose floristique et la classification des communautés végétales, mais aussi l'étude de leur dynamique, de leurs relations avec les variables de l'environnement, de leur histoire, c'est-à-dire de leur évolution et de leur genèse. Le fondement méthodologique de la phytosociologie est le relevé de végétation. Les relevés de végétation sont attribués à des syntaxons qui sont ordonnés dans un système hiérarchique (le synsystème), dans lequel l'association constitue l'unité fondamentale. Le synsystème est organisé en associations végétales, alliances, ordres et classes. Il est construit depuis le niveau de l'association végétale vers la classe (Tableau 1). L'association correspond à un type de

communauté végétale défini sur ses caractéristiques physiologiques (composition floristique, architecture, traits biologiques et fonctionnels...) et possédant des qualités particulières de nature écologique, dynamique, chorologique et historique (Braun-Blanquet, 1932 ; Guinochet, 1973).

Unités	Terminologie (suffixe employé)	Exemple
Classe	-etea	<i>Agrostietea stoloniferae</i>
Ordre	-etalia	<i>Deschampsietalia cespitosae</i>
Alliance	-ion	<i>Oenanthion fistulosae</i>
Association	-etum	<i>Eleocharito palustris - Oenanthetum fistulosae</i>

Tab 1 : Nomenclature du synsystème (terminologie associée à chaque rang)

Compte tenu de l'approche phytosociologique, qui conduit à s'intéresser au déterminisme de chaque syntaxon, il est également possible de fournir une interprétation aux communautés qualifiées d'atypiques, appauvries, transitoires ou fragmentaires, grâce aux concepts de communauté basale et communauté fragmentaire (Kopecky & Hejny, 1974). Une communauté fragmentaire est une communauté mal individualisée, dont le cortège floristique est réduit à une part limitée de l'ensemble spécifique normal et dont le développement spatial est insuffisant. Une communauté basale est une communauté végétale, dont le cortège floristique est appauvri, sans caractéristiques ni différentielles, mais possédant des espèces des unités syntaxonomiques supérieures. C'est habituellement une perturbation anthropique intensive qui entraîne le développement de tels communautés qui n'arrivent plus à s'exprimer et se structurer de façon optimale (Catteau *et al.*, 2016). Ces communautés résultent alors d'un appauvrissement floristique progressif, selon un gradient de dégradation comme par exemple l'intensité du pâturage et du piétinement (Kopecky & Hejny, 1974). Les communautés basales recouvrent également les communautés végétales encore immatures, réduites à un petit nombre de taxons à large amplitude socio-écologique (Gillet *et al.*, 1991). Finalement, comme l'indique De Foucault (1984), « c'est au scientifique d'interpréter les syntaxons élémentaires qu'il estime bien définis en terme d'association ou de variations d'association ». De plus, avant de créer des unités nouvelles (associations, sous-associations,...), on s'assurera que la combinaison caractéristique est bien répétitive dans plusieurs stations distinctes et non liée à une station unique, le déterminisme écologique de cette variation n'en apparaîtra que plus clairement (De Foucault, 1979). Il existe donc une certaine part d'interprétation personnelle, qui peut conduire à une multiplication anarchique des associations (ou jordanisation phytosociologique), si elle n'est pas canalisée par certaines exigences de cohérence imposée par un cadre écologique, chorologique et dynamique (Rameau, 1985).

Dans son livre « Phytosociologie », Guinochet (1973) présente quelques applications de la phytosociologie, mais il met l'accent sur son application dans le domaine de l'agriculture, où elle pourrait permettre de déterminer quel type de culture serait le mieux adapté au milieu en question. Par exemple, Guinochet explique qu'en Provence l'association du *Schoeneto - Plantaginetum crassifoliae* renseigne de conditions favorables à la culture de l'asperge. La phytosociologie permet donc d'appréhender le milieu naturel, les végétations présentes dépendant des caractéristiques du milieu telles que la nature du substrat, le taux d'humidité ou encore le pH du sol. Outre ses applications dans le domaine de l'agriculture, un des intérêts de la phytosociologie est d'avoir une meilleure compréhension des milieux naturels et ainsi permettre une gestion adaptée de ces espaces de manière à assurer leur pérennité ainsi que celle de la flore qui les compose. Ainsi, elle permet de déterminer l'intérêt patrimonial des végétations (la phytosociologie est prédominante dans les politiques européennes) mais aussi, grâce à la phytosociologie paysagère, de prédire les futures végétations qui

vont se développer sur un espace, ou au contraire de connaître les végétations antérieures, ce qui permet d'orienter les préconisations de gestion.

2 – Niveaux d'intégration de la phytosociologie paysagère

La végétation peut être abordée à plusieurs échelles d'analyse appelées niveaux d'intégration. La phytosociologie des associations végétales en est le niveau le plus classique et un des niveaux élémentaires (avec celui des synusies). Néanmoins, les associations peuvent être regroupées en entités plus larges dont la combinaison est tout aussi répétitive que l'est la combinaison des espèces dans les associations végétales. Et ces entités peuvent elles-mêmes être regroupées en entités plus larges.

La phytosociologie paysagère est une science datant de 1973, transposant les méthodes et concepts de la phytosociologie classique à l'étude des complexes de communautés végétales (Géhu, 1991). Ces complexes analysés au sein d'unités spatiales homogènes constituent les éléments du paysage (Géhu, 1988). Elle s'applique à des niveaux d'intégration plus élevés que le niveau stationnel, tels que les paysages ou les

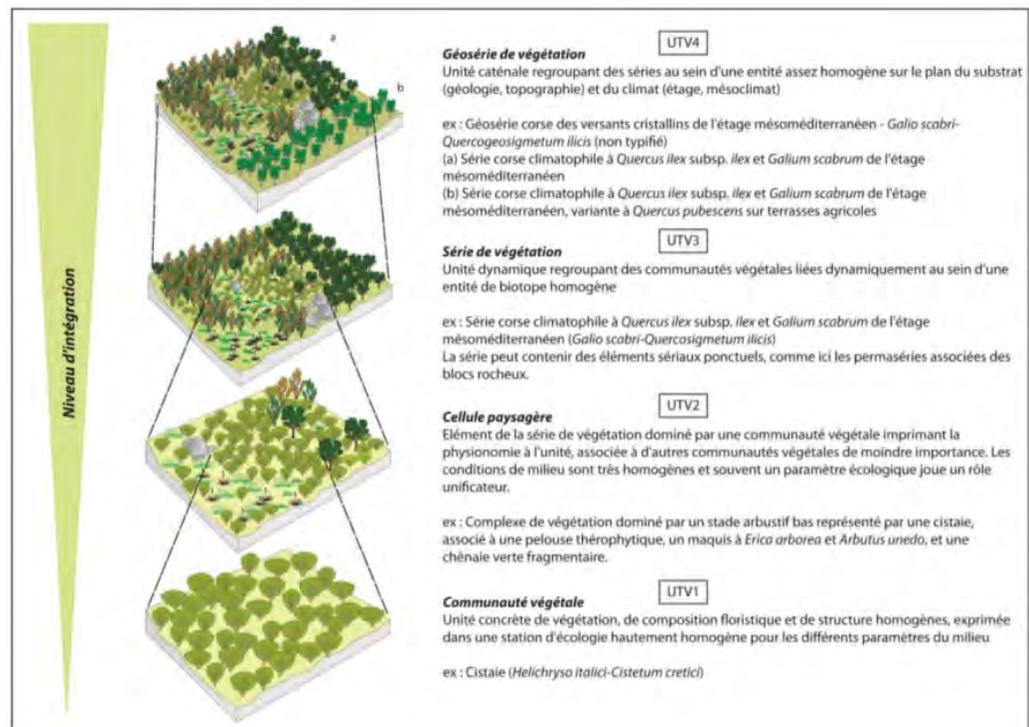


Fig 2 : Les différents niveaux d'intégration en phytosociologie d'après Millet et al. (2017)

écomplexes, au sens de Blandin & Lamotte (1988 in Géhu, 1991). La phytosociologie paysagère est une approche inductive du paysage, effectuée sur 3 niveaux consécutifs de complexité et d'intégration (Millet et al., 2017) que sont la cellule paysagère, la série et la géosérie (Figure 2).

La cellule paysagère (ou phytocénose) est une unité de la phytosociologie paysagère définie par une composition phytocénotique parmi laquelle un ou plusieurs éléments (syntaxons) dominants structurent la physionomie. La communauté végétale dominante réagit à une contrainte écologique unificatrice, qui est le paramètre écologique prépondérant dans le biotope occupé par la cellule paysagère (Millet et al., 2017). Il s'agit en règle générale d'un paramètre contraignant pour la vie végétale, auquel les plantes sont forcées d'être adaptées par leurs traits biologiques fonctionnels. Généralement, la cellule paysagère est à l'échelle de l'entité de gestion. Les cellules paysagères peuvent être complètes (saturées) ou incomplètes (fragmentaires pour des raisons de surface, ou basales quand mal exprimées).

La phytosociologie paysagère s'est développée à la fois dans une optique phytodynamique ou sériale (symphytosociologie) et phytotopographique ou caténale (géosymphytosociologie).

La phytosociologie dynamique (symphytosociologie) étudie les assemblages de microcénoses et leurs liens dynamiques au sein d'un même compartiment écologique, permettant de caractériser les séries de végétation (unité élémentaire de la symphytosociologie). Les objets d'étude de la phytosociologie dynamique sont des complexes de végétation qui s'inscrivent dans un compartiment suffisamment écologiquement et dynamiquement homogène (appelé tessella) pour ne porter qu'un seul groupement mûr (climax climatophile ou édaphophile). On parle de complexe sérial ou encore tessellaire. Ces complexes sont décrits en mettant en évidence la combinaison répétitive des syntaxons qu'ils hébergent. Ces syntaxons ayant des relations d'ordre dynamique, l'analyse de la succession dynamique permet de définir la série de végétation. La combinaison répétitive de syntaxons est mise en évidence par l'analyse de sigmarelevés (ou synrelevés). Ces relevés comprennent une liste pondérée des associations. La série est nommée au travers de l'association climacique qui la caractérise (association tête de série), c'est-à-dire au travers de la végétation naturelle potentielle qu'elle incarne (Tüxen, 1956 ; Mucina, 2010 ; Loidi & Fernandez-Gonzalez, 2012). La caractérisation d'une synassociation (ou série de végétation quantifiée, appelée aussi sigmetum) se fait à l'aide d'une diagnose indiquant les facteurs écologiques et géographiques les plus significatifs (unité chorologique, étage de végétation, type d'ombroclimat, caractère édaphique¹), mais aussi l'espèce dominante de l'association mûre de la série, et le nom de la synassociation construit d'après le nom phytosociologique de cette communauté finale suivie du suffixe sigmetum. Par exemple, la série atlantique mésophile des versants acidiclinaux à neutroacidiclinaux sur sols limoneux où le climax climatophile est la hêtraie (*Fagus sylvatica*) à Jacinthe (*Hyacinthoides non-scripta*) se nomme *Endymio non-scriptae – Fago sylvaticae Sigmetum*, avec l'association de l'*Endymio non-scriptae - Fagetum sylvaticae* (Durin et al. 1967) comme tête de série. Précisons à la suite de Géhu (1991) que le sigmetum (ou la synassociation au sens de RivasMartinez, 1976) est l'unité typologique fondamentale de la symphytosociologie. Elle correspond à l'expression spatiale quantifiée de tous les groupements végétaux liés dynamiquement entre eux à l'intérieur d'une même série de végétation.

On distingue trois cas particuliers de séries :

- Permasérie : série limitée à un seul stade dynamique, il n'y a donc pas de succession. Ce type de série se rencontre dans les milieux très contraignants (milieux aquatiques, très oligotrophes, pollués aux métaux lourds, etc.) ;
- Curtasérie : série tronquée avant le stade forestier. Les contraintes sont moins fortes que dans la permasérie ;
- Série dérivée : série s'exprimant dans des biotopes modifiés à tel point que l'ensemble des stades de la série est différent de ceux liés au biotope initial.

Comme l'a formulé de Foucault (2014) dans sa comparaison avec la thermodynamique, la dynamique végétale est ralentie lorsque les contraintes sont fortes. Si les contraintes sont particulièrement fortes, elles bloqueront même la dynamique à un stade précoce. On parle alors de permasérie, situation où les phénomènes dynamiques se limitent à la dynamique de cicatrisation.

La phytosociologie caténale (géosymphytosociologie) quant à elle, étudie les assemblages de séries et de communautés au sein d'unités géomorphologiques et phytotopographiques homogènes hébergeant plusieurs compartiments écologiques. L'unité descriptive de base est la géosérie (simplifié ici en « système »), unité regroupant une ou plusieurs séries, généralement organisées le long de gradients écologiques ou topographiques. Elle s'exprime dans un cadre spatial que l'on appelle catena, ensemble de compartiments écologiques (plusieurs tessellas), liés sur le plan

¹ Les gradients écologiques et les paramètres bioclimatiques sont définis en Annexe IV p70

topographique dans une même unité géomorphologique. Les objets d'étude de la géosymphytosociologie sont les complexes caténaux (ou géosériaux) qui sont appréhendés à travers la réalisation de géosigmarelevés, relevés pondérés des sigmetums présents dans une catena donnée (Tableau 2). La caractérisation des géoséries est réalisée par la mise en évidence des combinaisons répétitives de séries (ou de syntaxons) par l'analyse des géosigmarelevés. L'unité taxonomique mise en évidence est la géosérie (ou géosigmetum, géosynassociation) qui peut être assimilée à l'unité phytogéographique élémentaire (Géhu, 2006) et que l'on peut alors appréhender comme une « chaîne » de compartiments écologiques inscrite dans une unité géomorphologique donnée. La géosérie est nommée par l'association tête de série dominante. On peut ainsi développer une typologie du paysage végétal possédant la propriété et la possibilité d'extrapoler les informations relatives à une unité paysagère donnée à toutes les unités du même type.

Domaine d'étude	Unité concrète / Cadre spatial	Unité nomenclaturale	Unité typologique élémentaire	Homogénéité perçue par
Botanique	Individu	Taxon	Espèce	/
Phytosociologie synusiale	Synusie	Syntaxon	Association	la végétation
Phytosociologie sigmatiste	Microcénose / communauté	Syntaxon	Association	l'habitat
Phytosociologie paysagère	Phytocénose / cellule paysagère	/	/	contrainte écologique unificatrice
Symphytosociologie	Tessella	Sigmataxon	Sigmetum, synassociation ou série de végétations	le biotope
Géosymphytosociologie	Catena	Géosigmataxon	Géosigmetum, géosigmassociation ou géosérie de végétations	le climat

Tab 2 : Niveaux d'intégration de la végétation et des complexes de végétations

En résumé, la phytosociologie paysagère définit un cadre typologique pour les complexes de végétation selon différentes échelles d'appréhension de la végétation, de la communauté végétale jusqu'au paysage. Elle permet de ce fait d'appréhender les unités écologiques d'un territoire. De plus, elle s'appuie sur une approche dynamique de la végétation, en mettant en évidence les végétations potentielles et les trajectoires dynamiques dont la connaissance constitue un préalable indispensable pour la gestion conservatoire du territoire ainsi que pour la définition des enjeux de conservation.

Pour le projet CarHab, chaque unité de végétation sera caractérisée par un complexe de groupements végétaux correspondant à une cellule paysagère, décrite dans les catalogues de séries et géoséries. À partir des catalogues, on pourra déduire d'une part les végétations actuelles à partir de la composition syntaxonomique pondérée (le rang synsystématique visé est celui de l'association) associée à chaque cellule paysagère et, d'autre part, la ou les végétations potentielles, à partir de la connaissance de leur appartenance à une (géo)série de végétation donnée.

3 – Synsystème des végétations prairiales

En phytosociologie, une prairie est une végétation dense composée en majorité de Poacées, la hauteur végétative modale de la végétation pouvant monter jusqu'à 50 cm. Maintenus par le pâturage et la fauche, les types biologiques les plus présents sont les hémicryptophytes et les géophytes qui échappent au bétail et à la faux grâce à leurs bourgeons situés au ras du sol. Pour ces raisons, les espèces rhizomateuses et stolonifères prospèrent. Les plantes à fleurs sont pourtant assez abondantes dans les prairies à tendance mésotrophile, profitant de la grande abondance des insectes pollinisateurs dans ces milieux ouverts et ensoleillés. La condition de leur maintien est que leurs semences soient parvenues à maturité au moment de l'exploitation des prairies ou qu'elles soient également dotées d'organes de

multiplication végétative. L'intensification récente des pratiques agropastorales, avec en particulier l'utilisation massive d'engrais et d'herbicides, ainsi qu'une exploitation de plus en plus précoce, ont fortement diminué la diversité floristique de ces milieux. De plus, l'arrêt de ces activités entraîne un retour de la dynamique végétale et donc des ourlets, des arbustes puis des arbres. La grande majorité des prairies serait issue d'une dynamique secondaire, puisqu'elle serait issue de la déforestation qui aurait commencé dès l'occupation humaine, et intensifiée à partir du Moyen-Age. Seules quelques prairies sur le littoral et en altitude seraient issues d'une dynamique primaire (de Foucault, 1984), car non issues du défrichement d'une forêt. Plusieurs facteurs vont influencer la végétation prairiale : le climat, l'humidité et l'acidité du sol, la trophie et le type d'exploitation.

Pour une meilleure appréhension des séries de végétations de la Thiérache picarde associées aux prairies, il paraît essentiel de présenter succinctement le synsystème des différentes classes de végétations prairiales observées lors de cette étude. D'après le Prodrôme des végétations de France II (PVFII), les prairies sont divisées en deux classes qui se différencient par leur taux d'humidité. On distingue ainsi les *Agrostietea stoloniferae* (Oberd, 1983) qui regroupent les prairies hygrophiles à hydrophiles, des *Arrhenatheretea elatioris* (Braun-Blanq, 1952) qui regroupent les prairies mésophiles à mésohygrophiles. Enfin, la classe des *Scheuchzerio palustris* - *Caricetea fuscae* (Tüxen 1937), bien que représentant les végétations des tourbières basses acides ou alcalines, comporte diverses associations de prairies oligo-mésotrophiles hygrophiles à mésohygrophiles.

A – Prairies mésophiles à mésohygrophiles : classe des Arrhenatheretea elatioris

La classe des *Arrhenatheretea elatioris* (Braun-Blanq, 1952) représente les prairies des sols secs ou brièvement inondables (inondations généralement inférieures à un mois). Ces végétations, issues du pâturage des clairières et des sous-bois forestiers ainsi que des défrichements, rassemblent des espèces inféodées à l'origine aux lisières forestières qui ont su prospérer dans ce nouveau milieu.

Quelques familles sont particulièrement bien représentées dans les prairies telles que les Poacées, les Astéracées, les Fabacées (*Vicia*, *Lathyrus*, *Trifolium* notamment), qui expriment ici toute leur diversité et constituent la majorité du cortège floristique des différentes associations. Les Apiacées sont quant à elles particulièrement caractéristiques des prairies de fauche. La très grande majorité des espèces est issue des lisières ou trouées intraforestières où elles étaient probablement assez discrètes et ce sont plutôt la fréquence relative et la combinaison de ces espèces qui caractérisent cette classe. Les prairies exploitées de manière extensive sont assez diversifiées et leur composition floristique est caractéristique des pratiques agropastorales et des conditions mésologiques. Toutefois, leur intensification provoque un appauvrissement floristique progressif qui s'accompagne ainsi d'une grande banalisation des communautés végétales (François, Prey *et al.*, 2012).

La classe telle qu'envisagée dans le Prodrôme des végétations de France (PVF II) présente trois ordres observables en Thiérache, se distinguant par le type d'exploitation. L'ordre des *Arrhenatheretalia elatioris* constitue les prairies fauchées, l'ordre des *Trifolio repentis* - *Phleetalia pratensis* regroupe les prairies pâturées tandis que l'ordre des *Plantaginetalia majoris* regroupe les prairies piétinées eutrophes. Ensuite, pour les prairies de fauches, on observe trois sous-alliances en Thiérache, qui se distinguent de par l'humidité et la trophie du sol. Enfin, concernant les prairies pâturées, on observe trois sous-alliances qui se distinguent de par l'acidité et la trophie du sol (Figure 3).

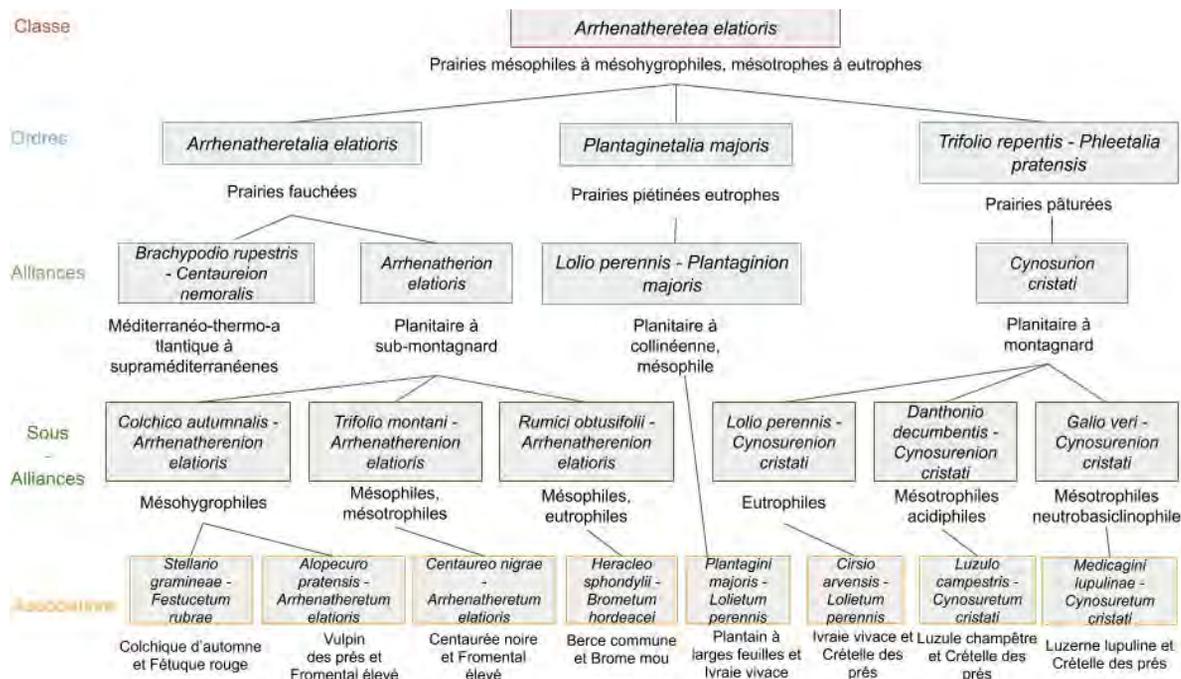


Fig 3 : Synsystème des *Arrhenatheretea elatioris* (syntaxons potentiellement observables en Thiérache)

B – Prairies hygrophiles à hydrophiles : classe des *Agrostietea stolonifera*

La classe des *Agrostietea stolonifera* (Oberd, 1983) constitue les végétations de prairies hygrophiles à hydrophiles. Elles se développent sur les sols engorgés ou inondables, au niveau des plaines alluviales (lit majeur des rivières) à différents niveaux topographiques sur une vaste gamme de substrats essentiellement minéraux, mais apparaissent aussi fréquemment sur les sols hydromorphes de certains versants et plateaux humides souvent bocagers. Dans ces prairies, la végétation est dense et composée de plantes dont la taille est généralement comprise entre 5 et 50cm. Ces prairies dérivent, par fauche ou pâturage, de végétations de mégaphorbiaies ou de roselières et cariçaies.

Les espèces caractéristiques de la classe sont nombreuses. Il s'agit surtout de plantes vivaces (hémicryptophytes), en particulier graminoides. Les phénomènes d'assèchement (naturel ou par drainage), d'intensification ou d'abandon des pratiques agricoles traditionnelles (pâturage extensif, fauche...) constituent une menace pour le maintien des prairies hygrophiles, de ce fait en régression dans la région (banalisation du cortège floristique, réduction des surfaces...). (François, Prey *et al.*, 2012)

En Thiérache, la classe des *Agrostietea stoloniferae* s'articule en plusieurs alliances. À l'ordre des *Potentillo anserinae* - *Polygonetalia avicularis* appartiennent le *Bromion racemosi* et l'*Alopecurion pratensis*, qui regroupent des associations végétales issues de la fauche, le *Mentho longifoliae* - *Juncion inflexi* et le *Ranunculo repentis* - *Cynosurion cristati*, comprenant les communautés pâturées et le *Potentillion anserinae* rassemblant les communautés surpiétinées (Figure 4). Les végétations de prairies les plus longuement inondables relèvent de l'alliance de l'*Oenantion fistulosae* (ordre des *Deschampsietalia cespitosae*).

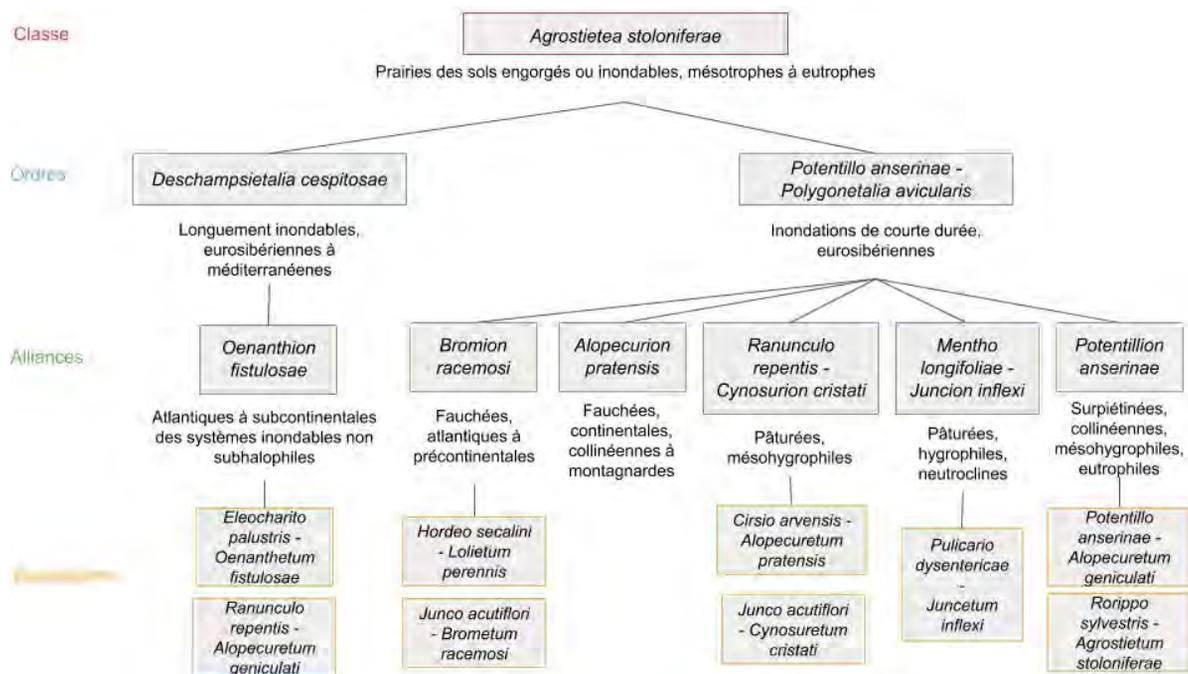


Fig 4 : Syntaxème des *Agrostietea stolonifera* (syntaxons potentiellement observables en Thiérache)

C – Végétations des tourbières basses acides ou alcalines : classe des *Scheuchzerio palustris - Caricetea fuscae*, cas des prairies oligo-mésotrophes hygrophiles à mésohygrophiles

Enfin, la classe des *Scheuchzerio palustris - Caricetea fuscae* (Tüxen 1937) comprend quant à elle des végétations souvent dominées par les Cypéracées (laïches, linaigrettes, rhyncospores) et riches en Bryophytes (notamment des sphaignes). Ces végétations se développent sur des sols gorgés d'eau tout au long de l'année, dans des stations naturelles non boisées (dépressions des tourbières, gouilles, pannes dunaires) ou dans des stations secondaires issues du défrichement, de la fauche ou de l'extraction de tourbe en forêts marécageuses ou en tourbières boisées. Les sols sont souvent tourbeux (mais parfois minéraux plus ou moins enrichis en matière organique) et assez pauvres en nutriments. La majeure partie de ces végétations est liée aux différents types de tourbières. Cependant, la classe des *Scheuchzerio palustris - Caricetea fuscae* comporte également des végétations prairiales, comme certaines associations des alliances du *Juncion acutiflori* (Braun-Blanq. in Braun-Blanq. & Tüxen 1952) et du *Molinion caeruleae* (W. Koch 1926), observables en Thiérache picarde, et qui diffèrent entre elles de par le pH du sol. En effet, l'alliance du *Juncion acutiflori* regroupe les prairies extensives hygrophiles à mésohygrophiles acidiphiles, s'exprimant sur des versants et le long de cours d'eau sur des sols mieux oxygénés et moins oligotrophes que la tourbe, pouvant être ainsi assez denses et relativement hautes ; tandis que le *Molinion caeruleae* regroupe les prairies extensives mésohygrophiles basophiles (Figure 5), situées sur les marges les plus sèches des tourbières ou des sols marneux d'optimum subatlantique et continental (Digitale2 ; Catteau *et al.*, 2020).

En Picardie, les substrats tourbeux en surface sont relativement bien développés puisque l'on estime qu'ils couvrent près de 20-25000 ha, essentiellement en vallée de la Somme, puis dans les marais arrière-littoraux de la Plaine maritime picarde, les vallées et marais tourbeux intérieurs (Vallées de l'Avre, de la Noye, de la Souche, de l'Ourcq, marais de Sacy, etc.). Viennent ensuite quelques rares secteurs acides (Laonnois, Thiérache) et des pannes et plaines arrière-dunaires. Les multiples dégradations de ces espaces ont été importantes par le passé : drainage, mise en cultures, plantations de peupliers, constructions, décharges, etc. Par conséquent, les végétations de cette classe sont très

menacées dans la région, comme dans toute la France et une grande partie de l'Europe (François, Prey *et al.*, 2012).

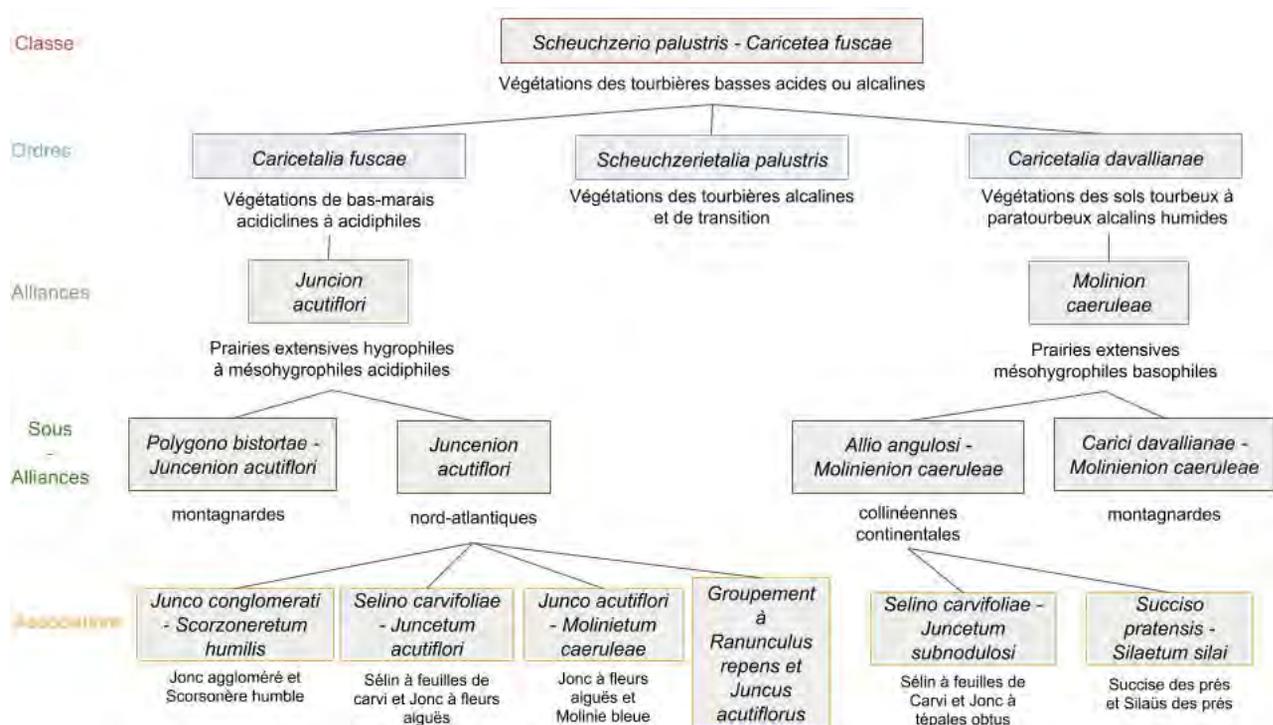


Fig 5 : Synsystème des *Scheuchzeria palustris - Caricetea fuscae* (syntaxons potentiellement observables en Thiérache)

Matériels et méthodes

1 – Contexte écologique de la Picardie

A - Relief et Climat

Globalement, l'ancienne région administrative de Picardie appartient au domaine planitiaire et collinéen. La richesse et la diversité des phytocénoses de Picardie proviennent de sa diversité géologique et géomorphologique et de sa situation de carrefour biogéographique. Cinq influences bioclimatiques majeures sont identifiables (François, Prey *et al.*, 2012) :

- une **influence atlantique** : prédominante sur toute la région, en particulier dans la Somme et l'Oise, et qui s'estompe dans l'Aisne. L'atlantisme diminue progressivement de l'ouest vers l'est de la région ;
- une **influence continentale** ou plus précisément « précontinentale » (la continentalité « vraie » du climat devient évidente en France à partir de la Lorraine et surtout de l'Alsace), perceptible essentiellement dans l'Aisne et la frange Est de la Somme et de l'Oise ;
- une **influence thermo-xérophile (« méridionale »)** : soulignée par des espèces subméditerranéennes, perceptible dans le sud de l'Oise et de l'Aisne jusque dans le sud-Amiénois. Cette influence, évidente dans les milieux xériques (sur substrats calcaires et sableux en particulier), s'atténue progressivement au fur et à mesure que l'influence de l'eau devient plus prégnante (encore parfois perceptible pour les végétations hygrophiles, elle disparaît totalement pour les végétations aquatiques dont le biotope est tamponné par la présence de la lame d'eau) ;
- une **influence submontagnarde** : caractéristique de l'étage collinéen, elle est perceptible surtout sur les contreforts

ardennais de Thiérache et, dans une moindre mesure, sur les hauteurs de certains massifs un peu plus élevés topographiquement qui sont plus froids et humides (Route du Faite en Forêt de Retz, Haute Forêt de Saint-Gobain), ou dans certains secteurs de pente nord (cuesta du Bray, collines du Laonnois ou du Noyonnais...). Cette influence submontagnarde conditionne la présence de certains taxons comme *Persicaria bistorta*, *Impatiens noli-tangere*, ou encore *Equisetum sylvaticum* ;

- une **influence septentrionale** : perceptible surtout sur le littoral, ainsi que sur les contreforts ardennais où la distinction avec l'influence sub-montagnarde est ténue.

B - Géologie et Pédologie

Globalement, l'espace picard peut être découpé selon la nature du sol en six grands espaces principaux :

- la **Picardie tertiaire** (sables, argiles, calcaires à nummulites du Lutétien), plateaux et buttes escarpées coupées de grandes vallées alluviales ou tourbeuses : elle inclut notamment la partie nord du Vexin français, le Valois, le Soissonnais, le Laonnois, une partie du Tardenois et de la Brie ;

- la **Picardie Normande**, qui comporte la moitié orientale du pays de Bray, boutonnière anticlinale infracrétacée ouverte dans le plateau crayeux. Pays de forêts et de prairies humides ;

- la **Picardie préardennaise** (partie picarde de la Thiérache), pays de bocage et de grandes forêts, où affleure des niveaux du Secondaire et une petite partie du socle Ardennais où prédominent les influences montagnardes ;

- la **Picardie champenoise**, dernière avancée, à l'est de Laon, de la grande plaine crayeuse de Champagne sèche : savarts et bois calcaricoles y ont reculé devant les cultures, mais tout de même moins que dans les départements voisins (Ardennes, Marne) ;

- la **Picardie crétacée** occupe la plus grande partie du territoire. Cette région d'aspect relativement uniforme est un plateau où domine la craie blanche, largement masqué par d'épais dépôts de limons : substrat particulièrement fertile, d'où la très large prédominance des grandes cultures industrielles (céréales, betterave). Ce plateau est sillonné de profondes vallées tourbeuses, creusées de vastes étangs ;

- la **Picardie maritime**, façade de la région sur la Manche, offre l'infinie variété de son littoral où se succèdent falaises crayeuses, dunes et vasières. Les marais et tourbières arrière-littoraux du Marquenterre représentent l'un des plus vastes et riches ensembles palustres de France (François, Prey *et al.*, 2012 ; Figure 6).

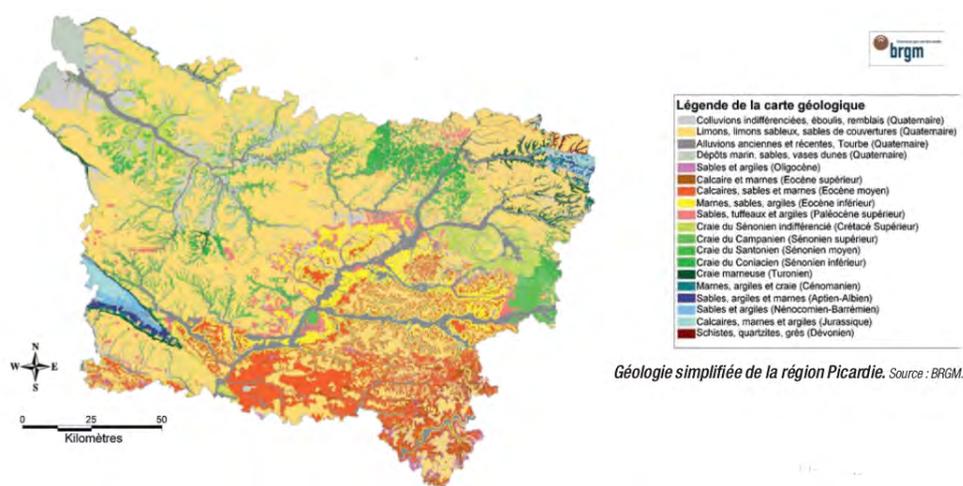


Fig 6 : Géologie simplifiée de l'ancienne région Picardie

Les caractéristiques géopédologiques et bioclimatiques ont généré des activités agro-sylvo-pastorales adaptées aux potentialités des sols de la région. Ainsi, les sols les plus ingrats (sableux, très argileux, très acides, trop pentus, trop froids et gorgés d'eau toute l'année, etc.) sont restés essentiellement forestiers ou prairiaux, tandis que les meilleurs sols limoneux et crayo-limoneux sont très intensivement cultivés. La Thiérache est largement tournée vers l'élevage à l'herbe du fait de son climat et de ses sols propices à la croissance de l'herbe.

2 – Contexte écologique du territoire d'étude : la Thiérache picarde

A - Climat

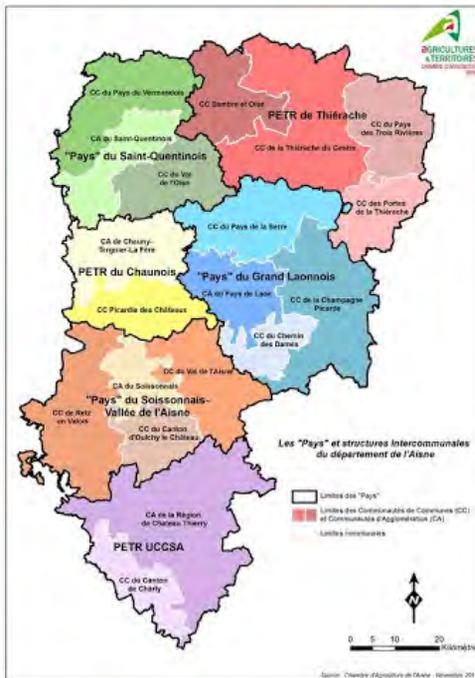


Fig 7 : Position géographique de la Thiérache Picarde (en rouge) au sein du département de l'Aisne (Chambre d'Agriculture de l'Aisne, 2017)

La région naturelle de la Thiérache (ou de l'Avesnois-Thiérache) s'étend sur les départements de l'Aisne et du Nord aux confins occidentaux du massif ardennais. En Picardie, elle s'étend entre Guise et les Ardennes d'ouest en est, et de Montcornet au Nouvion-en-Thiérache du sud au nord (Figure 7). La Thiérache possède le climat le plus froid et le plus pluvieux de Picardie, sa tonalité submontagnarde est évidente. Les écarts thermiques saisonniers importants et le nombre de jours de gel (75 jours en moyenne) marquent l'influence continentale dans cette région naturelle qui se situe à la charnière du domaine atlantique et du domaine pré-continental. Si elle se situe majoritairement en domaine atlantique, la Thiérache connaît aussi une influence submontagnarde et subatlantique / précontinentale qui est perceptible dans sa flore et ses végétations. Plusieurs végétations d'affinités submontagnardes y sont en effet bien représentées, comme

les prairies à *Alchemilla xanthochlora* ou *Persicaria bistorta*, le *Galio aparines - Impatiens noli-tangere*, le *Stellario nemorum - Alnetum glutinosae* ou le *Cardamino amarae - Chrysosplenietum oppositifolii* (François, Prey et al., 2012). L'influence pré-continentale est perceptible via la présence de boisements de haies à *Prunus padus* (proches du *Prunetum pado - spinosae*) par exemple.



Prairie hygrophile de fauche à *Bistorta officinalis* (Besmont)

B - Géologie et pédologie

Les roches mères de la Thiérache picarde sont schistogréseuses sur les contreforts du massif ardennais et argilocalcaires ailleurs. Des épaisseurs variables de limons argileux acides les recouvrent le plus souvent. Ils permettent la présence de nombreuses mares et sources. Le réseau hydrographique de la Thiérache y est, avec celui du Bray humide, le plus dense et le plus ramifié de Picardie. Ces cours d'eau présentent souvent des fonds sablocaillouteux peu colmatés par la vase, ce qui est devenu exceptionnel en Picardie, ainsi qu'une bonne qualité physico-chimique de l'eau (François, Prey et al., 2012 ; Inventaire des paysages de l'Aisne, 2004).

C - Paysages de Thiérache

Les Hauts-de-France constituent depuis plusieurs millénaires une terre agricole d'exception. Cette région favorisée par les sols profonds et le climat ouest atlantique a longtemps été une terre dominée par la polyculture-élevage. La fertilité des sols essentiellement limoneux et la proximité de la mer avec un climat frais et humide ont permis la présence de vastes agrosystèmes à forte valeur ajoutée. Au Néolithique, les défrichements progressifs des forêts du nord du Bassin Parisien ont visé la mise en place d'agrosystèmes de polyculture-élevage essentiellement dans les grandes vallées (David *et al.*, 2012 ; Leroyer *et al.*, 2012 ; David, 2014). Plus récemment à la fin de l'Âge du Fer il y a environ 2000 ans, des géographes grecs contemporains de César comme Strabon soulignaient de la fertilité des moissons de cette province celtique de la « Belgique inférieure », vaste terre fertile de polyculture-élevage que César convoitait (Strabon, 1812). Globalement, depuis la naissance de l'agriculture jusque récemment, il y avait toujours eu un équilibre entre les productions céréalières et l'élevage à l'herbe, les deux étant indissociables. En effet, les terres limoneuses froides et humides nécessitaient des apports importants de fumier pour être réellement fertiles pour ainsi optimiser les rendements (David, 2014). Et les produits carnés et laitiers nourrissaient et habillaient les Hommes. Les Celtes puis les Romains dans une culture commune, étaient experts en agronomie pour concilier céréalicultures et élevages, dans des systèmes imbriqués optimisés (Lepetz et Matteredne, 2003). Les systèmes de polyculture-élevage faisaient la part belle à l'herbe, en pâturage et en prairie de fauche (Fédération des sociétés d'histoire et d'archéologie de l'Aisne, 1963). Les prairies fourragères (prairies artificielles semées de Luzerne, Sainfoin et Trèfles par exemple) se sont développées après la Révolution agricole du Moyen-Âge (XIII^e siècle) qui met en place l'assolement triennal, qui nécessitait de vastes surfaces herbagères pour nourrir des troupeaux plus nombreux, qui donnaient plus de fumier pour les cultures céréalières gourmandes. Cette période d'améliorations agraires génère l'essor des déboisements (alors remplacés par des prairies et des champs) et l'augmentation démographique : la population européenne double entre 1000 et 1340, la population française triple sur ce même laps de temps (Guyotjeannin, 1993). Les prairies permanentes pouvaient ainsi représenter à certaines périodes des valeurs et des enjeux équivalents voire supérieurs à ceux des cultures, notamment en zones humides. Globalement, l'agrosystème prairial ne peut être dissocié des autres éléments du paysage qui créent un système-paysage cohérent et optimisé : les haies, bosquets, mares, fossés, etc. (Decocq *et al.*, 2016). L'ensemble paysager et fonctionnel du bocage formé par le triptyque prairies-haies-mares présente aussi une importance écologique et économique globale essentielle. Les évolutions de l'agriculture moderne depuis la seconde guerre mondiale ont profondément changé les paysages et les mentalités agricoles. Le système de polyculture-élevage, très vertueux en termes d'adéquations entre les pratiques humaines et l'environnement, n'a cessé de régresser au profit de spécialisations essentiellement tournées vers la céréaliculture ou les productions industrielles, activités devenues plus rentables que l'élevage depuis la mécanisation de l'agriculture. Les vallées humides, bien qu'également touchées par ce phénomène, conservent une économie orientée vers les prairies naturelles comme c'est le cas en Thiérache (Chantriot, 1901). En effet, les vallées de l'Escaut, de l'Oise, de la Brune, du Gland, etc. abritent toujours aujourd'hui des prairies humides et mésophiles de haute valeur, autant pour la qualité de l'eau, la limitation de l'érosion et des inondations, que la qualité des paysages et la richesse de la biodiversité. Mais autour de ces vallées dominent aujourd'hui les paysages d'openfields où les prairies sont relictuelles. Cet effondrement progressif des surfaces prairiales a des impacts énormes à l'échelle des bassins-versants sur la qualité de l'eau et des milieux aquatiques et humides. Partout s'observe une tendance générale à l'eutrophisation des milieux aquatiques et une perte de la biodiversité, tant phytocénotique que floristique et faunistique. De nombreuses végétations et espèces liées aux agrosystèmes prairiaux régressent, voire disparaissent. Il devient donc crucial de se pencher sur ce qui reste de biodiversité dans les prairies, et sur les ressorts économiques et sociaux de la disparition progressive des systèmes prairiaux dans les riches terres du Nord de la France.

La Thiérache est composée de mosaïques paysagères de prairies, de haies bocagères, de boisements, de cours d'eau, de mares. Ces paysages bocagers ont été façonnés par des millénaires d'activités agro-sylvo-pastorales. Elles sont aujourd'hui encore largement tournées vers l'élevage bovin dominant (pour le lait comme pour la viande), secondairement ovin. La Thiérache est surtout une terre d'élevage, du fait notamment de la difficulté pour emblaver ces terres argilo-limoneuses assez froides et souvent acides.



Bocage de Barzy-en-Thiérache vu du ciel

De plus, la densité du réseau hydrographique ainsi que la topographie rendent certaines parcelles inexploitable. De ce fait, il reste des surfaces conséquentes de végétations prairiales et d'ourlets, remarquables pour la région, comme les prairies oligo-mésotrophes du *Molinio caeruleae* - *Juncetea acutiflori* et du *Juncion acutiflori*, des prairies pâturées du *Mentha longifoliae* - *Juncion inflexi*, quelques petites pelouses rases des sols acides à *Nardus stricta* (classe des *Nardetea strictae*), etc (François, Prey *et al.*, 2012 ; Inventaire des paysages de l'Aisne, 2004).

3 – Justification du choix de la zone d'étude et de la thématique

Les surfaces toujours en herbe (STH) régressent dans toute la France depuis la seconde guerre mondiale. Cette régression est particulièrement marquée en Picardie, qui a perdu 65 % de ses prairies depuis 1950 (Agreste, 2008). Il ne reste aujourd'hui plus que 10% de STH dans les Hauts-de-France, contre 17% à l'échelle nationale (Agreste, 2018). Les conséquences de la disparition des prairies et des bocages sur la biodiversité, les paysages, la qualité des eaux et les risques d'inondation sont très importants. Aujourd'hui, les Hauts-de-France est la région française la plus largement dominée par les grandes cultures intensives, avec 58 % de son territoire (Agreste, 2018). Les terres de grande culture constituent le plus souvent les milieux les plus pauvres en biodiversité végétale et animale. Cette régression des prairies face aux grandes cultures s'accompagne dès lors d'une perte de biodiversité indigène (Van Calster *et al.*, 2008), même si à l'échelle du Nord-Pas-de-Calais la richesse spécifique reste inchangée de manière globale voire augmente selon les habitats, du fait de la naturalisation d'espèces allochtones sur le territoire (Hautekète *et al.*, 2014). En parallèle de leur disparition, les prairies qui subsistent sont également soumises à une forte intensification qui génère une banalisation des phytocénoses (Catteau *et al.*, 2019). A l'inverse, les prairies extensives et systèmes bocagers associés constituent des milieux particulièrement riches en biodiversité floristique et phytocénotique. Devant la disparition progressive de ces systèmes à haute valeur patrimoniale que sont les prairies, il est urgent de récolter des données dans les régions naturelles encore riches en prairies peu intensifiées. De plus, les systèmes prairiaux mésophiles ou humides recèlent des richesses phytoécologiques encore peu connues. En effet, les études scientifiques anciennes ou récentes des phytocénoses ont surtout concerné les systèmes forestiers, avec les travaux de Decocq (Decocq *et al.*, 2004 ; Decocq, 2002) ou Jouanne (1926) par exemple. Les végétations des prairies thiérachiennes n'avaient encore jamais été étudiées précisément. Enfin, le service Environnement du Conseil Départemental de l'Aisne (Christophe Ananie) avait souhaité mettre en valeur les richesses écologiques des milieux ouverts de l'Aisne depuis plusieurs années au travers du soutien de la démarche CarHab. Ainsi, c'est pourquoi le CBNBL s'est penché en 2020 sur la Thiérache dont l'identité paysagère et agricole (associée au Maroilles) est encore largement prairiale.

4 – Méthode des relevés phytosociologiques

A - Préparation de terrain

En amont de l'échantillonnage sur le terrain, il convient de se renseigner sur la période optimale de réalisation des différents relevés des végétations existantes et potentielles du territoire d'étude. En effet, la période de réalisation du relevé doit être choisie avec soin afin que la grande majorité des espèces soient visibles et identifiables. Elle doit être déterminée en amont de la réalisation des relevés lors de l'élaboration du plan de prospection, cette période variant en fonction des types de végétation. Par exemple, cette période optimale va de mai à juin pour les prairies, de mars à mai pour les pelouses sèches et dunaires, d'avril à mai-juin pour les forêts, etc. (Géhu, 2006). Un relevé dans lequel une partie des espèces est manquante ou indéterminée sera difficilement exploitable. Il est toutefois possible de repasser ultérieurement pour valider la détermination d'une espèce. Cependant, le relevé phytosociologique est une photographie, un état ponctuel de la végétation, il est donc important de ne pas compléter la liste des espèces ou les indices d'abondance-dominance lors du passage de validation.

B - Phase analytique

Un relevé phytosociologique est un relevé d'informations variées permettant de décrire la communauté végétale en place et son contexte. Il contient à la fois des informations sur la composition floristique, sur l'abondance des différents taxons au sein de la végétation étudiée, mais aussi sur la structure de la végétation, la physionomie, etc. En somme, le relevé phytosociologique est une récolte d'échantillon, à la différence près que les échantillons n'étant pas transportables à l'instar d'une planche d'herbier, ce sont les descriptions des échantillons que l'on stocke. Ce qui laisse une place relative à la subjectivité, d'où la nécessité d'être le plus rigoureux possible dans la méthodologie de relevé.

Les espèces présentes dans chacun des relevés sont affectées du coefficient d'abondance-dominance, une estimation globale de la surface de recouvrement d'un taxon. Ce coefficient semi-quantitatif est exprimé selon une échelle de valeurs (i, r, +, 1, 2, 3, 4, 5). Chacune de ces valeurs est assimilée à un pourcentage représentant la surface occupée par le taxon par rapport à la surface totale du relevé (Grandjouan, 1996). L'échelle retenue est celle donnée par Braun-Blanquet en 1932 (Tableau 3).

Coefficients	Recouvrement
5	Recouvre plus de 75% de la surface
4	Recouvre de 50 à 75% de la surface
3	Recouvre de 25 à 50% de la surface
2	Recouvre de 5 à 25% de la surface
1	Individus assez abondants, recouvrement inférieur à 5% de la surface
+	Individus peu abondants, recouvrement inférieur à 5% de la surface
r	Individus très rares, recouvrant moins de 1% de la surface
i	Individu unique
(+)	Espèce notée en limite du relevé sans appréciation de son recouvrement

Tab 3 : Coefficients d'abondance-dominance selon l'échelle de Braun-Blanquet (1932)

Concrètement, le relevé phytosociologique se matérialise donc par une liste exhaustive de taxons (au niveau taxonomique le plus précis possible) pour lesquels l'abondance est estimée, ainsi que par une série d'informations synthétiques permettant de cerner les conditions de réalisation du relevé. En effet, pour pouvoir être comparé à d'autres relevés et ainsi contribuer à l'amélioration des connaissances, le relevé doit comporter un minimum d'informations que sont la localisation de la végétation (la plus précise possible, idéalement des coordonnées GPS), la date d'échantillonnage, la surface ainsi que la forme du relevé, la description floristique et écologique, le nom de l'observateur et bien entendu le nom du syntaxon auquel est rattaché le relevé. Une clé de détermination des végétations présentes sur son territoire d'agrément a été récemment conçue par le CBNBL (Catteau *et al.*, 2020),

rendant l'identification de la végétation sur le terrain beaucoup plus aisée.

Deux conditions fondamentales doivent être prises en compte pour la réalisation des relevés, à savoir la triple homogénéité de la surface et la notion d'aire minimale. Compte tenu du concept de microcénose en phytosociologie sigmatiste (Catteau et Duhamel, 2010), le relevé doit se faire sur une surface présentant à la fois une homogénéité écologique (la station doit présenter une certaine homogénéité concernant certains facteurs abiotiques comme la topographie, l'exposition, l'humidité du sol...), une homogénéité physionomique (la végétation doit présenter une certaine homogénéité quant à sa structure, avec par exemple la dominance des hémicryptophytes pour les prairies et la dominance de phanérophytes pour les forêts) ainsi qu'une homogénéité floristique (il ne doit pas être possible de dégager des secteurs sur la surface de relevé dont la composition floristique serait significativement différente ; Meddour, 2011; Delassus, 2015).

L'aire minimale quant à elle, se définit comme la surface d'une communauté végétale au-delà de laquelle le nombre d'espèces n'augmente pratiquement plus (Géhu, 2006). Un relevé étant un échantillonnage, il ne sera représentatif (statistiquement fiable) d'une association que s'il est effectué sur une surface suffisamment grande (supérieure à l'aire minimale ; Géhu, 2006). Selon les cas, en prairie, cette aire minimale se situe entre 16 et 25 mètres carrés (Tableau 4), même si la surface du relevé peut être bien plus grande que l'aire minimale du moment que la communauté végétale reste homogène. Pour le cas des prairies par exemple, il n'est pas rare de faire des relevés phytosociologiques de plus de 100 m². Ainsi, tous les relevés de végétations prairiales réalisés pour cette étude ont une surface comprise entre 25 et 500 mètres carrés.

Végétation	Surface minimale
Pelouse	1 à 10 m ²
Tourbière	5 à 20 m ²
Prairie	16 à 25 m ² , 50 m ² si nécessaire
Mégaphorbiaie	16 à 25 m ² , 50 m ² si nécessaire
Roselière/Cariçaie	30 à 50 m ² , voire plus
Ourlet	10 à 20 m ²
Lande	100 à 200 m ²
Fourré	50 à 100 m ² , voire 200 m ²
Forêt	300 à 800 m ²

Tab 4 : Aire minimale des relevés (valeurs indicatives) selon la végétation

De manière générale, l'aire minimale du relevé est fonction du type biologique dominant, de la densité de la végétation et de l'équitabilité des espèces (Catteau et Duhamel, 2010). Plus une végétation est haute, claire et fortement dominée par une espèce, plus l'aire minimale du relevé sera étendue. Autrement dit, elle est fonction de la distance à parcourir avant de trouver une nouvelle espèce. Plutôt qu'indiquer la surface du relevé (par exemple, 10m²), il est préférable de donner une approximation de ses dimensions (par exemple, 0,5 x 20m). Bien que cela soit chose plus aisée pour calculer et apprécier la surface du relevé, il n'est pas souhaitable de s'astreindre à inscrire le relevé dans une forme géométrique.

Le choix de la localisation du relevé est très important, le relevé devant être représentatif de la communauté végétale échantillonnée. Ce choix ne devra pas être influencé par le désir d'inclure le maximum d'espèces ou une espèce rare dans le relevé, pouvant amener à réaliser des relevés hétérogènes. En effet, le maximum d'espèces peut parfois traduire un écotone, une lisière avec une autre végétation. Le choix se portera alors sur la situation que l'observateur jugera la plus homogène, la plus caractéristique, généralement au centre de la communauté, évitant ainsi les marges et donc les potentiels écotones. De même, il conviendra d'éviter les zones présentant visiblement des singularités dans la composition floristique ou dans la structure (passages d'animaux par exemple).

Dans la pratique, lorsque la localisation du relevé a été définie, il est conseillé de marquer physiquement sur le terrain les limites de la végétation à échantillonner avant de réaliser le relevé d'espèces. Ensuite, l'observateur commence à lister l'ensemble des espèces qu'il rencontre dans cette zone. Une fois qu'il ne rencontre plus de nouvelles espèces à cet endroit, il commence à élargir la surface d'inventaire tout en veillant à ne pas sortir des limites de la communauté végétale. Il procède ainsi jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de nouvelles espèces rencontrées en élargissant la surface du relevé. Si en étendant la surface de prospection, le nombre de nouvelles espèces rencontrées commence de nouveau à augmenter subitement, l'observateur vérifie qu'il n'est pas sorti des limites de la communauté végétale à caractériser. Dans les situations de continuum écologique, il est possible qu'il n'y ait pas de seuil franc à partir duquel les nouvelles espèces se font plus rares.

Enfin, lorsqu'une végétation est pluristratifiée, il est nécessaire d'indiquer les hauteurs des différentes strates, en prenant comme référence la hauteur modale des organes végétatifs, c'est-à-dire la hauteur à laquelle le maximum d'organes végétatifs se situe. Afin de faciliter l'estimation de la hauteur des différentes strates, il est conseillé de prendre comme repères les mesures de différentes parties du corps comme par exemple la hauteur du genou, du bassin, des épaules et du menton, la taille de l'index, etc. En plus de la hauteur modale, il convient également de reporter le taux de recouvrement du sol par la végétation de manière globale, ainsi que pour chacune des différentes strates si la végétation en comporte plusieurs.

Concernant la détermination des séries et géoséries, il est tout d'abord nécessaire que tous les groupements végétaux qui composent une région aient été préalablement définis avec une finesse suffisante par la méthode classique des relevés phytosociologiques. Ensuite, on constitue alors des tableaux de relevés sériaux comprenant tous les syntaxons, des groupements pionniers aux groupements climaciques (lorsqu'ils existent), représentés localement dans une même série dynamique de végétation (ou chronoséquence végétale), ceci afin d'en comparer la composition floristique. Pour cela, l'écologie des syntaxons ainsi que leur composition spécifique permet de déduire les liens dynamiques entre les végétations. De plus, il est possible de recomposer les séries en fonction de la proximité géographique des relevés : des relevés réalisés côte à côte ou au moins dans des biotopes aux mêmes caractéristiques relèvent probablement de la même série. Ces interprétations sont par ailleurs confrontées à un traitement statistique par le biais d'une AFC explicitée ci-dessous. Géhu (1991) précise que, suivant la nature des séries de végétation et l'histoire du territoire, le nombre et la diversité des étapes sériales pourront varier, de même que leur ventilation à travers le gradient naturalité-artificialisation.

C - Phase synthétique

Tri de tableau

Une fois l'ensemble des relevés effectué, il faut trier le jeu de données, par une succession de déplacements des colonnes et des lignes du tableau brut, de manière à apparier les relevés qui semblent similaires quant à leur composition floristique. A l'instar de cet appariement de relevés, il convient de regrouper au sein du tableau les espèces qui se retrouvent ensemble dans plusieurs relevés.

Pour commencer, il faut écarter les espèces trop rares et les espèces trop fréquentes, les unes et les autres n'étant pas assez significativement discriminantes pour regrouper ou non les différents relevés et espèces. Ensuite, par affinements

progressifs, il faut repérer les espèces qui se retrouvent souvent ensemble et ainsi en déduire les relevés ayant une composition floristique relativement similaire. Pour ce faire, il faut d'abord raisonner en termes de présence/absence, puis avoir un œil critique en fonction des abondances. Enfin, il est nécessaire de contrôler que les groupes soient bien distincts, que chaque relevé a bien une combinaison d'espèces significative pour le syntaxon concernée et qu'il n'y ait pas d'ineptie quant à la structure de la végétation (par exemple, les communautés des classes de pelouses ne doivent pas avoir de strate ligneuse significative, les classes de forêt doivent avoir effectivement un recouvrement significatif pour les strates ligneuses...).

L'utilisation de l'appartenance phytosociologique des espèces offre à la fois une possibilité de gagner du temps sur le tri des espèces et une assise scientifique concernant les groupes d'espèces qui dépasse le cadre restreint de l'échantillonnage réalisé. Ainsi, l'on peut indiquer pour chaque espèce son appartenance phytosociologique au rang de la classe, rendant plus aisé le tri des espèces qui se fait dès lors selon leur fidélité à une classe (Julve, 1993). On peut de la même manière insérer des colonnes apportant une information particulière sur l'écologie, la chorologie ou les traits d'histoire de vie des taxons, pour certaines utilisations particulières ou pour affiner le tri en fonction d'un caractère écologique ou biologique particulier.

Cette étape conduit après le tri et le classement des relevés, par une méthode de traitement des données (manuelle ou automatique), à la mise en évidence de tableaux homogènes décrivant des groupements végétaux, avec définition de leur statut (syntaxons).

Ces méthodes tabellaires, manuellement longues, fastidieuses et non sans risques d'erreurs sont aujourd'hui réalisées automatiquement à l'aide d'une pléiade de logiciels de traitement de données (par exemple Statitcf, Statistica, StatBox, SAS, XLstat, R, etc.). Dans le cadre de ce stage, le tri des tableaux a été effectué manuellement, assisté par Armeria, une macro excel interne au cbnbl.

Analyses statistiques

Il existe une profusion de techniques numériques permettant de traiter des tableaux floristiques. L'une des meilleures techniques d'ordination appliquée au traitement des données phytosociologiques est certainement celle de l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC), introduite et développée très tôt par l'équipe du Professeur Guinochet (Guinochet, 1973). L'efficacité de cette méthode pour l'individualisation et la caractérisation des associations végétales a été démontrée dans les innombrables applications dont elle a fait l'objet (Guinochet, 1973 ; De Foucault *et al.*, 1999 ; Senterre, 2005). C'est sûrement la méthode la plus appropriée pour la discrimination des groupements végétaux et la plus fréquemment utilisée en phytosociologie (Bouxin, 1986, 2008).

Cette technique a pour objet de décrire sous forme graphique le maximum d'information contenue dans un tableau de données, croisant des variables et des individus (relevés et espèces), permettant de visualiser la structure générale des données. Bien que voisine de l'Analyse en Composantes Principales (ACP), l'originalité de l'AFC réside dans l'utilisation de la métrique du χ^2 (ou khi2), qui conduit à comparer non pas des valeurs mais des profils (Dervin, 1988). L'intérêt est de mettre en évidence les relations, les correspondances entre variables et individus, c'est-à-dire entre relevés et espèces.

A partir des données floristiques de différents faciès de végétation, il est possible de mettre en évidence dans l'espace factoriel des successions de groupements végétaux en relation avec les grands gradients écologiques (Bonin *et al.*, 1983 a & b). En effet, depuis les travaux initiaux de Roux & Roux (1967), il s'est avéré que les groupements végétaux étudiés s'ordonnent selon des gradients de facteurs écologiques qui n'ont pas, bien entendu, été introduits dans les données (Béguin *et al.*, 1974 ; Bonin & Taton, 1990). En somme, l'AFC est riche de possibilités aptes à restituer la multiplicité des structures observées dans la nature. C'est suivant cette démarche que l'AFC est utilisée dans le cadre de cette étude à l'aide du logiciel R version 3.4.4 (R Development Core Team, 2008), de manière à mettre en lumière les différentes séries de végétations de Thiérache associées aux communautés prairiales.

Il est important de rappeler que la qualité de l'échantillonnage est primordiale, et que même des analyses statistiques très pertinentes réalisées en bonne et due forme ne peuvent pallier un échantillonnage négligé. En effet, dans le cas d'un mélange statistique de relevés de diverse nature (relevés trop étendus, complexes, fragmentaires...), l'ordination ne peut aboutir qu'à l'élaboration d'unités virtuelles de végétation sans réalité synécologique (Géhu, 1996).

Pour réaliser l'AFC de manière à identifier les différentes séries, il est nécessaire de transformer le tableau de données phytosociologiques. En effet il convient pour chaque association identifiée, de faire une synthèse des coefficients d'abondance des espèces des différents relevés. En effet, un tableau élémentaire ordonné (tableau d'association) peut être résumé sous la forme d'une liste synthétique (à caractère abstrait) comportant toutes les espèces du tableau dont il est issu, selon leur présence ou constance. La présence est en fait, ici, « l'expression de la fréquence relative de chaque espèce dans le tableau d'association ». Les pourcentages de présence

Fréquences relatives (%)	Classe de présence
0-5	r
5-10	+
11-20	I
21-40	II
41-60	III
61-80	IV
81-100	V

Tab 7 : Classes de présence

d'une espèce dans un tableau sont habituellement répartis en plusieurs catégories (5 à 7), dites classes de présence (Tableau 7). Les classes de présences regroupent les fréquences mathématiques des espèces d'un tableau phytosociologique d'au moins 5 relevés. En-dessous de 5 relevés, la classe de présence est remplacée par le nombre réel d'occurrences de l'espèce.

Une comparaison des listes synthétiques par le biais de l'AFC permet l'ordination des différentes associations en fonction de leur composition floristique, potentiellement révélateur des groupements d'associations s'inscrivant le long d'un gradient dynamique (série de végétations).

D - Limites de la méthode

A l'origine du terme, Kopecky (1984) définit les apophytes comme les espèces de communautés végétales originales et naturelles qui se sont répandues dans un paysage cultivé sur des sites anthropisés. Le processus de propagation et d'intégration de ces espèces dans les communautés végétales anthropogéniques est appelé apophytisation, ce qui signifie que dans une zone donnée, les mêmes espèces autochtones peuvent être présentes dans des communautés naturelles (autochtones) et extra-anthropogènes (allochtones). Par exemple, toutes les espèces indigènes commensales des cultures suivent un processus d'apophytisation puisque ce milieu n'existait pas avant l'Homme, correspondant de ce

fait à un changement relatif d'écologie de certaines espèces. L'apophytisation entraînerait donc une désintégration du lien entre les espèces indigènes et un certain type de communauté végétale ou un certain groupe social dans lequel elles se développent habituellement. L'auteur parle d'une "perte de loyauté envers la communauté végétale", rendant parfois délicate l'assignation d'une communauté végétale à un syntaxon et suggère des interrogations quant à la véracité du synsystème.

Il faut comprendre qu'un des phénomènes majeurs régissant l'écologie végétale est la compétition. L'opposition entre espèces tolérantes au stress (stratégie S) et espèces compétitrices (stratégie C) introduite par Grime en 1974 est donc particulièrement riche d'enseignement. Les espèces à stratégie S sont dites « tolérantes au stress » au sens où elles possèdent des adaptations aux biotopes contraignants. Or le manque de nutriments est évidemment une contrainte pour le développement végétal, il peut donc être interprété comme un stress. Ces espèces sont globalement économes en ressources au sens où les organes produits (branches, feuilles, racines...) sont assez pérennes (branches lignifiées, feuilles sclérifiées). Cette pérennité des organes est apportée par la production de molécules complexes toxiques pour les consommateurs primaires (tanins et autres composés phénoliques). Or la production de composés complexes est un processus biochimique coûteux en énergie. Les plantes à stratégie S sont donc contraintes d'allouer une grande partie de leurs ressources à l'adaptation au stress et ont donc une productivité médiocre. Au contraire, les espèces à stratégie C ont une allocation de ressources orientée vers la productivité, notamment en faisant le plus possible l'économie des molécules complexes (la lignine est néanmoins nécessaire aux stades arbustifs et forestiers, pour élaborer des végétaux de grande taille). Lorsque le milieu est très oligotrophe, le stress est très important et seules les espèces bien adaptées à ce stress parviennent à se développer. Autrement dit, s'il n'y a pas de stress dans le milieu (recouvre tout ce qui ralentit le développement des plantes : acidité, sécheresse, engorgement, ions toxiques...), alors les plantes les plus compétitrices supplanteront les autres. Le phénomène n'est pas binaire, mais graduel : plus il y a de contraintes dans le milieu, plus il y a de stratégie S et moins il y a de stratégie C et vice-versa (Grime, 2006).

Delpech (1975) expose un exemple très illustratif d'un phénomène d'apophytisation, en lien direct avec le modèle de Grime. Il présente deux végétations montagnardes, les pelouses subalpines des *Caricetea curvulae* et les prairies du *Trisetum flavescens* - *Polygonum bistorta* qui quant à elles trouvent leur écologie d'origine à l'étage montagnard. Dans ces pelouses subalpines, les plantes souffrent du manque de nutriments et des basses températures, qui sont autant de stress limitant la présence des espèces les plus compétitives. Il signale qu'à l'étage subalpin, si l'agriculteur enrichit ses sols par l'épandage d'engrais, les pelouses subalpines sont remplacées par les prairies de l'étage montagnard. Or les contraintes à l'étage subalpin sont le manque de nutriment et la température : l'utilisation d'engrais n'a pas fait monter la température, mais a favorisé (en levant le stress lié à la faible disponibilité des nutriments) les plantes de prairies qui, plus compétitives, ont supplanté les plantes de la pelouse. Les espèces de la végétation prairiale ont alors changé d'écologie, sous l'action d'une activité anthropique, passant ainsi de l'étage montagnard à subalpin.

4 – Plan d'échantillonnage

Les relevés phytosociologiques sont réalisés en fonction de la période optimale de floraison de la flore composant la végétation mais aussi en fonction des pratiques agricoles qui sont directement liées à la praticabilité du sol. Ainsi, on peut distinguer plusieurs périodes d'échantillonnages :

- Mi-avril à mi-mai : les prairies mésophiles et mésohygrophiles de fauches (principalement l'alliance de

l'Arrhenatherion elatioris), le sol jamais inondé permettant une fauche précoce ;

- Mi-mai à fin juin : les prairies hygrophiles de fauche (*Bromion racemosi*, *Alopecurion pratensis*, *Juncion acutiflori* et *Molinion caeruleae*), ces prairies pouvant être fauchées relativement tôt en saison selon la pluviométrie, des années sèches facilitant une exploitation mécanisée plutôt précoce ;
- Début juin à fin juillet : les prairies hydrophiles de fauches et de pâturages (*Oenanthion fistulosae*). Ces prairies peuvent être inondées une bonne partie de l'année, elles seront généralement de ce fait fauchées de la fin du printemps jusqu'en été.
- Les prairies pâturées peuvent être échantillonnées au moment les plus favorables de leurs floraisons : les prairies mésophiles à mésohygrophiles (*Cynosurion cristati*) à partir de mi-avril et les prairies hygrophiles (*Mentho longifoliae* – *Juncion inflexi* et *Ranunculo repentis* - *Cynosurion cristati*) à partir de mi-mai.

Les prospections se sont principalement déroulées dans les secteurs de la **Vallée de l'Oise** (Etréaupont, Sorbais, Malzy, Proisy, Luzoir, Neuve-Maison, Saint-Algis, Erloy, Autrepes, Gergny, La Bouteille, Origny-en-Thiérache,...), du **Thon** (Eparcy, Landouzy la ville,...) et de la **Brune** (Houry, Gronard, Prices, Rogny, Bray-en-Thiérache,...), ainsi qu'autour des **forêts d'Aubenton** (Aubenton, Besmont, Beaumé, Martigny, Résigny, Gratreux, Les Autels, Coingt, Iviers, Cuiry-les-Iviers, Parfondeval,...), de **Saint-Michel** (Mondrepuis, Watigny, Any-Martin-Rieux,...), d'**Andigny** (Mennevret, Wassigny, Vénérolles,...) et de la **forêt du Nouvion-en-Thiérache** (Esquéhéries, La Planchette, Leschelle, Dorengt, La Neuville-les-dorengt, Buironfosse, Fesmy, Barzy-en-Thiérache, Fontenelle, Rocquigny ; Figure 8).

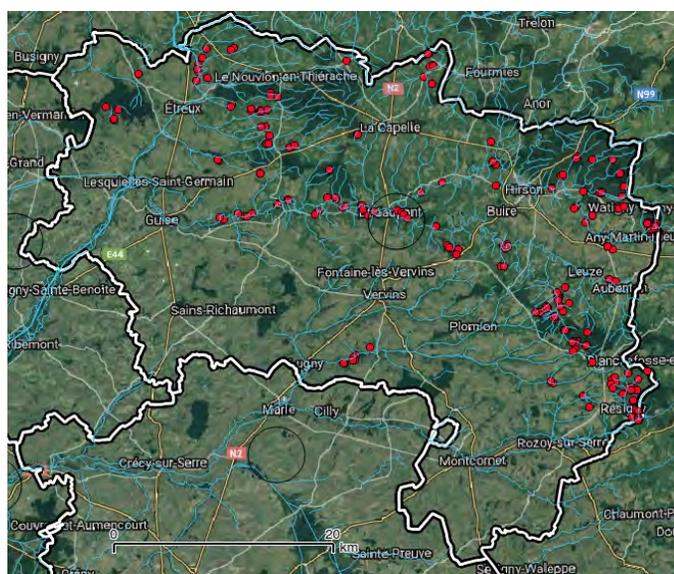


Fig 8 : Cartographie des végétations échantillonnées

Les terres se situant aux marges des vallées sont difficilement exploitables par les agriculteurs en raison des fortes pentes et de l'humidité, l'élevage bovin y est alors prédominant face aux grandes cultures. On retrouve donc dans ces vallées bon nombre de prairies, catégorisées par différents niveaux topographiques et différents modes de gestion qui influencent les végétations de manière directe et qui révèlent dès lors une réelle diversité de végétations, justifiant ainsi tout l'intérêt de prospecter ces secteurs pour la caractérisation des séries de végétation associées aux végétations prairiales de Thiérache et pour, à terme, la mise en œuvre du catalogue des séries et géoséries de l'Aisne.

On observe également une part importante de prairies en lisière des forêts, pour la même raison que les vallées, la nature du sol et l'humidité rendant difficile la mise en culture de ces terres. De plus, on retrouve dans les forêts de Thiérache et les prairies adjacentes des espèces et des végétations à affinité montagnarde, raisons pour lesquels ces secteurs ont été prospectés. Enfin, il est important de souligner le caractère exceptionnel de la forêt de Saint-Michel. En effet, ce massif forestier qui s'étend sur plus de 6000 ha est original de par la nature de son sol. Situé à l'extrémité du socle primaire ardennais, il se fonde sur un sol limoneux acide à forte tendance hydromorphe, lui conférant un degré d'humidité particulièrement propice au développement de végétations et d'écosystèmes caractéristiques des zones

montagnardes ardennaises. Par ailleurs, cette forêt abrite des habitats naturels des forêts alluviales exceptionnels dans la région comme les pelouses acidiphiles mésohygrophiles à Nard raide et à Pédiculaire des bois (*Nardo strictae - Juncion squarrosi*). La flore de cette forêt présente en effet une richesse exceptionnelle avec bon nombre d'espèces protégées en Picardie dont la Circée intermédiaire, la Raiponce noire ou la Violette des marais.

Quant à la mise en œuvre de cette étude, diverses contraintes ont été rencontrées. Tout d'abord, il convient de noter que cette année fut marquée par un important épisode de sécheresse ainsi que de fortes chaleurs, avançant dans le temps la phénologie des végétaux, avec pour conséquence une fauche relativement précoce (dès fin avril) des prairies de fauches par les agriculteurs, la production de cette fauche servant de fourrage pour le bétail et devant ainsi conserver une certaine qualité fourragère (Boillot *et al.*, 2020). De plus, la pandémie de covid-19 ayant retardé la phase de terrain de plusieurs semaines, cumulé à une fauche précoce des prairies de fauche liée à la sécheresse, a occasionné la faible part de prairies mésophiles de fauche échantillonnée.

5 – Ouvrages et référentiels utilisés pour la détermination floristique et syntaxonomique

Les saisies des inventaires ont été réalisées sur un bordereau numérique de relevé phytosociologique sous Microsoft Access, interne au CBNBL. Concernant les guides de détermination de la flore, divers ouvrages ont été utilisés pour réaliser les relevés tels que « Flora gallica » (Tison & de Foucault, 2014), « La nouvelle flore de la Belgique du G.-D. de Luxembourg, du nord de la France et des régions voisines » (Lambinon *et al.*, 2012) et « Flora vegetativa » (Eggenberg & Möhl, 2007).

Concernant les végétations, le Prodrome des végétations de France (PVF), aboutissement d'un projet initié en 1996 à Orsay à l'occasion du 26e Colloque phytosociologique de l'Amicale internationale de phytosociologie, constitue le référentiel national pour la phytosociologie sigmatiste (Bardat *et al.*, 2004 ; Bioret & Royer, 2009). L'élaboration de ce synsystème s'appuie sur la documentation phytosociologique publiée concernant la France ainsi que sur l'expérience inédite des différents auteurs du Prodrome et tient compte des synsystèmes proposés par les pays voisins. Le PVF cherche à répondre aux attentes des utilisateurs quant à un choix clair et justifié des noms de syntaxons et au respect des règles internationales de nomenclature phytosociologique (Weber *et al.*, 2000). Élaboré sous l'égide de la Société française de phytosociologie, en collaboration étroite avec le Muséum national d'histoire naturelle (MNHN), il présente le système phytosociologique hiérarchisé, de la classe à la sous-alliance.

Les principales critiques portaient d'une part sur l'absence d'espèces caractéristiques des différentes unités syntaxonomiques, ainsi que de clés de détermination, et d'autre part sur une déclinaison qui s'arrête au niveau des sous-alliances. Le projet actuel, baptisé « Prodrome des végétations de France 2 » (PVF 2), a pour but de poursuivre le travail réalisé entre 1996 et 2004. Initié en 2006, il répond à des objectifs multiples : poursuivre la déclinaison jusqu'au niveau des syntaxons élémentaires que représentent les associations végétales, faciliter l'identification des syntaxons, et permettre l'identification des correspondances avec les classifications européennes des habitats naturels et semi-naturels (CORINE Biotopes, EUR 27...). Le travail de déclinaison proprement dit est organisé classe par classe. Pour chaque classe, un responsable coordonne le travail de déclinaison au niveau national, en s'entourant de diverses compétences dont celles des phytosociologues de la Société française de phytosociologie (SFP), du MNHN et des Conservatoires botaniques nationaux. Dans le cadre de ce stage, ont été utilisés les contributions au PVF2 concernant la

classe des *Arrhenatheretea elatioris* (De Foucault, 2016) et des *Agrostietea stoloniferae* (De Foucault et Catteau, 2012).

Enfin, le guide des végétations des zones humides de Picardie et le guide de détermination des végétations ont également été d'une aide précieuse quant à l'analyse phytosociologique des différents relevés réalisés.

Résultats et Analyses

Au total, 220 relevés de végétations prairiales ont été réalisés dans le cadre de cette mission², ainsi que 51 autres relevés de diverses végétations comprenant notamment des végétations aquatiques/amphibies, des prairies flottantes, des ourlets, des mégaphorbiaies, des pelouses acides, des fourrés ainsi que des végétations forestières. Les végétations prairiales échantillonnées comportent en moyenne 30 espèces végétales, avec 5 espèces pour les végétations les plus pauvres en espèces (prairies hygrophiles surpiétinées du *Rorippo sylvestris* - *Agrostietum stoloniferae*), contre 58 espèces pour la plus riche en diversité spécifique (pelouses mésohygrophiles du *Selino carvifoliae* - *Juncetum acutiflori*), avec un total de 264 espèces végétales recensées sur l'ensemble des végétations prairiales étudiées. A noter que sur les 220 relevés de végétations prairiales, 41 % n'ont pas pu être déterminées jusqu'à l'association (communauté basale).

1 – Fonctionnement général des séries de végétations

En l'absence de perturbations ou de contraintes édapho-climatiques, l'enchaînement des stades dynamiques mène vers une végétation naturelle potentielle, qualifiée de climacique, qui est la plupart du temps forestière. Ces dynamiques engendrent localement une succession de stades aux caractères morphologiques spécifiques qui voient se remplacer des stratégies de vie particulières, comportant des adaptations permettant un mode de vie pionnier, intermédiaire ou climacique. Il est possible de formuler un modèle du fonctionnement généralisé des séries de végétations, où l'on distingue plusieurs types de dynamique : la dynamique primaire, la dynamique secondaire (au sens de Reynaud-Beauverie, 1936), la dynamique de cicatrisation et la dynamique allogène (Julve et Vitte, 2014).

A - Dynamique primaire

A partir d'un substrat minéral nu (dépôt d'alluvions fluviales ou maritimes, glissement de terrain, érosion, dépôts de matériaux anthropogènes, etc.), la colonisation du milieu par les végétaux s'opère via un certain nombre de stades reliés entre eux selon une dynamique temporelle, qui constitue une succession végétale naturelle qualifiée d'autogène. La structuration du premier stade s'effectue en général avec une formation herbacée ouverte, pionnière, constituée d'individus isolés séparés par des zones de substrat nu. Le deuxième stade correspond quant à lui à la conquête horizontale du milieu, en général par des végétaux à multiplication végétative active, à partir de rhizomes ou de stolons. Ce stade aboutit à une formation herbacée dense, relativement fermée, où la végétation occupe tout l'espace horizontal. Le troisième stade voit apparaître une structuration des ligneux à base de sous-arbrisseaux chaméphytiques, uniquement dans les zones sèches et oligotrophiles. En milieu riche ou humide, on passe directement du deuxième au quatrième stade. Le quatrième stade présente une végétation d'arbrisseaux pionniers formant un fourré se densifiant avec l'âge. Ce stade représente le début de la conquête de la troisième dimension aérienne par l'écosystème, lorsqu'il a

² Les relevés phytosociologiques des végétations prairiales sont exposés en Annexe III p49 (hormis les communautés basales)

déjà occupé presque tout l'espace au sol. Le cinquième stade est constitué d'une forêt pionnière d'arbres à forte capacité de reproduction et de dispersion (la majorité de ces espèces dispersant généralement leurs graines par anémochorie), de petite taille, à croissance rapide et longévité brève (une ou deux centaines d'années), regroupés sous le terme de bois tendres. Le dernier stade représente la forêt climacique à bois durs, association stable d'espèces caractérisant quantitativement et qualitativement l'ultime phase du développement de la succession végétale, où les espèces de la forêt mature supplantent celles de la forêt pionnière par compétition interspécifique. Au cours de l'évolution des successions écologiques, il advient une substitution d'une stratégie de qualité (système hautement organisé et économe en énergie) dans les systèmes développés à une stratégie de quantité (croissance explosive de populations gaspilleuses d'énergie) dans les écosystèmes pionniers (théorie des stratégies adaptatives explicitée par Blondel et Bourlière en 1979). En effet, cette forêt climacique à bois durs est constituée d'arbres à longévité longue (plusieurs centaines à milliers d'années), croissance lente et capacité de dispersion normalement faible (zoochorie dominante). Il correspond à une structuration verticale avec différenciation d'ensembles stratifiés, où se développe un sous-bois herbacé. Ce stade n'est atteint que dans les zones stabilisées, où les perturbations ne sont ni trop fortes ni trop fréquentes. Dans le cas contraire, la série est tronquée, bloquée à un stade antérieur à la forêt mature, faisant office de climax (permasérie). En effet, dans les milieux fortement perturbés, le climax forestier est potentiel mais quasiment jamais atteint en raison des perturbations fréquentes qui réinitialisent la dynamique végétale.

L'enchaînement de tous ces stades constitue une série dynamique. Elle est qualifiée de primaire car sa genèse s'opère à partir d'un substrat minéral nu et de progressive car elle s'initie avec une végétation pionnière éparse pour aboutir à un climax structuré tant horizontalement que verticalement. Le parcours de cette série primaire progressive s'accompagne de la création et de l'approfondissement d'un sol, avec structuration d'horizons édaphiques, la dynamique végétale se faisant en parallèle de la pédogenèse.

B - Dynamique secondaire

A partir du climax, il est également possible d'opérer un défrichement. On obtient alors une végétation herbacée de coupe (cicatrisation). En zone agricole, le défrichement permet la mise en place d'une prairie de fauche pour assurer annuellement une ou deux productions de foin. Il est possible de faire pâturer le regain, voire de mettre en place un pâturage permanent plus intensif. L'enchaînement de ces stades s'effectue sur l'épaisseur du sol forestier originel modifié par la fertilisation, les éventuels amendements et un tassement des horizons superficiels lié au pâturage. Une activité anthropogène encore plus poussée comme le labour en grande culture oriente la série vers un stade de culture agricole. La succession végétale obtenue par l'enchaînement de ces stades est une succession qualifiée de secondaire car un climax a déjà existé localement et a donc conditionné la formation d'un sol profond, et de régressive car on s'éloigne du climax pour retourner à des stades simplifiés, comparables aux stades pionniers de la série primaire, mais différents car d'origine anthropogène et établis sur un ancien sol forestier qui a gardé quelques-uns de ses caractères comme la profondeur. S'il y a un abandon des pratiques agricoles, à partir des cultures on observe des stades de jachère à annuelles puis de friche vivace. L'abandon des prairies se traduit par l'évolution vers un enrichissement similaire aux coupes forestières herbacées. Le tout converge vers un stade arbustif qui peut être différent de celui de la série primaire, car établi sur un sol profond³. Le sens de parcours de cette série secondaire définit des dynamiques progressives (vers le climax) ou régressives (s'en éloignant).

³ Un schéma conceptuel reprenant le fonctionnement d'une succession végétale est présentée en Annexe V p78

Un autre type de dynamique concerne les perturbations mineures comme les chablis en forêt ou le surpiétinement localisé en prairie, qui engendrent des végétations dites de cicatrifications. Ces perturbations peuvent s'opérer à chaque stade de la série dynamique, sans pour autant en altérer le caractère. Toutes ces successions s'effectuent normalement à des conditions écologiques globalement similaires. Enfin, en cas de drainage, d'inondation, d'eutrophisation massive ou de changement climatique global, le même modèle de dynamique peut être dévié localement vers une série qualitativement différente (appelée série dérivée nommée par Catteau et Villejoubert en 2018), avec des végétations différentes en terme de composition spécifique et d'écologie (dynamique allogène) (Julve et Vitte, 2014).

Chaque géosérie rencontrée en Thiérache est schématisée par un tableau dynamique contenant la liste des séries et leur composition respective en associations végétales pour les différents stades de la succession végétale⁴. Pour chaque série de végétation, le tableau comprend deux lignes : la ligne supérieure comprend la phase optimale de la végétation pour chaque stade au sein de la série, tandis que la ligne inférieure correspond à la végétation de tonsure ou de cicatrisation du même stade dynamique au sein de la série.

La grande majorité des syntaxons relevés en Thiérache dans le cadre de cette étude relève de la géosérie acidocline mésotrophe du *Lonicero periclymeni - Fago sylvaticae geosigmatum*. D'autres systèmes, plus marginaux, ont également été observés comme le système des séries dérivées eutrophes à hypereutrophes ainsi que la géosérie neutrophile mésotrophe à eutrophe du domaine alluviale de la haute vallée de l'Oise.

2 - Système des sols sablo-limoneux acidoclines mésotrophes (*Lonicero periclymeni - Fago sylvaticae Geosigmatum*)

Ce système occupe les sols faiblement acides sur sables et limons, plus rarement sur argiles, en contexte plus ou moins mésotrophe. En s'appuyant sur les précédents travaux réalisés sur le département de l'Aisne, nos appréciations ressenties sur le terrain, les relevés faisant la transition entre deux végétations et les résultats de l'afc, quatre séries ont été définies dans ce système, qui diffèrent par leur niveau hydrique (Figure 9 a et b) :

- Série mésophile de la forêt à *Lonicera periclymenum* et *Fagus sylvatica* (*Lonicero periclymeni - Fago sylvaticae Sigmatum*)
- Série mésohygrophile de la forêt à *Stellaria holostea* et *Carpinus betulus* (*Stellario holostae - Carpino betuli Sigmatum*)
- Série hygrophile de la forêt à *Carex remota* et *Fraxinus excelsior* (*Carici remotae - Fraxino excelsioris Sigmatum*)
- Série hydrophile de la forêt à *Glyceria fluitans* et *Alnus glutinosa* (*Glycerio fluitantis - Alno glutinosae Sigmatum*)

Ce système est complété par deux permaséries : la permasérie de l'herbier amphibie à *Ranunculetum peltati* (*Ranunculo peltati Permasigmatum*) et la permasérie de l'herbier flottant à *Glyceria declinata* et *Catabrosa aquatica* (*Glycerio declinatae - Catabroso aquaticae Permasigmatum*)

Il est intéressant de constater que, même si l'ordination des différents syntaxons dans l'afc s'opère en fonction de leurs différences en terme de composition spécifique, l'on observe que l'axe des abscisses représente l'hygrométrie (avec à gauche les syntaxons où le sol est le plus humide et à droite sur sol plus sec pour la Figure 9b, et l'inverse pour la

⁴ Tableau en Annexe I p42 et planches photos en Annexe II p43

Figure 9a) tandis que l'axe des ordonnées correspond dans une certaine mesure à la trophie (avec en-dessous de l'axe les syntaxons les plus oligotrophes et au-dessus les plus eutrophes ; Figure 9a et Figure 9b).

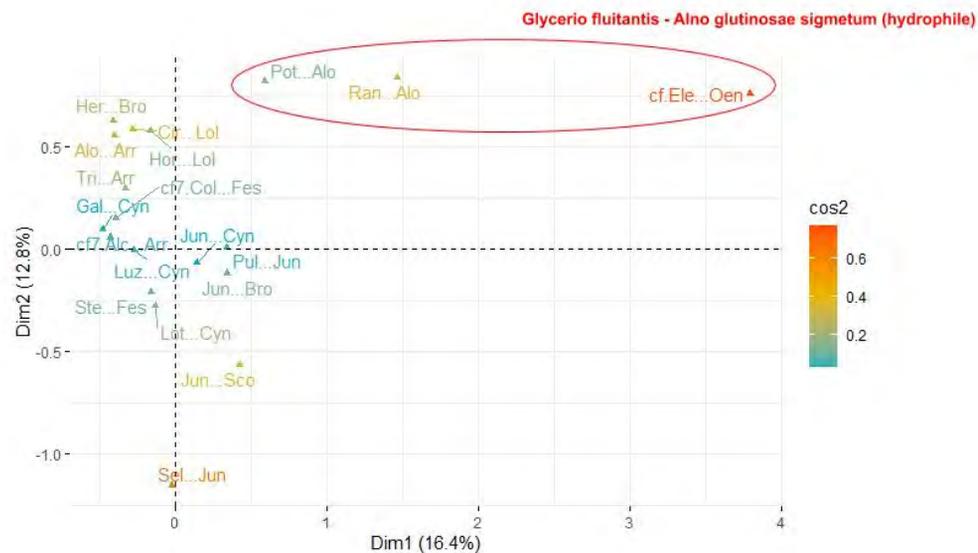


Fig 9 a : Résultats de l'AFC sur les végétations prairiales de Thiérache

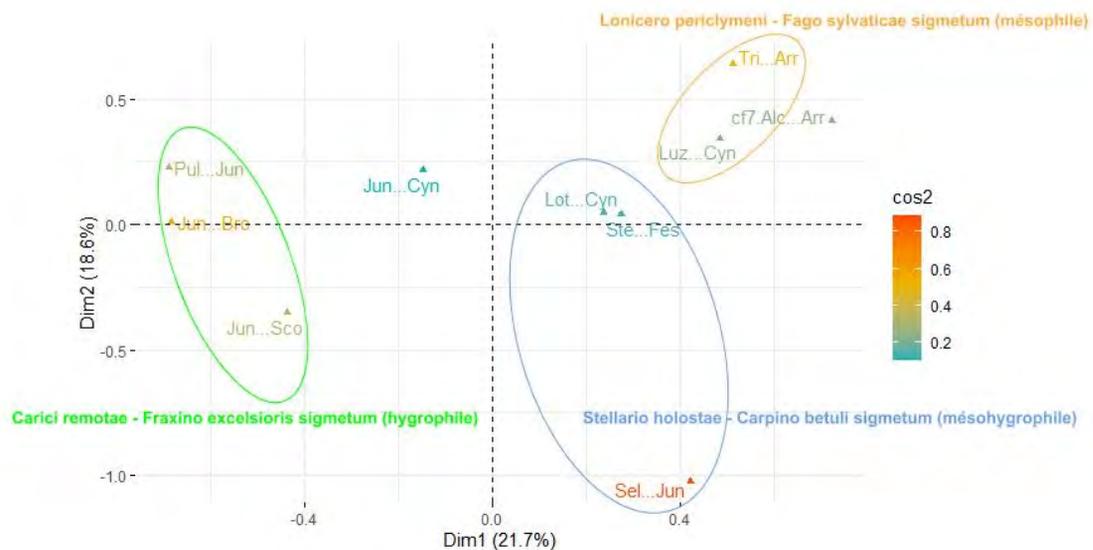


Fig 9 b : Résultats de l'AFC sur les végétations prairiales de Thiérache

Il est important de stipuler que l'apport de mon travail se concentre essentiellement sur les prairies, pelouses et ourlets externes, tous issus d'une dynamique secondaire (poursuite du programme CarHab dans l'Aisne, mais concentrée cette fois-ci sur les végétations prairiales). La dynamique primaire décrite dans le présent rapport est le fruit d'études symphytosociologiques antérieures notamment sur les séries et géoséries du Laonnois, donc issue de la littérature. Il me semblait tout de même fondamental de décrire les séries dans leur entièreté même si certains syntaxons n'ont pas été observés en Thiérache dans le cadre de cette étude (mais potentiellement présents), de sorte à permettre une compréhension globale de la dynamique des différentes séries de végétations présentes en Thiérache.

A - Série de la forêt à *Lonicera periclymenum* et *Fagus sylvatica* (*Lonicero periclymeni - Fago sylvaticae* Sigmatum)

Série mésohydrique des sols sableux à limono-sableux oligomésotrophes à méso-eutrophe, de répartition sub-atlantique large, elle est présente sur des substrats moyennement acides et relativement pauvres en nutriments, présentant parfois

un enrichissement ponctuel en bases. Les sols sont sableux à limoneux, à tendance podzolique, pouvant être secs à frais mais en général plutôt bien drainants.

Le stade pelousaire de la dynamique primaire du *Lonicero periclymeni - Fago sylvaticae Sigmatum* est mal connu à ce jour. Dans tous les cas ces végétations herbacées laissent place à des landes (Figure 10) du *Sarothamnion scoparii* (fourrés héliophiles psychro-atlantiques à *Sorbus aucuparia* subsp. *aucuparia* et *Rubus idaeus* subsp. *idaeus*) (1), qui sont remplacées par des fourrés stabilisés de l'*Ilici aquifolii - Prunetum spinosae* (fourré à *Ilex aquifolium*, *Lonicera periclymenum*, *Rubus ulmifolius* et *Crataegus laevigata*) (2). A mesure de la densification du fourré s'accompagnant de la formation d'horizons édaphiques, ce dernier laisse sa place à la forêt pionnière à *Populus tremula* (3). Enfin, cette forêt de bois tendres est remplacée par la forêt mature (climax) du *Lonicero periclymeni - Fagetum sylvaticae* (4), associé au *Veronico officinalis - Hieracietum murorum* (ourlet interne) (5) et au groupement à *Juncus tenuis* et *Veronica officinalis* (chemin forestier) (6), qui s'expriment par l'action de chablis (notamment liés aux intempéries, aux pathogènes et parasites, etc) et de passages d'animaux. Toutefois, certaines activités humaines comme l'agriculture peuvent engendrer un défrichement de cette forêt mature, changeant ainsi la dynamique de la série (dynamique secondaire). De la forêt, on passe à un stade de pelouse caractérisé par le *Polygalo vulgaris - Caricetum caryophylleae* (à *Polygala vulgaris*, *Carex caryophyllea*, *Ranunculus bulbosus* et *Briza media*) (7) ou à un stade de prairie en fonction de la pédogenèse et de la gestion de la parcelle par l'exploitant. Les prairies pâturées sont caractérisées par l'association du *Luzulo campestris - Cynosuretum cristati* (à *Cynosurus cristatus*, *Luzula campestris*, *Potentilla erecta*, *Ranunculus bulbosus*, ...) (8) et les prairies fauchées relèvent de la sous-alliance du *Trifolio medii - Arrhenatherenion elatioris* acidiline (potentiel *Centaureo nigrae - Arrhenatheretum elatioris* à *Centaurea gr. Jacea*, *Arrhenatherum elatius*, *Alchemilla xanthochlora*, *Pimpinella major*, ...) (9), selon le mode de gestion choisi par l'éleveur (qui n'est d'ailleurs pas irrévocable). Contrairement aux séries mésohygrophiles et hygrophiles, il n'y a pas d'apports par les alluvions (eutrophisation) et il n'y a pas d'engorgement favorisant l'oligotrophisation. Par conséquent, en l'absence d'amendement d'origine anthropique, le stade suivant le défrichement de la forêt mature reste sensiblement dans le même niveau trophique, si ce n'est une légère augmentation transitoire du niveau trophique due à la mobilisation des substances nutritives liées à l'activation des micro-organismes du complexe argilo-humique après remise au soleil. Le niveau trophique est essentiellement fonction de la nature du substrat et également de la pente. En effet, une forte pente favorise l'érosion et le ruissellement de l'eau qui provoque un lessivage et qui s'accompagnent dès lors d'un phénomène d'oligotrophisation. A noter que la trophie n'est pas la même en série secondaire qu'en série primaire car la pédogenèse évolue dans le temps et a donc de manière générale rendu les sols plus riches. En fonction de l'usage du sol, le premier stade de la dynamique secondaire issu du défrichement peut correspondre à différentes végétations. En effet, le labour des terres, très contraignant pour la flore, favorise une végétation annuelle des cultures qui pourrait relever du *Sclerantho annui - Arnoseridetum minimae* ou de l'*Alchemillo arvensis - Matricarietum recutitae*, puis s'enfriche une fois à l'abandon (ce phénomène nécessiterait des études complémentaires). Du fait de la profonde modification de la structure du sol par le labour, la végétation arborée sera différente de la forêt mature de la dynamique primaire, avec un retour impossible à cette dernière. En revanche, sur le secteur de la Thiérache, le défrichement a été réalisé essentiellement dans un objectif d'élevage. Dans le cas où le sol n'est pas très riche en nutriment, une pelouse va se structurer par les pratiques agropastorales. C'est généralement la pelouse du *Polygalo vulgaris - Caricetum caryophylleae* qui s'installe dans ce cas. Dans d'autres cas, lorsque le sol est suffisamment riche en nutriments, la végétation sera de type prairiale. En fonction de la pratique de l'éleveur, différentes prairies peuvent se développer : une prairie de fauche caractérisée par un *Trifolio medii - Arrhenatherenion elatioris* acidiline encore

assez mal connu et une prairie pâturée caractérisée par le *Luzulo campestris* - *Cynosuretum cristati*. Par ailleurs, et afin de maximiser la production fourragère, les végétations les plus oligotrophes (pelouses) sont souvent enrichies par des amendements extérieurs et aboutissent aux mêmes types de prairies. Lorsque ces pratiques agropastorales s'arrêtent, la végétation s'ourlifie (ourlet mal connu, mais qui relève sûrement de la classe des *Melampyro pratensis* - *Holcetea mollis*) pour à terme se lignifier et retourner à un stade de fourré puis de forêt mature, mais différent du climax de la dynamique primaire dans le cas où le sol a été enrichi en nutriment. Dans la mesure où le sol n'a pas été profondément changé par des amendements, des drainages, ou encore du pâturage intensif, les pelouses du *Polygalo vulgaris* - *Caricetum caryophylleae* évoluent vers une forêt mature similaire à celle de la dynamique primaire.

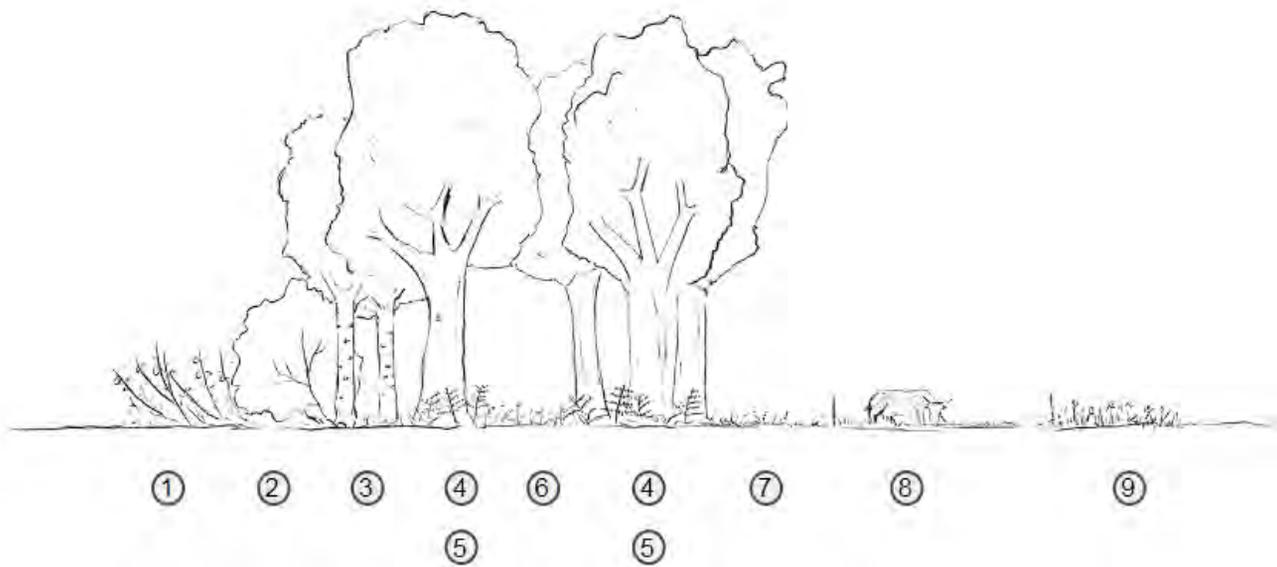


Fig 10 : Dynamique sériale du *Lonicero periclymeni* - *Fago sylvaticae* Sigmatum

B - Série de la forêt à *Stellaria holostea* et *Carpinus betulus* (*Stellario holostae* - *Carpino betuli* Sigmatum)

Série mésohygrophile des sols sableux à limono-sableux oligomésotrophiques sur sols filtrants à nappe battante, elle est présente sur des substrats moyennement acides et relativement pauvres en nutriments. Sols de texture généralement sableuse à limoneuse présentant une battance de nappe assez importante, ces sols sont plutôt secs en été et peuvent être assez humides en hiver et au printemps. Ils sont caractérisés par une bonne drainance, impliquant des variations importants de niveau d'eau, défavorables à de nombreuses plantes.

Selon une dynamique primaire progressive, la succession végétale du *Stellario holostae* - *Carpino betuli* sigmatum s'opère comme suit (Figure 11) : Le premier stade correspond à des pelouses du *Succiso pratensis* - *Silaetum silai* (à *Silaum silaus*, *Succisa pratensis*, *Carex tomentosa*, ...) (1) qui sont remplacées par des fourrés du *Prunetum pado* - *spinosae* (fourré à *Prunus padus*, *Sorbus aucuparia*, *Salix cinerea*, *Viburnum opulus*, ...) (2). A mesure de la densification du fourré s'accompagnant de la formation d'horizons édaphiques, ce dernier laisse sa place à la forêt pionnière à *Populus tremula* et *Prunus padus* (3). Enfin, cette forêt de bois tendres est remplacée par la forêt mature (climax) du *Stellario holostae* - *Carpinetum betuli* (chênaie charmaie à *Stellaria holostae*) (4), associé à l'*Agrimonia repentis* - *Brachypodietum sylvatici* (ourlet interne à *Agrimonia procera*, *Brachypodium sylvaticum*, *Teucrium scorodonia*, *Betonica officinalis*, ...) (5), qui s'expriment par l'action de chablis. Toutefois, certaines activités humaines comme l'agriculture peuvent engendrer un défrichage de cette forêt mature, changeant ainsi la dynamique de la série

(dynamique secondaire). De la forêt, on passe soit à un stade de pelouse, soit à un stade de prairie, selon la trophie originelle de la forêt initiale et la gestion de la parcelle par l'exploitant. Cette pelouse issue du défrichement de la forêt mature, caractérisée par l'association du *Selino carvifoliae* - *Juncetum acutiflori* à *Selinum carvifolia*, *Betonica officinalis*, *Juncus acutiflorus* et *Danthonia decumbens* (6), est utilisée pour l'élevage. En effet la pelouse peut être légèrement eutrophisée, soit naturellement par des alluvions, soit de manière anthropique via des amendements dans le but de maximiser la production fourragère. La pelouse laisse ainsi place à une prairie pâturée du *Loto pedunculati* - *Cynosuretum cristati* sur nappe stagnante (caractérisée par la présence de *Cynosurus cristatus*, *Lolium perenne*, *Agrostis capillaris*, *Cardamine pratensis*, ...) (7), du *Juncus acutiflori* - *Cynosuretum cristati* sur nappe circulante (caractérisée par la présence de *Juncus acutiflorus*, *Ranunculus flammula*, *Juncus effusus*, *Cynosurus cristatus*, *Lolium perenne* et *Cardamine pratensis*) (8) ou encore à une prairie fauchée du *Stellario gramineae* - *Festucetum rubrae* (caractérisée par la présence de *Luzula campestris*, *Hypochaeris radicata*, *Stellaria graminea*, *Achillea ptarmica*, *Arrhenatherum elatius*,...) (9), selon la durée de l'engorgement et le mode de gestion choisi par l'éleveur (qui n'est d'ailleurs pas irrévocable). Cependant, le phénomène inverse est possible : la prairie peut laisser place à la pelouse par oligotrophisation. Ce processus d'oligotrophisation peut être dû au lessivage des sols, mais il est surtout bien souvent dû à une turbification liée à l'engorgement du sol. En effet, les eaux froides mal oxygénées engendrent une mauvaise activité du sol et donc une accumulation de matière organique, s'accompagnant d'un relargage d'acides organiques aggravant les mauvaises conditions du sol. Il s'opère dans ces conditions une sélection des espèces présentes en faveur des espèces « stress-tolérantes », qui s'accompagne d'une très mauvaise décomposition de la matière organique issue de ces espèces qui sont plus riches en composés aromatiques. Néanmoins, dans beaucoup de cas, ce processus est instable et la turbification n'aboutit pas à une tourbière. Cette dernière est contrecarrée à la fois par l'arrivée de nutriments issus des alluvions et par la décomposition de la matière organique grâce aux fluctuations de nappe. En l'absence de ce phénomène l'oligotrophisation, une fois la prairie de fauche ou pâturée en déprise, cette dernière s'ourlifie (ourlet mal connu) pour à terme se lignifier et retourner à un stade de fourré puis de forêt mature, mais différent du climax de la dynamique primaire car l'utilisation du sol pour l'élevage a rendu le milieu plus eutrophe. Dans la mesure où le sol n'a pas été profondément changé par des amendements, des drainages, ou encore du pâturage intensif, il est possible que les pelouses du *Selino carvifoliae* - *Juncetum acutiflori* évoluent vers une forêt mûre climaxique similaire à celle de la dynamique primaire, mais cela reste à étudier.

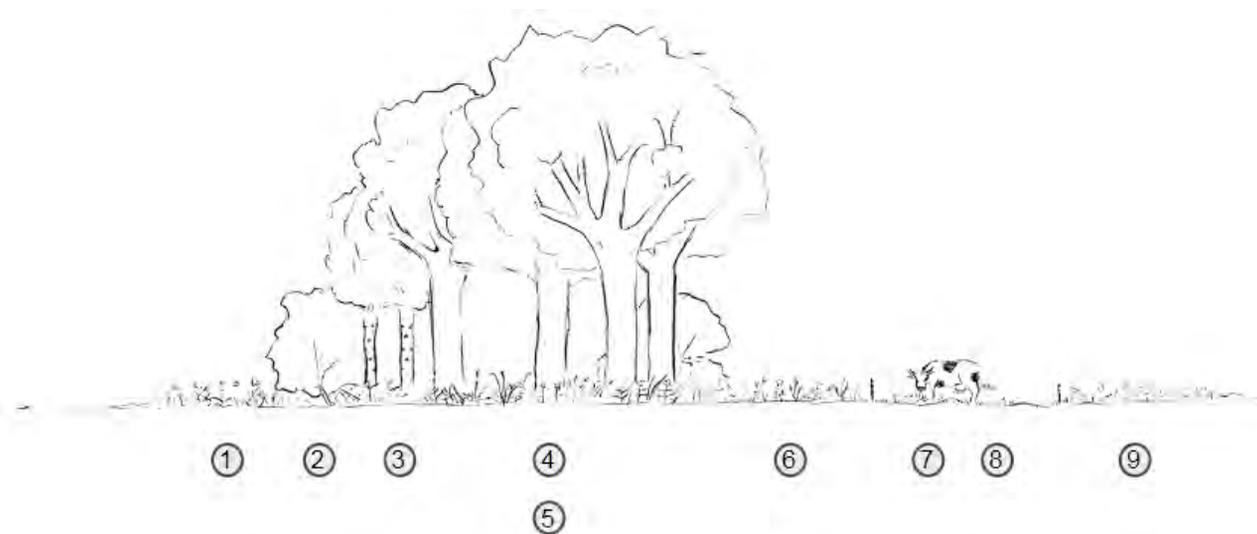


Fig 11 : Dynamique sériale du *Stellario holostae* - *Carpino betuli* *Sigmætum*

C - Série de la forêt à *Carex remota* et *Fraxinus excelsior* (*Carici remotae* - *Fraxino excelsioris Sigmatum*)

Série mésohygrophile à hygrophile des sols sablo-argileux à limono-argileux oligomésotrophes sur sols à nappe superficielle à battante, présentant des faciès d'engorgement temporaires en surface (horizons rédoxiques), et permanent à moyenne profondeur (horizons réductiques). On la retrouve sur des substrats moyennement acides et relativement pauvres en nutriments, souvent sur des alluvions.

Les premiers stades de la dynamique primaire du *Carici remotae* - *Fraxino excelsioris sigmetum* sont mal ou non connus à ce jour, notamment le stade pelousaire. Dans tous les cas ces végétations herbacées laissent place aux fourrés du *Salicetum triandrae* à *Salix triandra* et *Salix viminalis* (Figure 12) (1). A mesure de la densification du fourré s'accompagnant de la formation d'horizons édaphiques, ce dernier laisse sa place à la forêt mature (climax) du *Carici remotae* - *Fraxinetum excelsioris* (frênaie à *Carex remota*, *Carex strigosa*, et *Carex pendula*) (2), associée à l'*Athyrio filicis-feminae* - *Scirpetum sylvatici* (ourlet interne à *Scirpus sylvaticus*, *Filipendula ulmaria*, *Angelica sylvestris*, *Impatiens noli-tangere*, *Athyrium filix-femina*, ...) (3) et au *Veronico montanae* - *Caricetum remotae* (chemin forestier à *Veronica montana*, *Cardamine flexuosa*, *Carex remota*, *Carex strigosa*, *Lysimachia nemorum*, ...) (4), qui s'expriment par l'action de chablis et de passages d'animaux. Toutefois, certaines activités humaines comme l'agriculture peuvent engendrer un défrichement de cette forêt mature, changeant ainsi la dynamique de la série (dynamique secondaire). De la forêt, on passe soit à un stade de pelouse, soit à un stade de prairie, selon la trophie originelle de la forêt initiale. Cette pelouse issue du défrichement de la forêt mature, caractérisée par l'association du *Junco conglomerati* - *Scorzoneretum humilis* à *Juncus acutiflorus*, *Scorzonera humilis*, *Lotus pedunculatus*, *Juncus conglomeratus* et *Bistorta officinalis* (5), est utilisée pour l'élevage. En effet la pelouse peut être légèrement eutrophisée, soit naturellement par des alluvions, soit de manière anthropique via des amendements dans le but de maximiser la production fourragère, pour ainsi laisser place à une prairie pâturée du *Pulicario dysentericae* - *Juncetum inflexi juncetosum acutiflori* (caractérisée par la présence de *Juncus inflexus*, *Juncus acutiflorus*, *Epilobium parviflorum*, *Lychnis flos-cuculi*, *Cardamine pratensis*, *Rumex acetosa*, *Lathyrus pratensis*, ...) (6) ou à une prairie fauchée du *Junco acutiflori* - *Brometum racemosi* (caractérisée par *Bromus racemosus*, *Juncus acutiflorus*, *Achillea ptarmica*, *Scirpus sylvaticus*, *Bistorta officinalis*) (7), selon le mode de gestion choisi par l'éleveur. Cependant, le phénomène inverse est possible : la prairie peut laisser place à la pelouse par oligotrophisation. Ce processus d'oligotrophisation peut être dû au lessivage des sols, mais il est surtout bien souvent dû à une turbification liée à l'engorgement du sol. En effet, les eaux froides mal oxygénées engendrent une mauvaise activité du sol et donc une accumulation de matière organique, s'accompagnant d'un relargage d'acides organiques aggravant les mauvaises conditions du sol. Il s'opère dans ces conditions une sélection des espèces présentes en faveur des espèces « stress-tolérantes », qui s'accompagne d'une très mauvaise décomposition de la matière organique issue de ces espèces qui sont plus riches en composés aromatiques. Néanmoins, dans beaucoup de cas, ce processus est instable et la turbification n'aboutit pas à une tourbière. Cette dernière est contrecarrée à la fois par l'arrivée de nutriments issus des alluvions et par la décomposition de la matière organique grâce aux fluctuations de nappe. En l'absence de ce phénomène d'oligotrophisation, une fois la prairie de fauche ou pâturée en déprise, cette dernière s'ourlifie pour donner lieu à un ourlet externe du *Junco acutiflori* - *Angelicetum sylvestris* (mégaphorbiaie à *Filipendula ulmaria*, *Juncus acutiflorus*, *Scirpus sylvaticus*,...) (8). Avec le temps, cette mégaphorbiaie va être colonisée par des ligneux pour laisser place à la forêt pionnière du *Pruno padi* - *Fraxinetum excelsioris* (frênaie à *Prunus padus*, *Ulmus laevis*, *Brachypodium sylvaticum*, *Iris pseudacorus*, *Deschampsia cespitosa*, ...) puis à terme, retourner à un stade de forêt mature mais différent de la dynamique primaire.

Dans la mesure où le sol n'a pas été profondément changé par des amendements, des drainages, ou encore du pâturage intensif, il est peut-être possible que les pelouses du *Juncus conglomerati* - *Scorzoneretum humilis* évoluent vers une forêt mature climacique similaire à celle de la dynamique primaire, mais cela reste à étudier.

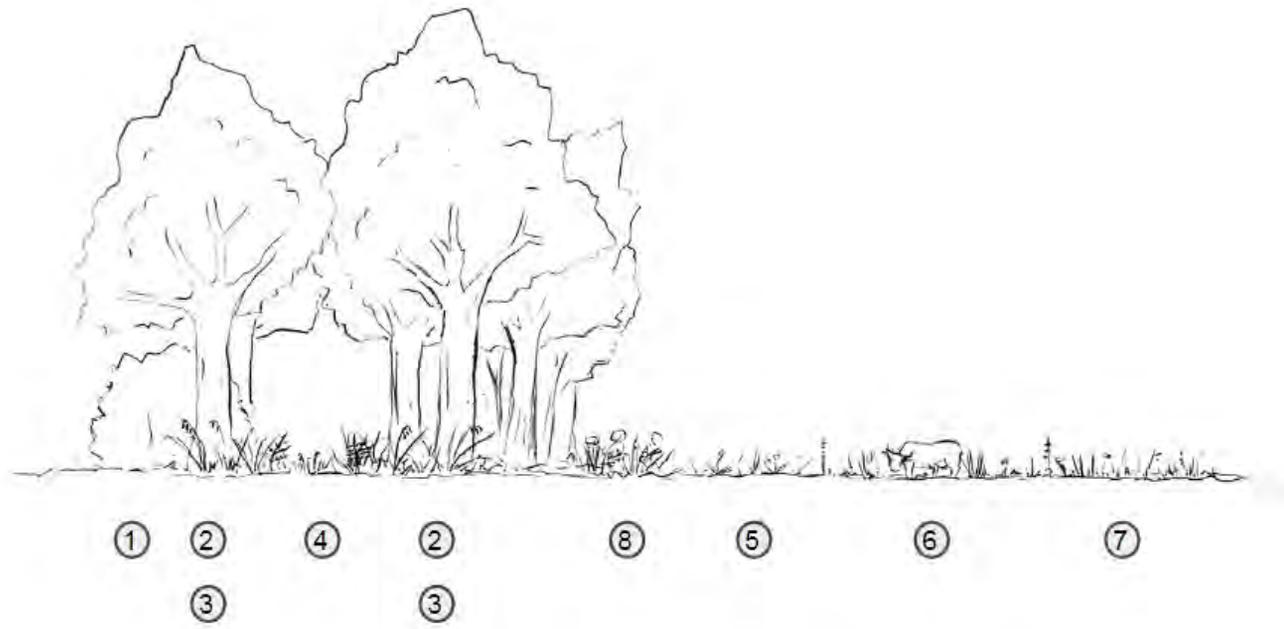


Fig 12 : Dynamique sériale du *Carici remotae* - *Fraxino excelsioris* Sigmatum

D - Série de la forêt à *Glyceria fluitans* et *Alnus glutinosa* (*Glycerio fluitantis* - *Alno glutinosae* Sigmatum)

Série hydrophile des sols organiques légèrement acides mésotrophes à nappe circulante, elle est présente sur des substrats moyennement acides et relativement pauvres en nutriments sur des sols alluvionnaires riches en matière organique. Le sol est inondé une bonne partie de l'année, la nappe d'eau étant proche de la surface même en été.

Les premiers stades de la dynamique primaire du *Glycerio fluitantis* - *Alno glutinosae* sigmetum sont mal ou non connus à ce jour, notamment le stade pelousaire. Dans tous les cas ces végétations herbacées laissent place aux fourrés du *Salicion cinereae* (Figure 13) (1), également mal connu. A mesure de la densification du fourré s'accompagnant de la formation d'horizons édaphiques, ce dernier laisse sa place à la forêt pionnière du *Glycerio fluitantis* - *Alnetum glutinosae* (Aulnaie à *Cardamine amara*, *Carex remota*, *Glyceria fluitans*, *Scirpus sylvaticus*, *Carex elongata*,...) (2) qui fait office de climax, les conditions édaphiques comme l'humidité étant trop contraignantes pour la colonisation du milieu par une végétation arborée de bois durs. Dans certains cas, il est à noter que ce boisement présente une forme encore plus oligotrophe possédant diverses espèces turficoles comme *Viola palustris*, *Carex echiniata* ou encore *Sphagnum* div. sp, sûrement dû à une turbification plus prononcée. En effet, ces boisements du *Glycerio fluitantis* - *Alnetum glutinosae* sont rarement eutrophes en régime naturel, avec pour cause la faible quantité de dépôts alluvionnaires et l'engorgement quasi permanent empêchant une importante minéralisation de la matière organique, s'accompagnant dès lors d'un phénomène de turbification. Certaines activités humaines comme l'agriculture peuvent engendrer un défrichement de cette forêt, changeant ainsi la dynamique de la série (dynamique secondaire). De la forêt, on passe à un stade de pelouse caractérisé par le Groupement à *Juncus acutiflorus* et *Carex rostrata* (3). Cette pelouse, inexploitable comme telle à des fins pastorales, va être eutrophisée afin de maximiser la production fourragère, pour ainsi laisser place à une prairie pâturée du *Ranunculo repentis* - *Alopecuretum geniculati* (caractérisé par *Ranunculus*

repens, *Ranunculus flammula*, *Alopecurus geniculatus*, ...) (4) et sa tonsure du *Potentillo anserinae* - *Alopecuretum geniculati* (5) liée au piétinement par le bétail (caractérisée par la présence de *Plantago major*, *Alopecurus geniculatus*, *Rumex crispus*, *Rorippa sylvestris*, *Argentina anserina*, ...), ou à une prairie fauchée de l'*Eleocharito palustris* - *Oenanthetum fistulosae juncetosum acutiflori* (caractérisée par *Oenanthe fistulosa*, *Juncus acutiflorus*, *Galium palustre*, *Persicaria amphibia*, *Glyceria fluitans*, *Eleocharis palustris*, ...) (6), selon le mode de gestion choisi par l'éleveur. Une fois la prairie de fauche ou pâturée en déprise, cette dernière s'ourlifie pour donner lieu à un ourlet externe du Groupement à *Carex vesicaria* (cariçaie à *Carex acuta*, *Scirpus sylvaticus*, *Carex vesicaria*, *Carex disticha*, *Galium gr. palustre*, *Equisetum fluviatile*,...) (7). Avec le temps et en l'absence de gestion, cette cariçaie va être colonisée par des ligneux pour ainsi former un fourré du *Salicion cinereae* (sûrement le *Rubo caesii* - *Salicetum cinereae*) différent de celui de la dynamique primaire, qui reste cependant à étudier. A terme une forêt différente de celle de la dynamique primaire s'installe. Dans la mesure où le sol n'a pas été profondément changé par des amendements, des drainages, ou encore du pâturage intensif, il est possible que les pelouses du Groupement à *Juncus acutiflorus* et *Carex rostrata* évoluent vers une forêt de bois tendres similaire à celle de la dynamique primaire, mais cela reste à étudier.

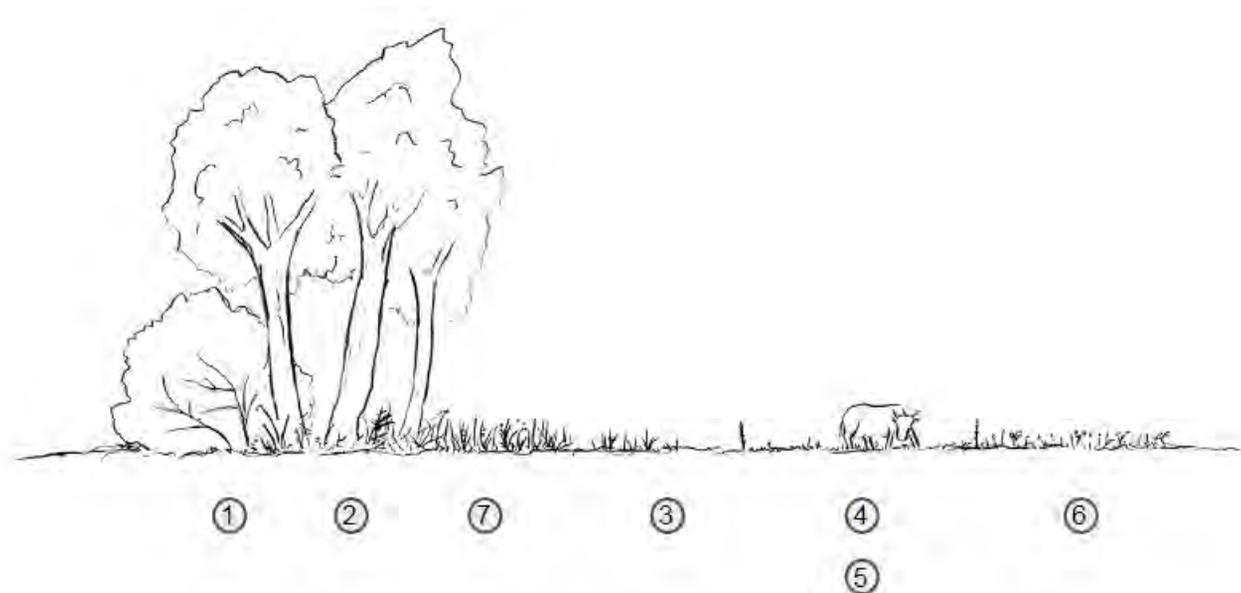


Fig 13 : Dynamique sériale du *Glycerio fluitantis* - *Alno glutinosae* *Sigmatum*

E - Permaséries de l'herbier flottant du *Glycerio declinatae* (*Glycerio declinatae* - *Catabroso aquaticae* *Permasigmatum*) et de l'herbier amphibie du *Ranunculetum peltati* (*Ranuculo peltati* *Permasigmatum*)

Séries amphibies à aquatiques des sols sablo-argileux, sablo-limoneux à organiques, faiblement acides et mésotrophes, elles sont observables sur les berges en pente douce autour des mares et au sein de celles-ci, ainsi que régulièrement dans des fossés au sein de pâtures.

Ces deux permaséries regroupent les végétations amphibies à aquatiques des sols faiblement acides mésotrophes avec un horizon organique plus ou moins épais. De l'amphibie à l'aquatique, les végétations suivantes s'expriment ainsi :

- niveau d'inondation de quelques centimètres à une vingtaine de centimètres avec exondation estivale : *Glycerio declinatae* - *Catabrosetum aquaticae* T.E. Diaz & Penas-Merinas 1984
- présence d'une lame d'eau permanente, avec marnage possible et légère exondation possible en été : *Ranunculetum peltati* (Segal 1965) Weber-Oldecop 1969

L'évolution des végétations de ces deux permasséries est bloquée par l'inondation quasi constante du substrat provoquant une anoxie, qui s'avère être une forte contrainte pour le développement d'un grand nombre d'espèces végétales. Seul l'assèchement, pouvant être lié à l'atterrissement par accumulation de matière organique ou à la baisse du niveau de la nappe d'eau, est susceptible d'entraîner l'évolution des végétations qui la constitue vers un boisement. Parfois, un basculement vers une série plus eutrophile (série dérivée) peut être observé par eutrophisation des eaux.

3 - Système alluvial neutrophile mésotrophe à eutrophe de la Haute Vallée de l'Oise

Concernant les prairies de la haute vallée de l'Oise, l'inondation des prairies durant la période de repos végétatif permet une bonne réserve en eau du sol et apporte limons de crue et sels biogènes (amendement naturel). La baisse rapide et importante de la nappe coïncidant avec la période maximale d'activité de la prairie, autorise une bonne aération du sol favorable à la fois à l'absorption de l'eau, à la respiration des appareils souterrains et à la nitrification (Bournérias *et al.*, 1978).

Les prairies mésophiles, mésohygrophiles et hygrophiles comme l'*Hordeo secalini - Lolietum perennis* et le *Senecioni aquatici - Oenanthetum mediae*, tous deux observées en Thiérache (Figure 14), ont longtemps constitué le peuplement le plus important, en surface et en valeur économique, de la Vallée alluviale de l'Oise. Beaucoup sont désormais remplacées par des cultures de maïs ou des peupleraies (Bournérias *et al.*, 1978). En effet, peu de relevés réalisés dans le cadre de l'étude symphytosociologique des prairies de Thiérache portent sur ce système, pour lequel la connaissance est donc bien moindre que pour le système acidocline décrit précédemment, avec pour cause la mauvaise conservation de ces prairies et l'absence de végétation arborée en Haute Vallée de l'Oise due aux pratiques agricoles intensives. La géosérie des domaines alluviaux est bien mieux développée plus en aval (entre La Fère et Noyon), où la lecture de ces séries alluviales neutrophiles méso-eutrophes à eutrophes y serait alors plus aisée et qui nécessiterait dès lors de faire l'objet d'études approfondies.

A noter que ce système est complété par la végétation aquatique superficielle du *Potamo perfoliati - Ranunculetum circinati* (permassérie), observée en Thiérache dans la haute vallée de l'Oise.

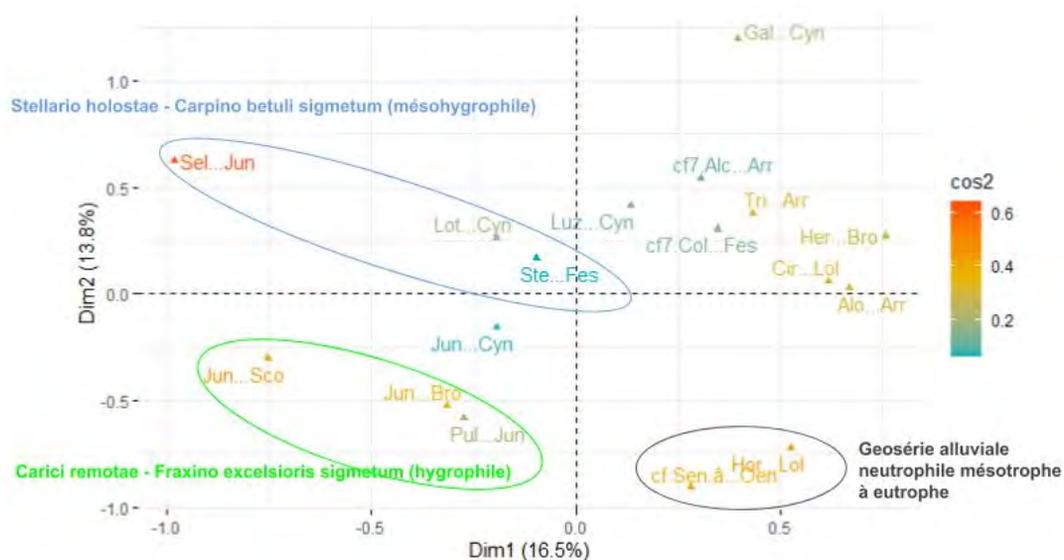


Fig 14 : Résultats de l'AFC - Géosérie alluviale neutrophile mésotrophe à eutrophe

4 – Système des séries dérivées sur substrats sureutrophisés (*Heracleo sphondylii* - *Bromo hordeacei* *Geosigmetum*) et systèmes marginaux

Dans le système de l'*Heracleo sphondylii* - *Bromo hordeacei* *Geosigmetum*, les stades de prairie de fauche et de prairie pâturée de deux séries, issus de la sureutrophisation des prairies, ont été observés en Thiérache (Figure 15). On distingue la série dérivée mésophile de l'*Heracleo sphondylii* - *Bromo hordeacei* *Sigmatum* (avec l'association du *Cirsio arvensis* - *Lolietum perennis* pour la prairie pâturée et celle de l'*Heracleo sphondylii* - *Brometum hordeacei* pour la prairie fauchée) et la série dérivée mésohygrophile de l'*Alopecuro pratensis* - *Arrhenathero elatioris* *Sigmatum* (avec l'association du *Cirsio arvensis* - *Alopecuretum pratensis* pour la prairie pâturée et celle de l'*Alopecuro pratensis* - *Arrhenatheretum elatioris* pour la prairie de fauche). Associée à ces prairies pâturées, il est possible d'observer la tonsure du *Plantagini majoris* - *Lolietum perennis*, correspondant à une végétation surpiétinée hypereutrophe mésohygrophile présente aux entrées de pâtures ou autour des abreuvoirs par exemple.

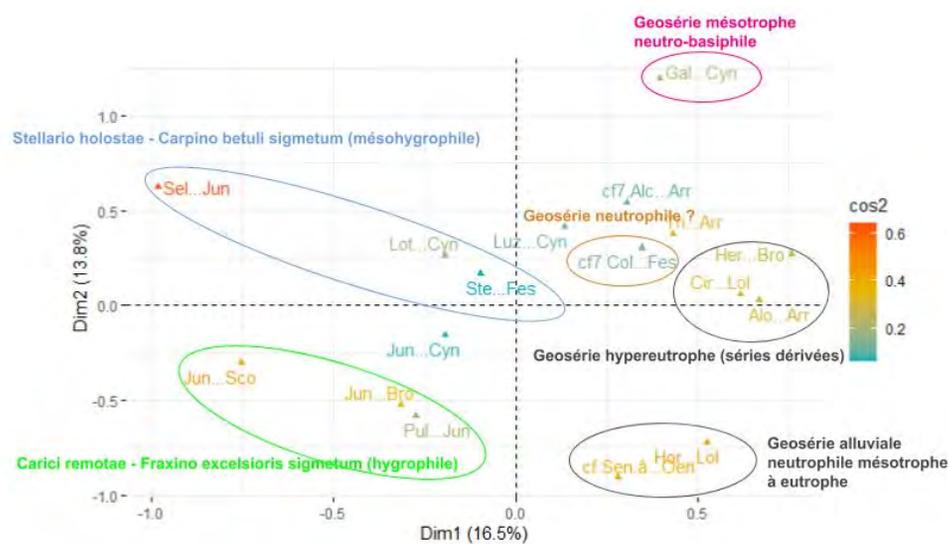


Fig 15 : Résultats de l'AFC - Séries dérivées et systèmes marginaux

Ces séries sont observables sur des sols à bonne réserve hydrique et très enrichis en nutriments par l'usage d'engrais agricoles. Sous l'effet de la sureutrophisation, les séries mésophiles originelles vont converger vers l'*Heracleo sphondylii* - *Bromo hordeacei* *Sigmatum*, et les séries mésohygrophiles originelles vont converger vers l'*Alopecuro pratensis* - *Arrhenathero elatioris* *Sigmatum* (séries dérivées). Séries rendues fréquentes dans les paysages agropastoraux par l'intensification généralisée de l'agriculture, elles sont présentes dans une bonne partie des plaines du nord de l'Europe tempérée. En effet, 17 % des relevés de végétations prairiales réalisés dans le cadre de l'étude phytosociologique sériale des prairies de Thiérache relèvent de ces séries dérivées (chiffre amplement sous-estimé, les prospections de terrain s'étant orientées vers un large panel de végétations prairiales de manière à cerner de façon la plus exhaustive possible la richesse phytocénotique des prairies de Thiérache dans le but de comprendre et de décrire les différentes séries de végétations associées aux prairies). Ces prairies issues de la dégradation des prairies originelles sont par ailleurs elles-mêmes assez dégradées par l'usage d'herbicides anti-dicotylédones qui tronque les cortèges floristiques des communautés végétales prairiales et les réduit au rang de communautés basales. Dans les paysages forestiers, ces séries dérivées restent à peu près inexistantes, ces paysages n'ayant pas subi d'eutrophisation marquée et la région des Hauts-de-France n'ayant pas subi de déprise agricole notable (dans les régions de déprise, les forêts sur anciens sols agricoles sont nombreuses).

Sur les sols eutrophisés, les végétations colonisent des milieux différents de leurs biotopes initiaux (phénomène d'apophytisation). En conséquence, ces deux séries possèdent peu de marqueurs phytocénétiques fiables en dehors des prairies, la composition floristique des différentes végétations prairiales étant par ailleurs assez similaire.

Enfin, nos résultats suggèrent la présence marginale de deux autres géoséries, très mal exprimées en Thiérache (une géosérie mésotrophe neutro-basiphile et une autre présumée neutrophile), avec les syntaxons du *Galio veri* - *Cynosurenion cristati* et du *Mesobromion erecti* pour le système mésotrophe neutro-basiphile et l'association du *Colchico autumnalis* - *Festucetum pratensis* pour le système neutrophile (avec réserve pour ce dernier ; Figure 15). De plus, ces trois syntaxons sont tous cantonnés à une seule observation en Thiérache, ne rendant guère possible, sur ce territoire, la lecture des séries et géoséries auxquelles ils sont rattachés.

Discussion

1 – Remarques générales

L'étendue de ces travaux a permis essentiellement de mettre en lumière ou de confirmer la présence de nombre de syntaxons (majoritairement prairiaux) en Thiérache et de permettre une bonne compréhension de la dynamique secondaire des quatre séries de la géosérie acidycline du *Lonicero periclymeni* - *Fago sylvaticae* *Geosigmetum*. Ces travaux complètent ceux initiés sur le Laonnois de manière à établir un guide des séries et géoséries à l'échelle du département de l'Aisne, inscrit dans la démarche du programme CarHab. Toutefois, il reste à préciser certains syntaxons afin de comprendre l'ensemble des séries. C'est le cas des ourlets externes des séries acidyclines mésophile et mésohygrophile, qui restent encore méconnus, probablement dû au fait de la faible déprise des prairies, ces prairies étant d'une importance économique capitale pour les éleveurs de Thiérache. C'est également le cas des fourrés et des forêts pionnières de la dynamique secondaire, concernant les quatre séries de la géosérie acidycline. De plus, une étude symphytosociologique approfondie est nécessaire à la compréhension de la géosérie alluviale neutrophile mésotrophe à eutrophe de la Vallée de l'Oise, encore mal connue d'un point de vue phytocénétique et surtout dynamique.

Quelques syntaxons encore non observés à l'échelle des Hauts-de-France ont été répertoriés en Thiérache, tels que le *Rorippo sylvestris* - *Agrostietum stoloniferae* (observé à quelques reprises dans la haute vallée de l'Oise et pressenti depuis plusieurs années par l'équipe picarde du CBNBL) et le *Loto pedunculati* - *Cynosuretum cristati* (sûrement présent ailleurs en région mais anciennement amalgamé avec le *Junco acutiflori* - *Cynosuretum cristati*). De plus, les résultats de cette étude mettent en lumière la présence de prairies avec des espèces à affinité montagnarde, qui tendent vers des prairies fauchées à affinités montagnardes mésohygrophiles (*Alchemillo xanthochlorae* - *Arrhenatheretum elatioris*) ou mésophiles (*Centaureo nigrae* - *Arrhenatheretum elatioris*) mais non clairement mis en évidence dans cette étude. Catteau et Duhamel ont par ailleurs envisagé en 2009 un Groupement à *Bistorta officinalis* et *Alopecurus pratensis* signalé en Thiérache. Il s'agirait d'une prairie hygrophile de fauche relevant de l'alliance de l'*Alopecurion pratensis*, vicariant sub-atlantique à continental du *Bromion racemosi*. La présence d'espèces typiques du *Bromion racemosi* dans les relevés réalisés dans le cadre de cette étude suggère d'avantage une race montagnarde du *Junco acutiflori* - *Brometum racemosi* à *Bistorta officinalis* et *Myosotis nemorosa*, remettant en question la légitimité du Groupement à *Bistorta officinalis* et *Alopecurus pratensis*, ceci d'autant que celui-ci n'a pas pu être confirmé dans le département du Nord malgré des prospections assez nombreuses ces dernières années.

2 – Caractère montagnard des végétations de Thiérache

Aucun syntaxon de végétation prairiale observé dans le cadre de cette étude ne semble révéler une affinité montagnarde évidente. Cependant, plusieurs espèces marquant la « montagnardité » sont présentes comme *Carex echinata*, *Myosotis nemorosa*, *Bistorta officinalis*, *Scirpus sylvaticus*, *Nardus stricta*, *Hypericum maculatum*, *Alchemilla xanthochlora*, *Dactylorhiza viridis* ou encore *Carum carvi*, laissant supposer l'existence de variantes collinéennes supérieures des associations classiques, qui restent à identifier.

Par contre, certaines végétations forestières et d'ourlets ont bel et bien une affinité montagnarde comme c'est le cas des forêts du *Stellario nemorum - Alnetum glutinosae* et du *Glycerio fluitantis - Alnetum glutinosae*, ainsi que les ourlets du *Galio aparines - Impatientetum noli-tangere*, du *Melampyro pratensi - Poion chaixii* et du *Cardamino amarae - Chrysosplenietum oppositifoli*, mais seul le *Luzulo luzuloidis - Fagetum sylvaticae* présente réellement un caractère montagnard (les autres végétations étant à la fois d'affinités collinéenne supérieure et montagnarde). En Thiérache, ces végétations sont toutes présentes sur le socle ardennais en forêt d'Hirson. L'ensemble de ces successions végétales restent à approfondir.

Cette présence de végétations forestières à affinité montagnarde peut s'expliquer par le fait que le climat forestier témoigne "automatiquement" un caractère montagnard, à cause de l'humidité élevée et d'une amplitude thermique annuelle tamponnée (Decocq, 2002). D'autre part, cette présence pourrait également s'expliquer par le fait que les seuls biotopes à microclimat vraiment montagnard sont occupés par les forêts. En effet, les *Luzulo luzuloidis - Fagetum sylvaticae* connus dans la région se trouvent dans des vallons assez encaissés, ce qui favoriserait le climat montagnard, ne permettant pas par ailleurs une valorisation agro-pastorale. En somme, même s'il existe des forêts à affinité montagnarde en Thiérache, les autres stades de ces successions végétales restent inconnus voire inexistantes sur ce territoire.

La présence d'une ou plusieurs séries d'affinité montagnarde en Thiérache semble incertaine en dehors du socle ardennais, même s'il est évident qu'il y a des végétations forestières ainsi que des espèces prairiales à affinité montagnarde. En effet, le niveau d'intégration des éléments montagnards baisse à mesure que l'influence montagnarde s'estompe. Dans le domaine montagnard, on a des géoséries montagnardes, puis en descendant vers les domaines collinéens puis planitaires, on n'aura plus que des séries montagnardes, puis des associations, des synusies et enfin des espèces montagnardes (de Foucault, 1981). Il paraît dès lors très important d'utiliser tous les niveaux d'intégration, qui prennent ici toute leur importance : dans un terroir avec une influence montagnarde encore assez marquée, on aura des cellules paysagères montagnardes (la pelouse, la prairie, la tonsure, le fourré et la forêt montagnards) ; à l'inverse, quand l'influence montagnarde devient très négligeable, on n'aura plus qu'une association parmi la cellule paysagère (la pelouse sur affleurement rocheux par exemple), puis, enfin, uniquement une synusie (en forêt, la synusie arborescente peut être montagnarde tandis que le sous-bois relève du domaine collinéen ; Catteau, comm. pers.).

3 – Conservation des prairies de Thiérache

L'originalité des prairies de Thiérache et leur bonne conservation ne sont pas réparties de manière homogène sur le territoire. En effet, il est possible de dégager des secteurs d'une grande richesse phytocénotique et floristique, comme

c'est le cas de la RNR prairies humides de la ferme du Moulin Fontaine à Any-Martin-Rieux, créée et gérée par Ludovic Lambert, éleveur (qui s'avère par ailleurs être un excellent botaniste et gestionnaire), et également autour de la forêt d'Aubenton (Besmont, Ivier, les Autels, etc). A noter que la richesse floristique et faunistique de cette RNR a été documenté en 2011 par François, Prey et Messean. En dehors de ces secteurs, l'ensemble des prairies de Thiérache sont globalement dégradées, avec 41 % de communautés basales sur l'ensemble des relevés de végétations prairiales échantillonnées dans le cadre de cette étude (chiffre amplement sous-estimé encore une fois, les prospections de terrain s'étant orientées vers un large panel de végétations prairiales de manière à cerner de façon la plus exhaustive possible la richesse phytocénotique des prairies de Thiérache dans le but de comprendre et de décrire les différentes séries de végétation associées aux prairies), ainsi que 17 % de syntaxons qui s'inscrivent dans les séries dérivées hypereutrophes, témoignant de l'appauvrissement floristique des prairies due à leur dégradation (retournement du sol, apports d'engrais, surpâturage,...). En somme, il existe un gradient du nord au sud de la Thiérache, où le nord est caractérisé par un bocage alterné avec des forêts, tandis que dans la partie sud, les vastes champs d'openfield sont plus fréquents (Ruysen, 2007). En outre, Ruysen (2007) documente une extinction de 22 % de la flore de 1891 à 2007 pour l'ensemble de la Thiérache. Il constate par ailleurs une tendance à la perte de plantes résistantes au stress et rudérales et à leur remplacement par des espèces compétitives lié à l'eutrophisation de la région. Ces tendances se manifestent dans toute la Thiérache, non seulement dans les localités où l'agriculture est intensive, mais aussi dans les secteurs bocagers où dominant les pâturages.

L'artificialisation des milieux naturels par certaines pratiques agricoles remet aujourd'hui en question la résilience et la durabilité des systèmes d'élevage basés sur l'herbe. Face à ces changements, il semble nécessaire et salvateur que les éleveurs se mobilisent, accompagnés de naturalistes, de gestionnaires d'espaces naturels et de scientifiques, appuyés par des élus à l'échelle locale comme nationale par le biais de la mise en place d'une politique adaptée au développement d'un tel changement de paradigme, avec la volonté d'adapter les pratiques agricoles à l'urgence sociale et climatique. Dans les faits, il conviendrait d'encourager les agriculteurs à conserver les prairies qui existent encore et à implanter et régénérer les prairies par l'utilisation de semences collectées dans des prairies naturelles locales. En effet, les atouts de ces dernières semblent répondre aux enjeux actuels : économie en intrants, résilience aux aléas climatiques, réservoir de biodiversité, création de paysages typiques et régulation du climat, sans oublier les multiples intérêts socio-culturels comme la création d'emplois et le maintien voire le développement d'une identité culturelle liée aux terroirs. Pour ces raisons, la volonté serait de maintenir ces surfaces sur le territoire en faisant valoir les bénéfices qu'apporte l'intégration des différents types de prairies naturelles dans les systèmes agricoles, pour ainsi concilier la pérennité des multiples formes de vie qui composent notre environnement et les activités à fins économiques des agriculteurs qui ont pour but de nourrir les Hommes.

Conclusion

Cette étude est un travail d'analyse et d'interprétation, il n'y a pas eu de quantification des paramètres physico-chimiques du milieu. Il est toutefois possible de mettre en relation l'écologie des syntaxons/sigmataxons observés sur le terrain avec les paramètres biogéographiques, édaphiques, géologiques, topographiques et pluviométriques du secteur, faisant de la phytosociologie un bon descripteur. Cela témoigne tout l'intérêt de l'utilisation de la symphytosociologie dans l'analyse des paysages. Ainsi, on peut retrouver trois grands systèmes typiques de la Thiérache en fonction de l'ensemble des paramètres physico-chimiques :

- Sur des assises schisto-gréseuses des végétations à nette influence montagnarde telle que la Hêtraie à Luzule blanchâtre (*Luzulo luzuloidis - Fagetum sylvaticae*), forêt atteignant son expression optimale dans les Alpes, le Jura et les Vosges. Ce syntaxon est présent sur les contreforts ardennais en forêt d'Hirson, où la pluviométrie est importante en lien avec la topographie qui atteint presque 300m. En effet, une montée en altitude génère une baisse de la température : elle crée la condensation de l'humidité, qui génère les précipitations. Dans les plaines du Sud-Ouest Amiénois, les élévations du relief génèrent des augmentations de précipitations de l'ordre de 90mm pour 100m (François, à paraître). De plus, le relief thiérachien est le premier relief que rencontrent les masses d'air chargées d'humidité venues de la Manche à l'ouest. Enfin, dans sa thèse sur la plaine picarde (1905), Albert Demangeon écrivait : « Deux influences se partagent le climat du nord de la France : l'influence de l'océan et l'influence du continent ». « Les moyennes des températures annuelles et mensuelles reflètent l'éloignement de la mer ». Ces milieux périardennais sont donc d'autant plus frais et arrosés qu'ils sont relativement proches de la façade maritime.
- Sur des sols limoneux-argileux acidoclines à pluviométrie assez élevée et topographie moins importante, les syntaxons sont essentiellement typiques de l'étage collinéen subatlantique. Sur ces niveaux on rencontre typiquement la géosérie de la Hêtraie à Chèvrefeuille des bois (*Lonicero periclymeni - Fago sylvaticae Geosigmetum*). L'influence montagnarde est donc moindre et ne présente pas de végétations typiquement montagnardes. Néanmoins, les paramètres physico-chimiques (notamment topographiques, pluviométriques et biogéographiques) permettent le développement de nombreuses espèces d'optimum montagnard comme *Bistorta officinalis*, *Myosotis nemorosa*, *Alchemilla xanthochlora* ou encore *Carum carvi* par exemple.
- Sur les alluvions de la vallée de l'Oise, l'influence montagnarde a totalement disparu (topographie moins élevée, pluviométrie moins abondante). Un système différent est visible où l'on peut observer différents syntaxons tels que le *Senecioni aquatici - Oenanthetum mediae*, l'*Hordeo secalini - Lolietum perennis* ou le *Rorippo sylvestris - Agrostietum stoloniferae* de la géosérie neutrophile mésotrophe à eutrophe du domaine alluvial de la vallée de l'Oise.

Dans les Hauts-de-France, l'application de la Directive « nitrates » (directive européenne 91/676/CEE), en vigueur depuis 1991, autorise les retournements de prairies soumis à déclaration, qui étaient auparavant interdits. Les premiers calculs de l'évolution des surfaces en prairies suite à la nouvelle PAC avaient identifié 2 régions au contexte très négatif en France : la Normandie et surtout les Hauts-de-France en dépassant le seuil des 5% de pertes de prairies autorisés par la PAC (perte de 6,5%), et ont été dès lors dans l'obligation de remettre en prairies ce qui avait été labouré pour retomber sous le seuil des 5%. La DREAL et la DRAF réfléchissent à un "Plan Prairies" Hauts-de-France pour limiter l'érosion de la surface toujours en herbe (STH). Une étude DRAF en cours de relecture fourniraient notamment des chiffres sur les pratiques agro-pastorales (fauche, pâturage, régime mixte, fertilisation, produits phytosanitaires etc), dans la perspective d'un Plan Prairies Hauts-de-France. Le CBNBL a alors tout intérêt de continuer à se positionner comme expert des prairies et de leurs états de conservation, à communiquer ses résultats de terrain comme ceux obtenus dans le cadre de cette étude et à continuer de tisser des liens avec les DDT, la DRAF, etc. Il y a un projet d'APPB (Arrêtés Préfectoraux de Protection de Biotope) sur le secteur des prairies de Maroilles, pour lequel le CBNBL est associé au groupe de travail. Une fois saisies, les données de la présente étude concernant les prairies de Thiérache seront transmises à la DDTM, afin qu'ils puissent utiliser les données cartographiques de localisation des prairies en bon état. Un APPB est un outil réglementaire visant à prévenir la disparition d'espèces protégées. Ainsi, le Préfet de département peut réglementer des activités susceptibles de porter atteinte à la conservation de ce biotope. Les interdictions ou réglementations peuvent concerner diverses activités comme l'épandage de produits phytosanitaires et le labour des prairies, qui favoriseraient dès lors le maintien et l'amélioration de l'état de conservation des prairies.

Bibliographie

Agreste, 2008 - Statistique agricole annuelle

Agreste, 2018 - Memento, Statistique agricole annuelle

Bardat, J., Bioret, F., Botineau, M., Boulet, V., Delpech, R., Gehu, J.-M., Haury, J., Lacoste, A., Rameau, J.-C., Royer, J.-M., Roux, G., Touffet, J., 2004. - Prodrôme des végétations de France. Publications Scientifiques du Muséum national d'Histoire naturelle. Coll. Patrimoines Naturels n°61. 171 p

Barkman J.J., 1973 - Synusial approaches to classification. In: Whittaker R.H. (ed), Handbook of vegetation science. Part V. Ordination and classification of vegetation. Dr. W. Junk B.V., Publ., The Hague, 437-491.

Béguin C., Ritter J. & Roux M., 1974 - Application de l'analyse factorielle des correspondances à la phytosociologie de quelques groupements végétaux culminaux du secteur delphino-jurassien. Ber. Schweiz. Bot. Ges., 84 (3), 218-242.

Bioret F. & Royer J.-M., 2009 - Présentation du projet de déclinaison du Prodrôme des végétations de France. Journal de Botanique, 48 : 47-48.

Blondel J., Bourlière F., 1979 - La niche écologique, mythe ou réalité ? Terre Vie, Rev. Ecol., vol. 33

Boillot M., Campagne J.-L., Carrère P., Pouvreau M., Tommasino J., 2020 - Restaurer des prairies naturelles - Recueil de savoirs pour produire et utiliser des semences prairiales, 116p.

Bonin G. & Tatoni Th., 1990 - Réflexions sur l'apport de l'analyse factorielle des correspondances dans l'étude des communautés végétales et de leur environnement. Ecol. Medit., 16, 403-414.

Bonin G., Aubert G., Barbero M., Gamisans J., Gruber M., Loisel R., Quézel P., Sandoz H., Thionin M. & Vedrenne G., 1983b - Mise en évidence de la dynamique de quelques écosystèmes forestiers et préforestiers aux étages méditerranéens s.l. à l'aide de taxons indicateurs. Vegetatio, 54, 79-96.

Bonin G., Gamisans J. & Gruber M., 1983a - Etude des successions dynamiques de la végétation du massif de la Sainte-Baume (Provence). Ecol Medit., 9 (3-4), 129-171.

Bourméris M., Delpech R., Dorigny A., Géhu J.-M., Lecoine A., Maucorps J., Provost M., Solau J.-L., Tombal P. & Wattez J.-R., 1978 - Les groupements de prairies et leurs satellites dans la vallée inondable de l'Oise (Aisne, France). *Colloq. Phytosoc.* V, La végétation des prairies inondables : 89-138.

Bouxin G., 1986 - Le traitement statistique des tableaux de relevés de végétation. Biom.-Praxim., 26, 49-72.

Bouxin G., 2008 - Analyse statistique des données de végétation. 577 p.

Braun-Blanquet J., 1932 - Plant sociology, the study of plant communities. Fac simile de l'édition de 1932, Oxford, 439 p.

Catteau E., Argagnon O., Causse G., Choynet G., Collaud R., Corriol G., Delassus L., Fernez T., Gigord L., Guitton H., Hendoux F., Lafon P., Millet J., Panaïotis C., Sanz T., Simler N., 2016 - Evaluation patrimoniale des végétations et des séries de végétations : état des réflexions et proposition méthodologique nationale du réseau des CBN. J. Bot. Soc. Bot. France : 1-19.

Catteau E., Camart C. & Thévenin P., 2019 - Impact des usages agricoles intensifs sur les végétations de prairies dans le nord-ouest de la France - Bull. Soc. bot. Centre-Ouest 50, p. 382-391

Catteau E., coord à paraître en 2020 - Guide de détermination des végétations du Nord-Ouest de la France. CBNBailleul.

Catteau E., Duhamel F., Cornier T., Farvacques C., Mora F., Delplanque S., Henry E., Nicolazo C., Valet J.-M., 2010 - Guide des végétations forestières et préforestières de la région Nord-Pas de Calais. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, 526 p. Bailleul.

Catteau E., Duhamel F., 2010 - Phytosociologie dans le Nord-Pas-de-Calais : des synthèses pour structurer la connaissance, structurer la connaissance pour la transmettre. Rev. For. Fr. LXII.

Catteau E., Villejoubert G., 2018 - Inventaire et cartographie des végétations – Expérimentation de la méthodologie CarHAB dans le Parc naturel régional Scarpe-Escaut. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, 82p.

CAUE de l'Aisne, Conseil Régional de Picardie, Direction Régionale de l'Environnement de Picardie, Commission des Communautés Européennes (FEDER), Conseil Général de l'Aisne, 2004 - Inventaire des paysages de l'Aisne. 2 tomes. 604 p (Centre et nord du département)

cbnbl.org (consulté en mars 2020)

Chantriot E., 1901 - La Thiérache. Annales de Géographie, t. 10, n°51, pp. 216-224

David R., Leroyer C., Mazier F., Lanos P., Dufresne P., *et al.*, 2012 - Les transformations de la végétation du bassin parisien par la modélisation des données polliniques holocènes. XXXII rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, pp.53- 68, Antibes.

David R., 2014 - Modélisation de la végétation holocène du Nord-Ouest de la France : reconstruction de la chronologie et de l'évolution du couvert végétal du Bassin parisien et du Massif armoricain. Paléontologie. Université Rennes 1.

Decocq G., Aubert M., Dupont F., Alard D., Saguez R., Wattez-Franger A., De Foucault B., Delelis-Dusollier A., Bardat J., 2004 - Plant diversity in a managed temperate deciduous forest: understorey response to two silvicultural systems. Journal of Applied Ecology, 41, 1065-1079

Decocq G., Andrieu E., Brunet J., Chabrierie O., De Frenne P., De Smedt P., Deconchat M., Diekmann M., Ehrmann S., Giffard B., Gorris Mifsud E., Hansen K., Hermy M., Kolb A., Lenoir J., Liira J., Moldan F., Prokofieva I., Rosenqvist L., Varela E., Valdés A., Verheyen K., Wulf M., 2016 - Ecosystem Services from Small Forest Patches in Agricultural Landscapes. Curr Forestry Rep, 2:30-44

Decocq G., 2002 - Patterns of plant species and community diversity at different organization levels in a forested riparian landscape. Journal of Vegetation Science, 13: 91-106

De Foucault B., 1979 - Eléments pour une théorie statistique du tableau phytosociologique homogène. Vegetatio, 40 (3), 163-174.

De Foucault B., 1981 - Réflexions sur l'appauvrissement des syntaxons aux limites chorologiques des unités phytosociologiques supérieures et quelques-unes de leurs conséquences. Lazaroa, 3 : 75-100

De Foucault B., 2014 - Les isomorphismes spatio-temporels : approche transdisciplinaire et valeur heuristique. Bulletin de la Société botanique du Centre-Ouest, NS, 45 : 438-445.

De Foucault B., Akpagana K., Batawila K. & Bouchet Ph., 1999 - Contribution à l'étude phytosociologique des végétations inondables du Sud Togo. Belg. Journ. Bot., 132 (2), 141-152.

De Foucault, B., 1984 - Systémique, structuralisme et systématique des prairies hygrophiles des plaines atlantiques françaises. Thèse Doct. ès Sc. Nat, Université de Rouen, 3 vol., I : 1-409 ; II : 411-675

Deil U., 1990 - Approches géobotaniques pour l'analyse des structures végétales anthropiques à travers des exemples marocains. In : A. Bencherifa & H. Popp (éd.), Le Maroc, espace et société (= Passauer Mittelmeerstudien), vol. spéc. 1, 157-165.

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

Delpech R., 1975 - Contribution à l'étude expérimentale de la dynamique de la végétation prairiale. Thèse, Orsay, 103 p.

Demangeon A. 1905 - La Picardie et les régions voisines Artois Cambrésis Beauvaisis. thèse de Géographie. Paris. 496 p + cartes.

Dervin C., 1988 - Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle des correspondances ? ITCF-INAPG, Paris, 75 p.

Eggenberg S., Möhl A.,- Flora Vegetativa (édition française), 2008, Éditions Rossolis 736p

Fédération des sociétés d'histoire et d'archéologie de l'Aisne, 1963 - Mémoires, Tome IX, p138-150

François R., à paraître - Phytogéographie : un cortège de plantes d'affinités submontagnardes en vallée des Évoissons (Somme, Oise). Bull. Soc. Linn. Nord-Pic NS n° 37 : 70-110.

François R., Prey T., Messean A. 2011 - Habitats, flore et faune remarquables des prairies et bocage d'une ferme biologique à Any-Martin-Rieux sur les confins ardennais de la Thiérache (Aisne). *Bull. Soc. Linn. Nord-Pic.* N.S. v. 29 : 63-73.

François R., Prey T., Hauguel J.-C., Catteau E., Farvacques C., Duhamel F., Nicolazo C., Mora F., Cornier T., Valet J.-M., 2012 - Guide des végétations des zones humides de Picardie. Centre régional de Phytosociologie agréé Conservatoire Botanique National de Bailleul ; 656 pages. Bailleul.

Gamisans J., Gruber M. & Bonin G., 1981 - Mise en évidence des principaux stades de la dynamique de la végétation dans les étages sylvatiques de la vallée du Taravu (Corse). Ecol Medit., 7 (2), 45-77.

Géhu J.M. & Rivas-Martinez S., 1981 - Notions fondamentales de Phytosociologie. In: H. Dierschke (ed.), Ber der Intern Symp der Intern Verein für Vegetationsk., Syntaxonomie, Rinteln 1980, 5-33.

Géhu J.M., 1974 - Sur l'emploi de la méthode phytosociologique sigmatiste dans l'analyse, la définition et la cartographie des paysages. C.R. Acad. Sc., Paris, 279, 1167-1170.

Géhu J.M., 1979 - Pour une approche nouvelle des paysages végétaux : la symphytosociologie. Bull. Soc. Bot. France, Lettres bot., 126 (2), 213-223.

Géhu J.-M., 1988 - L'analyse symphytosociologique et géosymphytosociologique de l'espace. Théorie et méthodologie. Colloques phytosociologiques, Phytosociologie et Paysages, XVII : 11-46.

- Géhu J.M., 1991 - L'analyse symphytosociologique et géosymphytosociologique de l'espace. Théorie et méthodologie. Coll. Phytosoc., XVII, Phytosociologie et paysages, Versailles, 1988, 12-46.
- Géhu J.M., 1996 - Epistémologie de la territorialité en phytosociologie. *Giorn. Bot. Ital.*, 130 (1), 189-199.
- Géhu J.M., 2006 - Dictionnaire de sociologie et synécologie végétales – Inter-Phyto – Nouvion-En-Ponthieu – 899p
- Gillet F., 2000 - La Phytosociologie synusiale intégrée. Guide méthodologique. Université de Neuchâtel, Institut de Botanique. *Doc. Labo. Ecol. Vég.*, 1, 68 p.
- Gillet F., Foucault B. (de) & Julve Ph., 1991 - La phytosociologie synusiale intégrée : objets et concepts. *Candollea*, 46, 315-340.
- Grandjouan G., 1996 - Transposition géométrique ou simulation probabiliste ? Choix d'un modèle statistique des relations écologiques en milieu naturel. In : Actes des journées du programme environnement, vie et sociétés, « Tendances nouvelles en modélisation pour l'environnement », CNRS, 71-76.
- Grime J.P., 2006 - Plant Strategies, Vegetation Processes, and Ecosystem Processes
- Guinochet M., 1973 - La phytosociologie. Collection d'écologie I. Masson éd., Paris, 227 p.
- Guyotjeannin O., 1993 - Population et démographie au Moyen Âge. Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Actes du 118 congrès national des sociétés historiques et scientifiques, section Histoire médiévale et philologique, Pau.
- Hautekète N.-C., Frachon L., Luczak C., Toussaint B., Van Landuyt W., Van Rossum F., Piquot Y., 2014 - Habitat type shapes long-term plant biodiversity budgets in two densely populated regions in north-western Europe. *Diversity and Distributions*, 1–12
- Jouanne P., 1926 - Essai de géographie botanique sur les forêts de l'Aisne. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 73:5, 924-946
- Julve P. 1993. Synopsis phytosociologique de la France (communautés de plantes vasculaires). *Lejeunia*, N.S. 140: 1-160.
- Julve Ph., 1998 ff. - Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France
- Julve Ph. 2011 - Les habitats de l'estuaire de Seine. 48 p. + 6 annexes. GIP Seine-aval, Rouen.
- Julve Ph., Vitte M., 2014 - La phytosociologie paysagère, des concepts aux applications. Colloque international 1973–2014, Université de Bretagne Occidentale, Brest.
- Keddy P.A., 1992 - Assembly and response rules: two goals for predictive community ecology. *Journal of Vegetation Science* 3, 157-164
- Kopecký K., 1984 - Der Apophytisierungprozess und die Apophytengesellschaften der Galio-Urticetea mit einigen Beispielen aus der südwestlichen Umgebung von Praha. *Folia Geobot. Phytotax.*, Praha, 19:113-138.
- Kopecký, K., Hejný, S., 1974 - A new approach to the classification of anthropogenic plant communities. *Plant Ecol* 29, 17–20
- Lambinon J., Verloove F. (Coll. Delvosalle L., Toussaint B., Geerinck D., Hoste I., Van Rossum F., Cornier B., Schumacker R., Vanderpoorten A., Vannerom H.), 2012 - Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines (Ptéridophytes et Spermatophytes). Edition 6. Bruxelles : Jardin botanique national de Belgique. 1195 p.
- Lazare J.-J., 2009 - Phytosociologie dynamico-caténale et gestion de la biodiversité. *Acta Botanica Gallica*, 156 (1) : 46-61.
- Legendre P. & Legendre L., 1998 - Numerical ecology. Elsevier, Amsterdam, 2nd ed., 853 p.
- Lepetz S., Materne V., 2003 - Élevage et agriculture dans le Nord de la Gaule durant l'époque gallo-romaine : une confrontation des données archéologiques et carpologiques. *Revue archéologique de Picardie*, n°1-2. Cultivateurs, éleveurs et artisans dans les campagnes de Gaule romaine. pp. 23-35;
- Leroyer C., David R., Mazier F., Allenet de Ribemont G., Lanos P., *et al.* 2012 - Environnement et anthropisation du milieu durant l'âge du Bronze dans le Bassin parisien : l'apport des données polliniques et de la modélisation du couvert végétal. Séminaire Archéologique de l'Ouest, Rennes
- Loidi J. and Fernández-González F., 2012 - Potential natural vegetation : reburying or reboring ?. *Journal of Vegetation Science*, 23 : 596–604.
- Meddour, R. – 2011 - La méthode phytosociologique sigmatiste ou Braun-Blanquet-Tuxenienne – 40p.
- Millet J., Just A. & Choynet G. (coord.), 2017 - Guide méthodologique du programme de cartographie nationale des végétations (CarHAB). Version du 31 Mars 2017. Office français de la biodiversité, 94 pages + annexes.
- Mucina L., 2010 - Floristic-phytosociological approach, potential natural vegetation, and survival of prejudice. *Lazaroa* 31 : 173-182.
- Ozenda P., 1982 - Les végétaux dans la biosphère. Doin éd., Paris, 431 p.
- Rameau J.C., 1985 - Phytosociologie forestière : caractères et problèmes spécifique, relations avec la typologie forestière. Coll. Phytosociol., XIV, Phytosociologie et foresterie, Nancy, 1985, 687-738.
- Rameau J.C., 1988 - Le tapis végétal. Structuration dans l'espace et dans le temps, réponses aux perturbations, méthodes d'étude et intégrations écologiques. ENGREF, Centre de Nancy, 102 p.
- R Development Core Team, 2008 - R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Austria, Vienna.
- Reynaud-Beauverie M.A. 1936 - Le milieu et la vie en commun des plantes. Notions pratiques de phytosociologie. Lechevalier, Paris. 237 p.
- Rivas-Martínez S., 1976 - Síntesis sociológica, una nueva metodología para el estudio del paisaje vegetal. *Anales Inst. Bot. Cavanilles*, 33,179-188.
- Rodwell, 2006 - National Vegetation Classification: Users' Handbook. Joint Nature Conservation Committee, 68p.
- Roux G. & Roux M., 1967 - A propos de quelques méthodes de classification en phytosociologie. *Rev. Stat. Appl.*, 15, (2), 59-72.
- Strabon, 1812 - Géographie de Strabon, Traduite du grec en français, Volume 3. Imprimerie impériale, Paris.
- Tison J.-M., De Foucault B. (coords), 2014 - FLORA GALLICA - FLORE DE FRANCE , Ed. Biotope (Méze), 1196p
- Tüxen R., 1956 - Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. *Angewandte Pflanzensoziologie (Stolzenau)*, 13 : 4–42.
- Van Calster H., Vandenberghe R., Ruysen M., Verheyen K., Hermy M., Decocq G., 2008 - Unexpectedly high 20th century floristic losses in a rural landscape in northern France. *Journal of Ecology*, 96: 927–936
- Weber H.E., Moravec J., Theurillat J.-P., 2000 - International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd edition. *Journal of Vegetation Science*, 11 : 739-768.

ANNEXE I : TABLEAU DYNAMIQUE DU *LONICERO PERICLYMENI - FAGO SYLVATICAE GEOSIGMETUM*

		DYNAMIQUE PRIMAIRE				Éléments liés à la forêt fermée				DYNAMIQUE SECONDAIRE							
Substrat	Humidité	Pelouse primaire	Lande	Fourré (=manteau stabilisé)	Forêt pionnière	Forêt mature	Chemin forestier	Ourllet	Fourré (=manteau stabilisé)	Forêt pionnière	Pelouse	Ourllet	Prairie pâturée	Prairie fauchée	Culture	Friche secondaire	
<i>Lonicero periclymeni - Fago sylvaticae</i> sigmetum	limons sableux, argiles à silex	Mésohydrrique	?	<i>Sarracenia scopari</i> Tuxen ex Oberd. 1957 ?	<i>Ilci aquifolii - Prunetum spinosae</i> Frioux 1977 nom. ined.	Communauté à <i>Populus tremula</i> (à dominante)	<i>Lonicero periclymeni - Fagetum sylvaticae</i> H. Passarge 1957	Groupe ment à <i>Juncus tenuis</i> et <i>Veronica officinalis</i> Cotteau 2018 prov ?	<i>Veronica officinalis - Hieracium muro-rum</i> Klauk ex H. Passarge 1994	?	<i>Hieracio laevis - Quercetum petraeae</i> Berdet 1993 nom. inval. ?	<i>Polygala vulgaris - Caricetum canophyllae</i> Misset 2002	?	<i>Luzula campestris - Cynosuretum crataei</i> Nees 1966 ex B. Foucault 1980	<i>Centaurea nigrae - Arrhenatheretum elatioris</i> (Oberdorfer 1957) de Fouv. 1989 prov.	<i>Sciranthus annui - Anaspodietum minus</i> , ou <i>Alchemilla avensis - Matricarietum resutiae</i> ?	?
			?	?	<i>Lonicero periclymeni - Salicetum caprae</i> B. Foucault 1998	?	<i>Epilobio angustifolii - Diastyletum burpuraceae</i> Schwick. 1944	?	<i>Hieracio umbellati - Pteridietum aquilini</i> B. Foucault 1995 ?	?	?	?	<i>Rumici acetosellae - Serratularetum rubrae</i> ?	?	?	?	
<i>Stellario holostae - Carpino betuli</i> sigmetum	limons à limons argileux	Mésohydrrique	<i>Succisa pratensis - Silicetum silai</i> J. Duval. 1955 prov.	Ø	<i>Prunetum pedo-spinosae</i> Dumont & Lebrun ex B. Foucault & J.-M. Royer 2015	Communauté à <i>Populus tremula</i> et <i>Prunus padus</i> (à dominante)	<i>Stellario holostae - Carpinetum betuli</i> Oberd. 1957	?	<i>Agri-monia reptans - Brachypodietum sylvatici</i> Rameau & Royer 1983	?	?	<i>Selinio canifoliae - Juncetum acutiflori</i> G. Phil. 1960	<i>Urtico dioliceae - Cruciatetum hexocolla</i> Descazes 1975 ?	<i>Loto pedunculati - Cynosuretum crataei</i> (Tuxen 1957) B. Foucault & J. J. Nappé stagnante) ou <i>Juncus acutiflori - Cynosuretum crataei</i> Sougez 1957 (nappe circulante)	<i>Stellario gramineae - Festucetum rubrae</i> J.M. Royer & Didier in J.M. Royer et al. 2006	?	?
			<i>Polygala vulgaris - Caricetum paniceae</i> Misset 2002	Ø	?	?	?	?	?	?	?	<i>Polygala - Caricetum paniceae</i> typicum Misset 2002 ?	?	?	?	?	?
<i>Cari remotae - Fraxino excelsioris</i> sigmetum	Limoneux argileux / Sable limoneux - Plaine alluviale	Hygrophile	?	Ø	<i>Salicetum triandreae</i> Mécum ex Noll & Lebrun in J.P. Lebrun et al. 1955	?	<i>Cari remotae - Fraxinetum excelsioris</i> W. Koch ex Faber 1956	<i>Veronica montanae - Caricetum remotae</i> Sylva ex J. Didier 1983	<i>Athyria filica-feminae - Scirpetum sylvatici</i> B. Foucault (1997) 2011	?	<i>Pruno padi - Fraxinetum excelsioris</i> Oberd. 1953	<i>Juncus conglomerati - Scorzonnetum humilis</i> Jouve & in Ferré et al. 2011	<i>Juncus acutiflori - Angelicetum sylvaticae</i> Sotirov et al. 1985	<i>Pulicaria dysentericae - Juncetum inflexi</i> B. Foucault in J.M. Royer et al. 2006	<i>Juncus acutiflori - Brometum caesiosae</i> B. Foucault 1994	Ø	?
			?	<i>Centunculo mini-mi - Isolatetum setosae</i> B. Foucault, Blanc & Tuxen 1952 ?	?	?	<i>Juncus effusi - Lotetum uliginosi</i> H. Passarge (1975) 1988	<i>Scirpo setacei - Stellarietum uliginosae</i> W. Koch ex Libbert 1952	?	?	<i>Hydrocotyle vulgaris - Apogonietum betulae</i> de Foucault, West & Santune 1999 prov. ? série Ø.	?	<i>Myosuratum minus</i> Diemont, G. Sissirich & V. Westh. ex Tuxen 1950	?	Ø	?	
<i>Glyceria fluitans - Alno glutinosae</i> sigmetum	Substrat alluvionnaire riches en matière organique	hydrophile (longue ment inondable)	?	Ø	<i>Salicion cinerea</i> T. Mull. & Göck ex H. Passarge 1961	<i>Glyceria fluitans - Alnetum glutinosae</i> Noll & Lebrun 1961	Ø	Ø	Ø	?	?	Groupe ment à <i>Juncus acutiflorus</i> et <i>Carex rostrata</i> Cotteau 2018 prov.	Groupe ment à <i>Carex vesicaria</i> Duhamel & Cotteau in Cotteau, Duhamel et al. 2009	<i>Ranunculo repentis - Alcoceratum serotini</i> Tuxen 1957	<i>Blecheto palustris - Oenanthetum fistulosae</i> B. Foucault 2008	Ø	Ø
			?	Ø	?	<i>Lycopio europaei - Juncetum effusi</i> J. J. Nappé (1997) 2004 nom. ined. ?	Ø	Ø	Ø	?	?	?	<i>Cardamine amarae - Chrysosplenietum sabbatini</i> J. J. Nappé in Chevalier 1929	?	Ø	Ø	
<i>Glyceria declinatae - Catabrosae aquatica</i> Permasigmetum		Amphibie flottant	<i>Littorella uniflorae - Blechnetum solvaticae</i> Jovanovic 1926 ?	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	<i>Glyceria declinatae - Catabrosae aquatica</i> T.E. Duce & Penas-Medinas 1984	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	
<i>Ranunculo peltati</i> Permasigmetum		aquatique à amphibie	<i>Nitjetum flexilis</i> Coroll. 1957 ou <i>Nitjetum capillaris</i> Coroll. 1957 ou <i>Magnopitietum translucens</i> Coroll. 1957 ?	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	<i>Ranunculetum peltati</i> (Sega 1965) Weber. Diemont 1969	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	

ANNEXE II : PLANCHES PHOTOS



Luzulo campestris - Cynosuretum cristati



Trifolio montani - Arrhenatherenion elatioris



Trifolio montani - Arrhenatherenion elatioris



Quentin Dumont

Loto pedunculati - Cynosuretum cristati



Quentin Dumont

Stellario gramineae - Festucetum rubrae



Quentin Dumont

Selino carvifoliae - Juncetum acutiflori



Quentin Dumont

Prunetum pado - spinosae



Junco conglomerati - Scorzoneretum humilis



Junco acutiflori - Brometum racemosi à Bistorta officinalis



Junco acutiflori - Brometum racemosi



Junco acutiflori - Cynosuretum cristati



Junco acutiflori - *Cynosuretum cristati*



Pulicario dysentericae - *Juncetum inflexi juncetosum acutiflori*



Junco acutiflori - *Angelicetum sylvestris*



Groupement à Juncus acutiflorus et Carex rostrata



Ranunculo repentis - Alopecuretum geniculati



Glycerio fluitantis - Alnetum glutinosae



Glycerio fluitantis - Sparganium neglecti



Hordeo secalini - Lolietum perennis



Senecioni aquatici - Oenanthetum mediae



Cirsio arvense - Lolietum perenne

ANNEXE III : RELEVÉS PHYTOSOCIOLOGIQUES

Relevés prairiaux de la série du *Glycerio fluitantis* - *Alno glutinosae* Sighetum

	R1	R2	R3
Surface du relevé (m ²)	200	50	40
Hauteur végétative modale (m)	0,4	0,1	0,8
Recouvrement (%)	95	80	100
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R.Br., 1810		1	2
<i>Caltha palustris</i> L., 1753		+	
<i>Juncus acutiflorus</i> Ehrh. ex Hoffm., 1791			2
<i>Juncus effusus</i> L., 1753		3	1
<i>Ranunculus flammula</i> var. <i>flammula</i> L., 1753		2	1
<i>Agrostis capillaris</i> var. <i>capillaris</i> L., 1753			1
<i>Achillea ptarmica</i> subsp. <i>ptarmica</i> L., 1753			+
<i>Deschampsia cespitosa</i> subsp. <i>cespitosa</i> (L.) P.Beauv., 1812		1	
<i>Scirpus sylvaticus</i> L., 1753			4
<i>Phalaris arundinacea</i> subsp. <i>arundinacea</i> L., 1753			3
<i>Iris pseudacorus</i> L., 1753		+	+
<i>Carex vesicaria</i> L., 1753		1	+
<i>Rumex obtusifolius</i> subsp. <i>obtusifolius</i> L., 1753		+	
<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i> (Hartm.) Greuter & Burdet, 1982	1		+
<i>Trifolium pratense</i> var. <i>pratense</i>		1	
<i>Ranunculus acris</i> subsp. <i>acris</i> L., 1753		+	
<i>Holcus lanatus</i> subsp. <i>lanatus</i> L., 1753	2		2
<i>Poa pratensis</i> subsp. <i>pratensis</i> L., 1753		1	
<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>glomerata</i> L., 1753		1	
<i>Schedonorus pratensis</i> subsp. <i>pratensis</i> (Huds.) P.Beauv., 1812	1	1	+
<i>Phleum pratense</i> L., 1753	1		
<i>Trifolium repens</i> var. <i>repens</i> L., 1753	2	1	
<i>Lolium perenne</i> L., 1753	2	2	
<i>Ranunculus repens</i> L., 1753	1	1	+
<i>Poa trivialis</i> subsp. <i>trivialis</i> L., 1753	1	1	1
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop., 1772	1		
<i>Agrostis stolonifera</i> var. <i>stolonifera</i> L., 1753	3	4	1
<i>Carex otrubae</i> Podp., 1922	+		
<i>Argentina anserina</i> subsp. <i>anserina</i> (L.) Rydb., 1899	2	1	
<i>Potentilla reptans</i> L., 1753			
<i>Alopecurus geniculatus</i> L., 1753	+	1	
<i>Carex hirta</i> L., 1753	1	2	2
<i>Equisetum palustre</i> L., 1753	1		1
<i>Galium palustre</i> L., 1753			+
<i>Lysimachia nummularia</i> L., 1753		+	
<i>Eleocharis palustris</i> subsp. <i>palustris</i> (L.) Roem. & Schult., 1817		2	
<i>Lolium multiflorum</i> Lam., 1779	+		
<i>Persicaria maculosa</i> Gray, 1821	1	+	
<i>Taraxacum</i> F.H.Wigg.		+	
<i>Epilobium</i> L., 1753	+		1

R1 (Oisy) : *Potentillo anserinae* - *Alopecuretum geniculati*

R2 (Any-Martin-Rieux) : *Ranunculo repentis* - *Alopecuretum geniculati*

R3 (Any-Martin-Rieux) : cf. *Eleocharito palustris* - *Oenanthetum fistulosae juncetosum acutiflori*

<i>Lychnis flos-cuculi</i> L., 1753	+	+	+	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	+	+	+	+	
<i>Cardamine pratensis</i> L., 1753	1			+	+	1	+	+	+	1	1	+	1	+			+		
<i>Lotus pedunculatus</i> Cav., 1793	2			1		+		1	1	+	+	2	+					1	+
<i>Juncus articulatus</i> L., 1753	+																		
<i>Carex hirta</i> L., 1753	2	1	1	1	+	1	+	+	+	+	2	2	+	1		+		1	+
<i>Equisetum palustre</i> L., 1753				1	+	+	+		+	+		+	1						+
<i>Carex distans</i> L., 1759				1															
<i>Galium palustre</i> L., 1753	1									+		1				+			
<i>Mentha aquatica</i> L., 1753												1					+	1	+
<i>Lysimachia nummularia</i> L., 1753	1	3		1	1		+	+	r		+	1	+		1				
<i>Carex disticha</i> Huds., 1762	+				+	+	2	+	+	1	2	1	1	+		+			
<i>Eleocharis palustris</i> subsp. <i>palustris</i> (L.) Roem. & Schult., 1817	1				+			+	+	+						+			
<i>Equisetum arvense</i> L., 1753																		+	
<i>Borago officinalis</i> L., 1753																			+
<i>Trifolium dubium</i> Sibth., 1794	+						+						+						
<i>Galeopsis tetrahit</i> L., 1753																		1	1
<i>Galium aparine</i> subsp. <i>aparine</i> L., 1753																		+	(+)
<i>Stellaria alsine</i> Grimm, 1767																		+	1
<i>Persicaria maculosa</i> Gray, 1821					+								+						
<i>Myosotis laxa</i> subsp. <i>cespitosa</i> (Schultz) Hyl. ex Nordh., 1940					1														
<i>Geranium dissectum</i> L., 1755										+									
<i>Quercus robur</i> L., 1753					+														
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i> Kirschner, H. Øllgaard et Štěpánek							+		+		+		1						
<i>Taraxacum</i> F.H.Wigg.	1				+	+	+												1
<i>Epilobium</i> L., 1753																			+

R1 (Any-Martin-Rieux), **R2** (Iviers) : *Pulicario dysentericae* - *Juncetum inflexi juncetosum acutiflori*

R3 (Besmont), **R4** (Any-Martin-Rieux) : cf. *Pulicario dysentericae* - *Juncetum inflexi juncetosum acutiflori*

R5 (Any-Martin-Rieux) : *Junco acutiflori* - *Brometum racemosi*

R6 (Besmont), **R7** (Besmont), **R8** (Besmont), **R9** (Besmont), **R10** (Besmont), **R11** (Iviers) : cf. *Junco acutiflori* - *Brometum racemosi*

R12 (Any-Martin-Rieux) : *Junco conglomerati* - *Scorzoneretum humilis*

R13 (Besmont), **R14** (Any-Martin-Rieux) : cf. *Junco conglomerati* - *Scorzoneretum humilis*

R15 (Watigny), **R16** (Besmont), **R17** (Résigny), **R18** (Neuve-Maison), **R19** (Erloy) : *Junco acutiflori* - *Angelicetum sylvestris*

Relevés prairiaux de la série du *Stellario holostae* - *Carpino betuli sigmetum*

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	R21	R22	R23	R24	R25	R26	R27
Surface du relevé (m²)	100	100	150	200	150	100	300	250	100	150	150	500	80	180	150	100	150	300	150	150	75	200	300	100	350	150	150
Hauteur végétative modale (m)	0,2	0,7	0,2	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0,45	0,65	0,4	0,2	0,3	0,4	0,2	0,45	0,4	0,4	0,05	0,25	0,3	0,5	0,5	0,2	0,2
Recouvrement (%)	95	95	100	95	95	90	85	90	100	90	85	80	80	85	95	90	90	90	90	90	90	75	100	95	70	90	95
<i>Carex nigra</i> subsp. <i>nigra</i> (L.) Reichard, 1778		+																									
<i>Dactylorhiza majalis</i> (Rchb.) P.F.Hunt & Summerh., 1965		+		+																							
<i>Agrostis canina</i> var. <i>canina</i> L., 1753	+																										
<i>Carex tomentosa</i> L., 1767			+																								
<i>Molinia caerulea</i> subsp. <i>caerulea</i> (L.) Moench, 1794	1																										
<i>Galium uliginosum</i> L., 1753	2																									+	
<i>Selinum carvifolia</i> (L.) L., 1762	2																										
<i>Succisa pratensis</i> Moench, 1794	2	+	1										1	1	1												
<i>Scorzonera humilis</i> L., 1753	(+)	+																									
<i>Carex panicea</i> L., 1753	2	+	+						+																	+	
<i>Myosotis nemorosa</i> Besser, 1821	+	1			+				+						+	1		+		+			+	+			
<i>Carex leporina</i> var. <i>leporina</i> L., 1753			+		+					+							+		1	+			+		+		
<i>Caltha palustris</i> L., 1753																											
<i>Juncus conglomeratus</i> L., 1753		1	1							+	+					1	+		1			+		+	+		
<i>Juncus acutiflorus</i> Ehrh. ex Hoffm., 1791	3	1	+											+			+						1	1	+	1	2
<i>Juncus effusus</i> L., 1753	+				+																		1	1	+	1	+
<i>Ranunculus flammula</i> var. <i>flammula</i> L., 1753																							1	+	1	+	
<i>Carex pallescens</i> L., 1753	(+)	1	+						+								+				+						
<i>Danthonia decumbens</i> subsp. <i>decumbens</i> (L.) DC., 1805	+		+		1																						
<i>Briza media</i> subsp. <i>media</i> L., 1753	1	+											1	+	+												
<i>Betonica officinalis</i> subsp. <i>officinalis</i> L., 1753	2	2	1							+			2	+	1						2						
<i>Luzula campestris</i> subsp. <i>campestris</i> (L.) DC., 1805		+	1		1	+	+	(+)	+				+			+					+		+				
<i>Stellaria graminea</i> L., 1753	1	1	1	+	2	2	1	1	1	+		1	+	+	1	+	1	+	+	1	1			+	+		
<i>Hypochaeris radicata</i> L., 1753			1	+	+	1	+	(+)	+	+	+	1	+	+		1	+	+		1	1	+	+	+	+	+	2
<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>rubra</i> L., 1753	1	1	3	2	3	3	2	2		1	2	1	2	3	3	+	+	2		1	3	+	2			1	+
<i>Agrostis capillaris</i> var. <i>capillaris</i> L., 1753	2		2	+				3	+	2		1	2	2	1	1	3	2	1	2	+	1	1	2	2	3	1
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Rausch., 1797	2	1	+									+			1												
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L., 1753	1	1	2	2	3	2	2	3	1	2	3	2	1			2	3	2	2	2	2	+	2	3	3	1	
<i>Luzula multiflora</i> subsp. <i>multiflora</i> (Ehrh.) Lej., 1811		+																									
<i>Carex caryophyllea</i> Latourr., 1785			+						+				+														
<i>Pilosella officinarum</i> F.W.Schultz & Sch.Bip., 1862									+				1														
<i>Crepis capillaris</i> (L.) Wallr., 1840									+																		
<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>corniculatus</i> L., 1753		2	1	2	+	1	1	1	1	+			1	+	1			1	+	+	1		1				
<i>Ranunculus bulbosus</i> L., 1753													1														
<i>Rhinanthus minor</i> L., 1756				1																							
<i>Phleum nodosum</i> L., 1759															+												
<i>Rhinanthus angustifolius</i> C.C.Gmel., 1806																											(+)
<i>Primula veris</i> var. <i>veris</i> L., 1753		+																									
<i>Carex flacca</i> subsp. <i>flacca</i> Schreb., 1771		1	1							+			+														
<i>Achillea ptarmica</i> subsp. <i>ptarmica</i> L., 1753	2	1			+		1					1			1		2										
<i>Angelica sylvestris</i> subsp. <i>sylvestris</i> L., 1753	+																+									+	
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim., 1879	1	+			+				+					1	1		+				+		1				
<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop., 1772	2	+	1		+	+		(+)	1	+			+	1	1		1	+	+	+	+		1	1		1	
<i>Hypericum tetrapterum</i> Fr., 1823		1						+				1															
<i>Scirpus sylvaticus</i> L., 1753					+																						
<i>Cirsium oleraceum</i> (L.) Scop., 1769														+								+					

Relevés prairiaux de la série du *Lonicero periclymeni* - *Fago sylvaticae sigmetum*

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15
Surface du relevé (m²)	200	300	150	200	250	150	120	30	150	300	100	400	180	200	200
Hauteur végétative modale (m)	0,2	0,6	0,15	0,65	0,4	0,05	0,3	0,15	0,4	0,6	0,5	0,2	0,1	0,4	0,4
Recouvrement (%)	95	90	85	80	80	85	90	95	70	95	95	95	70	85	95
<i>Briza media</i> subsp. <i>media</i> L., 1753					+										
<i>Betonica officinalis</i> subsp. <i>officinalis</i> L., 1753								2	+						
<i>Luzula campestris</i> subsp. <i>campestris</i> (L.) DC., 1805		+								+	2				
<i>Stellaria graminea</i> L., 1753	2	1	+	+			+		+	1	+	+	+		
<i>Hypochaeris radicata</i> L., 1753		+	2		1	1	1	(+)	+	+	+			1	1
<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>rubra</i> L., 1753	2	1	2	1		+	1	+	1	2	3	+	1	1	1
<i>Agrostis capillaris</i> var. <i>capillaris</i> L., 1753	3	1	2		1	2		3	+			2	2		2
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Rausch., 1797	+				2										
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L., 1753	2	2		2	+		+	+	2	3	3	+		+	2
<i>Pilosella lactucella</i> subsp. <i>lactucella</i> (Wallr.) P.D.Sell & C.West, 1967								+							
<i>Trifolium campestre</i> Schreb., 1804				+		+									
<i>Crepis capillaris</i> (L.) Wallr., 1840			+												
<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>corniculatus</i> L., 1753	2	1	1		2		1	1	+	2	2	1	+	+	+
<i>Pimpinella saxifraga</i> subsp. <i>saxifraga</i> L., 1753								1							
<i>Rhinanthus minor</i> L., 1756										+					
<i>Phleum nodosum</i> L., 1759					+		+								
<i>Deschampsia cespitosa</i> subsp. <i>cespitosa</i> (L.) P.Beauv., 1812														+	
<i>Glechoma hederacea</i> L., 1753				+											
<i>Agrimonia procera</i> Wallr., 1840					+										
<i>Urtica dioica</i> L., 1753				1		+									
<i>Alchemilla xanthochlora</i> Rothm., 1937															(+)
<i>Rumex obtusifolius</i> subsp. <i>obtusifolius</i> L., 1753										+					+
<i>Heracleum sphondylium</i> var. <i>sphondylium</i>							+		+	+	1	2	1	2	
<i>Bromus hordeaceus</i> subsp. <i>hordeaceus</i> L., 1753	1		1	2		+				+	+		2		
<i>Pimpinella major</i> f. <i>major</i> (L.) Huds., 1762										1	+	+	2	1	
<i>Anthriscus sylvestris</i> var. <i>sylvestris</i>													1		
<i>Vicia sepium</i> L., 1753										+	1				
<i>Cruciata laevipes</i> Opiz, 1852										+					
<i>Trifolium medium</i> L., 1759									3						
<i>Vicia cracca</i> L., 1753											+	+	+		
<i>Veronica chamaedrys</i> L., 1753	2	+		+						1	+				
<i>Lathyrus pratensis</i> L., 1753	2	1		+	+			+		1	2	3	1	+	
<i>Leucanthemum ircutianum</i> subsp. <i>ircutianum</i> DC., 1838	1	+	+		1	+	+	+	+	3	3	1	+	1	1
<i>Centaurea decipiens</i> Thuill., 1799	1	4	1	+		2	1	2	3	2	2	3	3	1	1
<i>Plantago lanceolata</i> L., 1753	1	1	2	2	1	1	1			1	+	1		1	1
<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i> Greuter & Burdet, 1982	1	2	1	2	+	+	1	+	+	+		1		1	2
<i>Rumex acetosa</i> subsp. <i>acetosa</i> L., 1753	1	+	+	+		+	+		+	1	1	1	1		+
<i>Trifolium pratense</i> var. <i>pratense</i>	2	2	1	2	1		1	+		3	+	1	1	1	2
<i>Ranunculus acris</i> subsp. <i>acris</i> L., 1753		2		3	+	+	1	1	+	3	1	1	1	1	2
<i>Holcus lanatus</i> subsp. <i>lanatus</i> L., 1753	1	2	1	2	3	+	2	2	2	1	1	2	2	2	3
<i>Achillea millefolium</i> L., 1753	1	+	2	+	1	1	+	2	1	1	2	1	+	+	
<i>Poa pratensis</i> subsp. <i>pratensis</i> L., 1753	2										1		1		1
<i>Malva moschata</i> L., 1753	+		+												
<i>Ajuga reptans</i> L., 1753											+				
<i>Trisetum flavescens</i> subsp. <i>flavescens</i> (L.) P.Beauv., 1812	+	1			1	+					+	1			
<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>glomerata</i> L., 1753			+	1	2	+	2			+	+	+	2	1	

<i>Schedonorus pratensis</i> subsp. <i>pratensis</i> (Huds.) P.Beauv., 1812		1		2	1					1	+							
<i>Tragopogon pratensis</i> subsp. <i>pratensis</i> L., 1753										+		1						
<i>Arrhenatherum elatius</i> subsp. <i>elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl, 1819					+					1	1	+						
<i>Crepis biennis</i> L., 1753										+	+							
<i>Veronica serpyllifolia</i> subsp. <i>serpyllifolia</i> L., 1753	+	+				+												+
<i>Prunella vulgaris</i> L., 1753	1	1			+	+			1									+
<i>Scorzoneroides autumnalis</i> (L.) Moench, 1794					1						+	1			+	+		
<i>Phleum pratense</i> L., 1753	+		2		1	+	1		+		+	1						
<i>Bellis perennis</i> L., 1753		+		1	+	1		+						+				+
<i>Cynosurus cristatus</i> L., 1753	3	3	1	2	2	3	3	+	+		+	1	1					2
<i>Trifolium repens</i> var. <i>repens</i> L., 1753	3	2			+	4	2	(+)	+		+	+	2	2	2	1		
<i>Lolium perenne</i> L., 1753	1	2	2	2	3	2	2	+		1	+	2	2	2	2	1		
<i>Plantago major</i> subsp. <i>major</i> L., 1753						+												
<i>Ranunculus repens</i> L., 1753	2	1	3	2	1	1	1	+	+	1	+	+	1	1	1	+		
<i>Poa trivialis</i> subsp. <i>trivialis</i> L., 1753		1	1	3		1					+							+
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop., 1772	+		1	1	+	1	+							+				+
<i>Rumex crispus</i> var. <i>crispus</i> L., 1753				1		+								+				
<i>Alopecurus pratensis</i> subsp. <i>pratensis</i> L., 1753		2	+	3		+				1	1	1						+
<i>Agrostis stolonifera</i> var. <i>stolonifera</i> L., 1753					2		3	2	2						3	3		
<i>Potentilla reptans</i> L., 1753							+											
<i>Lotus pedunculatus</i> Cav., 1793									+									
<i>Carex hirta</i> L., 1753	+	1	+		+				1	+								+
<i>Lysimachia nummularia</i> L., 1753															+			
<i>Allium vineale</i> L., 1753						+	1											
<i>Convolvulus arvensis</i> L., 1753			+			2	+					+						
<i>Equisetum arvense</i> L., 1753									+									+
<i>Trifolium dubium</i> Sibth., 1794												+		+	+	+		
<i>Persicaria maculosa</i> Gray, 1821															2			
<i>Sonchus oleraceus</i> L., 1753								+										
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik., 1792								+										
<i>Vicia segetalis</i> Thuill., 1799				+								+						
<i>Geranium dissectum</i> L., 1755					+	+						+		+				
<i>Geranium molle</i> L., 1753						+												
<i>Poa annua</i> var. <i>annua</i>				1														
<i>Cichorium intybus</i> var. <i>intybus</i>					+													
<i>Cirsium vulgare</i> subsp. <i>vulgare</i> (Savi) Ten., 1838						+		+										
<i>Daucus carota</i> var. <i>carota</i>					1				1								1	
<i>Genista tinctoria</i> L., 1753									+									
<i>Quercus robur</i> L., 1753	+								r									
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i> Kirschner, H. Øllgaard et Štěpánek						1						+						1
<i>Taraxacum</i> F.H.Wigg.		1		2											1	1		
<i>Rubus</i> L., 1753								+										
<i>Primula vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> Huds., 1762									+									

R1 (Iviers), **R2** (Saint-Michel) : *Luzulo campestris* - *Cynosuretum cristati*

R3 (Leschelles), **R4** (Autreppes), **R5** (Chigny), **R6** (Besmont), **R7** (Autreppes) : *Danthonio decumbentis* - *Cynosurenion cristati*

R8 (Iviers), **R9** (Origny-en-Thiérache) : cf. *Danthonio decumbentis* - *Cynosurenion cristati*

R10 (Besmont), **R11** (Besmont), **R12** (Besmont), **R13** (Oisy), **R14** (Esquéhéries), **R15** (Any-Martin-Rieux) : *Trifolio montani* - *Arrhenatherenion elatioris* acidiclina

R1 (Esquéhéries), **R2** (Rocquigny), **R3** (Rocquigny), **R4** (Résigny), **R5** (Fontenelle), **R6** (Fesmy-le-Sart), **R7** (Oisy), **R8** (Leschelles), **R9** (Landouzy-la-Ville), **R10** (Résigny), **R11** (Houry), **R12** (Résigny), **R13** (Watigny), **R14** (Rocquigny), **R15** (Fesmy-le-Sart), **R16** (Saint-Michel), **R17** (Esquéhéries), **R18** (Prisces), **R19** (Wassigny), **R20** (Rocquigny), **R21** (Rocquigny), **R22** (Esquéhéries) : *Cirsio arvensis* - *Lolietum perennis*
R23 (Saint-Algis), **R24** (Rocquigny) : *Heracleo sphondylii* - *Brometum hordeacei*
R25 (Gronard), **R26** (Luzoir) : cf. *Heracleo sphondylii* - *Brometum hordeacei*
R27 (Brunehamel), **R28** (Monceau-sur-Oise), **R29** (Mondrepuis), **R30** (Les Autels), **R31** (Neuve-Maison) : *Alopecuro pratensis* - *Arrhenatheretum elatioris*
R32 (Résigny), **R33** (Saint-Michel), **R34** (Résigny), **R35** (Watigny) : cf. *Alopecuro pratensis* - *Arrhenatheretum elatioris*
R36 (Beaumé), **R37** (Proisy), **R38** (Sorbais) : cf. *Cirsio arvensis* - *Alopecuretum pratensis*

Relevés prairiaux de végétations de la géosérie neutrophile mésotrophe à eutrophe en domaine alluviale

	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Surface du relevé (m)	200	200	150	400	30	30
Hauteur végétative modale (m)	0,9	0,5	0,3	0,7	0,05	0,05
Recouvrement (%)	90	100	85	90	40	50
<i>Myosotis scorpioides</i> L., 1753					+	1
<i>Helosciadium nodiflorum</i> (L.) W.D.J.Koch, 1824						+
<i>Carex nigra</i> subsp. <i>nigra</i> (L.) Reichard, 1778				+		
<i>Caltha palustris</i> L., 1753				2		
<i>Juncus effusus</i> L., 1753			+	+		
<i>Stellaria graminea</i> L., 1753				2		
<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>rubra</i> L., 1753		1				
<i>Agrostis capillaris</i> var. <i>capillaris</i> L., 1753			1			
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L., 1753	+		1	1		
<i>Medicago lupulina</i> var. <i>lupulina</i> L., 1753						+
<i>Angelica sylvestris</i> subsp. <i>sylvestris</i> L., 1753		+				
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim., 1879				1		
<i>Lythrum salicaria</i> L., 1753					1	+
<i>Convolvulus sepium</i> L., 1753				+		
<i>Phalaris arundinacea</i> var. <i>picta</i> L., 1753						+
<i>Lycopus europaeus</i> L., 1753					+	+
<i>Phalaris arundinacea</i> subsp. <i>arundinacea</i> L., 1753					+	
<i>Iris pseudacorus</i> L., 1753			+	+		
<i>Carex vesicaria</i> L., 1753			1			
<i>Urtica dioica</i> L., 1753	+					
<i>Rumex obtusifolius</i> subsp. <i>obtusifolius</i> L., 1753	+	+	+			
<i>Heracleum sphondylium</i> var. <i>sphondylium</i>		2				
<i>Bromus hordeaceus</i> subsp. <i>hordeaceus</i> L., 1753	1	2	1	1		
<i>Vicia sepium</i> L., 1753		+				
<i>Vicia cracca</i> L., 1753				2		
<i>Lathyrus pratensis</i> L., 1753		+		1		
<i>Leucanthemum ircutianum</i> subsp. <i>ircutianum</i> DC., 1838			+			
<i>Centaurea decipiens</i> Thuill., 1799		1	1			
<i>Plantago lanceolata</i> L., 1753			1	1		
<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i> (Hartm.) Greuter & Burdet, 1982		1		2		
<i>Rumex acetosa</i> subsp. <i>acetosa</i> L., 1753				2		
<i>Trifolium pratense</i> var. <i>pratense</i>		2	1	1		
<i>Ranunculus acris</i> subsp. <i>acris</i> L., 1753	1	3	1	3		
<i>Holcus lanatus</i> subsp. <i>lanatus</i> L., 1753	3	1	2	2		
<i>Ajuga reptans</i> L., 1753		+		+		
<i>Trisetum flavescens</i> subsp. <i>flavescens</i> (L.) P.Beauv., 1812	+			+		
<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>glomerata</i> L., 1753		2		1		
<i>Schedonorus pratensis</i> subsp. <i>pratensis</i> (Huds.) P.Beauv., 1812		1	2	2		
<i>Arrhenatherum elatius</i> subsp. <i>elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl, 1819				1		
<i>Crepis biennis</i> L., 1753		3	+	1		
<i>Scorzoneroides autumnalis</i> (L.) Moench, 1794	+	1		+		
<i>Phleum pratense</i> L., 1753	1			1		
<i>Bellis perennis</i> L., 1753				+		
<i>Cynosurus cristatus</i> L., 1753		1	1			
<i>Trifolium repens</i> var. <i>repens</i> L., 1753			1	1		1
<i>Lolium perenne</i> L., 1753	2	2	2	2		

<i>Plantago major</i> subsp. <i>major</i> L., 1753					+	1
<i>Ranunculus repens</i> L., 1753	1	2	3	2		
<i>Poa trivialis</i> subsp. <i>trivialis</i> L., 1753	3	1	1	3		
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop., 1772	1	1				+
<i>Rumex crispus</i> var. <i>crispus</i> L., 1753	1	2	+	2		
<i>Alopecurus pratensis</i> subsp. <i>pratensis</i> L., 1753	2	3	3	2		
<i>Agrostis stolonifera</i> var. <i>stolonifera</i> L., 1753			2		3	3
<i>Bromus racemosus</i> L., 1762		3	1	2		
<i>Hordeum secalinum</i> Schreb., 1771	2		1	1		
<i>Alopecurus rendlei</i> Eig, 1937				+		
<i>Oenanthe silaifolia</i> M.Bieb., 1819				1		
<i>Jacobaea aquatica</i> (Hill) G.Gaertn., B.Mey. & Scherb., 1801			3			
<i>Juncus inflexus</i> L., 1753				1		
<i>Carex otrubae</i> Podp., 1922				+		
<i>Argentina anserina</i> subsp. <i>anserina</i> (L.) Rydb., 1899			+	+		
<i>Potentilla reptans</i> L., 1753					+	
<i>Lychnis flos-cuculi</i> L., 1753			1	2		
<i>Cardamine pratensis</i> L., 1753				+		
<i>Juncus articulatus</i> L., 1753						+
<i>Carex hirta</i> L., 1753			1	1		
<i>Equisetum palustre</i> L., 1753				1		+
<i>Galium palustre</i> L., 1753			+	1		+
<i>Carex disticha</i> Huds., 1762			+	1		
<i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Besser, 1821					2	1
<i>Linaria vulgaris</i> Mill., 1768	+					
<i>Convolvulus arvensis</i> L., 1753						1
<i>Equisetum arvense</i> L., 1753					+	
<i>Odontites vernus</i> subsp. <i>serotinus</i> (Coss. & Germ.) Corb., 1894						+
<i>Galium aparine</i> subsp. <i>aparine</i> L., 1753		+				
<i>Persicaria maculosa</i> Gray, 1821		+	+			
<i>Myosotis laxa</i> subsp. <i>cespitosa</i> (Schultz) Hyl. ex Nordh., 1940				+		
<i>Vicia hirsuta</i> (L.) Gray, 1821		+	+	+		
<i>Vicia segetalis</i> Thuill., 1799		2		1		
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill., 1799						+
<i>Cirsium vulgare</i> subsp. <i>vulgare</i> (Savi) Ten., 1838	+					
<i>Taraxacum</i> F.H.Wigg.	1	1	1	1		
<i>Vicia</i> L., 1753		2				

R1 (Sorbais) : *Hordeo secalini* - *Lolietum perennis*

R2 (Malzy) : cf. *Hordeo secalini* - *Lolietum perennis*

R3 (Étréaupont), **R4** (Malzy) : cf. *Senecioni aquatici* - *Oenanthetum mediae*

R5 (Chigny) : *Rorippo sylvestris* - *Agrostietum stoloniferae*

R6 (Chigny) : cf. *Rorippo sylvestris* - *Agrostietum stoloniferae*

ANNEXE IV : DÉFINITIONS DES GRADIENTS ÉCOLOGIQUES ET PARAMÈTRES BIOCLIMATIQUES

Paramètres bioclimatiques (Millet *et al.*, 2017)

La classification bioclimatique a pour but de définir des catégories de bioclimat qui sont en étroite corrélation avec des catégories de végétations potentielles. Bien définis, les types bioclimatiques sont dotés d'une forte capacité prédictive dans la présence des grands types de séries. Ils sont donc essentiels à prendre en compte dans la structuration et la définition des types de biotopes.

Quatre paramètres bioclimatiques ont été retenus pour la caractérisation des biotopes :

- Étages thermiques
- Continentalité
- Ombroclimat
- Variante bioclimatique

1 - Les étages thermiques

Ils reflètent l'influence déterminante de la température sur la végétation. En zone de montagne les étages thermiques sont très liés à l'altitude. Il ne s'agit cependant pas d'étages altitudinaux absolus, car c'est bien la température qui délimite les différents étages et non l'altitude. Par exemple, on pourra très bien observer un début d'étage montagnard dans le Nord-Est de la France à partir de 500 m (Vosges et Nord Jura) alors que dans les Pyrénées où les Alpes méridionales il n'apparaît que bien plus haut, vers 800 ou 1000 m. De la même façon, l'étage planitiaire (le plus chaud du macrobioclimat tempéré) qui occupe la majeure partie des plaines du sud-ouest et de l'ouest entre 0 et 200 m d'altitude, s'efface progressivement en allant vers le nord de la France, même en bord de mer.

Les étages thermiques, qui redécoupent chacun de ces macrobioclimats, sont calculés au travers de deux indices :

- | |
|--|
| 1) Index thermique (It) = $[T^{\circ} \text{ moy. annuelle} + T^{\circ} \text{ min. du mois le plus froid} + T^{\circ} \text{ max. du mois le plus froid}] \times 10$ |
| 2) Indice de température positive (Tp) = $[\text{somme des températures mensuelles moyennes} > 0^{\circ}\text{C}] \times 10$ |

Les étages thermiques redécoupent les deux macrobioclimats présents en France métropolitaine : tempéré et méditerranéen.

Le **macrobioclimat tempéré** correspond à une combinaison de gammes de températures et de saisonnalité des précipitations : les températures n'y sont ni trop chaudes et ni trop froides et on n'observe pas plus d'un mois de sécheresse estivale marquée (où $P < 2T$).

Le **macrobioclimat méditerranéen** est un climat subtropical ou tempéré chaud caractérisé par la présence d'au moins un mois de sécheresse estival où $P < 2T$ (pour plus de détails, voir Rivas-Martinez *et al.* 2011)

Code	Libellé étage thermique	Valeurs I_t (indicatif)	Valeurs T_p (indicatif)	Types de végétations potentielles	Exemples de syntaxons indicateurs	Exemples de stations météo
A. Macrobioclimat tempéré						
2.A1	Planitiaire (cf mésotempéré)	>190	>1400	Chênaies-charmaies, frênaies-ormaies	<i>Quercion robori</i> – <i>pyrenaicae</i> , <i>Carpinion betuli</i> ; <i>Conopodio</i> – <i>Teucrium</i> , <i>Balloto</i> - <i>Conion</i> ; <i>Ulici europaei</i> - <i>Cytision striati</i> ; <i>Brachypodio</i> – <i>Centaureion</i> ; <i>Caro verticillati</i> - <i>Juncenion acutiflori</i>	LE BLANC, BIARRITZ,
2.A2	Collinéen (cf supratempéré inférieur)	120-190	1100-1400	Hêtraies-chênaies, chênaies-frênaies	<i>Carpino</i> - <i>Fagion</i> ; <i>Quercion roboris</i> <i>Sarothamnion scoparii</i> ; <i>Juncenion acutiflori</i>	HENRICHEMONT, MAUBEUGE, MULHOUSE,
2.A3	Montagnard (cf supratempéré supérieur)	–	800-1100	Hêtraies, hêtraies-sapinières	<i>Fagion sylvaticae</i> , <i>Luzulo luzuloidis</i> – <i>Fagion</i> , <i>Trisetum</i> - <i>Polygonion bistortae</i> ; <i>Melampyro sylvatici</i> - <i>Poion chaixii</i> ; <i>Polygonum bistortae</i> - <i>Juncenion acutiflori</i>	MOUTHE, BRIANCON, JAUSIER ST-ANNE
2.A4	subalpin	–	380-800	Pessières, mélézins, cembraies, landes à Éricacées	<i>Luzulo luzuloidis</i> – <i>Piceion</i> ; <i>Vaccinio</i> – <i>Piceion</i> ; <i>Nardo</i> - <i>Agrostion</i> ; <i>Hyperico</i> - <i>Festucion paniculatae</i> ; <i>Poion alpinae</i>	MONT AIGOUAL
2.A5	alpin	–	1-380	Pelouses alpines permanentes	<i>Caricetea curvulae</i>	PIC DU MIDI
2.A6	nival	–	0	Très peu végétalisé		
B. Macrobioclimat méditerranéen						
2.B1	Thermoméditerranéen	350-450	2100-2400	??	<i>Erico arboreae</i> - <i>Juniperetum turbinatae</i>	
2.B2a	Mésoméditerranéen inférieur	285-350	1800-2100	Chênaies vertes	<i>Pistacio lentisci</i> - <i>Pinetum halepensis</i> ; <i>Arisaro vulgarae</i> - <i>Quercetum ilicis</i> ; <i>Galio scabri</i> - <i>Quercetum ilicis</i> , <i>Ostryo carpinifoliae</i> - <i>Quercetum ilicis</i>	ILE ROUSSE, NICE
2.B2b	Mésoméditerranéen supérieur	220-285	1500-1800	Chênaies vertes	<i>Galio scabri</i> - <i>Quercetum ilicis</i> ; <i>Rosmarino officinalis</i> - <i>Juniperetum oxycedri</i> ; <i>Rosmarino officinalis</i> - <i>Lithospermetum fruticosi</i>	
2.B3	Supraméditerranéen	<220	900-1500	Chênaies pubescentes	<i>Buxo sempervirenti</i> - <i>Quercetum pubescentis</i> ; <i>Ilici aquifolii</i> - <i>Quercetum pubescentis</i> ; <i>Oenanthe pimpinelloides</i> - <i>Quercetum pubescentis</i>	
2.B4	Oroméditerranéen		450-900	Pinèdes, hêtraies sèches	<i>Poo balbisis</i> - <i>Fagetum sylvaticae</i> , <i>Galio rotundifolii</i> - <i>Pinetum laricii</i>	
2.B5	Cryoméditerranéen		1-450	Pelouses permanentes	<i>Paronychio polygonifoliae</i> - <i>Armerietum multicepitis</i>	

2 – L’ombroclimat

L’ombroclimat est apprécié par l’indice ombrothermique (I_o) qui reflète la quantité d’eau globale consommable par la végétation en lien avec la température. Plus les températures seront élevées plus la végétation consommera de l’eau. Les besoins de la végétation sont nuls quand il gèle. Il n’est donc pas tenu compte des précipitations lorsque la température moyenne du mois est négative.

$$\text{Indice ombrothermique } (I_o) = [(\text{somme des } P \text{ des mois à } T^{\circ} \text{ moy. } > 0^{\circ}\text{C}) / \text{somme des } T \text{ moy. mensuelles } > 0^{\circ}\text{C}] \times 10$$

Code	Libellé ombroclimat	Valeurs I_o (indicatif)	Exemples de végétations	Exemple de stations météo
3.1	Sec	2-3.6	<i>Clematido cirrhosae - Pistacietum lentisci, Oleo sylvestris - Juniperetum turbinatae, Erico arboreae - Juniperetum turbinatae</i>	ILE ROUSSE
3.2	Subhumide	3.6-6	<i>Quercion robori - pyrenaicae, Rusco aculeati - Carpinienion betuli Galio scabri - Quercetum ilicis, Galio scabri - Quercetum suberis</i>	LE BLANC, NICE, JAUSIER ST-ANNE
3.3	Humide	6-12	<i>Carpino betuli - Fagion sylvaticae, Quercion roboris, Ilici aquifoliae - Quercetum ilicis, Oenanthe pimpinelloides - Quercetum pubescentis</i>	HENRICHEMONT, MAUBEUGE, BREST, BRIANCON, BIARRITZ, PIC DU MIDI
3.4	Hyperhumide	12-24	<i>Luzulo luzuloidis - Fagion sylvaticae, Fagion sylvaticae</i>	MONT AIGOUAL, MOUTHE

3 - La continentalité

La continentalité est appréciée par l’indice de continentalité qui reflète l’amplitude des oscillations intra-annuelles de température qui est plus forte à l’intérieur des continents qu’au niveau des côtes.

$$\text{Indice de continentalité } (I_c) = T^{\circ} \text{ moy du mois le plus chaud} - T^{\circ} \text{ moy du mois le plus froid}$$

Code	Libellé continentalité	Valeurs I_c (indicatif)	Exemples de végétations	Exemple de stations météo
4.1	hyperocéanique	0-11	<i>Conopodio majoris - Fagetum sylvaticae, Pyro cordatae - Quercetum roboris</i>	BREST
4.2	Océanique	11-17	<i>Sorbo torminalis - Quercetum petraeae, Rusco aculeati - Quercetum petraeae, Rubio peregrinae - Fagetum sylvaticae, Rusco aculeati - Fagetum sylvaticae, Ornithogalo pyrenaici - Carpinetum betuli</i>	BIARRITZ, LE BLANC, MAUBEUGE, HENRICHEMONT, MONT AIGOUAL, PIC DU MIDI, NICE, ILE ROUSSE
4.3	Subocéanique	17-21	<i>Deschampsio cespitosae - Fagetum sylvaticae, Carici flaccae - Fagetum sylvaticae, Carici albae - Fagetum sylvaticae, Luzulo luzuloidis - Fagetum sylvaticae</i>	BRIANCON, MOUTHE, MULHOUSE, JAUSIER ST-ANNE
4.4	Continental d’abri	21-28	??	??

4 - Variante bioclimatique

Ce paramètre permet de redécouper chaque bioclimat et son ombrotype en fonction de la variabilité saisonnière des précipitations. La variante bioclimatique subméditerranéenne met en évidence les périodes de stress hydrique estival pour la végétation, avec au moins un mois où $P < 2,8 T$. Quant à la variante steppique, elle concerne notamment les climats subocéaniques et continentaux tempérés (précipitations estivales $>$ hivernales) et met en évidence deux périodes de moindres précipitations centrées autour des solstices.

Code	Libellé variante bioclimatique	Calcul	exemples de syntaxons	Exemples de stations météo
5.1	aucune	0 mois où $P < 2,8 T$	<i>Carpino betuli - Fagion sylvaticae</i> , <i>Quercion roboris</i>	
5.2	Subméditerranéenne	Au moins 1 mois où $P < 2,8 T$	<i>Quercenion robori-pyrenaicae</i> , <i>Rusco aculeati - Carpinienion betuli</i>	LE BLANC (36) BRIANCON (05)
5.3	Steppique	3 conditions cumulées : 1) macrobioclimat tempéré avec $Ic > 17$ 2) P été (juill-sept) $>$ P hiver (jan-mar) 3) 1 mois d'été avec $P < 3T$	<i>Ononido rotundifoliae - Pinion</i> ; <i>Stipo capillatae - Poion carnicolae</i>	JAUSIER ST-ANNE (04)

Gradients écologiques

1 - Acidité

Coefficient de landolt pour le niveau d'acidité du sol (source : Catteau, Duhamel *et al.*, 2009)

Code	Qualification du biotope	Qualification de la végétation	Définition
1	Très acide ($3 < \text{pH} < 4,5$)	Acidiphile	Végétations des sols très acides. L'acidité perturbe extrêmement le fonctionnement du sol : l'activité biologique est réduite, le sol a une tendance à la podzolisation, le phosphore est insoluble, l'aluminium est toxique. Les plantes présentent donc des adaptations profondes : adaptations à la toxicité de certains éléments, adaptations à la perte de productivité due à la fois à l'acidité et au manque de nutriments disponibles : sclérification, lignification, microphilie... Les végétations sont composées exclusivement de plantes adaptées aux contraintes dues à l'acidité (cortège acidiphile). Végétations guides : <i>Galio saxatilis - Festucion filiformis</i> , <i>Caricion fuscae</i> , <i>Ericion tetralicis</i> , <i>Ulicion minoris</i> , ...
2	Légèrement acide ($3,5 < \text{pH} < 4,5$)	Acidicline	Végétations des sols légèrement acides. L'acidité est une contrainte pour le développement des plantes et limite l'activité biologique du sol, mais certaines plantes non adaptées aux sols acides parviennent tout-de-même à se développer. Le cortège est composé d'une majorité de plantes acidiphiles, mais les plantes neutroclines et basiphiles sont présentes. Végétations guides : <i>Violion caninae</i> , <i>Quercion roboris acidicline</i> (associations présentant un cortège différentiel d'espèces du <i>Carpino betuli - Fagion sylvaticae</i>), <i>Conopodio majoris - Teucrion scorodoniae acidicline</i> ...
3	Légèrement neutre ($4,5 < \text{pH} < 7,5$)	Neutrocline	Végétations ne subissant pas de contraintes dues à l'acidité du sol (pH de l'ordre de 6-7). Du fait de l'absence de contraintes, si les autres caractéristiques du biotope (humidité, température...) ne sont

			pas non plus contraignantes, ces sols s'eutrophisent assez facilement et alors, sous l'effet de la compétition, les cortèges floristiques s'appauvrissent. En l'absence d'eutrophisation, le cortège floristique est composé d'espèces neutroclines et basiphiles, mais certaines espèces acidiphiles sont encore présentes. Végétations guides : <i>Chamaespartio sagittalis - Agrostienion tenuis</i> , <i>Koelerio macranthae - Phleion phleoidis</i> , <i>Carpino betuli - Fagion sylvaticae</i> neutrocline (cortège calcicole peu représenté, quelques espèces acidiclinales), <i>Teucrio scorodoniae - Trifolienion medii</i> ...
4	Basique (5,5 < pH < 8)	Basiphile	Végétations légèrement contraintes par la réaction basique du sol, qui limite la solubilité du phosphore. Les plantes basiphiles, adaptées aux contraintes liées aux pH élevés, sont légèrement favorisées. Ces plantes ont principalement des adaptations favorisant l'économie des ressources : sclérophyllie, lignification, microphyllie. Le cortège floristique est composé d'une majorité d'espèces basiphiles, mais certaines espèces neutroclines sont encore présentes. Végétations guides : <i>Xerobromion erecti</i> , <i>Teucrio montani</i> – <i>Mesobromenion erecti</i> , <i>Festucenion timbalii</i> , <i>Mesobromenion erecti</i> , <i>Trifolio medii - Agrimonienion eupatoriae</i> , <i>Carpino betuli - Fagion sylvaticae</i> basiphile (cortège calcicole bien représenté)...
5	Hyperbasique (pH > 6,5)	Hyperbasiphile	Végétations fortement contraintes par la réaction basique du sol, qui limite la solubilité du phosphore. Le cortège floristique est composé exclusivement d'espèces basiphiles et hyperbasiphiles.

2 - Humidité du sol

Ellenberg (1974), le premier, a proposé d'indiquer les liens écologiques des espèces vis-à-vis de l'humidité du substrat sur une échelle à douze niveaux. Julve (1998), à sa suite, a étayé l'échelle de valence écologique pour le paramètre humidité et a proposé une terminologie précise pour chaque niveau d'humidité.

Coefficient d'Ellenberg pour l'humidité édaphique

Valence	Intitulé	Définition
1	Végétations hyperxérophiles	Le cortège floristique de ces végétations est constitué exclusivement d'espèces présentant des adaptations à la sécheresse : sclérophiles, ligneuses microphylls, réviscentes.
2	Végétations perxérophiles	Le cortège floristique de ces végétations est constitué exclusivement d'espèces présentant des adaptations à la sécheresse : caulocrassulescentes, subaphylles, coussinets
3	Végétations xérophiles	Végétations des sols secs en permanence. Le biotope est trop contraignant pour le développement d'une forêt. Le cortège floristique de ces végétations est très majoritairement constitué d'espèces présentant des adaptations à la sécheresse : plantes velues, crassulescentes, aiguillonnées, à cuticule épaisse, plantes microphylls ou aphylls...
4	Végétations mésoxérophiles	Végétations des sols connaissant une période de sécheresse, de sorte que la sécheresse est une contrainte importante pour les espèces s'y développant. Le cortège floristique de ces végétations comporte une proportion significative d'espèces présentant des adaptations à la sécheresse, en plus des espèces mésohydriques.
5	Végétations mésohydriques	Végétations des sols bien alimentés en eau, sans engorgement temporaire de surface. La disponibilité en eau médiocre et l'existence d'événements de sécheresse proscrivent les espèces à grande surface foliaire et favorisent les espèces à cuticule légèrement épaissie. Le manque de nutriments renforce cette tendance, tandis que les sols riches en nutriments permettent la « remontée » d'espèces plus hygrophiles (phénomène d'apophytisation).
6	Végétations mésohygrophiles	Végétations des sols bien alimentés en eau, avec un engorgement temporaire de surface en début de saison de végétation. L'apport de nutriment par les eaux d'ennoiement et l'absence de contrainte forte liée à

		<p>l'engorgement favorisent les espèces compétitrices : des espèces comme <i>Urtica dioica</i>, <i>Cirsium arvense</i> ou <i>Sambucus nigra</i> sont d'écologie primitive mésohygrophile.</p> <p>Cortège floristique associant des espèces mésohydriques et des espèces hygrophiles, ainsi que des espèces mésohygrophiles à morphologie et stratégie intermédiaires.</p>
7	Végétations hygrophiles	<p>Végétations des sols présentant un engorgement à proximité de la surface durant une partie de la période de végétation. En conséquence la disponibilité en eau est totale et cette eau apporte des nutriments, mais l'engorgement représente une contrainte pour le développement végétal.</p> <p>Le cortège floristique de ces végétations est essentiellement constitué d'espèces à grande surface foliaire et à cuticule peu épaisse, mais l'engorgement limite la productivité et a tendance – en dehors des sites très enrichis en nutriments – à favoriser les espèces frugales (peu exigeantes en nutriments).</p>
8	Végétations hydrophiles	<p>Végétations des sols présentant un engorgement à proximité de la surface durant l'essentiel de la saison de végétation. Cet engorgement crée une asphyxie qui représente une contrainte importante à laquelle les plantes doivent s'adapter.</p> <p>Le cortège floristique de ces végétations comporte une proportion significative d'espèces amphibies parmi une majorité d'espèces terrestres.</p>
9	Végétations amphibies saisonnières	<p>Végétations des sols saturés d'eau toute l'année et inondés pendant la majeure partie de l'année. Toutefois, l'existence de périodes d'assèchement représente à la fois une opportunité de colonisation pour les plantes terrestres et une perturbation pour les plantes amphibies, de sorte que le cortège floristique associe souvent des plantes des deux niveaux dotées pour une partie d'entre elles de capacités de colonisation opportuniste.</p> <p>Le cortège floristique de ces végétations comporte une proportion significative d'espèces terrestres, parmi une majorité d'espèces amphibies qui sont des plantes adaptées à l'engorgement du substrat et à l'asphyxie en résultant (aérenchymes, tiges creuses, etc.).</p>
10	Végétations amphibies permanentes	<p>Végétations des sols saturés d'eau et inondés pendant toute l'année, sauf épisode climatique exceptionnel. Néanmoins, la profondeur d'eau assez faible permet la présence des espèces amphibies et génère des perturbations fréquentes pour les plantes aquatiques.</p> <p>Le cortège floristique de ces végétations comporte une proportion d'espèces aquatiques, parmi une majorité d'espèces amphibies.</p>
11	Végétations aquatiques superficielles (ou flottantes)	<p>Végétations des sols saturés d'eau et inondés pendant toute l'année, sauf épisode climatique exceptionnel. La profondeur d'eau est suffisante pour que les plantes aquatiques prennent le pas sur les plantes amphibies mais les épisodes de basses eaux permettent l'installation de quelques plantes amphibies qui adopteront une morphologie aquatique en période de hautes eaux. Ils représentent également une perturbation à laquelle les plantes doivent être adaptées grâce à une stratégie rudérale.</p> <p>Le cortège floristique de ces végétations comporte une proportion d'espèces amphibies, parmi une majorité d'espèces aquatiques, qui sont des espèces faisant l'économie des tissus de soutien et des tissus vasculaires, du fait de leur vie dans l'eau. Les espèces aquatiques de ce niveau présentent fréquemment des feuilles ou des thalles flottant à la surface de l'eau et présentant par conséquent une face supérieure cuticulée analogue aux feuilles des plantes terrestres et une face inférieure non cuticulée comparable aux feuilles des plantes intra-aquatiques.</p>
12	Végétations aquatiques profondes (ou intra-aquatique)	<p>Végétations des milieux aquatiques profonds. La profondeur de l'eau empêche la pénétration d'espèces amphibies et conditionne un milieu assez stable du point de vue des plantes aquatiques. Toutefois, elle défavorise les plantes aquatiques à feuilles flottantes dont les feuilles peinent à atteindre la surface. Ce sont donc les plantes aquatiques à feuilles immergées qui sont majoritaires.</p> <p>Le cortège floristique de ces végétations est exclusivement constitué d'espèces aquatiques.</p>

3 – Trophie

La disponibilité en nutriments des sols exerce une pression de sélection très forte sur les plantes et elle représente un moteur majeur de la spéciation. Aux deux extrémités du gradient, les plantes auront soit des adaptations leur permettant de tolérer le manque de nutriments ou la rareté d'un élément en particulier (loi des facteurs limitants, dite loi de Liebig), soit des adaptations leur permettant de tirer le plus grand profit possible de l'abondance des nutriments. Cette alternative stratégique est conforme à l'opposition entre la stratégie C et la stratégie S dans le modèle de Grime (1979).

Lorsque le milieu est très oligotrophe, le stress est très important et seules les espèces bien adaptées à ce stress parviennent à se développer. La végétation est alors assez pauvre en espèces et composée presque exclusivement d'espèces à stratégie S. Lorsque le milieu est très riche, la compétition interspécifique, très intense, élimine la plupart des espèces moins compétitrices. La végétation est donc là aussi pauvre en espèces mais dominée ici par les espèces à stratégie C. Entre ces deux pôles, sur les sols mésotrophes, le stress et la compétition tous deux modérés permettent la cohabitation des espèces à stratégie S, des espèces à stratégie C et des espèces à stratégie intermédiaire (stratégie CS) (Catteau *et al*, 2017). De plus, selon Zobel & Pärtel (2008), le cortège mésotrophile est le plus diversifié en climat tempéré pour des raisons d'histoire évolutive : les sols mésotrophes sont historiquement les plus abondants, cela a donc été les substrats dominants lors des processus de spéciation.

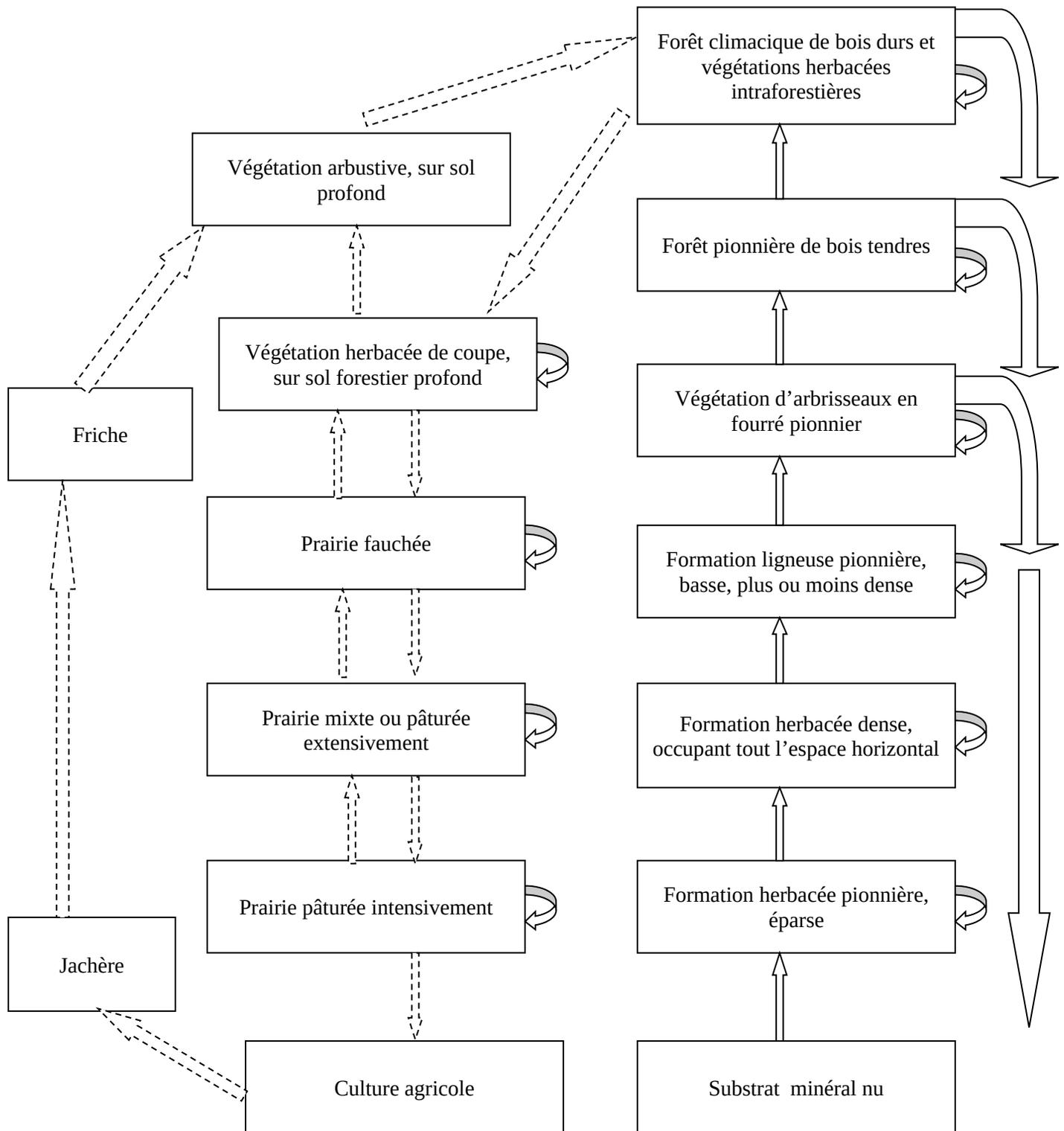
Dans la mesure où la disponibilité en nutriment du substrat est fonction de la nature du sol (constitution des complexes argilo-humiques, disponibilité des ions phosphate, etc.), il va de soi que le sol sera plus oligotrophe tant que le processus pédogénétique n'aura pas abouti à des sols évolués.

Coefficient de Landolt pour les nutriments (source : CATTEAU, DUHAMEL *et al.*, 2009)

Code	Qualification du biotope	Qualification de la végétation	Définition
1	Oligotrophe	Oligotrophile	Végétations des sols très oligotrophes. La rareté des nutriments est une contrainte majeure pour les plantes qui sont forcées d'adopter des stratégies adaptatives de type S dans le modèle de Grime (1974). Ces espèces sont globalement économes en ressources au sens où les organes produits (branches, feuilles, racines...) sont assez pérennes (branches lignifiées, feuilles sclérifiées), grâce à la production de molécules complexes toxiques pour les consommateurs primaires (tanins et autres composés phénoliques). Or la production de composés complexes est un processus biochimique coûteux en énergie. Les plantes à stratégie S sont donc contraintes d'allouer une grande partie de leurs ressources à l'adaptation au stress et ont donc une productivité médiocre. Dans ces milieux, la dynamique est très ralentie et plus ou moins bloquée à un stade unique (permasérie). Les végétations sont composées exclusivement de plantes oligotrophes. Végétations guides : <i>Corynephorion canescentis</i> , <i>Ulicion minoris</i> , <i>Oxycocco palustris</i> - <i>Ericion tetralicis</i> , <i>Ericion tetralicis</i> , <i>Rhynchosporion albae</i> , <i>Utricularietea intermedio - minoris</i>
2	Oligomésotrophe	Oligomésotrophile	Végétations des sols oligotrophes. La rareté des nutriments est une contrainte forte pour le développement des plantes, qui favorise les espèces à stratégie de type S, bien que certaines plantes moins bien adaptées aux sols oligotrophes (stratégies CS) soient également présentes. Il peut exister une dynamique végétale complète (à condition qu'il n'y ait pas d'autre contrainte), aboutissant à un stade forestier, mais celle-ci est extrêmement ralentie. Végétations guides : <i>Sphagno - Alnion glutinosae</i> , <i>Quercion roboris</i> , <i>Sarothamnion scoparii</i> , <i>Violion caninae</i>

3	Mésotrophe	Mésotrophile	<p>Végétations des sols mésotrophes. La teneur moyenne en nutriment ne favorise nettement ni les espèces à stratégie S, ni les espèces à stratégie C, ni les espèces intermédiaires (stratégie CS). Cette cohabitation des différents cortèges explique la diversité spécifique particulièrement élevée des végétations mésotrophes.</p> <p>Cortège floristique souvent particulièrement diversifié, associant espèces à stratégies S, espèces à stratégie C et espèces intermédiaires.</p> <p>Végétations guides : <i>Mesobromion erecti</i>, <i>Molinion caeruleae</i>, <i>Trifolion medii</i>, <i>Magnocaricion elatae</i></p>
4	Mésio-eutrophe	Mésio-eutrophile	<p>Végétations des sols suffisamment riches en nutriments pour favoriser les espèces compétitrices (stratégie C). Ces espèces font l'économie des adaptations aux sols pauvres (sclérophylle, lignosité, production de molécules complexes), ce qui leur permet d'allouer l'essentiel de leurs ressources à la productivité. De plus, la disponibilité en nutriments autorise de produire de plus grandes feuilles, ce qui permet des gains supplémentaires de productivité. Ces gains de productivité rendent ces espèces plus compétitrices, au sens où elles ont la capacité d'éliminer, par compétition, les espèces à stratégie S.</p> <p>Le cortège floristique est dominé par les espèces à stratégie C, mais les espèces à stratégie S ou CS sont encore présentes.</p> <p>Végétations guides : <i>Bromion racemosi</i>, <i>Colchico autumnalis</i> - <i>Arrhenatherenion elatioris</i>, <i>Trifolio montani</i> - <i>Arrhenatherenion elatioris</i>, <i>Galio veri</i> - <i>Cynosurenion cristati</i>, <i>Danthonio decumbentis</i> - <i>Cynosurenion cristati</i>, <i>Impatienti noli-tangere</i> - <i>Stachyion sylvaticae</i>, <i>Fraxino excelsioris</i> - <i>Quercion roboris</i></p>
5	Eutrophe	Eutrophile	<p>Végétations des sols tellement riches en nutriments qu'ils favorisent très fortement la compétition entre les espèces végétales.</p> <p>Les végétations sont composées presque exclusivement d'espèces à stratégie C.</p> <p>Végétations guides : <i>Rumici obtusifolii</i> - <i>Arrhenatherenion elatioris</i>, <i>Lolio perennis</i> - <i>Cynosurenion cristati</i>, <i>Aegopodion podagrariae</i>, <i>Arction lappae</i>, <i>Chenopodietalia albi</i></p>

ANNEXE V : FONCTIONNEMENT GÉNÉRAL DE LA DYNAMIQUE SÉRIALE



Modèle dynamique sérial en phytosociologie paysagère (d'après Julve et Vitte, 2014), avec la dynamique primaire en traits pleins et la dynamique secondaire en pointillés