

THESE

POUR LE DIPLOME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

- - -

soutenue publiquement le 12 septembre 1994

par **Guillaume DECOCQ**,
Pharmacien interne des hôpitaux

**FLORE ET VEGETATION DES ANCIENNES CARRIERES DE PHOSPHATES DU
NORD DE LA FRANCE ; IMPORTANCE, MENACES ET CONSERVATION**



JURY : Président : Monsieur le Professeur J.R. WATTEZ

Membres : Monsieur le Docteur B. de FOUCAULT
Monsieur le Professeur E. MERIAUX
Monsieur le Professeur M. BRAZIER

Thèse N°



THESE

POUR LE DIPLOME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

- - -

soutenue publiquement le 12 septembre 1994

par **Guillaume DECOCQ**,
Pharmacien interne des hôpitaux

**FLORE ET VEGETATION DES ANCIENNES CARRIERES DE PHOSPHATES DU
NORD DE LA FRANCE ; IMPORTANCE, MENACES ET CONSERVATION**

S C D AMIENS <i>Santé</i>
N° Inv. : <i>THP 1994-36 bis</i>
Cote :

JURY : **Président : Monsieur le Professeur J.R. WATTEZ**

Membres : Monsieur le Docteur B. de FOUCAULT
Monsieur le Professeur E. MERIAUX
Monsieur le Professeur M. BRAZIER

A Monsieur Jean-Roger WATTEZ,

Professeur de Botanique
Doyen Honoraire de la Faculté de Pharmacie d'Amiens
Président de la Société Linnéenne Nord Picardie

" Pour l'honneur que vous nous faites en acceptant de présider
ce jury,
Pour votre soutien, votre patience et votre disponibilité
tout au long de nos études ;

Que cette thèse soit l'assurance de notre profond respect et
de notre sincère reconnaissance."

*" Eternellement la science des maîtres passera dans le coeur des
disciples."*

Marcel Pagnol

A Monsieur Bruno de FOUCAULT,

Maître de Conférence en Botanique
(Faculté de Pharmacie de Lille II)
Président de la Société Botanique du Nord de la France

" Pour vos précieux conseils lors de l'élaboration de ce travail,
Pour votre patience et vos enseignements sur le terrain ;

Que cette thèse soit le témoignage de notre gratitude et de notre fidèle amitié."

"Les maîtres sont ceux qui nous montrent ce qui est possible dans l'ordre de l'impossible."

Paul Valéry

A Monsieur Emile MERIAUX,

Professeur de Géologie
Directeur de l'Institut Universitaire de Technologie
(Université de Picardie Jules Verne)

" Pour l'honneur que vous nous faites en acceptant de juger
avec bienveillance ce travail,
Pour votre disponibilité et votre aide précieuse ;

Que cette thèse soit l'assurance de notre sincère
reconnaissance. "

A Monsieur Michel BRAZIER,

Professeur de Pharmacie Clinique
(Faculté de Pharmacie d'Amiens)

" Pour la grande ouverture d'esprit dont vous faites preuve
une fois de plus en siégeant dans ce jury,
Pour votre aide et votre soutien tout au long de nos études,
Pour nous avoir très tôt accordé votre confiance ;

Que cette thèse soit le témoignage de notre profonde
reconnaissance."

A mes parents,

qui m'ont soutenu tout au long de mes études avec une patience et une affection rares ;
que cette thèse soit le témoignage de mon immense reconnaissance et de tout mon amour.

A la mémoire de mes grands-pères

et en particulier à mon grand-père maternel qui m'a tant appris.

A mes grands-mères

A mon cousin Laurent,

qui m'a fait découvrir l'ancienne carrière de phosphates de Faucouzy, point de départ de ce travail.

A toute ma famille

" Où peut-on être mieux qu'au sein de sa famille ? "

Jean-François Marmontel

A tous les botanistes de terrain passés, présents et à venir,

" Que cette thèse contribue à montrer que la botanique reste avant tout une science fondamentale et que comme toute science naturelle, elle est le point de départ de toute chose.
Souhaitons que chacun s'en souvienne."

"Savons-nous ce que serait une humanité qui ne connaîtrait pas la fleur ?"

Maurice Maeterlinck

A mes amis de la Société Linnéenne Nord Picardie

" Nous avons découvert au sein de cette société à la fois un esprit de sympathie et de convivialité, mais aussi l'une des meilleures écoles pour l'apprentissage des sciences naturelles ;
Souhaitons que cette vocation perdure encore longtemps et reste un modèle de connaissance."

"La connaissance du coeur humain, c'est l'érudition des flâneurs."

François de Curel

**A mes Confrères et Amis, Pharmaciens et
Médecins, du CHU d'Amiens**

**A toute l'équipe du Service de Pharmacologie
Clinique du Professeur Andréjak**

**A toute l'équipe de la Pharmacie Claris à
Saint-Quentin**

**A tous mes collègues du Conservatoire des
Sites Naturels de Picardie,
et en particulier
A son Président, Monsieur Vincent BOULLET**

**A toute l'équipe du Laboratoire de Botanique de
la Faculté de Pharmacie de Lille II,
et en particulier
A Madame le Pr. Annick DELELIS-DUSSOLIER**

A tous mes amis.

*Ainsi que le vieux bois convient mieux pour brûler, un vieux cheval
pour chevaucher, de vieux livres pour lire et de vieux vins pour
boire, de même il est préférable de posséder de vieux amis."*

L. Wright

SOMMAIRE

INTRODUCTION	2
PREMIERE PARTIE : CONTEXTE ECOLOGIQUE	5
1. Données sur le sous-sol et le sol	7
1.1 Eléments de géologie sur les phosphates de Picardie	7
1.1.1 Différents types de gisements	7
1.1.2 Origine des craies phosphatées	7
1.2 Données pédologiques dans les anciennes carrières	9
1.2.1 Influence de la géochimie des craies phosphatées	9
1.2.2 Les différents types de sols rencontrés	10
1.2.2.1 Stade initial	10
1.2.2.2 Sols peu évolués	11
1.2.2.3 Sols carbonatés à altération biochimique dominante	11
1.2.2.4 Sols calci-magnésiques brunifiés	12
2. Données sur le climat	12
2.1 Macroclimat et mésoclimats	12
2.1.1 Températures	12
2.1.2 Précipitations	14
2.1.3 Autres paramètres	
2.1.3.1 Influence des vents	14
2.1.3.2 Importance de la luminosité	15
2.1.4 Paramètres mésoclimatiques ; dimensions phytogéographiques de la dition	15
2.2 Importance de la topographie locale	17
2.2.1 Topographie des anciennes carrières de phosphates	17
2.2.2 Conséquences sur le climat ; notion de climat stationnel et de microclimat	18
2.2.3 Conséquences sur la végétation ; notion de phytoclimat	19
3. Facteurs biotiques	21
3.1 Fréquentation animale	21
3.1.1 Animaux domestiques : pâturage	21
3.1.1.1 Ovins	21
3.1.1.2 Bovins	22
3.1.1.3 Equidés	22
3.1.2 Le facteur cuniculigène	22
3.2 Influence humaine	23

DEUXIEME PARTIE : FLORE ET VEGETATION	24
1. Exemple du "Mont des Combles" à Faucouzy (02)	26
1.1 Présentation générale du site	26
1.2 Flore et végétation pionnières	26
1.2.1 Eboulis	26
1.2.1.1 Eboulis proprement dits	26
1.2.1.2 Pseudo-éboulis	28
1.2.2 Fond de carrière	30
1.3 Flore et végétation des groupements herbacés vivaces fermés	32
1.4 Flore et végétation pré-forestières	35
1.4.1 Ourlets	35
1.4.2 Manteaux	36
1.5 Flore et végétation forestières	37
2. Exemple du "Mont à Boire" et du "Bois Plantis" à Hardivillers (60)	39
2.1 Présentation générale du site	39
2.2 Flore et végétation pionnières	39
2.2.1 Eboulis	39
2.2.2 Fond de carrière	41
2.3 Flore et végétation des groupements herbacés vivaces fermés	43
2.4 Flore et végétation pré-forestières	46
2.4.1 Ourlets	46
2.4.2 Manteaux	47
2.5 Flore et végétation forestières	48
2.5.1 Strates arborescentes	48
2.5.2 Strates arbustives	49
2.5.3 Strates herbacées	50
3. Exemple du "Haut de la Montagne" à Eclusier (80)	51
3.1 Présentation générale du site	51
3.2 Flore et végétation des éboulis	53
3.3 Flore et végétation des groupements herbacés fermés	54
3.3.1 Groupements des fonds de carrière	54
3.3.2 Groupements pelousaires des pentes	54
3.3.3 Groupements herbacés du plateau	55
3.4 Flore et végétation des groupements pré-forestiers	56
3.4.1 Ourlets	58
3.4.2 Manteaux	57
4. Exemple des "Champs d'Argent" et des "Champs Boulet" à Orville (62)	58
4.1 Présentation générale du site	58

4.2 Flore et végétation prairiales	58
4.2.1 Groupements végétaux des zones sous-pâturées	60
4.2.2 Groupements végétaux des zones normo-pâturées	61
4.2.3 Groupements végétaux des zones surpâturées	62
4.3 Flore et végétation pré-forestières	63
4.3.1 Ourlets	63
4.3.2 Manteaux	64
 TROISIEME PARTIE : IMPORTANCE, MENACES ET CONSERVATION	 65
1. Importance et intérêts des anciennes carrières de phosphates du nord de la France	67
1.1 Importance en tant que réservoirs phytogénétiques	67
1.1.1 Autochorologie et phytogéographie	67
1.1.1.1 Avant-postes et limites d'aire	67
1.1.1.2 Brassage phytogéographique	70
1.1.2 Endémisme	71
1.1.3 Refuges et biotopes de substitution	73
1.1.3.1 Cas des messicoles	73
1.1.3.2 Cas des thérophytes de grèves alluviales	74
1.1.3.3 Cas des Orchidées	76
1.1.3.4 Les plantes protégées dans les anciennes carrières de phosphates	77
1.2 Intérêt paysager	78
1.2.1 Paysages agro-pastoraux relictuels	78
1.2.2 Valeur récréative	79
1.3 Intérêts économiques	80
1.3.1 Pâturages et prairies de fauche	80
1.3.2 Réserves de chasse	80
1.3.3 Gisements de craie	81
 2. Menaces sur la biodiversité végétale des anciennes carrières de phosphates	 82
2.1 Conséquences sur la végétation de l'abandon de la forme traditionnelle d'exploitation	82
2.1.1 Evolution progressive des éboulis	82
2.1.2 Boisement spontané des pelouses	83
2.2 Fertilisation des pelouses et eutrophisation des éboulis	84
2.3 Boisement artificiel ; enrésinement	87
2.4 Surpâturage	90
2.5 Dépôts d'immondices et de remblais	95
2.6 Surfréquentation humaine	97
2.6.1 Pistes de moto-cross et de "tout-terrain"	97
2.6.2 Entrepôt de matériel agricole	100
2.6.3 Passage excessif	102
2.7 Mise en culture du fond de carrière	103

3. Principaux éléments pour une politique conservatoire	106
3.1 Justification de la conservation	106
3.1.1 Les milieux riches sont aussi les plus fragiles	106
3.1.2 Formes traditionnelles d'exploitation	107
3.1.2.1 Eboulis et fonds de carrière	107
3.1.2.2 Pelouses et prairies	107
3.2 Modes de gestion palliatifs	108
3.2.1 Cas des éboulis et des fonds de carrière	108
3.2.2 Cas des pelouses et des prairies	110
3.2.2.1 Principes et problèmes à résoudre	110
3.2.2.2 Pâturage	111
3.2.2.3 Fauchage	114
3.2.2.4 Mesures complémentaires	116
3.2.2.4.1 Gyrobroyage	116
3.2.2.4.2 Incendies	116
3.2.2.4.3 Râtelage	117
3.3 Lutte contre l'eutrophisation des milieux	117
3.4 Protection légale	119
3.4.1 Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique ou Floristique (ZNIEFF)	119
3.4.2 Arrêté préfectoral de conservation des biotopes	120
3.4.3 Réserve naturelle volontaire	120
3.4.4 Conservatoires régionaux d'espaces naturels	121
CONCLUSION	123
BIBLIOGRAPHIE	125

*FLORE ET VÉGÉTATION DES ANCIENNES CARRIÈRES
DE PHOSPHATES DU NORD DE LA FRANCE :
IMPORTANCE, MENACES ET CONSERVATION*



Beauval — Société Saint-Gobain — Extraction de la Craie

*" J'espère prouver que la nature possède les moyens et les facultés qui lui sont nécessaires
pour produire elle-même ce que nous admirons en elle."*

Jean-Baptiste de Monet, Chevalier de Lamarck

INTRODUCTION

C'est à BUTEUX (1849) et à DE MERCEY (1853), que l'on doit la découverte des phosphates de chaux au sein des assises de craie du nord de la France, mais ce n'est qu'en 1886, que débute "la ruée vers les phosphates" semblable, à une échelle plus réduite, à "la ruée vers l'or", avec l'ouverture de la première exploitation en tant que telle, à Beauval (80).

Dans son remarquable ouvrage sur la Picardie, A.DEMANGEON [15] peint un tableau très réaliste de cette époque, qui remonte à la fin du XIX^e siècle où, écrit-il, "certains villages picards, paisibles résidences de laboureurs et de tisserands, ont connu tout d'un coup l'agitation des pays miniers, l'afflux des étrangers et la séduction des fortunes rapides."

Ce sont d'abord les poches de phosphates sableux qui furent vidées de leur contenu, puis l'homme commença à exploiter la craie phosphatée, faisant apparaître de plus ou moins vastes carrières à ciel ouvert, véritables plaies béantes dans le plateau crayeux picard. DEMANGEON précise que "les matériaux extraits de la carrière ne sont pas immédiatement utilisables pour la culture ; ils doivent subir une préparation industrielle, ni très longue, ni très compliquée. Pour la craie phosphatée, il faut par lavage, décantation et blutage, séparer de la craie les grains de phosphate.(...) Ce phosphate naturel, une fois obtenu, doit être transformé en superphosphate pour devenir soluble, avant d'être livré à l'agriculture." Mais rapidement, les gisements du nord de la France s'appauvrissent et, tandis que plusieurs d'entre-eux sont épuisés, la Première Guerre Mondiale marqua un terme quasi définitif à l'industrie phosphatière de la région, d'autant plus que la concurrence de la part des phosphates d'importation (Afrique du Nord essentiellement), livrés à moindre prix, devenait de plus en plus rude. Peu d'entre ces exploitations ont pu reprendre leurs activités au lendemain de la Grande Guerre ; c'est alors que dans les carrières désaffectées, la nature ne tarda pas à reprendre ses droits, la recolonisation par les végétaux étant lente et progressive puisque le milieu avait été rendu particulièrement infertile.

Peu à peu, ces plaies vont se cicatriser mais par la suite, l'homme jugeant ces sites accidentés impropres à la mise en culture, tenta de "reconvertir" les anciennes exploitations abandonnées, modifiant considérablement la dynamique de la recolonisation.

L'étude phytosociologique et syndynamique des groupements végétaux impliqués dans la recolonisation des anciennes carrières de phosphates de la Picardie et de ses environs ayant fait l'objet d'un travail antérieur [14], nous ne proposerons ici qu'un résumé du contexte écologique offert par ces sites peu banals ainsi que des principales caractéristiques floristiques et synfloristiques de la végétation recolonisatrice. Nous nous attacherons surtout à évaluer la valeur phytogénétique, économique et paysagère de ces sites, ainsi que les différentes menaces qui pèsent sur eux. Enfin nous donnerons les principaux axes d'une politique conservatoire qu'il serait intéressant de mettre en place en vue de la sauvegarde de ces témoignages d'un passé "minier" méconnu de la Picardie.

PREMIERE PARTIE

CONTEXTE ECOLOGIQUE

L'étude des groupements végétaux impliqués dans la recolonisation des anciennes carrières de phosphates du nord de la France, nous a incité à définir au préalable l'ensemble des facteurs physico-chimiques régissant ces milieux très particuliers (facteurs abiotiques) ainsi qu'à décrire les principales interactions susceptibles de se manifester, soit au sein de la communauté végétale, soit entre plantes et autres organismes vivants (facteurs biotiques).

Le contexte écologique des anciennes carrières résulte de l'action simultanée de ces différents facteurs, qui eux-mêmes rassemblent plusieurs composantes. Nous nous proposons de les résumer dans ce travail grâce à trois chapitres traitant successivement :

- des **facteurs édaphiques**, dépendant du sol et du sous-sol, et qui doivent à la fois fournir un support physique à la plante et lui assurer un apport convenable en éléments nutritifs,

- des **facteurs climatiques**, nombreux et interdépendants (températures, précipitations, vents, luminosité...), qui influencent la répartition, la forme et le cycle biologique de la plante, et qui dépendent eux-mêmes de la topographie du milieu,

- des **facteurs biotiques**, qui prennent d'autant plus d'importance que le processus de recolonisation est avancé et qui sont capables de modifier considérablement les facteurs précédents. Preuve en est que pour des conditions physicochimiques identiques (substrat, topographie, climat), plusieurs groupements végétaux sont susceptibles d'occuper une même place.

1. DONNÉES SUR LE SOUS-SOL ET LE SOL

1.1. Eléments de géologie sur les phosphates de Picardie (Figure 1)

1.1.1 Différents types de gisements [13]

Les phosphates de chaux (P_2O_5) de Picardie apparaissent sous forme de nodules vernissés mélangés de carbonates, de galets résultant du remaniement de certains nodules, de grains disséminés dans la craie à laquelle ils donnent une teinte brunâtre ou grise, ou encore de sables accumulés dans des poches et provenant de la craie grise. Par conséquent les gisements picards de phosphates se rattachent à trois types :

- **Les poches de sables phosphatés** sont des gisements superficiels issus de la décalcification des craies phosphatées sous l'action des eaux météoriques,

- **Les chenaux et fosses à phosphates sableux** sont des gisements de dimensions variables, de largeur faible (de 5 à 20 mètres) mais de longueur importante (plusieurs kilomètres),

- **Les couches de craies phosphatées** sont elles, des formations puissantes (de plusieurs mètres à plusieurs dizaines de mètres) reposant sur des craies dures et couvrant des surfaces considérables (de plusieurs dizaines d'hectares à un kilomètre carré).

Il est à noter que plusieurs types de gisements peuvent localement exister dans certains sites, comme par exemple à Hardivillers (60) ou à Beauval (80) , où ont été exploités successivement des sables phosphatés et des craies phosphatées.

1.1.2 Origine des craies phosphatées [10, 37, 41]

Les bancs de craie phosphatée de Picardie appartiennent tous au Crétacé supérieur, principalement à la base du Santonien et à la limite Turonien-Coniacien où se sont produits deux épisodes majeurs de phosphatogénèse. Dans les deux cas cette dernière intervient après un arrêt de la sédimentation, se traduisant par l'existence d'un "hard ground" sur lequel le phosphate a commencé à précipiter, directement sous la forme d'un vernis brun nacré formé de P_2O_5 presque chimiquement pur.

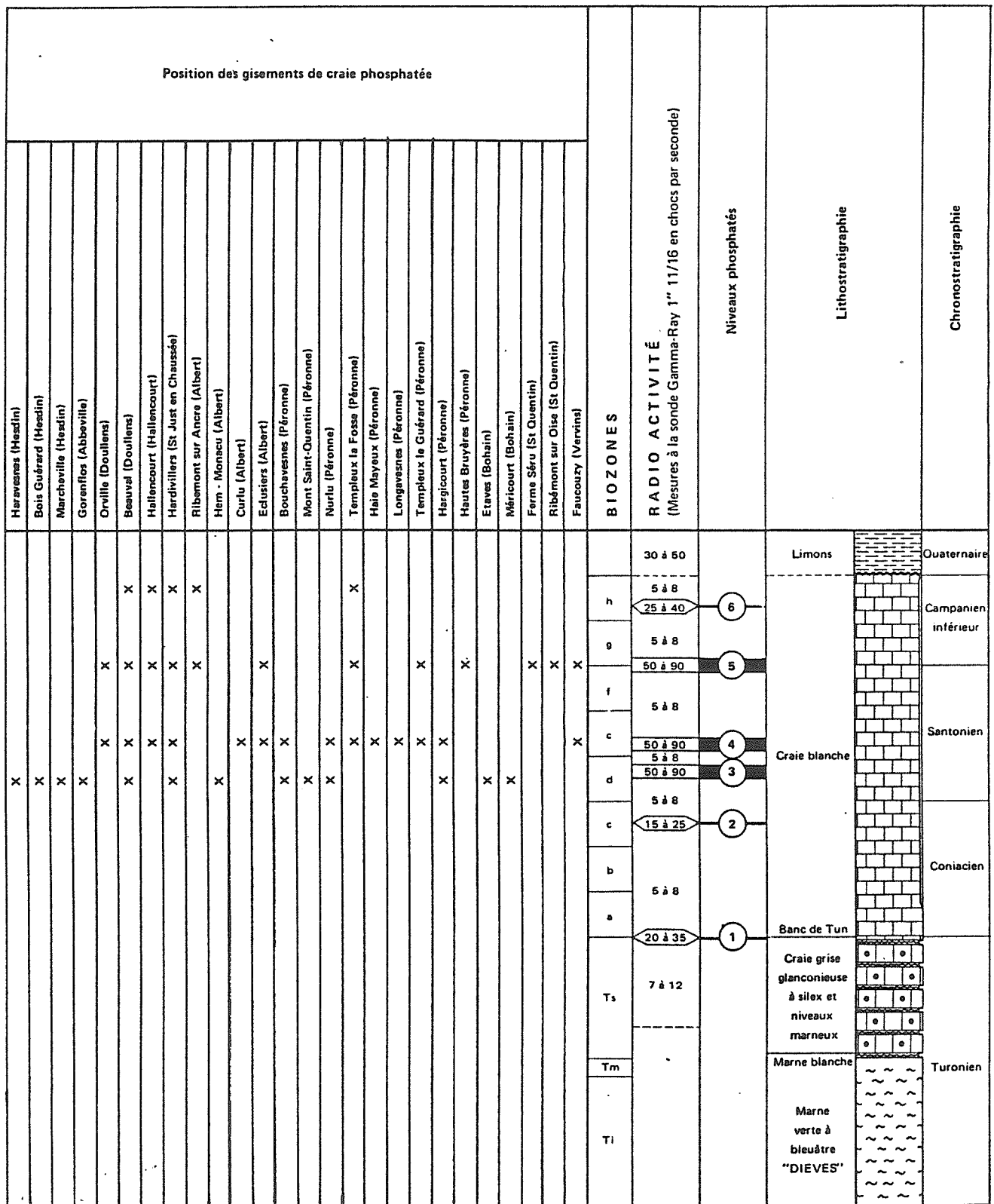


FIGURE 1 : STRATIGRAPHIE ET POSITION DES GISEMENTS DE CRAIE PHOSPHATÉE (d'après Coulombeau [13])

La dissolution de l'apatite est à l'origine des phosphates solubles. Ceux-ci sont entraînés jusqu'à la mer où ils peuvent précipiter sous certaines conditions, dont l'élément principal semble être un abaissement de la pression partielle en CO₂. Dans ce cas, l'augmentation locale des taux marins favorise la prolifération des organismes vivants qui peuvent fixer le phosphore et ainsi le concentrer. A leur mort, les restes accumulés (squelettes, déjections, tissus, os...) ont imprégné les boues calcaires pour produire des roches calcaro-phosphatées, telles la craie phosphatée de Picardie.

L'origine des phosphates est un phénomène géologique planétaire, la liaison "hard-ground-phosphatisation" présentant un caractère général au Crétacé supérieur. Par contre ce n'est que localement que l'on retrouve des gisements lenticulaires de grand volume ; cette localisation semble être liée à la tectonique du bassin et à l'existence de "pièges structuraux" comme les gouttières synclinales les plus marquées, ou à l'irrégularité topographique du fond de mer. En effet, les ensembles sédimentaires contenant des roches phosphatées ont pu eux-mêmes subir des mouvements épirogéniques ; dans ces conditions ils ont été détruits par érosion sous-marine. La désagrégation a produit des débris qui, remaniés et façonnés à l'état de galets, ont conduit à la formation de phosphates en grains ou en nodules, d'origine marine. C'est sous cette forme que les phosphates ont été, sous l'action des courants sous-marins, concentrés au niveau des dépressions synclinales.

L'origine des sables phosphatés est beaucoup plus récente et toujours locale. Sous l'action des eaux météoriques, la craie phosphatée est dissoute ; le carbonate de chaux étant beaucoup plus soluble que le phosphate de chaux, le premier disparaît en grande partie tandis que le second reste en place et s'accumule dans les poches de dissolution.

1.2 Données pédologiques dans les anciennes carrières

1.2.1 Influence de la géochimie des craies phosphatées [42]

Dans l'ensemble des anciennes carrières de phosphates étudiées, les gisements de craie phosphatée ont été largement exploités et sont souvent épuisés. On retrouvera localement les conditions géochimiques particulières liées à la présence de phosphates ; partout ailleurs ces conditions seront celles observées avec les craies sénoniennes classiques.

Au sein des différentes assises de craie blanche sénonienne, la teneur en phosphate de chaux P_2O_5 est, rappelons-le, toujours inférieure à 0,1 % ; au niveau des gîtes de craie phosphatée, cette teneur peut s'élever jusqu'à plus de 20 %.

Hormis la teneur en P_2O_5 différenciant ces types de craie, on note aussi des variations importantes de six autres éléments : strontium Sr, fer Fe, magnésium Mg, potassium K, sodium Na, manganèse Mn, particulièrement bien représentés, et à l'origine également d'une radioactivité naturelle plus intense de la craie phosphatée (20 à 90 coups par seconde) vis à vis de la craie blanche (5 à 8 cps) [Mesures à la sonde Gamma Ray 1" 11/16].

Au niveau du sol les phosphates de chaux P_2O_5 vont subir une solubilisation et produire, sous l'action des eaux chargées en acide carbonique, de l'acide phosphorique H_3PO_4 dont les teneurs dans le sol varient entre 25 et 40 %. Cet acide est capable de réagir avec le carbonate de chaux $CaCO_3$ pour donner du phosphate monocalcique soluble $Ca (H_2PO_4)_2$ en équilibre avec les ions PO_4^{3-} échangeables (parallèlement on peut observer une rétrogradation apatitique par formation de phosphates tricalciques qui, associés au calcaire actif, deviennent franchement insolubles).

Deux éléments pourront également jouer un rôle important dans le complexe d'altération formé lors de la pédogenèse :

- le fer qui prend rapidement la forme d'oxyhydroxydes insolubles et qui est à l'origine de la brunification des horizons.
- le manganèse libéré sous forme Mn^{2+} échangeable et qui peut évoluer par oxydation et se concentrer au sein de concrétions ferromanganiques. Mn^{2+} est un oligo-élément indispensable à la vie d'une plante, mais dans le mull carbonaté, il peut être oxydé en Mn^{3+} assimilable et toxique au delà d'un certain seuil.

1.2.2 Les différents types de sols rencontrés [16]

1.2.2.1 Stade initial (figure 2a)

Avant l'établissement du sol, on peut retrouver localement la craie dénudée sous deux formes :

- le front de taille dont l'inclinaison quasi-verticale est hostile à toute pédogenèse, quoique par endroits on puisse constater l'installation d'un micro-sol au niveau des zones moins pentues ou de petits "replats" ;

- les éboulis d'origine cryoclastique, retrouvés au pied du front de taille et qui prennent la forme de pierriers grossiers, plus ou moins mobiles. L'apport en fragments de craie étant constant, le sol n'a pas le temps de se former.

1.2.2.2 Sols peu évolués (figure 2b)

Ces sols se caractérisent par une matière organique peu abondante, surmontant directement une roche mère faiblement altérée, donnant un profil AC pâle. L'évolution vers un sol brun est fortement ralentie par les phénomènes d'érosion et d'apport ; la faible couche de matières organiques pouvant apparaître parfois en surface, annonce l'installation lente et progressive d'un mull carbonaté, mais la roche mère est souvent apparente : on parlera de régosols puisqu'il s'agit d'une roche tendre. On retrouvera les régosols principalement au niveau des éboulis en cours de stabilisation et des remblais crayeux en forte pente.

1.2.2.3 Sols carbonatés à altération biochimique dominante (figure 2c)

Dans ce type de sol le processus de décarbonatation a débuté, mais les pertes sont compensées par un apport en CaCO_3 issu de l'érosion qui provoque un rajeunissement de la craie. Le profil des sols est de type A_1C avec un horizon A_1 très humifère (12 à 15 % de matières organiques) de couleur brun-noir, riche en calcaire actif, parsemé de cailloux crayeux, ce qui constitue des sols aérés et perméables où l'humification est bloquée à un stade précoce. On parlera de rendzines, dont le pH est souvent basique.

On distinguera :

- Les **rendzines grises** sur lesquelles s'installent les pelouses xérothermophiles des plateaux ensoleillés,
- Les **rendzines blanches** sur craie très pure et fortement érodée où l'on retrouve les pelouses mésophiles des pentes ensoleillées,
- Les **rendzines brunifiées** qui voient la naissance d'un horizon (B) annonçant l'évolution vers les sols brunifiés ; c'est à leur niveau que se développent les fourrés thermophiles du manteau pré-forestier.

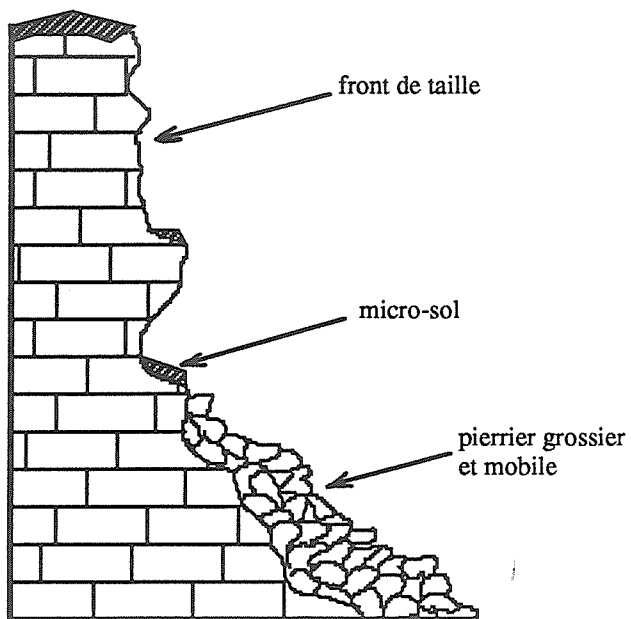


Fig. 2a : stade initial

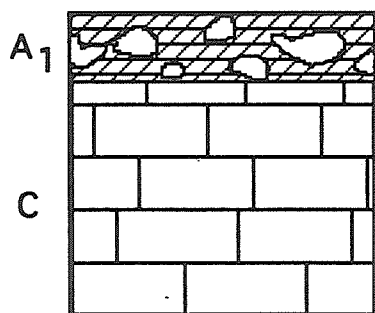


Fig. 2c : rendzine

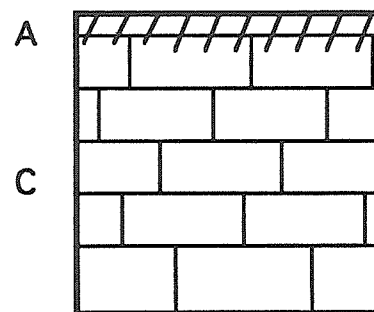


Fig. 2b : régosol

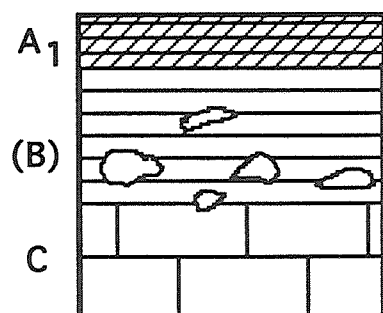


Fig. 2d : sol brun calcaire

1.2.2.4 Sols calci-magnésiques brunifiés (figure2d)

Lorsqu'ils existent, ces sols se situent vers le bas des pentes où le *colluvium* devient plus profond ; ils se caractérisent par un horizon A₁ moins riche en matières organiques par rapport à la rendzine, et un horizon (B) bien développé. Ils perdent progressivement les caractères du mull carbonaté, le processus de recarbonatation ne compensant plus celui de la décarbonatation et voient s'amorcer un début de lessivage du sol. C'est sur ce type de sol que se développe le pré-bois calcicole.

2. DONNEES SUR LE CLIMAT

2.1 Macroclimat et mésoclimats [12]

2.1.1 Températures

La température est un facteur climatique déterminant pour les organismes végétaux : c'est elle qui conditionne la survie d'une espèce (pour chaque espèce on peut définir une température de mort causée par le froid et une température de mort causée par la chaleur), le bon déroulement de son cycle biologique (floraison, fructification...), sa croissance et de nombreuses autres phases de son développement [33].

Les températures jouent également un rôle important dans la répartition géographique des espèces ou chorologie ; ainsi pour de nombreuses espèces qualifiées de "sub-méditerranéennes", la température moyenne du mois le plus froid semble être le facteur limitant leur extension vers le nord.

Le macroclimat picard est assez doux, avec une température moyenne annuelle aux environs de 10°C, des étés doux et des hivers modérés comportant assez peu de jours de gelées en dehors d'hivers exceptionnellement rigoureux. Au sein même de la dition d'étude, on peut noter quelques nuances mésoclimatiques avec notamment de plus grands écarts de températures à l'intérieur des terres (Laon, Saint-Quentin) qu'à proximité des côtes (Abbeville), ce qui témoigne d'une plus grande continentalité ayant des conséquences sur la végétation ; nous le préciserons ultérieurement.

2.1.2 Précipitations

L'eau, en tant que principal constituant de la plante, est indispensable à la vie de celle-ci ; c'est dire toute l'importance de son bilan hydrique, dont l'équilibre résulte de deux phénomènes opposés :

- la perte d'eau par évapotranspiration au contact de l'atmosphère, d'où l'influence de l'humidité atmosphérique,
- le gain d'eau par absorption de l'eau du sol par les racines, d'où l'importance écologique des précipitations.

Comme pour la température, les besoins en eau varient d'une espèce à l'autre ; il existe tout un gradient entre les plantes hygrophiles qui ont besoin d'un milieu très humide et les plantes xérophiles capables de vivre dans les milieux les plus pauvres en eau.

La Picardie est une région modérément arrosée avec en moyenne 120 jours de pluviosité par an, pour des précipitations annuelles ne dépassant pas 700 mm ; là encore on peut distinguer quelques nuances mésoclimatiques, la dition étant plus arrosée à l'ouest (716 mm/an à Abbeville) qu'à l'est (660 mm/an à Laon) ou au sud (650 mm/an à Beauvais).

2.1.3 Autres paramètres

2.1.3.1 Influence des vents

L'action du vent se combine à celle de l'humidité atmosphérique pour moduler l'intensité du processus d'évapotranspiration. En effet, plus l'air est sec et plus les vents seront desséchants ; ils risqueront alors de déséquilibrer le bilan hydrique vers une perte d'eau et un flétrissement de la plante.

En Picardie, l'influence des vents d'ouest et du sud-ouest dominants, est loin d'être d'une importance majeure, quoique la topographie locale peut accroître cette importance (par exemple un éboulis exposé à l'ouest aura une végétation plus sensible aux vents qu'un fond de carrière).

2.1.3.2 Importance de la luminosité

Facteur essentiel à la nutrition des plantes chlorophylliennes, la lumière agit sur la plante à la fois par son intensité, sa longueur d'onde et sa durée (photopériode). On peut déterminer, pour chaque espèce, un *optimum* : les héliophytes nécessitent une forte luminosité tandis que les sciaphytes préfèrent l'ombre ; ces derniers sont bien souvent des plantes forestières.

2.1.4 Paramètres mésoclimatiques ; dimensions phytogéographiques de la dition [4, 7] (Figure 3)

Si nous avons pu résumer les principales caractéristiques du macroclimat picard à l'aide des chiffres des températures et des précipitations, il est cependant utile de calculer certains indices climatiques pour mieux saisir les nuances qui existent à l'intérieur de la dition et définir plusieurs mésoclimats.

Le premier de ces indices est l'indice hygrothermique de Aman (H) qui traduit l'océanité d'une région ; une hygrothermie inférieure à 30 caractérise un climat continental tandis qu'une hygrothermie supérieure à 50 est typique d'un climat océanique. Cet indice est donné par la formule suivante :

$$H = \frac{P_a \times T^{\circ}_m}{t_c - t_f}$$

P_a : Précipitations annuelles totales

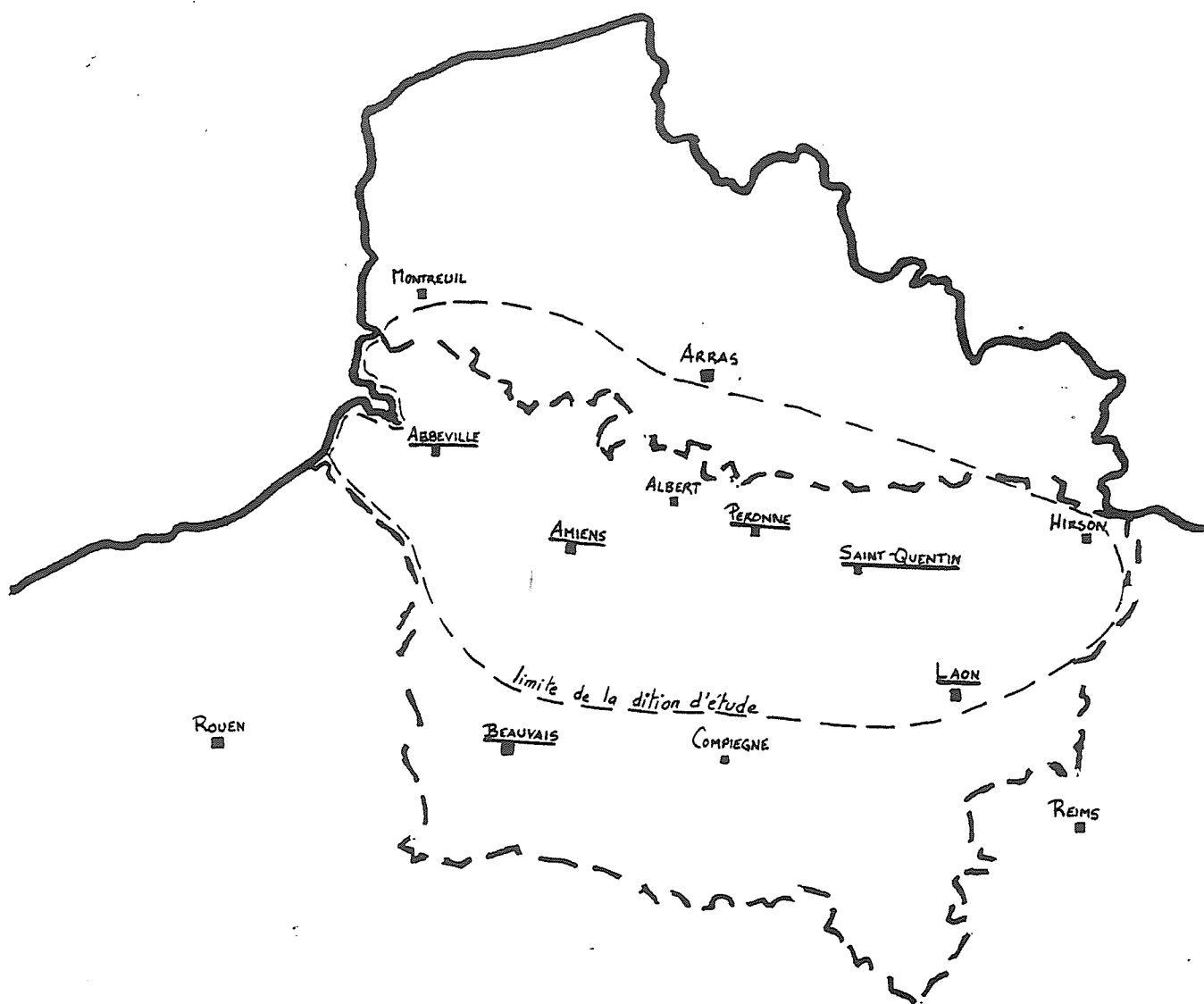
T°_m : Température moyenne annuelle

t_c : Température moyenne du mois le plus chaud

t_f : Température moyenne du mois le plus froid

Le second indice est l'indice d'aridité de Martonne (I) qui est inversement proportionnel à la xéricité du milieu ; il est calculé selon la formule suivante :

$$I = \frac{P_a}{T^{\circ}_m + 10}$$



	T°m (°C)	Pa (mm)	tc (°C)	tf (°C)	H	I
ABBEVILLE	10,1	716	17	3,2	52,4	35,6
AMIENS	10,8	656	17,9	3,2	48,2	31,5
BEAUVAIS	9,9	650	17,4	2,3	42,6	32,7
PERONNE	9,5	740	17,2	2,3	47,2	37,9
LAON	10,2	660	17,5	2,4	44,6	32,7
SAINT-QUENTIN	9,9	662	17,3	1,8	42,3	33,3

T°m : températures moyennes annuelles - Pa : pluviométrie annuelle moyenne - tc : températures moyennes du mois le plus chaud - tf : températures moyennes du mois le plus froid - H : indice hygrothermique de Aman - I : indice d'aridité de Martonne. (D'après Bournérias et Wattez [7]).

FIGURES 3 : DONNEES MESOCLIMATIQUES SUR LA PICARDIE ET LOCALISATION DES STATIONS METEOROLOGIQUES (Soulignées)

Chacun de ces deux indices mésoclimatiques a été calculé pour cinq villes témoins. On peut ainsi constater que la région d'Abbeville est franchement influencée par l'océan, mais que cette influence diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne vers l'est. On peut donc dire que la majeure partie de la région appartient au domaine médio-atlantique, alors qu'aux confins orientaux de celle-ci on atteint déjà la marge occidentale du domaine médio-européen, aux affinités plus continentales. (Cas du "Mont des Combles" à Faucouzy dans l'Aisne).

2.2 Importance de la topographie locale

2.2.1 Topographie des anciennes carrières de phosphates

Lors de la cessation de l'exploitation, l'homme laisse derrière lui un milieu bouleversé ; il a créé un véritable relief local à la place de la morne plaine picarde. Les conditions écologiques du milieu ont donc été modifiées, notamment sur les plans édaphique - la roche mère a été mise à nu - et topographique. Cette topographie anthropogène aura d'importantes conséquences sur les facteurs climatiques et orographiques.

Puisque l'extraction des matériaux phosphatés se fait par creusement d'une cavité à ciel ouvert dans le plateau crayeux, la topographie locale d'une carrière de phosphates peut se schématiser ainsi :

- **un fond de carrière**, généralement plat, parfois accidenté, qui correspond aux points les plus bas de la cavité et qui se situe au niveau des couches profondes de la craie sénonienne,

- **des zones de pente**, allant du front de taille quasi-vertical jusqu'aux éboulis issus de la fragmentation cryoclastique ou anthropique de la roche. Ces zones se retrouvent également au niveau de remblais entreposés *in situ* lors de l'exploitation et constitués de craie plus ou moins fragmentée ; on parlera de "pseudo-éboulis",

- **des zones de plateaux**, toujours surélevées par rapport au fond de carrière, et qui se trouvent soit au niveau du plateau initial - et donc au plus haut

niveau altitudinal de la carrière - soit au niveau de replats lorsque l'exploitation s'est faite en "gradins", soit enfin, au sommet des pseudo-éboulis précédemment évoqués.

En réalité, la topographie locale d'une carrière de phosphates est beaucoup plus complexe, et dans la suite de notre étude, il sera indispensable d'en tenir compte, car c'est elle qui conditionne la mise en place et l'évolution des groupements végétaux recolonisateurs.

2.2.2 Conséquences sur le climat ; notion de climat stationnel et de microclimat.

Si le macroclimat de notre région et ses variations mésoclimatiques, permettent de comprendre la répartition des grandes formations végétales, il est en revanche nécessaire de prendre en compte la topographie souvent accidentée, créée artificiellement par l'homme, pour analyser la distribution des groupements végétaux au niveau local.

Par exemple, la formation d'éboulis orientés plein sud donne lieu à des conditions climatiques radicalement différentes de celles du fond de carrière récemment mis à nu, bien qu'il s'agisse du même contexte édaphique -régosol crayeux- et du même contexte mésoclimatique ; simplement, la topographie locale donne naissance à différents climats stationnels. Ainsi cet éboulis offrira à la végétation des conditions particulièrement xériques (forte insolation estivale, exposition aux vents, roche nue devenant chaude très rapidement, absence de rétention des eaux météoriques...) tandis que le fond de carrière sera plus mésophile, voire même méso-hygrophile (insolation moins efficace, zone abritée des vents, accumulation des eaux de ruissellement, températures plus fraîches...)

Cette pluralité de climats stationnels a plusieurs conséquences sur les autres facteurs écologiques, notamment sur le processus de pédogenèse ; celui-ci sera en effet plus rapide au niveau du fond de carrière qu'au niveau de l'éboulis, car les conditions climatiques locales y sont plus favorables. Un climat stationnel peut également subir des variations internes beaucoup plus subtiles à la faveur de divers facteurs (par exemple une petite dépression dans le fond de carrière) ; ces variations définissent des microclimats.

Chaque fois que cela sera possible et utile à la compréhension de la composition d'un groupement végétal, nous donnerons les principaux traits du climat stationnel mais il n'est guère possible de décrire les microclimats rencontrés, sauf exception relative aux phytoclimats (cf. 2.2.3).

2.2.3 Conséquences sur la végétation ; notion de phytoclimat

De l'action conjuguée du climat stationnel et de la topographie locale, résultent des conditions écologiques particulières, plus ou moins propices à l'installation et au développement de la végétation recolonisatrice. En l'absence d'intervention extérieure, la recolonisation du site ne se fera pas à une vitesse uniforme, mais subira des variations en fonction de la "permissivité" des différents milieux. Si l'on reprend l'exemple évoqué au 2.2.2, il est évident que le milieu "éboulis" offre des conditions plus hostiles à l'implantation des végétaux que le milieu "fond de carrière". Pour s'en persuader, il suffit d'aller sur le terrain, quelques années après la désaffectation du site ; alors que les éboulis ne portent que quelques plantes pionnières (souvent des thérophytes), le fond de carrière est déjà occupé par une végétation herbacée fermée, voire même dans un état de précolonisation forestière.

La végétation influence les paramètres du climat stationnel ; par exemple, si un manteau arbustif se développe à la base d'un éboulis, les conditions écologiques de celui-ci vont être modifiées : diminution de la luminosité par ombrage, abaissement des températures au sol, protection vis à vis des vents desséchants etc. On passe d'un milieu xérique à un milieu mésophile sous la seule action du rideau arbustif, avec modifications également de la composition du tapis végétal : régression des xérophytes héliophiles au profit de plantes moins thermophiles et plus sciaphiles et notamment des mousses. Ces nouveaux paramètres climatiques créés par la végétation définissent un phytoclimat ; celui-ci est à rapprocher de la notion de microclimat.

A chaque formation végétale correspond un phytoclimat, et comme il existe un dynamisme de la végétation avec une succession de groupements végétaux, il existe un dynamisme du climat stationnel avec une succession de phytoclimats. Dans notre étude, nous devons donc tenir compte des phytoclimats dans l'analyse des groupements végétaux en place.

3 FACTEURS BIOTIQUES

3.1 Fréquentation animale

3.1.1 Animaux domestiques : pâturage

Un certain nombre d'anciennes carrières, où les groupements herbacés vivaces sont majoritaires, sont encore parcourues par des troupeaux de mammifères ; aujourd'hui, il s'agit presque toujours de troupeaux de bovins qui pâturent ces sites transformés en enclos. L'influence de cette pratique sur la végétation est loin d'être négligeable ; son impact est le suivant :

- le broutage est une opération d'exportation de matière organique, qui permet un entretien semi-naturel du milieu ; celui-ci est sélectif dans le sens où l'animal broute préférentiellement certaines espèces tandis que d'autres sont délaissées - et donc favorisées ;

- le tassement du sol est une action mésologique en relation avec le poids de l'animal brouteur ;

- l'enrichissement du sol par les déjections est proportionnelle au nombre d'animaux composant le troupeau et à la durée de stationnement de celui-ci sur le site.

Quel que soit l'animal considéré, il s'impose comme un gestionnaire des formations végétales en place, capable d'entraîner des modifications plus ou moins réversibles dans la composition du tapis végétal. Celles-ci seront évaluées ultérieurement.

3.1.1.1 Ovins

A l'heure actuelle, on ne retrouve plus de troupeaux de moutons parcourant d'anciennes carrières ; pourtant ils ont existé autrefois. Ainsi, à Faucouzy (02), la présence de troupeaux dans l'entre-deux guerre n'est pas étrangère à la richesse floristique du site du "Mont des Combles", d'autant plus qu'il s'agissait de troupeaux nomades ; par conséquent l'exportation des matières organiques se réalisait sans que le tassement et l'enrichissement du sol soient trop importants.

3.1.1.2 Bovins

Ils ont presque partout remplacé les ovins et pâturent encore sur certains sites, comme à Bouchavesnes (80) ou Hargicourt (02), sous forme de troupeaux sédentaires. L'influence sur la végétation est radicalement différente de celle exercée par les moutons : pression mésologique plus importante, sélection spécifique différente, enrichissement du sol plus rapide. Le surpâturage est une menace permanente dans les sites gérés de cette manière.

3.1.1.3 Equidés

Les troupeaux de chevaux sont rares et de ce fait, leur impact sur la végétation a été peu étudié et difficile à analyser. C'est à Orville (62) que nous avons rencontré un tel troupeau ; dans une première approche, il semble que l'influence sur la végétation soit comparable à celle exercée par les bovins. Cependant il est possible que cette ancienne carrière soit le siège d'un pâturage mixte avec en alternance bovins et équidés. Nous avons également remarqué certaines zones totalement délaissées et d'autres surpâturées.

3.1.2 Le facteur cuniculigène

Il est facilement mis en évidence au niveau des formations pelousaires, plus difficilement au niveau d'autres formations. Le rôle du lapin en tant que gestionnaire des pelouses a été souligné par V. BOULLET [4] qui insiste sur son rôle de "gestionnaire de substitution", responsable "de la subsistance de bien des individus d'association depuis l'arrêt du pâturage extensif", grâce notamment à la limitation de leur envahissement par *Brachypodium pinnatum* et par les arbustes. L'importance de ce facteur est directement proportionnelle à l'importance du cheptel, mais comme l'affirme cet auteur, les populations subissent des fluctuations en fonction des épidémies de myxomatose et de l'importance du prélèvement cynégétique. "La surpopulation est une menace permanente qui risque, à court terme, d'endommager la diversité floristique de l'individu, en avivant le développement des mousses et des lichens (faciès bryolicheniques) ou de faciès paucispécifiques dominés par une ou plusieurs espèces rejetées ; la dépopulation annihile la réduction trophique et le tapis herbacé va se densifier rapidement". Les conséquences de ce facteur sur la composition des groupements végétaux seront évaluées plus loin (cf.III.2.4). A côté de ce rôle d'exportateur, le lapin est aussi un animal capable de créer des ouvertures dans le

tapis végétal, par décapage local - les "grattis" -, qui profitent à certaines espèces comme *Carlina vulgaris*, *Thlaspi perfoliatum* etc.

3.2 Influence humaine

Nous n'envisagerons pas ici les interventions menées par l'homme -sur les anciennes carrières de phosphates en vue de leur reconversion ou leur aménagement (dépôts d'immondices, pâturages, piste de moto-cross...) ; nous renvoyons par cela à la IIIème partie de cette étude. Par contre, intéressons nous à l'homme en tant que facteur biotique influençant involontairement ou inconsciemment la composition et la nature des groupements végétaux colonisateurs, c'est à dire à l'anthropisation de la végétation, phénomène d'intensité proportionnelle au taux de fréquentation. Ce phénomène d'anthropisation est dû à plusieurs facteurs pouvant intervenir simultanément :

- **enrichissement du milieu en éléments nutritifs**, notamment en nitrates, qui accompagnent inévitablement le pas de l'homme, entraînant une dégradation des groupements en faveur des nitratophytes (*Urtica dioica*, *Artemisia vulgaris*, *Cirsium vulgare* etc.) ;

- **importation de graines *in situ***, provoquant l'apparition d'espèces liées aux "voies de communication" (*Tanacetum vulgare*, *Melilotus officinalis*, *Reseda luteola* etc.) ou d'espèces dites "accidentelles" (ex : *Papaver rhoeas* sur éboulis) ;

- **piétinement ou tassement** par circulation de véhicules divers, lorsque l'homme emprunte plus ou moins régulièrement les mêmes voies de passage ; on observe alors une modification de la végétation au profit des espèces des lieux piétinés (*Plantago major*, *Bellis perennis*, *Prunella vulgaris* etc.).

L'influence de l'homme sur un milieu peut également être indirecte, à partir des activités menées par celui-ci à proximité des sites concernés. Ainsi, beaucoup de carrières ayant été creusées dans le plateau, elles se retrouvent en contrebas des champs intensément cultivés ; elles sont donc directement soumises aux eaux de ruissellement qui assurent un apport d'engrais, ce qui entraîne une eutrophisation du milieu. Parfois, comme à Beauval (80) ou à Templeux-le-Guérard (80), des plantations d'arbres (peupliers, pins, épicéas...) jouxtent le site ; le vent facilite l'arrivée des diaspores *in situ*, favorisant le processus de recolonisation par des essences ligneuses non indigènes.

La flore et la végétation des anciennes carrières de phosphates du nord de la France ont été étudiées sous l'angle de la phytosociologie synusiale intégrée [29], au cours d'un travail précédent [14].

Dans la deuxième partie de cette étude nous nous proposons d'en rappeler les principaux résultats ainsi que de donner un aperçu de la biodiversité végétale existant au sein de ces milieux. Nous avons choisi pour cela quatre exemples d'anciennes carrières parmi les sites les plus riches, réparties sur l'ensemble de la région d'étude.

Nous étudierons donc successivement les groupements végétaux des sites de Faucouzy dans l'Aisne, d'Hardivillers dans l'Oise, d'Eclusier dans la Somme et d'Orville dans le Pas-de-Calais.

1 EXEMPLE DU "MONT DES COMBLES" À FAUCOUZY (02)

1.1 Présentation générale du site (Transect 1)

L'ancienne carrière de phosphates de Faucouzy (02) est un vaste site de plus de 20 hectares, au relief varié et à la végétation très originale. Elle se situe en Thiérache sud-occidentale, au niveau des craies sénoniennes et se dresse au milieu du paysage de champs ouverts, telle une oasis de verdure parmi les terres cultivées. C'est la carrière la plus orientale de la dition d'étude ; elle héberge une végétation aux affinités sub-continentales prononcées.

L'exploitation des phosphates a surtout été intensive avant la Première Guerre Mondiale, et avait repris de manière beaucoup plus modérée dans l'Entre-Deux-Guerres. Après la Seconde Guerre Mondiale, une certaine activité a été maintenue dans une portion réduite de la carrière, tandis que les zones exploitées autrefois et déjà recolonisées par une végétation herbacée depuis, étaient le siège d'un pâturage extensif par des troupeaux d'ovins conduits par des bergers. Cette activité agro-pastorale aujourd'hui disparue, n'est certainement pas étrangère à la richesse floristique du site.

La topographie locale très accidentée est à l'origine d'une véritable mosaïque de biotopes diversifiés, qui abritent de nombreuses formations végétales originales, tant au niveau phanérogamique que cryptogamique.

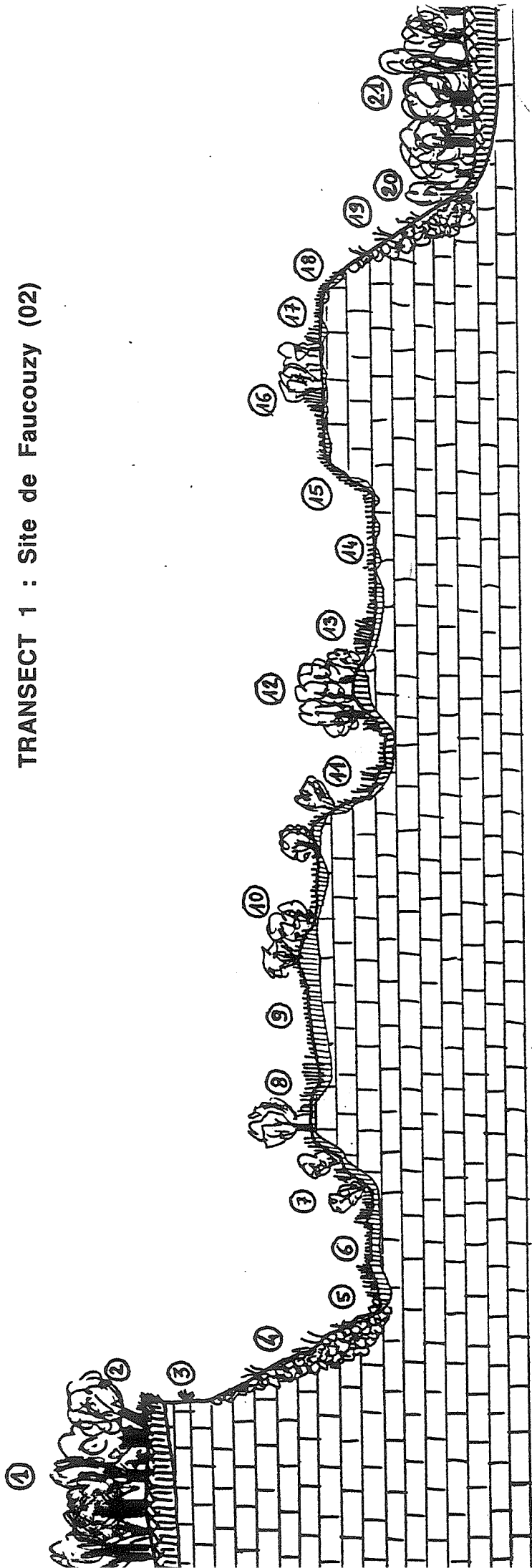
1.2 Flore et végétation pionnières

1.2.1 Eboulis

1.2.1.1 Eboulis proprement dits

Les éboulis "vrais" sont des formations mobiles constituées de gravats crayeux issus de l'érosion du front de taille sus-jacent ; la texture en est grossière (fragments de craie cryoclastée), la pente souvent abrupte et l'exposition toujours froide (nord). Ces éboulis sont entretenus par l'alternance gel-dégel depuis la cessation de l'exploitation, et possèdent de ce fait une végétation assez spécialisée.

TRANSECT 1 : Site de Faucouzy (02)



LEGENDE

- | | |
|---|---|
| 1 Bois de plateau : phytocœnose polysynusiale
Pruno avii-Fraxinetum excelsioris (strate A)
Roso arvensis-Viburnetum lantanæ (strate a)
Carici sylvaticæ-Orchidetum purpureæ (strate H) | 11 Ourlet : Centaureo nemoralis-Origanetum vulgaris |
| 2 Manteau : Tamo communis-Viburnetum lantanæ | 12 Manteau : "Groupement à <i>Salix caprea</i> et <i>Prunus avium</i> " |
| 3 Front de taille relictuel | 13 Ourlet semi-sciaphile : "Groupement à <i>Brachypodium sylvaticum</i> " |
| 4 Pierrier mobile : "Groupement à <i>Lactuca perennis</i> et <i>Hieracium maculatum</i> " | 14 Pelouse du fond de carrière : Pastinaco sativæ-Caricetum flaccæ |
| 5 Bord de chemin : Galio veri-Trifolietum repentis | 15 Faciès bryolichenique du Pastinaco-Caricetum |
| 6 Chemin peu fréquenté : Medicagini lupulinae-Cynosuretum cristati | 16 Hallier à <i>Cornus sanguinea</i> |
| 7 Mosaïque ourlet/hallier | 17 Ourlet à <i>Inula salicina</i> |
| 8 Ourlet sur sol décalcifié : "Groupement à <i>Calamagrostis epigejos</i> et <i>Centaurea decipiens</i> " | 18 Replat xérique à <i>Thymus praecox</i> et <i>Orobanche alba</i> |
| 9 Pelouse de plateau : Pastinaco sativæ-Caricetum flaccæ | 19 Pseudo-éboulis : complexe bi-synusial
Picrido hieracioidis-Carlinetum vulgaris (Synusie hémicryptophytique)
Galeopsio angustifoliae-Teucrietum botridys (Synusie thérophytique) |
| 10 Hallier à <i>Cornus sanguinea</i> et <i>Rosa micrantha</i> | 20 Manteau eutrophe : "Groupement à <i>Sambucus nigra</i> "
Pruno avii-Fraxinetum excelsioris (strate A)
Ulm minoris-Sambucetum nigrae (strate a)
"Groupement à <i>Epipactis helleborine</i> et <i>Geum urbanum</i> " (strate H) |

Les principales espèces rencontrées sont :

<i>Lactuca perennis</i>	<i>Picris hieracioides</i>
<i>Hieracium maculatum</i> s.l.	<i>Daucus carota</i>
<i>Pimpinella saxifraga</i>	<i>Reseda lutea</i>
<i>Leontodon</i> cf. <i>hyoseroides</i>	<i>Echium vulgare</i>
<i>Pastinaca sativa</i>	<i>Senecio jacobaea</i>
<i>Galium mollugo</i> ssp <i>erectum</i>	<i>Origanum vulgare</i>
<i>Ranunculus repens</i>	<i>Geranium robertianum</i>
<i>Arrhenatherum elatius</i>	<i>Linaria repens</i>
<i>Phleum pratense</i> s.l.	<i>Galeopsis angustifolia</i>
<i>Chaenorrhinum minus</i>	<i>Thlaspi perfoliatum</i>

La végétation de ces éboulis aux conditions écologiques plutôt hostiles, est assez pauvre sur le plan spécifique ; elle est dominée par des hémicryptophytes qui constituent un groupement d'éboulis très ouvert provisoirement dénommé "**Groupement à *Lactuca perennis* et *Hieracium maculatum***" [4, 14], en attendant des études menées à plus grande échelle et la résolution de quelques problèmes taxonomiques liés à *Hieracium maculatum* et *Leontodon* groupe *hyoseroides*.

Les thérophytes sont rares sur ces éboulis, et souvent limités à deux espèces, *Galeopsis angustifolia* et *Chaenorrhinum minus*, probablement en raison de la rigueur des paramètres stationnels.

1.2.1.2 "Pseudo-éboulis"

Lors de l'exploitation des phosphates, seule la craie phosphatée était exportée *ex situ* ; la craie blanche classique était alors concassée et entreposée en certains points du site, sous forme de remblais souvent très volumineux. Cette pratique a donné lieu à la création de véritables éboulis anthropogènes, aux conditions écologiques similaires à celles des éboulis vrais, en dehors d'une texture généralement plus fine.

Ces pseudo-éboulis hébergent aujourd'hui une végétation riche et diversifiée qui atteint un recouvrement considérable ; la plupart d'entre-eux sont en voie de fixation par les végétaux et perdent un peu les caractéristiques des éboulis authentiques, notamment la mobilité.

Les principales espèces impliquées dans la colonisation de ces formations sont :

Pimpinella saxifraga	Pastinaca sativa
Hieracium pilosella	Picris hieracioides
Carlina vulgaris	Daucus carota
Thymus praecox	Reseda lutea
Leontodon hispidus	Echium vulgare
Sanguisorba minor	Inula conyzae
Hypericum perforatum	Agrostis stolonifera
Campanula rotundifolia	Linaria repens
Linum catharticum	Senecio jacobaea
Anthyllis vulneraria	Ranunculus repens
Galium mollugo	Arrhenatherum elatius
Origanum vulgare	Phleum bertolonii
Leucanthemum vulgare	Medicago lupulina
Clematis vitalba	Capsella bursa-pastoris
Spergularia rubra	Orobanche alba
Teucrium chamaedrys	Plantago lanceolata
Catapodium rigidum	Teucrium botrys
Sonchus oleraceus	Linaria supina
Sisymbrium supinum	Galeopsis angustifolia
Chaenorrhinum minus	Geranium robertianum
Galeopsis tetrahit	Euphrasia stricta
Acinos arvensis	Arabis hirsuta
Myosotis stricta	Thlaspi perfoliatum
Anagallis arvensis	Fumaria vaillantii

La phytocoenose pionnière de ces éboulis en cours de fixation est caractérisée par la cohabitation d'espèces hémicryptophytiques qui occupent la synusie herbacée vivace et d'espèces thérophytiques qui occupent la synusie herbacée annuelle.

La synusie herbacée vivace accueille deux types d'espèces :

- des espèces des pelouses, qui sont pour la plupart des "obligatoires" des micro-ouvertures pelousaires, supportant mal la concurrence graminéenne des groupements herbacés fermés (*Carlina vulgaris*, *Campanula rotundifolia*, *Hieracium pilosella*, *Linum catharticum*...)

- des espèces des friches rappelant l'étiologie anthropique de ces formations (*Daucus carota*, *Picris hieracioides*, *Reseda lutea*...).

Cette combinaison spécifique est caractéristique du **Picrido hieracioidis-Carlinetum vulgaris Decocq 94**, association végétale hémicryptophytique pionnière des éboulis crayeux en cours de fixation nouvellement décrite [14], et incluse, au moins provisoirement, dans l'alliance du **MESOBROMION ERECTI**.

La synusie thérophytique qui occupe les interstices vacants de la précédente, héberge des communautés végétales assez pauvres sur le plan spécifique mais bien différenciées. Elles sont à rattacher au **Galeopsio angustifoliae-Teucrietum botridys Decocq 94** [14], association thérophytique des éboulis crayeux dont on peut distinguer deux sous-associations, l'une caractérisant des éboulis xérothermophiles (*catapodietosum rigidae*) et l'autre définissant des éboulis plus mésophiles (*sonchetosum oleracei*). Au sein de ces éboulis, certaines espèces considérées comme rares dans le nord de la France, peuvent former faciès localement ; c'est le cas de *Sisymbrium supinum*, plante légalement protégée en Picardie, et de *Fumaria vaillantii*.

Quelques bryophytes parviennent également à s'implanter sur ces pseudo-éboulis ; il s'agit principalement de *Camptothecium lutescens*, *Ctenidium molluscum*, *Campylium chrysophyllum* et *Abietinella abietina s.l.*

Notons enfin, qu'une colonisation arbustive peut intervenir assez rapidement grâce à *Cornus sanguinea* qui, en modifiant considérablement les paramètres phytoclimatiques, provoque une altération regrettable des communautés végétales en place.

1.2.2 Fond de carrière

Dans les zones de la carrière les plus récemment abandonnées, le fond de carrière héberge encore des groupements végétaux pionniers très ouverts. Les espèces qui s'y trouvent sont :

<i>Poa trivialis</i>	<i>Leontodon hispidus</i>
<i>Plantago lanceolata</i>	<i>Anthyllis vulneraria</i>
<i>Carlina vulgaris</i>	<i>Origanum vulgare</i>
<i>Hieracium pilosella</i>	<i>Echium vulgare</i>
<i>Galium mollugo ssp erectum</i>	<i>Picris hieracioides</i>
<i>Senecio jacobaea</i>	<i>Taraxacum vulgare s.l.</i>
<i>Achillea millefolium</i>	<i>Leucanthemum vulgare</i>

<i>Medicago lupulina</i>	<i>Trifolium repens</i>
<i>Hypericum perforatum</i>	<i>Agrostis stolonifera</i>
<i>Phleum bertolonii</i>	<i>Lotus corniculatus</i>
<i>Ranunculus repens</i>	<i>Tussilago farfara</i>
<i>Cerastium arvense</i>	<i>Epilobium parviflorum</i>
<i>Holcus lanatus</i>	<i>Daucus carota</i>
<i>Sanguisorba minor</i>	<i>Plantago major</i>
<i>Fragaria vesca</i>	<i>Linum catharticum</i>
<i>Poa pratensis</i>	<i>Reseda lutea</i>
<i>Catapodium rigidum</i>	<i>Centaureum pulchellum</i>
<i>Acinos arvensis</i>	<i>Euphrasia stricta</i>
<i>Odontites verna ssp serotina</i>	<i>Poa annua</i>
<i>Chaenorrhinum minus</i>	<i>Sinapis arvensis</i>
<i>Sisymbrium supinum</i>	<i>Filago pyramidata</i>
<i>Trifolium campestre</i>	

La végétation pionnière du fond de carrière est assez comparable à celle des éboulis, avec toutefois quelques différences qualitatives ; on observe en effet une importance accrue des espèces pelousaires, qui annoncent l'évolution progressive de ces groupements, ainsi que l'apparition d'espèces plus mésophiles, voire même méso-hygrophiles.

Comme pour les éboulis, la phytocoenose colonisatrice peut être décomposée en deux synusies distinctes, assemblées en mosaïque. La synusie herbacée vivace est occupée par des espèces des pelouses mésophiles, toujours infiltrées d'espèces des friches ; ce groupement représente en fait un stade initial de pelouse mésophile dénommée "**groupement à *Plantago lanceolata* et *Anthyllis vulneraria***" [14]. La synusie thérophytique accueille différents groupements en fonction de la micro-topographie du fond de carrière ; ainsi on peut distinguer un groupement xérothermophile dominé par *Catapodium rigidum* et *Acinos arvensis*, aux points légèrement surélevés du fond de carrière et un groupement méso-hygrophile dominé par *Centaureum pulchellum* dans les micro-dépressions. Le premier peut être assimilé au **Trifolio campestris - Catapodietum rigidi** de Foucault 89 (Alliance de l'ACINI ARVENSIS - ARENARION SERPYLLIFOLIAE de Foucault 89), association thérophytique des sols superficiels secs, tandis que le second est à inclure dans l'alliance du **CENTAURIO PULCHELLI - BLACKSTONION PERFOLIATAE** (Müller-Stoll et Pietsch 65) de Foucault 88 qui regroupe des associations végétales des sols calcaïques humides, sans que l'on puisse aller plus en avant d'après ces seules données.

Au niveau de la bryoflore pionnière, la craie est colonisée par de minuscules acrocarpes (*Seligeria* spp, *Barbula* spp) avant d'accueillir des groupements plus "denses", formés par *Tortula intermedia*, *Campylium chrysophyllum* et *Camptothecium lutescens*. Par temps de pluie, des Cyanobactéries (*Nostoc* spp) et des lichens (*Collema* spp) viennent compléter ce paysage cryptogamique terricole.

Comme pour les éboulis, il n'est pas rare de voir des plantules de *Cornus sanguinea* s'installer en fond de carrière, menaçant les groupements végétaux en place d'une colonisation arbustive prématurée.

1.3 Flore et végétation des groupements herbacés fermés

Les groupements herbacés fermés (pelouses, ourlets extensifs et prairies) du site de Faucouzy sont pour la plupart, situé en fond de carrière, plus rarement sur des versants ou des plateaux. Ils ont, pour une bonne partie, été le siège d'un pâturage extensif ovin durant les années d'après-guerre, et sont désormais en gestion cuniculine.

De nombreuses espèces entrent dans la composition floristique de ces groupements ; nous n'en donnerons qu'une liste indicative :

<i>Festuca lemanii</i>	<i>Phleum pratense</i> s.l.
<i>Bromus erectus</i>	<i>Trisetum flavescens</i>
<i>Arrhenatherum elatius</i>	<i>Anthoxanthum odoratum</i>
<i>Origanum vulgare</i>	<i>Linum catharticum</i>
<i>Hypericum perforatum</i>	<i>Leontodon hispidus</i>
<i>Thymus praecox</i> ssp <i>praecox</i>	<i>Centaurea scabiosa</i>
<i>Hieracium pilosella</i>	<i>Inula conyzae</i>
<i>Anthyllis vulneraria</i>	<i>Carex flacca</i>
<i>Solidago virgaurea</i>	<i>Rubus fruticosus</i> s.l.
<i>Sanguisorba minor</i>	<i>Carlina vulgaris</i>
<i>Agrimonia eupatoria</i>	<i>Agrostis stolonifera</i>
<i>Heracleum sphondylium</i>	<i>Trifolium repens</i>
<i>Clinopodium vulgare</i>	<i>Bellis perennis</i>
<i>Primula veris</i>	<i>Lotus corniculatus</i>
<i>Potentilla reptans</i>	<i>Galium mollugo</i> ssp <i>erectum</i>

Dactylis glomerata	Daucus carota
Achillea millefolium	Medicago lupulina
Plantago lanceolata	Centaurea nemoralis
Holcus lanatus	Ranunculus repens
Poa pratensis	Knautia arvensis
Cerastium arvense	Scabiosa columbaria
Hieracium lachenalii	Leucanthemum vulgare
Prunella vulgaris	Ranunculus bulbosus
Anacamptis pyramidalis	Ophrys fuciflora
Veronica teucrium	Senecio jacobaea
Pastinaca sativa	Echium vulgare
Platanthera chloranta	Fragaria vesca
Myosotis arvensis	Gymnadenia conopsea
Reseda lutea	Brachypodium pinnatum
Galium verum	Pimpinella saxifraga
Campanula rotundifolia	Cirsium acaule
Eupatorium cannabinum	Erigeron acer
Arabis hirsuta	Orbanche alba
Cynosurus cristatus	Poa trivialis
Picris hieracioides	Dactylorhiza fuchsii
Trifolium fragiferum	Odontites verna ssp serotina
Carex spicata	Euphrasia stricta
Luzula campestris	Thlaspi perfoliatum
Ophrys apifera	Veronica chamaedrys
Melampyrum arvense	Stachys recta
Malva moschata	Lactuca perennis
Orchis militaris	

Toutes ces espèces ne sont pas réparties de manière homogène dans les formations herbacées vivaces, et l'on doit distinguer deux grands types de groupements :

- des pelouses souvent rases, où cohabitent d'authentiques espèces pelousaires (*Bromus erectus*, *Festuca lemanii*, *Scabiosa columbaria*...) avec notamment d'innombrables Orchidées (*Anacamptis pyramidalis* et *Ophrys fuciflora* dominant largement) et des espèces des friches (*Echium vulgare*, *Daucus carota*, *Pastinaca sativa*...). Ces pelouses sont à rattacher à l'association du **Pastinaco sativae - Caricetum flacca** Decocq 94 [14] qui définit des formations mésophiles

sub-continentales d'étiologie anthropique et en gestion cuniculine ; elles sont physionomiquement dominées par des espèces télétoxiques (*Hieracium pilosella*, *Thymus praecox*...) qui forment faciès localement et par les espèces rejetées par le lapin (*Senecio jacobaea*, *Origanum vulgare*, *Carex flacca*, *Carlina vulgaris*...) ;

• des "pelouses" plus denses, issues des précédentes en l'absence de réducteur trophique suffisant, où les graminées sociales forment le "fond" de la végétation (*Arrhenatherum elatius*, *Trisetum flavescens*, *Bromus erectus*...). Du fait de l'accumulation de litière, le niveau trophique est plus élevé que précédemment, ce qui profite à de véritables espèces prairiales (*Trifolium repens*, *Prunella vulgaris*, *Veronica chamaedrys*...). La participation des espèces des friches dans ces groupements reste importante, mais les authentiques espèces pelousaires ont tendance à régresser. D'un point de vue synsystématique, ces prairies sont à rapprocher du **Galio veri - Trifolietum repentis** Sougnez 57, association des prairies de fauche mésophiles et mésotrophes (Alliance de l'ARRHENATHERION ELATIORIS). L'indice de rareté spécifique a tendance à diminuer dans ces prairies.

Ces groupements herbacés vivaces sont essentiellement constitués d'hémicryptophytes avec une participation assez importante des géophytes ; la part des chamaephytes est assez réduite et celle des thérophytes quasi inexistante. Ce n'est qu'à la faveur d'ouvertures dans le tapis herbacé qu'une synusie thérophytique pourra réapparaître, mais toujours très pauvre sur le plan spécifique, et concurrencée par l'extension de la bryocœnose.

Cette dernière tient une place importante au sein des groupements herbacés vivaces de Faucouzy (02) et peut même localement dominer la phytocœnose phanérogamique (faciès bryolichéniques, cf.III.2.4). Les mousses qui la constituent sont principalement des pleurocarpes : *Pseudoscleropodium purum*, *Camptothecium lutescens*, *Hypnum cupressiforme* s.l., *Rhytidiadelphus squarrosus*, *Cylindrothecium concinnum*, *Calliergonella cupsidata*, *Hylocomum splendens*, *Abietinella abietina* s.l. et *Ctenidium molluscum*. Quelques lichens viennent compléter la phytocœnose cryptogamique, tels que *Cladonia furcata*, *Cladonia subulata*, *Peltigera polydactyla*, *Leptogium* sp, ainsi qu'un champignon très fréquent : *Tulostoma brumale*.

La plupart des pelouses et des prairies du "Mont des Combles", connaissent actuellement une colonisation arbustive préoccupante, avec l'installation de halliers plus ou moins denses de *Cornus sanguinea*. Cette essence ornithochore présente une

extension rapide qui menace les groupements herbacés fermés de disparaître prochainement, si une gestion conservatoire du site n'intervient pas dans les prochaines années.

1.4 Flore et végétation préforestières

1.4.1 Ourlets

Les ourlets sont, par définition, des formations herbacées linéaires qui sont écologiquement liées aux manteaux pré-forestiers ; avec l'abandon des pratiques agropastorales, les espèces d'ourlets ont tendance à essaimer vers les formations contiguës et notamment les pelouses. Cette invasion des pelouses par des espèces ourlicoles donne lieu à des "ourlets en nappe", qui peuvent prendre une importance considérable comme à Faucouzy. De ce fait, les ourlets "vrais" sont plus rares et sont souvent difficiles à différencier des pelouses ourlifiées ; lorsqu'ils peuvent être individualisés, on retrouve un certain nombre d'espèces particulières parmi lesquelles on notera :

<i>Brachypodium pinnatum</i>	<i>Centaurea nemoralis</i>
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	<i>Centaurea scabiosa</i>
<i>Arrhenatherum elatius</i>	<i>Centaurea decipiens</i>
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	<i>Origanum vulgare</i>
<i>Carex flacca</i>	<i>Agrimonia eupatoria</i>
<i>Calamagrostis epigejos</i>	<i>Daucus carota</i>
<i>Galium mollugo</i> ssp <i>erectum</i>	<i>Fragaria vesca</i>
<i>Campanula rotundifolia</i>	<i>Achillea millefolium</i>
<i>Pastinaca sativa</i>	<i>Erigeron acer</i>
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Senecio erucifolius</i>
<i>Cruciata laevipes</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
<i>Potentilla reptans</i>	<i>Inula conyzae</i>
<i>Anthriscus sylvestris</i>	<i>Hypericum perforatum</i>
<i>Vicia sepium</i>	

La plus grande partie des ourlets du site du "Mont des Combles" peut être rattachée au **Centaureo nemoralis-Origanetum vulgaris de Foucault et Frileux 83**, association végétale des ourlets mésophiles calcaires la plus répandue dans le nord de la France. Cependant certains ourlets présentent une physionomie et une composition floristique bien différentes, ce qui nous a poussé à considérer :

• un " groupement à *Calamagrostis epigejos* et *Centaurea decipiens*" qui caractérise un ourlet héliophile et mésophile en lisière des halliers à *Cornus sanguinea*, sur sol localement décalcifié.

• un " groupement à *Brachypodium sylvaticum* " proche de l'*Urtica dioica*-*Cruciatetum laevipedis* Dierschke 73 qui désigne un ourlet semi-héliophile, mésophile en lisière des bosquets de recolonisation du fond de carrière, sur des sols plus profonds.

La place de ces groupements dans le synsystème phytosociologique n'a pu être précisée par manque de relevés [14].

1.4.2 Manteaux

Les manteaux pré-forestiers du "Mont des Combles" sont le plus souvent des formations jeunes et peu diversifiées sur le plan floristique ; c'est pourquoi il a été très difficile de les étudier au niveau synfloristique.

De plus, comme pour les ourlets, aucun facteur de conservation n'intervenant, les arbustes qui les constituent ont tendance à coloniser les formations herbacées du voisinage et à former ainsi de vastes halliers ou "manteaux en nappe". Les principales espèces arbustives concernées sont :

<i>Cornus sanguinea</i>	<i>Viburnum opulus</i>
<i>Salix caprea</i>	<i>Viburnum lantana</i>
<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Prunus spinosa</i>
<i>Rosa micrantha</i>	<i>Ligustrum vulgare</i>
<i>Rosa nitidula</i>	<i>Corylus avellana</i>
<i>Prunus avium</i>	

Ces manteaux sont probablement à rattacher au *Tamo communis-Viburnetum lantanae* Géhu et al. 73 (Alliance du ROSION MICRANTHAE Arlot 85) dont ils représentent autant de faciès initiaux et dont les plus originaux sont les " groupements à *Salix caprea* et *Prunus avium* " [14].

Aux niveaux des strates inférieures on assiste à une modification de la composition floristique : la strate herbacée s'enrichit en espèces forestières (*Listera ovata*, *Vinca minor*, *Adoxa moschatellina*...) et s'appauvrit en espèces pelousaires

(*Festuca lemanii*, *Hieracium pilosella*, *Galium mollugo*...). De même la strate muscinale atteint souvent un développement impressionnant avec l'arrivée d'espèces telles que *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Hylocomium splendens*, *Rhytidiadelphus squarrosus* qui forment de véritables bombements en lisière des halliers.

1.5 Flore et végétation forestières

Dans les parties les plus anciennement abandonnées de la carrière, sont déjà établis d'authentiques groupements forestiers ; ceux-ci siègent principalement au niveau du fond de carrière, mais il existe aussi un bois de plateau très intéressant. La composition floristique de ces formations forestières est la suivante :

- Strates arborescentes (A₁ et A₂)

<i>Prunus avium</i>	<i>Tilia cordata</i>
<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Ulmus glabra</i>
<i>Betula pendula</i>	<i>Acer campestre</i>
<i>Corylus avellana</i>	<i>Quercus robur</i>

Les groupements végétaux des strates arborescentes peuvent être rattachés au **Pruno avii-Fraxinetum excelsioris de Foucault 94**, qui caractérise les jeunes bois calcaires du nord de la France.

- Strates arbustives (a₁ et a₂)

<i>Sambucus nigra</i>	<i>Corylus avellana</i>
<i>Viburnum lantana</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i>
<i>Rosa arvensis</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>
<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Prunus spinosa</i>
<i>Cornus sanguinea</i>	<i>Hedera helix</i>

Il faut distinguer les groupements arbustifs du bois de plateau, que l'on peut rattacher au **Roso arvensis-Viburnetum lantanae de Foucault 94**, association arbustive classiquement liée au **Pruno-Fraxinetum** dans les bois calcaires du nord de la France, et les groupements arbustifs des bois du fond de carrière ; ces derniers se

distinguent par la présence de *Sambucus nigra* qui traduit l'eutrophisation du milieu, d'où une dégradation de la végétation.

- Strate herbacée (H)

Orchis purpurea	Galium aparine
Cephalanthera damasonium	Geranium robertianum
Platanthera chlorantha	Ophrys insectifera
Platanthera bifolia	Rubus sp
Urtica dioica	Listera ovata
Geum urbanum	Arum maculatum
Epipactis helleborine	Adoxa moschatellina
Glechoma hederacea	Hedera helix
Myosotis arvensis	Galium odoratum
Carex sylvatica	Ranunculus auricomus
Fragaria vesca	Viola reichenbachiana
Anemone nemorosa	Vinca minor
Anthriscus sylvestris	Carex muricata s.l.
Myosotis sylvatica	

Ici encore il faut distinguer les groupements herbacés du bois de plateau, très riches en Orchidées et en authentiques calcaricoles, ce qui nous permet de les inclure dans le **Carici sylvaticae-Orchidetum purpureae de Foucault 94** [26], des groupements herbacés des bois du fond de carrière beaucoup plus pauvres en raison de l'eutrophisation du milieu. Ces derniers sont caractérisés par un grand nombre d'espèces nitratophiles et un appauvrissement en espèces calcaricoles ; ils ont été nommés " **groupements à *Epipactis helleborine* et *Geum urbanum*** " [14].

- Strates muscinales (m₁ et m₂)

Thamnobryum alopecurum	Eurhynchium praelongum
Anomodon viticulosus	Eurhynchium swartzii
Mnium undulatum	Brachythecium rutabulum
Eurhynchium striatum	Ciriphyllum piliferum
Hypnum cupressiforme s.l.	

2. EXEMPLE DU "MONT À BOIRE" ET DU "BOIS PLANTIS" À HARDIVILLERS (60)

2.1. Présentation générale du site (Transect 2)

L'ancienne carrière d'Hardivillers (60) est aussi un site très étendu (plus de 15 hectares) constitué majoritairement par une exploitation à ciel ouvert, recolonisée par la végétation ; il y a eu également une exploitation souterraine des phosphates, avec création de profondes galeries minières. Elle se trouve dans le nord du département de l'Oise, au sud de "l'îlot thermophile du Sud-Amiénois" ; c'est la carrière la plus méridionale de la dition. Les particularités mésoclimatiques sont à l'origine d'une végétation xéro-thermophile très riche et diversifiée.

Cette diversité des biotopes est encore accrue avec la pratique occasionnnelle du moto-cross (moto-club de Breteuil) qui a permis la subsistance de groupements pionniers tout à fait remarquables, tant au niveau des éboulis fixés qu'au niveau du fond de carrière. De plus il est fort probable que, peu de temps après son abandon, cette carrière ait été parcourue par un troupeau d'ovins, ce qui a contribué certainement au maintien de la richesse floristique. Certaines zones du fond de carrière ont également été retournées pour une hypothétique mise en culture ; elles accueillent aujourd'hui des friches originales.

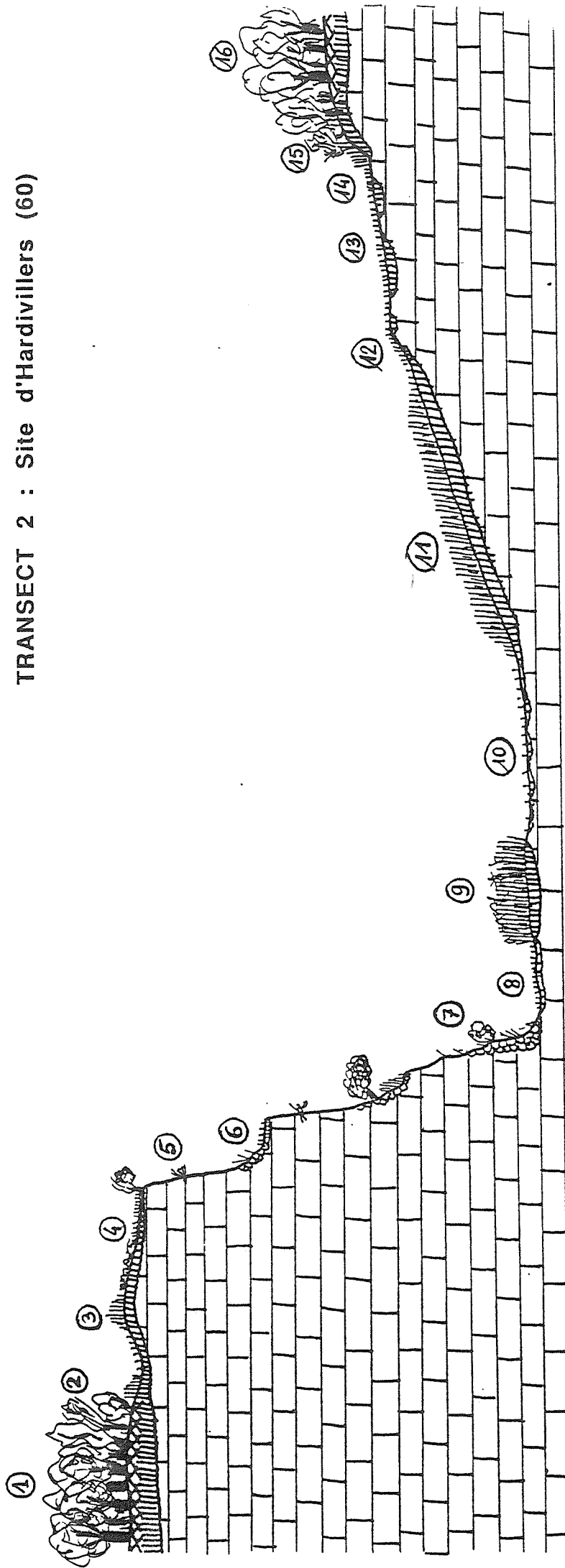
Cette ancienne carrière est certainement la plus riche et la plus remarquable des anciennes carrières de phosphates, qu'il conviendrait de sauvegarder.

2.2 Flore et végétation pionnières

2.2.1 Eboulis

Quelques formations crayeuses éboulées demeurent encore sur le site d'Hardivillers, mais elles sont souvent en cours de fixation par la végétation, voire en cours de boisement direct.

TRANSECT 2 : Site d'Hardivillers (60)



LEGENDE

- 1 Bois de plateau : phytocénose polysynusiale
Hêtrite calcicole initiale
- 2 Manteau thermophile : Laburno anagyroides-Prunetum mahaleb
- 3 Ourlet : Centaureo nemoralis-Origanetum vulgaris
- 4 Pré-ourlet chamaephytique : "Groupement à *Helianthemum nummularium* s.e. *nummularium*"
- 5 Relique du front de taille
- 6 Replat xérique à *Asperula cynanchica* et *Catapodium rigidum*
- 7 Eboulis : complexe bi-synusial
Picrido hieracioidis-Carlinetum vulgaris (synusie hémicryptophytique)
Galeopsio angustifoliae-Teucrietum botridys (synusie thérophytique)
- 8 Pelouse : Avenulo pratensis-Festucetum lemanii brometosum erecti
- 9 Friche sur ancienne culture : Verbasco lychnitis-Foeniculietum vulgaris

- 10 Fond de carrière dénudé : complexe bi-synusial
"Groupement à *Anthyllis vulneraria* et *Plantago lanceolata*" (synusie hémicryptophytique)
Trifolio campestris-Catapodietum rigidi (synusie thérophytique)
- 11 Prairie mésophile : Galio veri-Trifolietum repentis
- 12 Facès à *Rhizidium rugosum*
- 13 Pelouse : Avenulo pratensis-Festucetum lemanii brometosum erecti
- 14 Ourlet : Bunio bulbocastani-Brachypodietum pinnati
- 15 Manteau : Tamo communis-Viburnetum lantanæ
- 16 Bois : phytocénose polysynusiale
Pruno avii-Fraxinetum excelsioris (strate A)
Rosa arvensis-Viburnetum lantanæ (strate a)
Cistaceae-Orchidetum purpureae (strate H)

Les principales espèces impliquées dans la colonisation de ces éboulis sont :

<i>Galeopsis angustifolia</i>	<i>Hippocrepis comosa</i>
<i>Teucrium botrys</i>	<i>Picris hieracioides</i>
<i>Arabis hirsuta</i>	<i>Pimpinella saxifraga</i>
<i>Linaria supina</i>	<i>Origanum vulgare</i>
<i>Chaenorhinum minus</i>	<i>Hieracium pilosella</i>
<i>Linaria repens</i>	<i>Carlina vulgaris</i>
<i>Catapodium rigidum</i>	<i>Campanula rotundifolia</i>
<i>Euphrasia stricta</i>	<i>Hieracium lachenalii</i>
<i>Reseda lutea</i>	<i>Galium mollugo ssp erectum</i>
<i>Daucus carota</i>	<i>Leontodon hispidus</i>
<i>Echium vulgare</i>	<i>Sanguisorba minor</i>
<i>Asperula cynanchica</i>	

Cette phytocœnose pionnière peut être décomposée en deux synusies distinctes :

- l'une occupée par des thérophytes qui forment un groupement à rattacher au ***Galeopsio angustifoliae* - *Teucrietum botridys* Decocq 94 [14]** et plus précisément à la sous-association xérophile ***catapodietosum rigidae***,

- l'autre accueillant des hémicryptophytes et éventuellement quelques chamaephytes, qui constituent un groupement herbacé vivace discontinu que l'on peut rattacher au ***Picrido hieracioidis* - *Carlinetum vulgaris* Decocq 94 [14]**. Cette association est caractérisée par la coexistence d'espèces pelousaires et de friches et s'installe volontiers sur les éboulis en cours de fixation.

2.2.2 Fond de carrière

Certaines zones du fond de carrière sont régulièrement rajeunies grâce à la pratique du moto-cross et au passage occasionnel de véhicules ; ceci se traduit par un décapage du sol et une destruction du tapis végétal. Cette pratique permet une mise à nu du *substratum* crayeux, favorable à l'installation des groupements calcaricoles pionniers. Les principales espèces impliquées dans la recolonisation sont :

<i>Catapodium rigidum</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
<i>Acinos arvensis</i>	<i>Carlina vulgaris</i>

<i>Linaria supina</i>	<i>Hieracium pilosella</i>
<i>Arabis hirsuta</i>	<i>Galium mollugo</i> ssp <i>erectum</i>
<i>Vulpia myuros</i>	<i>Leontodon hispidus</i>
<i>Herniaria glabra</i>	<i>Anthyllis vulneraria</i>
<i>Trifolium campestre</i>	<i>Origanum vulgare</i>
<i>Centaureum pulchellum</i>	<i>Echium vulgare</i>
<i>Poa annua</i>	<i>Picris hieracioides</i>
<i>Euphrasia stricta</i>	<i>Lolium perenne</i>
<i>Odontites verna</i> ssp <i>serotina</i>	<i>Trifolium repens</i>
<i>Sonchus oleraceus</i>	<i>Hypericum perforatum</i>
<i>Chaenorrhinum minus</i>	<i>Lotus corniculatus</i>
<i>Sinapis arvensis</i>	<i>Agrostis stolonifera</i>
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	<i>Linum catharticum</i>
<i>Filago pyramidata</i>	<i>Phleum bertolonii</i>
<i>Senecio jacobaea</i>	<i>Medicago lupulina</i>

Comme pour les éboulis, on peut décomposer la phytocœnose pionnière en deux synusies distinctes, l'une thérophytique et l'autre hémicryptophytique. La synusie herbacée vivace est occupée par un groupement mésophile dénommé "**groupement à *Anthyllis vulneraria* et *Plantago lanceolata***" [14] proche d'un point de vue synfloristique du **Picrido hieracioidis-Carlinetum vulgaris** des éboulis ; en fait il faut considérer ce groupement comme un faciès initial de pelouse calcaire mésophile du MESOBROMION, enrichi en espèces des friches.

La végétation occupant la synusie thérophytique est beaucoup plus sensible aux conditions micro-stationnelles et subit des modifications dans la composition floristique en fonction de la topographie du fond de carrière. Ainsi au niveau des "micro-dépressions" où la craie est plus marneuse du fait d'une accumulation des eaux météoriques, des espèces méso-hygrophiles telles que *Centaureum pulchellum* et *Gnaphalium uliginosum* caractérisent des fragments paucispécifiques et de taille réduite du CENTAURIO PULCHELLI-BLACKSTONION PERFOLIATAE (Müller - Stoll et Pietsch 65) de Foucault 88. Cette alliance regroupe en effet des associations végétales des sols calciques humides.

Par contre, aux endroits les plus "élevés" où l'assèchement du substrat est rapide, les espèces précédentes sont remplacées par d'autres, au caractère méso-voire xéro-thermophiles (*Catapodium rigidum*, *Acinos arvensis*...) ; ces groupements sont à rattacher au **Trifolio campestris-Catapodietum rigidi** de Foucault 89

(Alliance de l'ACINI ARVENSIS-ARENARION SERPYLLIFOLIAE de Foucault 89), association des sols superficiels secs.

2.3 Groupements herbacés vivaces fermés

Les formations herbacées vivaces (pelouses, prairies, ourlets et pelouses ourlifiées) sont largement représentées et occupent aussi bien le fond de carrière et les plateaux que les pentes plus ou moins abruptes. Elles sont très diversifiées sur les plans de la composition floristique et de la physionomie. On peut distinguer :

• d'authentiques pelouses calcaires du MESOBROMION, dont les espèces les plus caractéristiques sont :

Hippocrepis comosa	Pimpinella saxifraga
Asperula cynanchica	Scabiosa columbaria
Koeleria pyramidata	Campanula rotundifolia
Festuca lemanii	Cirsium acaule
Ononis repens	Origanum vulgare
Helianthemum nummularium s.s.	Hypericum perforatum
Briza media	Leontodon hispidus
Bupleurum falcatum	Hieracium pilosella
Gymnadenia conopsea	Anthyllis vulneraria
Brachypodium pinnatum	Solidago virgaurea
Galium verum	Sanguisorba minor
Thymus praecox	Inula conyzae
Centaurea scabiosa	Carlina vulgaris
Carex flacca	Avenula pubescens
Eryngium campestre	Lotus corniculatus
Linum tenuifolium	Galium mollugo ssp erectum
Seseli montanum	Plantago lanceolata
Festruca rubra	Knautia arvensis
Avenula pratensis	Daucus carota
Epipactis atrorubens	Poa pratensis
Teucrium chamaedrys	Hieracium lachenalii
Genista tinctoria	Ranunculus bulbosus
Linum catharticum	

D'un point de vue synsystématique, on peut rattacher ces pelouses à l'*Avenulo pratensis* - *Festucetum lemanii* Boulet et Géhu 84 [4] dont plusieurs sous-associations sont présentes sur le site : le *brometosum erecti* (Boulet et Géhu 84) Boulet 86 différencié par *Centaurea scabiosa*, *Eryngium campestre* et *Knautia arvensis* (sous-association mésophile des pelouses du fond de carrière) et le *seselletosum montani* (Boulet 80) Boulet et Géhu 84 différencié par *Seseli montanum* et *Linum tenuifolium* (sous-association thermo-précontinentale de certaines pelouses des pentes).

En certaines zones où l'influence de la gestion cuniculine des pelouses est particulièrement importante, on retrouve les faciès chamaephytiques caractéristiques du "groupement à *Helianthemum nummularium* ssp *nummularium*" [22] ; ce groupement se trouve le plus souvent sur des plateaux xéro-thermophiles, en position de pré-ourlet.

• des prairies mésophiles mésotrophes de l'ARRHENATHERION dominées par les hautes herbes, et moins riches sur le plan spécifique :

<i>Arrhenatherum elatius</i>	<i>Phleum pratense</i>
<i>Trisetum flavescens</i>	<i>Ranunculus repens</i>
<i>Brachypodium pinnatum</i>	<i>Knautia arvensis</i>
<i>Holcus lanatus</i>	<i>Leucanthemum vulgare</i>
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Prunella vulgaris</i>
<i>Poa trivialis</i>	<i>Agrostis stolonifera</i>
<i>Galium mollugo</i> ssp <i>erectum</i>	<i>Trifolium repens</i>
<i>Achillea millefolium</i>	<i>Bellis perennis</i>
<i>Plantago lanceolata</i>	<i>Primula veris</i>
<i>Daucus carota</i>	<i>Vicia sativa</i>
<i>Lathyrus pratensis</i>	<i>Centaurea scabiosa</i>
<i>Avenula pubescens</i>	<i>Inula conyzae</i>
<i>Heracleum sphondylium</i>	<i>Silene vulgaris</i>
<i>Veronica chamaedrys</i>	<i>Anthriscus sylvestris</i>
<i>Trifolium pratense</i>	<i>Scabiosa columbaria</i>
<i>Ranunculus acris</i>	<i>Festuca lemanii</i>

Ces différentes espèces permettent d'inclure les prairies du site d'Hardivillers dans la sous-alliance du CENTAUREO JACEAE-ARRHENATHERENION

ELATIORIS de Foucault 89 et plus précisément de les rattacher au **Galio veri-Trifolietum repentis** Sougnez 57.

• des pelouses "ourlifiées" ou "ourlets en nappe", du **TRIFOLION MEDII**, caractérisées par un mélange d'espèces pelousaires et d'authentiques espèces d'ourlets :

<i>Brachypodium pinnatum</i>	<i>Hypericum perforatum</i>
<i>Festuca lemanii</i>	<i>Anthyllis vulneraria</i>
<i>Galium verum</i>	<i>Solidago virgaurea</i>
<i>Pimpinella saxifraga</i>	<i>Sanguisorba minor</i>
<i>Scabiosa columbaria</i>	<i>Centaurea scabiosa</i>
<i>Campanula rotundifolia</i>	<i>Carex flacca</i>
<i>Cirsium acaule</i>	<i>Agrimonia eupatoria</i>
<i>Origanum vulgare</i>	<i>Heracleum sphondylium</i>
<i>Vicia cracca</i>	<i>Eryngium campestre</i>
<i>Potentilla reptans</i>	<i>Lathyrus pratensis</i>
<i>Arrhenatherum elatius</i>	<i>Lotus corniculatus</i>
<i>Galium mollugo</i>	<i>Dactylis glomerata</i>
<i>Achillea millefolium</i>	<i>Centaurea nemoralis</i>
<i>Phleum pratense</i>	<i>Hieracium lachenalii</i>
<i>Knautia arvensis</i>	<i>Leucanthemum vulgare</i>

Ces formations herbacées sont directement issues des pelouses de l'**Avenulo - Festucetum**, mais sont à rattacher au **Centaureo nemoralis-Origanetum vulgaris** de Foucault et Frileux 83, association des ourlets mésophiles calcaires sub-atlantiques du nord-ouest de la France [23]. Cette transformation est assurée par la transgression massive des espèces d'ourlets en l'absence de régulateur trophique capable de bloquer la dynamique pelousaire.

Au sein de ces différentes formations herbacées vivaces, les bryophytes occupent une place variable ; les espèces les plus fréquemment rencontrées sont :

<i>Camptothecium lutescens</i>	<i>Cylindrothecium concinnum</i>
<i>Pseudoscleropodium purum</i>	<i>Abietinella abietina</i> s.l.
<i>Hypnum cupressiforme</i> s.l.	<i>Ctenidium molluscum</i>
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	<i>Hylocomium splendens</i>
<i>Rhytidium rugosum</i>	

Cette dernière espèce est particulièrement intéressante, car elle peut former faciés localement, notamment au niveau de replats xériques ; elle souligne une fois de plus l'originalité du mésoclimat du Sud-Amiénois [5].

2.4 Groupements végétaux pré-forestiers

2.4.1 Ourlets

Les ourlets proprement dits sont à distinguer des pelouses ourlifiées d'abord par leur structure spatiale ; il s'agit en effet de formations herbacées di-strates linéaires, normalement contiguës aux manteaux pré-forestiers. Par ailleurs, leur composition floristique montre un appauvrissement prononcé en espèces pelousaires au profit d'authentiques espèces pré-forestières ; il s'agit principalement de :

Brachypodium pinnatum	Dactylis glomerata
Origanum vulgare	Arrhenatherum elatius
Hippocrepis comosa	Pimpinella saxifraga
Helianthemum nummularium s.s.	Carex flacca
Centaurea nemoralis	Senecio jacobaea
Galium mollugo	Fragaria vesca
Agrimonia eupatoria	Knautia arvensis
Centaurea scabiosa	Brachypodium sylvaticum
Cruciata laevipes	Potentilla reptans
Plantago lanceolata	Hypericum perforatum
Inula conyzae	Vicia sepium
Vicia cracca	Lathyrus pratense

Ces espèces permettent de rattacher la majorité des ourlets du site à l'association du **Centaureo nemoralis-Origanetum vulgaris de Foucault et Frileux 83** (Alliance du TRIFOLION MEDII Müller 61), comme la plupart des pelouses ourlifiées.

Certains ourlets se distinguent cependant, par la présence d'espèces telles que *Bunium bulbocastanum*, *Silene vulgaris*, *Silene latifolia ssp alba* et *Cirsium arvense*, ainsi que par un appauvrissement floristique par rapport aux ourlets du **Centaureo-Origanetum** ; cette composition floristique très particulière nous incite à les considérer comme des ourlets mésophiles tertiaires du **Bunio bulbocastani-Brachypodietum pinnati Wattez et Bouillet 88** [51]. Au sein de ceux-ci, les

graminées sociales comme *Brachypodium pinnatum* et *Arrhenatherum elatius* sont largement dominantes.

2.4.2 Manteaux

Sur le site d'Hardivillers, les manteaux conservent leur caractère de structure linéaire, les arbustes étant peu nombreux et ne formant jamais de halliers sur les pelouses. Il faut cependant distinguer les jeunes manteaux issus d'une colonisation arbustive récente, des manteaux plus mûrs en réelle position pré-forestière ; les premiers prennent souvent place au pied des fronts de taille ou en lisière des pelouses, tandis que les seconds sont en lisière de la hêtraie calcicole. Le fond de la végétation est assez constant avec quelques espèces fréquemment rencontrées :

<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Corylus avellana</i>
<i>Cornus sanguinea</i>	<i>Viburnum lantana</i>
<i>Prunus spinosa</i>	<i>Rosa nitidula</i>
<i>Rosa spp</i>	<i>Ligustrum vulgare</i>
<i>Rosa arvensis</i>	<i>Betula pendula</i>
<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>
<i>Viburnum opulus</i>	

Ces espèces nous permettent de rattacher les manteaux du site d'Hardivillers à l'alliance du **ROSION MICRANTHAE** Arlot 85 qui rassemble des associations planitiales thermo-atlantiques à thermo-précontinentales, souvent xérophiles. Les jeunes formations se distinguent par l'importance de *Prunus mahaleb*, essence xérothermophile qui différencie ici un probable faciès initial du **Laburno anagyroidis-Prunetum mahaleb** de Foucault et Delelis-Dussolier 83 prov. Les manteaux pré-forestiers plus matures accueillent d'autres espèces parmi lesquelles *Sorbus torminalis*, *Populus tremula*, *Ulmus minor*, *Acer campestre* et *Rhamnus cathartica*. De caractère plus mésophile, ils peuvent être rattachés au **Tamo communis-Viburnetum lantanae** Géhu et al. 73, association largement répandue dans la dition d'étude. A noter la présence de *Colutea arborescens* au sein d'un de ces manteaux thermophiles, en lisière méridionale du site ; la spontanéité de ce taxon reste douteuse, malgré les conditions écologiques tout à fait favorables à son implantation (espèce sub-méditerranéenne).

2.5. Flore et végétation forestières

Les groupements forestiers occupent soit le fond de carrière, aux niveaux les plus bas, soit les zones de plateaux ; c'est sur ces dernières que l'on trouve les formations les plus matures.

2.5.1 Strates arborescentes

Les bois du fond de carrière possèdent une strate arborée relativement diversifiée :

Prunus avium	Tilia cordata
Betula pendula	Quercus robur
Corylus avellana	Acer pseudoplatanus
Fraxinus excelsior	Acer campestre
Salix caprea	Populus tremula
Hedera helix	

Les groupements de la synusie arborescente doivent être rattachés au **Pruno avii-Fraxinetum excelsioris de Foucault 94** [26] qui désigne les bois calcicoles du nord de la France.

En revanche, les bois de plateaux, plus matures, accueillent un nombre plus réduit d'espèces :

Fagus sylvatica	Quercus robur
Betula pendula	Tilia cordata
Fraxinus excelsior	Prunus avium
Sorbus torminalis	

La présence quantitativement importante du Hêtre marque une étape décisive dans l'évolution vers le climax ; ces bois sont issus du **Pruno-Fraxinetum**, mais ne peuvent plus y être rattachés, sans que l'on puisse pour l'instant proposer une autre association.

2.5.2 Strates arbustives

La synusie arbustive des groupements forestiers du fond de carrière est plus sensible aux variations de la topographie locale et ceci se traduit par quelques modifications qualitatives de la composition de ces strates. Le fond de la végétation reste cependant assez constant :

<i>Viburnum opulus</i>	<i>Crataegus monogyna</i>
<i>Viburnum lantana</i>	<i>Cornus sanguinea</i>
<i>Rosa arvensis</i>	<i>Corylus avellana</i>
<i>Sambucus nigra</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i>
<i>Evonymus europaeus</i>	<i>Ulmus minor</i>
<i>Humulus lupulus</i>	<i>Prunus spinosa</i>

Lorsque le fond de carrière reste assez mésotrophe, la combinaison spécifique est caractéristique du **Roso arvensis-Viburnetum lantanae de Foucault 94**, association arbustive des bois calcicoles du nord de la France, fréquemment liée au **Pruno-Fraxinetum** [26]. Dès que les conditions trophiques se dégradent et qu'il y a accumulation d'éléments nutritifs à la faveur d'une dépression locale, la végétation arbustive a tendance à s'enrichir en espèces plus rudérales telles que *Sambucus nigra*, *Ulmus minor*, *Humulus lupulus* et *Clematis vitalba*. Ces groupements arbustifs eutrophes sont à rapprocher de l'**Ulmo minoris-Sambucetum nigrae (Müller 74) de Foucault 91**.

En ce qui concerne les bois de plateaux, les strates arbustives sont constituées de :

<i>Viburnum lantana</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i>
<i>Rosa arvensis</i>	<i>Prunus spinosa</i>
<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Ligustrum vulgare</i>
<i>Corylus avellana</i>	<i>Evonymus europaeus</i>
<i>Crataegus laevigata</i>	<i>Hedera helix</i>
<i>Sorbus torminalis</i>	<i>Cornus mas</i>
<i>Betula pendula</i>	

Un certain nombre de ces espèces sont communes aux bois du fond de carrière, mais de nouvelles apparaissent, témoignant d'une plus grande maturité des groupements. Là encore, il s'agit probablement d'un faciès de transition, que nous éviterons de rattacher à une association végétale arbustive déjà décrite.

2.5.3 Strates herbacées

La synusie herbacée étant encore plus sensible au niveau trophique du milieu, la composition floristique des groupements végétaux herbacés présente d'importantes variations avec la topographie locale.

Au niveau du fond de carrière, la végétation est constituée principalement de :

Galium aparine	Arum maculatum
Geranium robertianum	Ranunculus auricomus
Ophrys insectifera	Brachypodium sylvaticum
Rubus sp	Fragaria vesca
Listera ovata	Viola reichenbachiana
Hieracium murorum	Vinca minor
Anthriscus sylvestris	Myosotis arvensis
Stachys sylvatica	Carex sylvatica

De nombreuses Orchidées viennent enrichir cette liste lorsque le milieu reste d'un niveau trophique convenable :

Orchis purpurea	Platanthera chloranta
Cephalanthera damasonium	Platanthera bifolia ssp bifolia

Ces groupements sont à rattacher au **Carici sylvaticae - Orchidetum purpureae de Foucault 94**, association herbacée des sous-bois calcaires du nord de la France, caractérisée par l'abondance des Orchidées [26].

En revanche, dès que le niveau trophique est plus élevé, ces espèces ont tendance à disparaître, au profit d'authentiques nitrrophytes :

Urtica dioica	Epipactis helleborine
Geum urbanum	Glechoma hederacea

On parlera alors du "**groupement à *Geum urbanum* et *Epipactis helleborine***" qui caractérise des groupements herbacés des sous-bois calcaires eutrophes [14].

Au niveau des bois de plateaux, comme pour les strates arborescentes et arbustives, une plus grande maturité des groupements se fait ressentir avec l'arrivée

de nombreuses espèces typiquement forestières, avec néanmoins, une introgression d'espèces ourlicoles du fait de la jeunesse des formations :

<i>Lamium galeobdolon</i>	<i>Adoxa moschatellina</i>
<i>Poa nemoralis</i>	<i>Hedera helix</i>
<i>Sanicula europaea</i>	<i>Galium odoratum</i>
<i>Anemone nemerosa</i>	<i>Tamus communis</i>
<i>Polygonatum multiflorum</i>	<i>Melittis melissophyllum</i>
<i>Euphorbia amygaloides</i>	<i>Primula elatior</i>
<i>Circaea lutetiana</i>	<i>Millium effusum</i>
<i>Scrofularia nodosa</i>	

Devant l'insuffisance des données sur les associations hémicryptophytiques intra-forestières (Classe des **ANEMONO NEMOROSAE-CARICETEA SYLVATICAE** Gillet 86 em. Julve 93), nous nous abstiendrons de rattacher ces groupements à une quelconque association végétale.

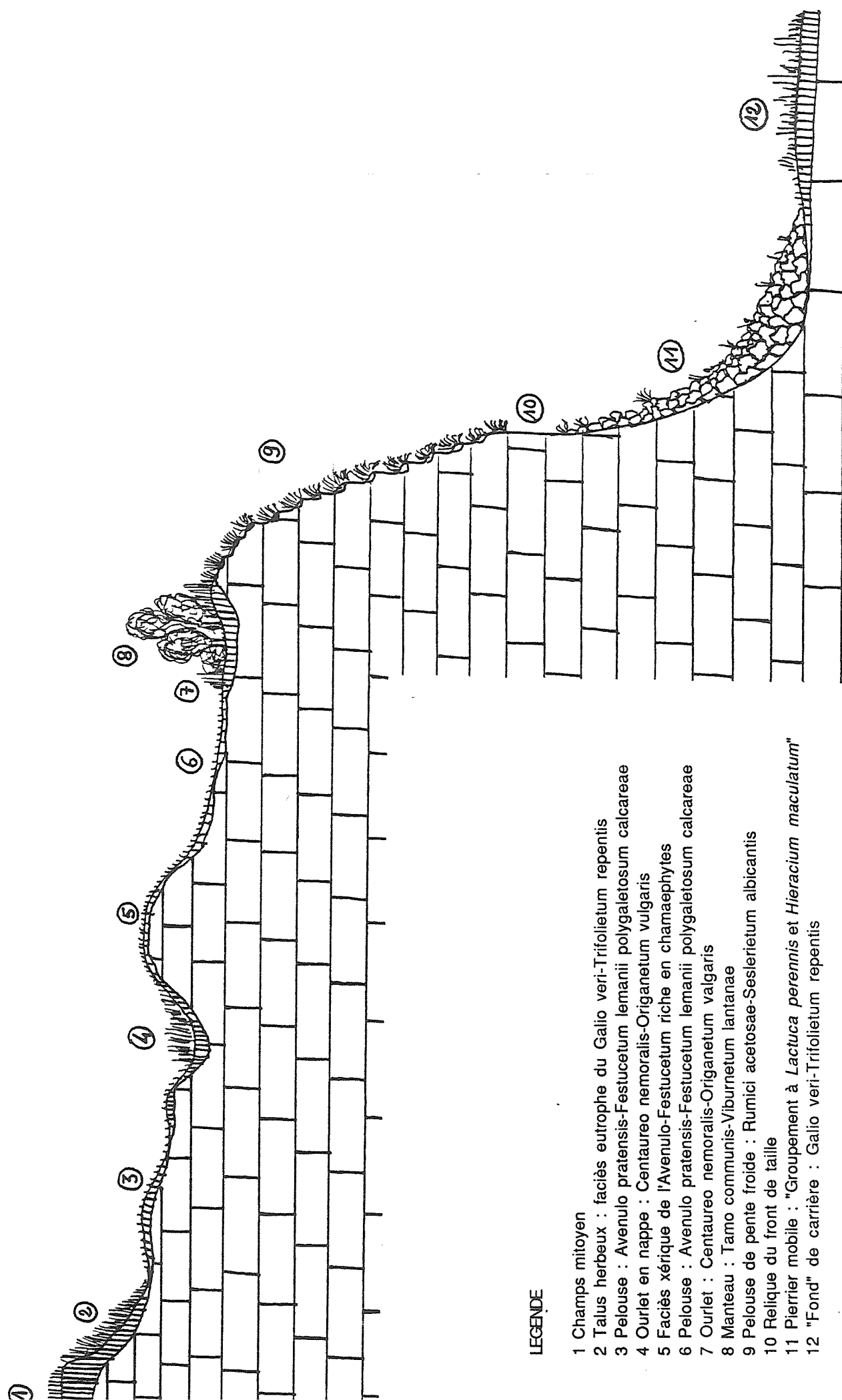
3. EXEMPLE DU "HAUT DE LA MONTAGNE" À ECLUSIER (80)

3.1. Présentation générale du site (Transect 3)

Les assises de craies phosphatées d'Eclusier (80) n'ont pas été exploitées comme à l'habitude, avec la création de carrières à ciel ouvert, mais en exploitant directement la roche déjà affleurante au niveau du flanc abrupt de la vallée de la Somme faisant face au septentrion. C'est ainsi que de petites exploitations ont été ouvertes le long de ce flanc de vallée entre Frise et Eclusier, ainsi que sur le plateau crayeux la surplombant, dénommé "Haut de la Montagne".

L'exploitation du sous-sol n'y a pas été intensive, et n'a pas duré très longtemps, ce qui a permis à la nature de reprendre rapidement ses droits, tout au moins là où les conditions écologiques le permettent. En effet il faut distinguer le flanc de vallée d'une part, où le mésoclimat et la topographie sont particulièrement hostiles à la recolonisation, d'où l'intérêt majeur des groupements végétaux en place, du plateau sommital d'autre part, qui accueille des groupements végétaux plus mûrs et plus classiques.

TRANSECT 3 : Site d'Eclusier (80)



LEGENDE

- 1 Champs mitoyen
- 2 Talus herbeux : faciès eutrophe du Galio veri-Trifolietum repentis
- 3 Pelouse : Avenulo pratensis-Festucetum lemanii polygaleetosum calcareae
- 4 Ourlet en nappe : Centaureo nemoralis-Origanetum vulgaris
- 5 Faciès xérique de l'Avenulo-Festucetum riche en chamaephytes
- 6 Pelouse : Avenulo pratensis-Festucetum lemanii polygaleetosum calcareae
- 7 Ourlet : Centaureo nemoralis-Origanetum vulgaris
- 8 Manteau : Tamo communis-Viburnetum lantanæ
- 9 Pelouse de pente froide : Rumici acetosae-Seslerietum albicantis
- 10 Relique du front de taille
- 11 Pierrier mobile : "Groupement à *Lactuca perennis* et *Hieracium maculatum*"
- 12 "Fond" de carrière : Galio veri-Trifolietum repentis

3.2. Flore et végétation des éboulis

Les éboulis bordant la route du fond de vallée qui joint Eclusier à Frise, sont directement issus de l'exploitation de la craie phosphatée ; ils ont l'aspect de vastes pierriers encore très mobiles, que la végétation ne parvient pas à fixer. Celle-ci est par conséquent très ouverte, et les espèces la constituant sont peu nombreuses, mais toujours bien adaptées aux conditions extrêmes du milieu ; on y trouve :

Lactuca perennis	Picris hieracioides
Hieracium maculatum	Reseda lutea
Pimpinella saxifraga	Sesleria caerulea
Leontodon cf. hyoseroides	Galium mollugo ssp erectum
Linaria repens	Arrhenatherum elatius
Valeriana repens	Senecio jacobaea
Anthoxanthum odoratum	Rumex acetosa
Geranium robertianum	

Ces espèces sont toutes vivaces et appartiennent à la même synusie ; on ne peut donc parler que d'un " **groupement à *Hieracium maculatum* et *Lactuca perennis*** " pour caractériser cette végétation pionnière. Ce groupement est caractéristique des éboulis grossiers et mobiles d'exposition froide, et a été inclus dans l'alliance du LEONTODONTION HYOSEROIDIS Duvigneaud et al. 70 [4, 14].

La présence de *Leontodon hyoseroides* dans ces groupements serait à confirmer par une étude taxonomique rigoureuse des individus en place à Eclusier qui présentent une découpe du limbe foliaire très troublante. Ces éboulis présentent un intérêt majeur sur le plan phytogéographique (cf.III.1.1.1.1).

3.3. Flore et végétation des groupements herbacés fermés

3.3.1 Groupements des fonds de carrière

Ces groupements sont plutôt ponctuels puisqu'il n'existe pas à proprement parler de véritable fond de carrière, du fait de la méthode d'exploitation utilisée. Ils occupent souvent la base des éboulis du flanc de vallée et s'étendent sur quelques dizaines de mètres carrés.

On y trouve essentiellement :

<i>Arrhenatherum elatius</i>	<i>Fragaria vesca</i>
<i>Bromus erectus</i>	<i>Trifolium pratense</i>
<i>Brachypodium pinnatum</i>	<i>Leontodon hispidus</i>
<i>Eupatorium cannabinum</i>	<i>Hypericum perforatum</i>
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	<i>Rubus</i> sp
<i>Carex flacca</i>	<i>Inula conyzae</i>
<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Lotus corniculatus</i>
<i>Bellis perennis</i>	<i>Galium mollugo</i>
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
<i>Trisetum flavescens</i>	<i>Medicago lupulina</i>
<i>Holcus lanatus</i>	<i>Phleum bertolonii</i>
<i>Daucus carota</i>	<i>Leucanthemum vulgare</i>
<i>Ranunculus repens</i>	<i>Prunella vulgaris</i>
<i>Trifolium repens</i>	

Ces groupements sont caractérisés par la cohabitation d'espèces pelousaires et d'espèces prairiales, avec notamment un grand nombre de Graminées ; cette combinaison floristique nous incite à les rattacher à l'association du **Galio veri-Trifolietum repentis** Sougnez 57 (Alliance de l'ARRHENATHERION ELATIORIS Braun-Blanquet 25) qui caractérise des prairies mésophiles mésotrophes, ici introgressées en espèces pelousaires.

3.3.2 Groupements pelousaires des pentes

Les pelouses siégeant au niveau du flanc gauche de la vallée de la Somme entre Frise et Eclusier, sont connues depuis longtemps [4], et leur intérêt n'est plus à

démontrer. Nous nous sommes surtout intéressés aux pelouses de recolonisation se trouvant à proximité des éboulis précédemment étudiés, afin de vérifier si la pelouse initiale était en mesure de se rétablir. Ces pelouses hébergent entre autres espèces,

Sesleria coerulea	Senecio jacobaea
Rumex acetosa	Brachypodium pinnatum
Festuca lemanii	Pimpinella saxifraga
Koeleria pyramidata	Campanula rotundifolia
Briza media	Leontodon hispidus s.l.
Carex flacca	Hieracium pilosella
Anthoxanthum odoratum	Lactuca perennis
Galium mollugo ssp erectum	

C'est surtout la Séslerie qui domine physionomiquement ces groupements originaux, en "espaliers", établis sur des sols très superficiels. Ces pelouses sont à rattacher au **Rumici acetosae-Seslerietum albicantis** (Stott 71) Boulet 86. (Alliance du MESOBROMION ERECTI B. BI et Moor 38), association végétale endémique de cette partie de la vallée de la Somme, aux affinités sub-montagnardes. Si le **Rumici-Seslerietum** caractérise initialement des pelouses "paraclimaciques", il semble néanmoins, au vu de nos observations, qu'il soit capable de se régénérer après une mise à nu du *substratum* crayeux.

Au niveau des Bryophytes on retiendra surtout la présence de *Neckera crispa* et de *Dicranum scoparium*. D'autres muscinées comme *Pseudoscleropodium purum*, *Camptothecium lutescens* et *Abietinella abietina* s.l. sont également présentes.

3.3.3 Groupements herbacés du plateau

"Le haut de la Montagne" désigne le plateau surplombant les sésleraies du flanc de vallée et dominant les marais de la vallée de la Somme ; il offre un relief relativement varié, témoignant de l'exploitation ancienne de la craie phosphatée (alternance de creux et de monticules). La végétation est cependant assez homogène, et on retrouve le cortège classique des espèces des pelouses calcaires mésophiles :

Festuca lemanii	Hypericum perforatum
Bromus erectus	Linum catharticum
Asperula cynanchica	Leontodon hispidus s.s.
Koeleria pyramidata	Thymus praecox

Ononis repens	Hieracium pilosella
Helianthemum nummularium s.s.	Anthyllis vulneraria
Briza media	Solidago virgaurea
Brachypodium pinnatum	Sanguisorba minor
Galium verum	Carex flacca
Pimpinella saxifraga	Anthoxanthum odoratum
Scabiosa columbaria	Eryngium campestre
Centaurea scabiosa	Campanula glomerata
Campanula rotundifolia	Gentianella germanica
Cirsium acaule	Centaurea nemoralis
Origanum vulgare	Phleum pratense s.l.
Arrhenatherum elatius	Poa pratensis
Lotus corniculatus	Knautia arvensis
Galium mollugo ssp erectum	Leucanthemum vulgare
Dactylis glomerata	Festuca rubra
Achillea millefolium	Poa trivialis
Plantago lanceolata	Polygala vulgaris
Polygala calcarea	

Ces pelouses de plateau sont à rattacher à l'*Avenulo pratensis-Festucetum lemanii* (Boullet 80) Boullet et Géhu 84 et plus précisément à la sous-association *polygaletosum calcareae* différenciée par *Polygala calcarea* et *Gentianella germanica*. Celle-ci caractérise des pelouses habituellement secondaires, aux affinités sub-atlantiques et dont l'élément sub-méditerranéen est réduit au profit des sub-continetales [4].

3.4 Flore et végétation des groupements pré-forestiers

3.4.1 Ourlets

Les ourlets restent rares sur l'ensemble du site d'Eclusier et sont uniquement localisés en lisière des manteaux pionniers du plateau. Les principales espèces que l'on y rencontre sont :

Brachypodium pinnatum	Centaurea nemoralis
Origanum vulgare	Centaurea scabiosa
Campanula rotundifolia	Carex flacca

<i>Agrimonia eupatoria</i>	<i>Arrhenatherum elatius</i>
<i>Phleum pratense</i>	<i>Pimpinella saxifraga</i>
<i>Hypericum perforatum</i>	<i>Hieracium lachenalii</i>
<i>Lotus corniculatus</i>	<i>Inula conyzae</i>
<i>Senecio jacobaea</i>	<i>Knautia arvensis</i>
<i>Leucanthemum vulgare</i>	

Ces formations très ponctuelles sont à rattacher au **Centaureo nemoralis-Origanetum vulgaris** de Foucault et al. 83.

3.4.2 Manteaux

Il s'agit de formations arbustives encore très jeunes qui s'installent progressivement sur les marges du plateau du "Haut de la Montagne". Les espèces qui les constituent sont :

<i>Salix caprea</i>	<i>Cornus sanguinea</i>
<i>Rosa arvensis</i>	<i>Prunus spinosa</i>
<i>Rosa nitidula</i>	<i>Ligustrum vulgare</i>
<i>Prunus spinosa</i>	<i>Viburnum lantana</i>
<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i>
<i>Corylus avellana</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>
<i>Rhamnus cathartica</i>	<i>Viburnum opulus</i>

Ces formations qui commencent à constituer de petits halliers, sont à rattacher au **Tamo communis-Viburnetum lantanae** Géhu et al. 73 dont elles représentent probablement un faciès initial et immature.

Il faut remarquer parmi ces arbustes la présence de *Fraxinus excelsior* et d'*Acer pseudoplatanus*, qui annoncent la mise en place lente et progressive d'une strate arborescente occupée par des groupements proches du **Pruno avii-Fraxinetum excelsioris** de Foucault 94.

A l'heure actuelle aucune formation forestière n'est présente sur le site ; si le plateau connaît une colonisation arbustive avancée, les pelouses des pentes se maintiennent à un état métastable.

4. EXEMPLE DES "CHAMPS D'ARGENT" ET DES "CHAMPS BOULLET" À ORVILLE (62)

4.1 Présentation générale du site (Transect 4)

Les gisements de phosphates d'Orville (62) ont été parmi les premiers exploités et les premiers épuisés ; l'histoire de la recolonisation du site est, par conséquent, déjà longue. Cette très vaste exploitation (plusieurs dizaines d'hectares) se situe au sein de l'appendice que forme le Pas de Calais dans le département de la Somme, non loin de Beauval (80), sur le plateau crayeux qui surplombe la vallée de l'Authie. De vastes étendues herbeuses ont été maintenues grâce au pâturage qui persiste aujourd'hui encore, avec des troupeaux de chevaux - et probablement de bovins - qui parcourent le site.

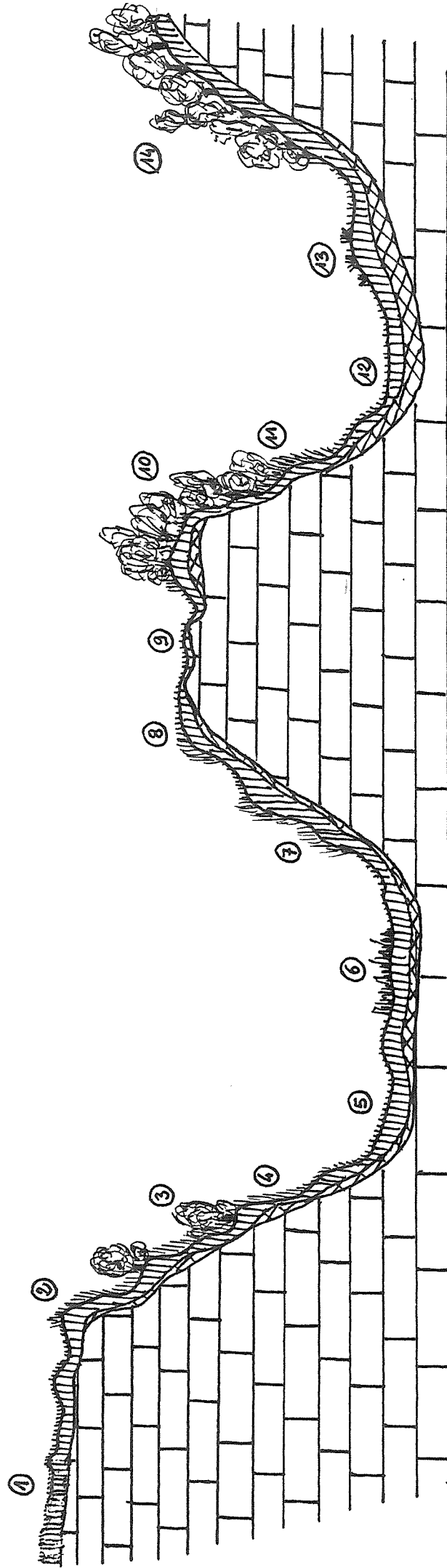
Le paysage y est très pittoresque avec de grandes pâtures "séparées" par des halliers d'Aubépine installés sur les buttes. L'ensemble de la végétation est très mésophile, probablement en raison du mésoclimat, plutôt pluvieux.

Il n'existe pas une grande diversité des groupements végétaux, mais ceux-ci sont intéressants par leur physionomie et leur déterminisme ; éboulis et pelouses sont absents de ce site et il s'agit souvent de groupements mûrs.

4.2 Flore et végétation prairiales

Les groupements herbacés vivaces du site d'Orville sont tous à rattacher aux formations prairiales (classe des **ARRHENATHERETEA ELATIORIS**) en raison de leur niveau trophique moyennement élevé et de leur déterminisme (pâturage). Pourtant, ce qui pourrait paraître un paysage végétal monotone, est en réalité une véritable mosaïque physionomique et phytosociologique, créée par les différences locales dans la pression de pâturage. A partir de ce gradient de pâturage, on peut établir un gradient trophique en fonction duquel la composition floristique du tapis végétal subit des modifications plus ou moins importantes.

TRANSECT 4 : Site d'Orville (62)



LEGENDE

- 1 Prairie normo-pâturée : *Medicagini lupulinae-Cynosuretum cristati*
- 2 Ourlet en nappe : *Centaureo nemoralis-Origanetum vulgaris*
- 3 Halliers à *Crataegus monogyna*
- 4 Ourlet en nappe : *Centaureo nemoralis-Origanetum vulgaris*
- 5 Prairie méso-eutrophe : *Lolio perennis-Cynosuretum cristati*
- 6 Prairie eutrophisée : *Heracleo sphondylii-Rumicetum obtusifolii*
- 7 Prairie sous-pâturée : *Galio veri-Trifolietum repentis*
- 8 Ourlet : *Centaureo nemoralis-Origanetum vulgaris*
- 9 Prairie normo-pâturée : *Medicagini lupulinae-Cynosuretum cristati*
- 10 Hallier à *Crataegus monogyna*
- 11 Ourlet : *Centaureo nemoralis-Origanetum vulgaris*
- 12 Prairie surpâturée : *Medicagini lupulinae-Plantaginietum majoris*
- 13 Butte xérique surpâturée : *Eryngio campestris-Lolietum perennis*
- 14 Hallier à *Crataegus monogyna*

4.2.1 Groupements végétaux des zones sous-pâturées

Etant donné l'importance des parcelles et l'effectif réduit du cheptel, de vastes zones sont faiblement pâturées, ce qui se traduit au niveau paysager par des groupements de hautes herbes, tout à fait comparables aux groupements des prairies de fauche. Comme les animaux ont tendance à brouter là où l'herbe est la plus accessible, ce seront le plus souvent les formations herbeuses des pentes qui seront soumises au sous-pâturage.

Sur le plan de la composition floristique, les espèces qui prédominent sont surtout des Graminées, accompagnées d'espèces des prairies de fauche (sous-pâturage) et des pelouses (milieu sec) :

<i>Arrhenatherum elatius</i>	<i>Bromus erectus</i>
<i>Trisetum flavescens</i>	<i>Dactylis glomerata</i>
<i>Avenula pubescens</i>	<i>Lathyrus pratensis</i>
<i>Holcus lanatus</i>	<i>Heracleum sphondylium</i>
<i>Phleum pratense</i>	<i>Origanum vulgare</i>
<i>Festuca lemanii</i>	<i>Lathyrus nissolia</i>
<i>Festuca rubra</i>	<i>Leucanthemum vulgare</i>
<i>Lotus corniculatus</i>	<i>Ranunculus repens</i>
<i>Medicago lupulina</i>	<i>Trifolium repens</i>
<i>Poa pratensis</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
<i>Poa trivialis</i>	<i>Brachypodium pinnatum</i>
<i>Taraxacum</i> sp	<i>Knautia arvensis</i>
<i>Scabiosa columbaria</i>	<i>Galium verum</i>
<i>Achillea millefolium</i>	<i>Ranunculus acris</i>

D'un point de vue synsystématique, ces prairies peuvent être rattachées à l'association du **Galio veri-Trifolietum repentis** Sougnez 57 qui caractérise des prairies de fauche mésophiles sur sols mésotrophes (alliance de l'ARRHENATHERION ELATIORIS Braun-Blanquet 25 ; sous-alliance du CENTAUREO JACEAE - ARRHENATHERENION ELATIORIS de Foucault 89). Il faut noter cependant une certaine transgression d'espèces des **FESTUCO-BROMETEA** dans les groupements d'Orville. Notons la présence de *Lathyrus nissolia*, espèce très rare dans le nord de la France, qui est l'un des pôles d'intérêt du site.

4.2.2 Groupements végétaux des zones normopâturées

En général, les prairies du fond de carrière et des plateaux sont le siège d'un pâturage au caractère extensif et à peu près uniforme. La végétation y est relativement rase, mais fermée. Les principales espèces entrant dans la composition de ces groupements sont :

Arrhenatherum elatius	Festuca lemanii
Avenula pubescens	Festuca rubra
Phleum pratense	Dactylis glomerata
Origanum vulgare	Leucanthemum vulgare
Lotus corniculatus	Medicago lupulina
Poa pratensis	Ranunculus repens
Poa trivialis	Trifolium repens
Trifolium pratense	Bellis perennis
Cynosurus cristatus	Prunella vulgaris
Plantago lanceolata	Taraxacum vulgare s.l.
Hypochoeris radicata	Anthoxanthum odoratum
Achillea millefolium	Agrostis stolonifera
Luzula campestris	Trifolium dubium
Leontodon hispidus	Potentilla reptans
Campanula rotundifolia	Primula veris
Pimpinella saxifraga	Thymus praecox

Par rapport aux groupements précédents, on remarque une moindre importance des grandes Graminées sociales (*Brachypodium pinnatum*, *Bromus erectus*, *Arrhenatherum elatius*...) et une apparition des espèces inféodées aux prairies de pâturage (*Cynosurus cristatus*, *Ranunculus repens*...). Les espèces en rosettes (*Trifolium spp*, *Bellis perennis*, *Medicago lupulina*...) et stolonifères (*Agrostis stolonifera*, *Prunella vulgaris*...) tiennent une place importante. Ces différents points nous permettent d'inclure les groupements dans le sous-ordre des **VERONICO SERPYLLIFOLIAE-CYNOSURENALIA CRISTATI** de Foucault 89 qui rassemble les associations végétales des prairies pâturées.

La présence non négligeable d'espèces des **FESTUCO-BROMETEA** (*Festuca lemanii*, *Thymus praecox*, *Leontodon hispidus*...) nous pousse à les considérer comme des groupements du **Medicagini lupulinae-Cynosuretum cristati**

Passarge 69 (Alliance du **THYMO PULEGIOIDIS - CYNOSURION CRISTATI**).
Il s'agit en effet toujours de prairies calcaires sèches.

4.2.3 Groupements végétaux des zones surpâturées

Pour des raisons imprécises, le troupeau d'animaux pâtureurs a tendance à pâturer de manière intensive certaines zones des prairies ; celles-ci se situent soit au niveau des plateaux soit en fond de carrière. La végétation y est particulièrement rase, avec cependant quelques "touffes" de plantes rejetées, le plus souvent des espèces épineuses. La composition floristique de ces prairies surpâturées s'en trouve considérablement modifiée, avec notamment une forte régression des Graminées fouragères (*Arrhenatherum elatius*, *Brachypodium pinnatum*, *Poa spp*, *Trisetum flavescens*...). Par ailleurs un phénomène d'augmentation du niveau trophique peut intervenir simultanément et être à l'origine d'une arrivée de nitratophytes. Les prairies surpâturées des plateaux restent cependant mésotrophes et accueillent une végétation très diversifiée :

Cynosurus cristatus	Festuca rubra
Lolium perenne	Festuca lemanii
Plantago media	Trifolium repens
Veronica chamaedrys	Eryngium campestre
Cirsium arvense	Hipchoeris radicata
Cirsium eriophorum	Agrostis stolonifera
Luzula campestris	Bellis perennis
Lotus corniculatus	Vicia sativa
Equisetum arvense	Convolvulus arvensis
Glechoma hederacea	Dipsacus sylvestris
Leontodon hispidus	Rumex crispus
Plantago major	

Ces prairies sont à rattacher à l'**Eryngio campestris-Lolietum perennis** (Wattez 82) **Julve 89** (Alliance du **THYMO-CYNOSURION**), qui est une association très caractéristique physionomiquement, avec de puissants individus d'*Eryngium campestre* qui se dressent d'une végétation très rase [48]. La participation des espèces des **FESTUCO-BROMETEA** reste importante.

Les prairies surpâturées du fond de carrière sont d'un niveau trophique plus élevé (méso-eutrophes à eutrophes) d'où une disparition quasi complète des espèces des **FESTUCO-BROMETEA** au profit des nitratophytes ; les espèces les plus fréquentes sont :

<i>Lolium perenne</i>	<i>Cirsium arvense</i>
<i>Elymus repens</i>	<i>Urtica dioica</i>
<i>Poa trivialis</i>	<i>Glechoma hederacea</i>
<i>Plantago major</i>	<i>Rumex obtusifolius</i>
<i>Veronica chamaedrys</i>	<i>Anthriscus sylvestris</i>
<i>Cirsium vulgare</i>	<i>Cirsium eriophorum</i>
<i>Trifolium repens</i>	<i>Ranunculus repens</i>
<i>Melilotus officinalis</i>	<i>Cerastium arvense</i>
<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Carduus nutans</i>
<i>Torilis japonica</i>	<i>Linaria vulgaris</i>
<i>Medicago lupulina</i>	

Ces prairies, plus pauvres sur le plan spécifique sont à rattacher au **Medicagini lupulinae-Plantaginetum majoris de Foucault 89** (Alliance du **LOLIO PERENNIS-PLANTAGINION MAJORIS** Sissingh 69) qui est une association caractérisant les formations végétales surpiétinées des milieux secs.

4.3 Flore et végétation pré-forestières

Du fait de la constance du pâturage sur le site, les formations pré-forestières (ourlets et manteaux) sont assez peu représentées proportionnellement à la surface totale de l'ancienne carrière.

4.3.1 Ourlets

Les ourlets constituent des groupements herbacés linéaires contigus aux manteaux ; leur extension est limitée par l'action du pâturage. Les principales espèces rencontrées sont :

<i>Brachypodium pinnatum</i>	<i>Campanula rapunculus</i>
<i>Festuca lemanii</i>	<i>Eryngium campestre</i>
<i>Galium verum</i>	<i>Lotus corniculatus</i>
<i>Pimpinella saxifraga</i>	<i>Galium mollugo ssp erectum</i>

Campanula rotundifolia
Plantago lanceolata
Leucanthemum vulgare
Dactylis glomerata

Achillea millefolium
Centaurea nemoralis
Arrhenatherum elatius
Agrimonia eupatoria

Ces ourlets sont relativement pauvres sur le plan spécifique, mais peuvent cependant être rattachés au **Centaureo nemoralis-Origanetum vulgaris de Foucault et Frileux 83** (Alliance du TRIFOLION MEDII).

4.3.2 Manteaux

Les manteaux sont le plus souvent des formations linéaires établies à la base des pentes ou sur les plateaux, plus rarement de petits halliers. Les essences qui les composent sont essentiellement :

Crataegus monogyna
Prunus spinosa
Rosa nitidula
Hedera helix
Bryonia dioïca

Rosa arvensis
Sambucus nigra
Cornus sanguinea
Corylus avellana
Clematis vitalba

L'Aubépine est de loin l'arbuste majoritaire de ces manteaux, ce qui confère une physionomie très originale au site, le mois de mai venu, lors de la floraison. D'un point de vue synsystématique, il est très difficile de rattacher ces formations à une association végétale donnée, en raison de leur jeunesse ; c'est pourquoi nous nous abstiendrons de le faire.

TROISIEME PARTIE

*IMPORTANCE, MENACES
ET CONSERVATION*

La flore et la végétation impliquées dans la recolonisation des anciennes carrières de phosphates ayant été analysées sur les plans botanique et phytosociologique, nous nous proposons dans cette dernière partie, d'aborder les problèmes liés à la conservation de ces milieux peu ordinaires.

Dans un premier temps, nous en dégagerons l'importance et les intérêts, tant sur le plan phytogénétique qu'économique ou paysager ; nous passerons ensuite en revue les différentes menaces qui pèsent sur ces milieux et nous tenterons d'en évaluer la portée sur la composition floristique des groupements végétaux (l'étude a été réalisée conformément aux principes de la phytosociologie synusiale intégrée [29]).

Enfin, nous donnerons les principaux axes -techniques et législatifs- d'une politique conservatoire qu'il serait intéressant de mener, en vue de la sauvegarde de ce patrimoine floristique précieux.

1 IMPORTANCE ET INTERETS DES ANCIENNES CARRIERES DE PHOSPHATES DU NORD DE LA FRANCE

1.1 Importance en tant que réservoirs phytogénétiques

1.1.1 Autochorologie et phytogéographie

1.1.1.1 Avant-postes et limites d'aire

Comme la topographie des anciennes carrières de phosphates accentue les paramètres mésoclimatiques, celles-ci peuvent être considérées comme des milieux globalement secs. De ce fait, ces sites deviennent des refuges intéressants pour la flore xéro-thermophile, composée essentiellement d'espèces sub-méditerranéennes et médio-européennes, pour lesquelles le climat picard n'est pas toujours favorable. Ainsi, certaines espèces "profitent"- elles de la position géographique de ces biotopes originaux pour étendre leur aire de répartition vers le nord (espèces d'origine méridionale) ou vers l'ouest (espèces d'origine orientale) ; plusieurs anciennes carrières de phosphates constituent une limite chorologique voire même un avant-poste, pour ces espèces.

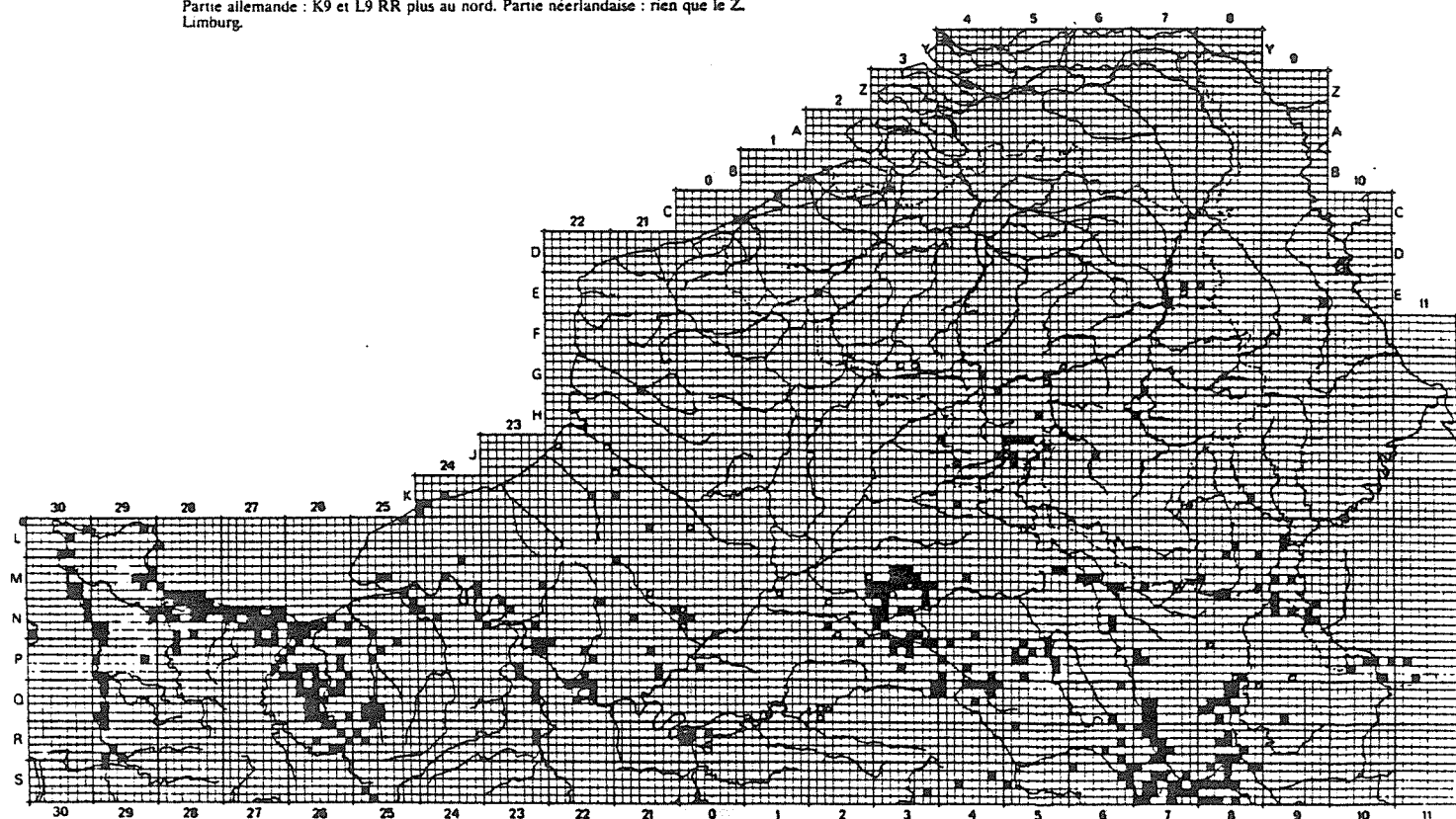
Par exemple, l'Orchidée *Anacamptis pyramidalis* qui abonde sur le site de Faucouzy (02), se trouve en limite septentrionale de son aire de répartition qui est de nette tendance méditerranéenne. (Carte 1 ; station de Faucouzy IFFB L.2.18)

C'est le cas pour plusieurs autres espèces parmi lesquelles *Ophrys fuciflora*, *Linaria supina*, *Orchis militaris*, *Teucrium chamaedrys*, *Veronica teucrium* et *Acinos arvensis*. Sur ce même site, *Inula salicina*, espèce médio-européenne rare et légalement protégée en Picardie, trouve une limite à son extension occidentale (Carte 4 ; station de Faucouzy IFFB L.2.18).

Le site d'Hardivillers (60) est également très important sur le plan phytogéographique, par sa situation même au sud de "l'îlot thermophile" du Sud-Amiénois dont les caractéristiques mésoclimatiques déjà très particulières sont accentuées au niveau de l'ancienne carrière. La flore qui y siège est par conséquent très spécialisée et plusieurs de ses éléments sont en limite chorologique nord ; c'est le cas de *Melittis melissophyllum* dans la hêtraie (Carte 3 ; station d'Hardivillers IFFB M.21.18), d'*Epipactis atrorubens*, *Hippocrepis comosa*, *Bupleurum falcatum* etc. sur les pelouses.

745. *Anacamptis pyramidalis* (L.) L.C.M. Rich.

Limite nord actuelle : Dieppe-Philippeville-Bonn (disparue ou presque plus au nord), mais manque dans le bocage et la Brie par exemple.
Partie allemande : K9 et L9 RR plus au nord. Partie néerlandaise : rien que le Z.
Limburg.

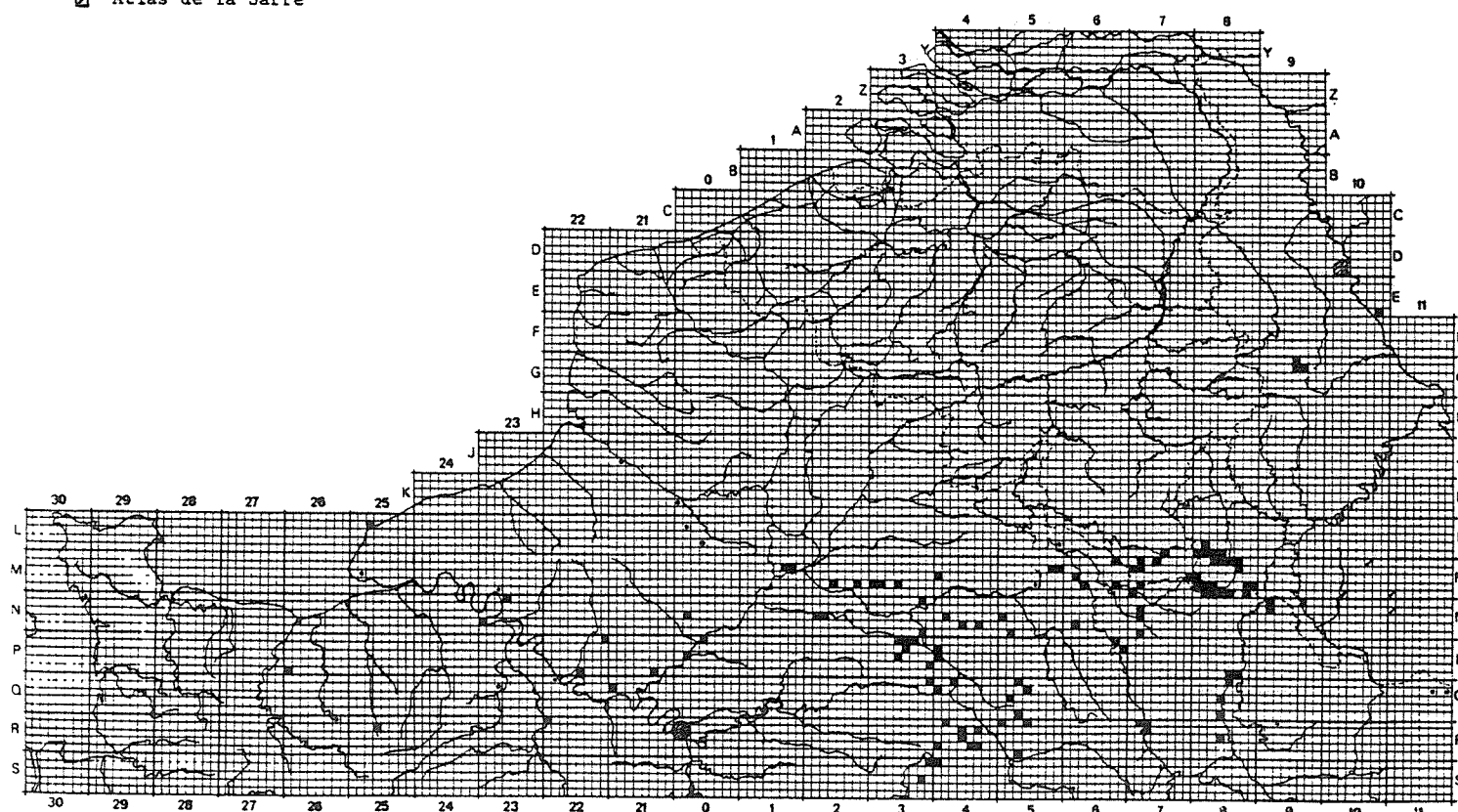


CARTE 1

447. *Orobanché alba* Steph. ex Willd.

A compléter en Champagne et en région parisienne. A sa limite nord.
Nulle en Normandie occidentale.

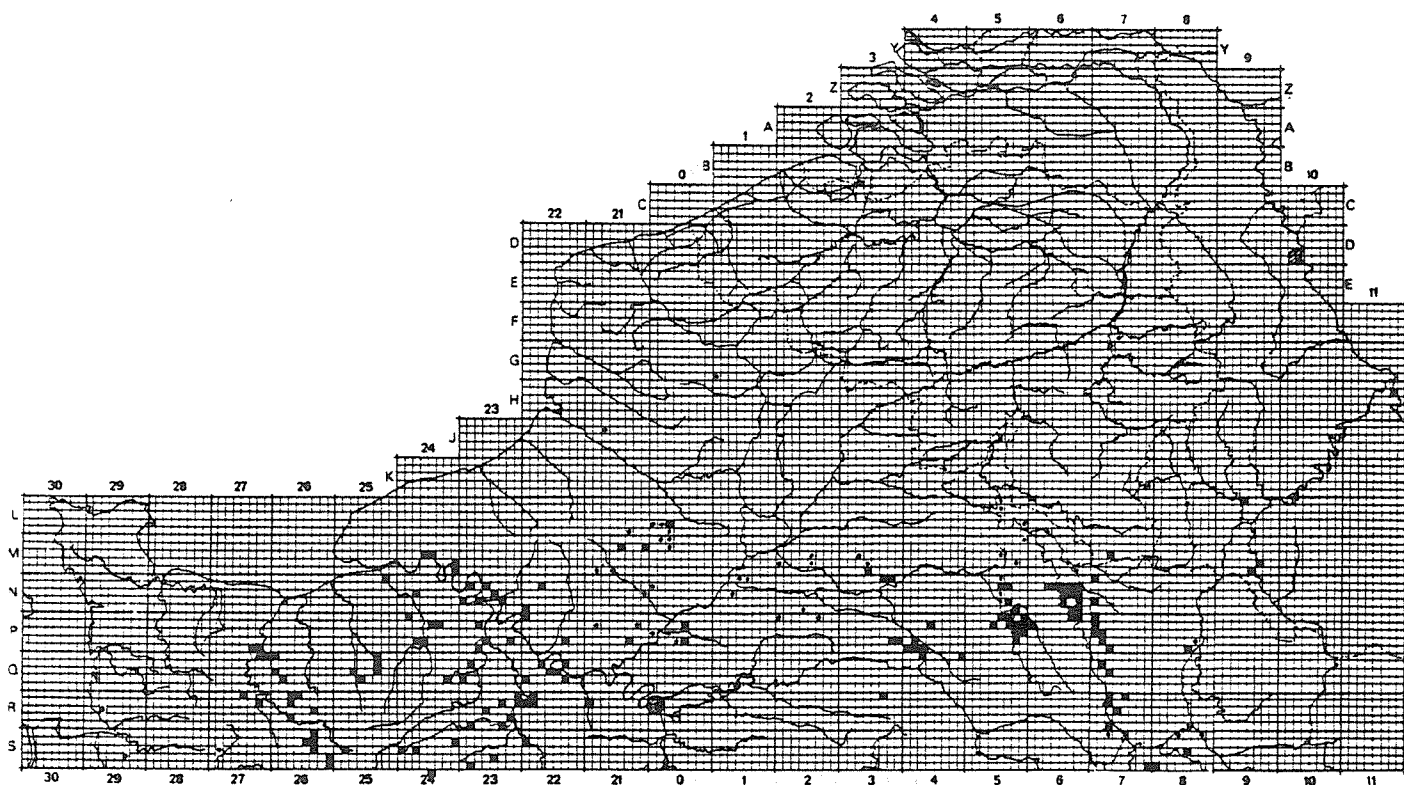
☑ Atlas de la Sarre



CARTE 2

333. *Melittis melissophylum* L.

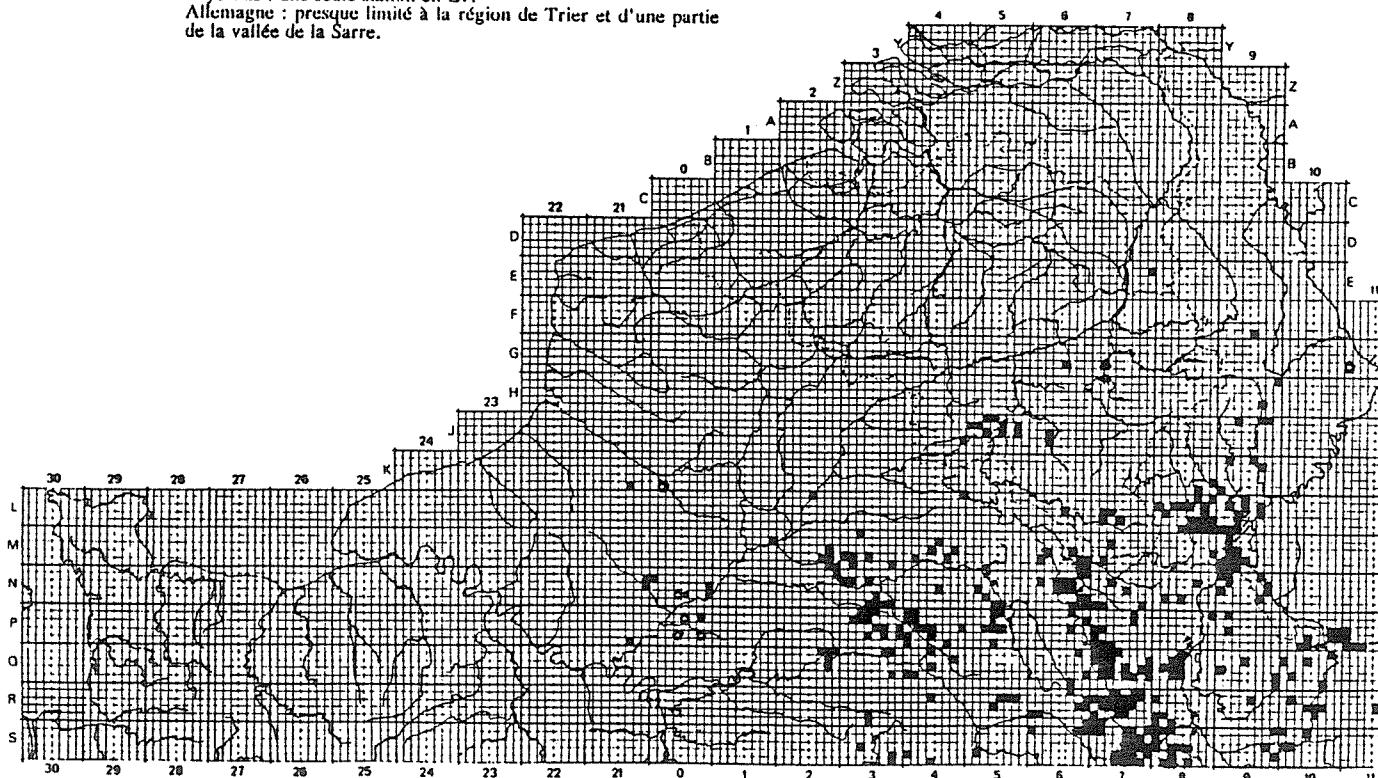
A sa limite nord absolue. A compléter en Normandie centrale et orientale et dans la région parisienne. Ne semble pas dépasser la Moselle à l'est.



CARTE 3

290 his *Inula salicina* L.

Sensiblement complété en Lorraine (sauf à l'W de la Meuse).
Pays-Bas : une seule station en E7.
Allemagne : presque limité à la région de Trier et d'une partie de la vallée de la Sarre.



CARTE 4

A Eclusier (80), *Sesleria coerulea* se trouve aussi en limite nord de son aire chorologique. (IFFB K.1.31)

Pour d'autres taxons, bien plus qu'une limite d'aire, les anciennes carrières de phosphates peuvent représenter un avant-poste phytogéographique ; celle de Faucouzy (02) où *Orobanche alba* parasite *Thymus praecox*, semble devenir le pointage le plus septentrional de cette espèce. (Carte 2 ; station de Faucouzy IFFB L.2.18).

Le cas de *Leontodon* cf. *hyoseroides* est beaucoup plus discutable étant donné les problèmes d'introgression avec *Leontodon hispidus*, mais les stations actuelles en limite nord de l'aire de cette espèce se situent en vallée de la Seine et en vallée de la Meuse, et donc bien plus au sud que le site de Faucouzy (02) où la détermination de certains individus est délicate .

Les anciennes carrières de phosphates revêtent également une grande importance sur le plan synchorologique. L'exemple d'Eclusier (80) est très représentatif puisque le **Rumici acetosae-Seslerietum albicantis** (Stott 71) Boulet 86, association végétale endémique de la vallée de la Somme représente une irradiation vers le nord de la sous alliance du SESLERIO-MESOBROMENION et le "groupement à *Lactuca perennis* et *Hieracium maculatum*" des éboulis pourrait aussi représenter une irradiation septentrionale du LEONTODONTION HYOSEROIDIS.

De même, la pelouse à *Linum tenuifolium* et à *Seseli montanum* d'Hardivillers (60), où ces deux espèces sont en limite nord de leur aire, marque une limite septentrionale à la sous-association **seselietosum montani** de l'**Avenulo pratensis-Festucetum lemanii** Boulet 86 et Géhu 84.

1.1.1.2 Brassage phytogéographique

Par la nature même de leur topographie, les anciennes carrières de phosphates constituent une véritable mosaïque de biotopes, allant du replat xérique à la cuvette méso-hygrophile - voire aquatique, comme la mare à Charophycées du site de Templeux-la-Fosse (80) - en passant par les éboulis thermophiles et les pelouses froides.

De cette pluralité des habitats, résulte une exceptionnelle biodiversité, particulièrement prononcée au niveau des formations pelousaires ; WILLEMS [53] a démontré cette extraordinaire diversité floristique des pelouses en énumérant, pour

les mésobromaies du Nord-Ouest de l'Europe, plus de 600 espèces végétales -mousses et lichens inclus-. Mais l'intérêt phytogénétique majeur des anciennes carrières de phosphates tient davantage encore au brassage phytogéographique qui s'y réalise, des éléments floristiques appartenant à tous les domaines cohabitant sur un même site, voire sur une même formation végétale. Ainsi, les éléments médio-européen (*Linum tenuifolium*, *Veronica teucrium*, *Inula salicina*, *Helianthemum nummularium* etc.) et méditerranéen (*Teucrium chamaedrys*, *Ophrys fuciflora* etc.) sont très largement représentés du fait de la xéro-thermophilie de la plupart des biotopes, l'élément montagnard (*Sesleria coerulea*) est également présent.

1.1.2 Endémisme

La présence d'espèces végétales endémiques au niveau des éboulis crayeux de basse altitude, a été démontrée dans le passé, lors de l'étude de la végétation des éboulis d'origine péri-glaciaire, occupant les versants abrupts de certaines grandes vallées du Nord de la France (Vallée de la Seine [36] ; Vallée de la Meuse et de la Marne [17]).

L'alliance du LEONTODONTION HYOSEROIDIS Duvigneaud, Durin et Mullenders 70, qui regroupe les différentes associations d'éboulis planitiaires, est notamment caractérisée par quatre espèces endémiques : *Iberis violletii*, *Iberis durandii*, *Viola hispida* et *Viola cryana*, sans compter les espèces de la section *Lepto-Galium* pour lesquelles la taxonomie n'est pas encore parfaitement éclaircie.

Toujours est-il que de nombreux travaux restent à faire quant à l'identification taxonomique des espèces de détermination délicate, se développant sur les éboulis calcaires ; STOTT [44] affirme que "la végétation des éboulis crayeux et calcaires du Nord de la France offre au taxonomiste comme au phytogéographe, bon nombre de problèmes intéressants. De telles communautés sont caractérisées par la présence de taxa hautement spécialisés et bien adaptés aux conditions du milieu qui développent tout un ensemble de formes stationnelles, défiant presque toute classification". Des lacunes sont à combler dans ce domaine.

Certains éboulis "primaires" de grandes vallées comme celle de l'Oise ou de la Somme, n'ont pas fait l'objet, jusqu'ici, d'une étude rigoureuse ; d'autre part très peu de travaux ont concerné la possibilité d'endémisme au niveau d'éboulis "secondaires", c'est à dire anthropogènes, comme ceux "siégeant" dans d'anciennes carrières de calcaire ou de craie.

A la suite de notre étude de terrain sur les anciennes carrières de phosphates, nous nous proposons d'attirer l'attention sur deux idées originales ; premièrement, les éboulis crayeux "secondaires" peuvent-ils être, à l'image des éboulis péri-glaciaires, générateurs d'endémisme ?

Si l'on considère, comme dans la "théorie des refuges", que les espèces endémiques sont des espèces relictuelles qui se sont maintenues grâce à "des sites qui ont pu demeurer non boisés pendant les périodes post-glaciaires les plus favorables au boisement" comme les formations géomorphologiquement instables que sont les éboulis, il est évidemment impossible que nos anciennes carrières puissent abriter, elles aussi, des espèces endémiques, étant donné leur origine beaucoup plus récente ! Cependant, l'hypothèse développée par STOTT [44] selon laquelle "les micro-endémiques* sont des épibiotiques actives en ce sens qu'elles représentent des taxa nouveaux se développant à partir d'espèces reliques sous l'influence de facteurs sélectifs qui sont présents dans les éboulis toujours instables qui furent parfois isolés", apporte un argument favorable à cette idée, si l'on considère que certains éboulis particulièrement hostiles, comme on en trouve dans les anciennes carrières de Faucouzy (02), Hardivillers (60) et Eclusier (80) (forte pente, xéricité prononcée, mobilité conservée par l'érosion, texture grossière de la roche...) répondent aux conditions pré-citées et semblent avoir acquis une certaine stabilité dynamique.

Selon ce même auteur "les espèces endémiques semblent devoir être de jeunes taxa en cours de spéciation et non pas des espèces reliques" ; c'est pourquoi nous pensons qu'il serait intéressant de procéder à l'étude génétique de certains individus retrouvés dans les carrières : certains *Leontodon* de Faucouzy (02), quelques *Hieracium* du groupe *maculatum* de Faucouzy (02) et Eclusier (80) etc.

D'ores et déjà, insistons sur l'existence de conditions écologiques très particulières au niveau de certains éboulis "secondaires" susceptibles de réaliser une sélection spécifique et de générer, sinon des espèces endémiques, des accommodats pour le moins troublants.

La seconde idée émise est de considérer les éboulis des anciennes carrières comme des biotopes de substitution pouvant servir de refuges aux véritables endémiques, parfois géographiquement proches. En effet ces espèces sont souvent menacées dans leur milieu d'origine, du fait de leur faible pouvoir concurrentiel et de

* Le terme "micro-endémique" est parfois appliqué pour des taxons de rang infra-spécifique (cf.[44]).

la colonisation herbacée et ligneuse qui finit par triompher en l'absence de régulateur trophique ou d'intervention humaine. La gestion conservatoire des formations éboulées est particulièrement difficile, d'où la nécessité de trouver une solution de rechange comme celle des biotopes de substitution, pour sauvegarder ces joyaux de notre patrimoine floristique.

1.1.3. Refuges et biotopes de substitution

1.1.3.1 Cas des messicoles

L'emploi massif des engrais et des herbicides dans les cultures, a provoqué de profondes mutations au niveau de la flore messicole ; les authentiques calcicoles ont considérablement régressé au profit des espèces rudérales et nitrophiles.

Bon nombre des espèces messicoles qui égayaient autrefois les champs de blé, sont aujourd'hui en voie de disparition ou devenues très rares ; pourtant lors de nos prospections dans les anciennes carrières de phosphates, nous avons eu l'occasion de rencontrer un certain nombre d'espèces habituellement inféodées aux cultures céréalières : *Herniaria glabra* et *Vulpia myuros* à Hardivillers (60) ; *Fumaria vaillanti* à Faucouzy (02) ou encore *Filago pyramidata* qui est assez fréquent au niveau des pistes de moto-cross et *Teucrium botrys*, largement répandu sur de nombreux éboulis. Ces derniers sont d'ailleurs les plus concernés en tant que "milieux de substitution" capables d'accueillir certaines messicoles, ce qui peu s'expliquer par l'analogie entre les conditions écologiques offertes par les deux types de biotope ; il s'agit en effet, dans les deux cas, de milieux ouverts d'origine anthropique et de sols perméables calcaires assez fortement insolés. Selon J.R. WATTEZ [46], cette infiltration de messicoles dans les groupements calcicoles initiaux de la Picardie peut s'expliquer par les conditions climatiques qui ne permettent qu'à peu d'espèces des *THLASPIETALIA* de coloniser les éboulis picards et qui laissent alors la place libre "pour que des espèces proches d'un point de vue systématique, des caractéristiques du *LEONTODONTION HYOSEROIDIS* ou commensales des cultures (lesquelles jouxtent bien souvent les carrières) puissent s'implanter sur le substrat crayeux mis à nu."

Mais si les carrières de craie s'imposent aujourd'hui comme de véritables réservoirs de la flore messicole calcicole, il faut faire remarquer à la suite de J.M. ROYER [43] et J. DUVIGNEAUD [17], que le biotope originel des messicoles pourrait se situer au niveau de certains milieux ouverts, comme les éboulis, à partir desquels,

elles auraient essaimé dans les moissons au fur et à mesure de l'extension des cultures à l'époque préhistorique ; elles s'y seraient maintenues jusqu'à ce que l'usage récent des herbicides et des engrais les fassent régresser, voire disparaître. Ce "nouveau rôle" des anciennes carrières de craie, et *a fortiori* de craies phosphatées, est loin d'être négligeable et du fait de leur position fréquente d'"îlot de verdure" au milieu du paysage de champs-ouverts, ces carrières sont des refuges botaniques à sauvegarder absolument.

1.1.3.2 Cas de thérophytes de grèves alluviales

Nous avons insisté à plusieurs reprises sur l'importance de la topographie des anciennes carrières de phosphates, sur la diversité des biotopes que ces dernières offrent à la végétation recolonisatrice ; ainsi, le fond de carrière est généralement un milieu relativement humide, du fait de l'accumulation des eaux de ruissellement après les périodes de pluies. Ces conditions édaphiques et orographiques particulières font que la dégradation physico-chimique de la roche mère est plus accentuée à ce niveau, la craie devenant rapidement plus fine, plus marneuse et formant un régosol assez compact. Ces conditions sont parfois plus marquées encore, lorsqu'il existe une activité telle que le moto-cross, le passage répété des véhicules créant de véritables couloirs d'érosion au niveau du fond de carrière, mais également sur les pentes et les plateaux. La micro-topographie ainsi créée se surajoutant à la méso-topographie locale, il apparaît de nouveaux facteurs environnementaux, le sol squelettique tassé, donc plus rétentif en eau, en étant la principale caractéristique.

A partir de là il n'est pas étonnant de voir s'y installer des espèces végétales habituellement inféodées aux grèves alluviales, telles que *Sisymbrium supinum* à Faucouzy (02), *Gnaphalium uliginosum* et *Centaureum pulchellum* à Faucouzy (02) et Hardivillers (60) ; une fois de plus, les conditions écologiques entre le fond des carrières d'une part et les grèves alluviales d'autre part, sont similaires ; il s'agit dans les deux cas de milieux ouverts, relativement meubles mais tassés, et méso-hygrophiles. Le rôle des anciennes carrières de phosphates en tant que milieu de substitution pour les espèces thérophytiques des grèves alluviales, apparaît dès lors essentiel lorsque l'on connaît la considérable raréfaction de ces espèces, dans les grandes vallées du Nord de la France.

Une place à part est à réserver à *Sisymbrium supinum*, qui est largement représenté à Faucouzy (02) où il forme une vaste colonie de plusieurs centaines d'individus dans la partie la plus récemment abandonnée de l'ancienne carrière de

phosphates - là où une extraction de craie non phosphatée intervient de façon périodique et irrégulière - ; le cas de cette petite Crucifère légalement protégée en Picardie a été particulièrement bien étudié par A. LAWALREE [35]. Selon cet auteur, il s'agit d'une plante strictement calcicole, qui présente des caractères de plante ornithochore, son aire de répartition se superposant souvent aux aires dans lesquelles s'inscrivent les voies de migration de nombreux oiseaux ; ce sont " l'endiguage et le curage des eaux courantes ou stagnantes, les transformations de leurs alentours, les aménagements de vallées, les drainages qui sont en grande partie responsables de la raréfaction de *S. supinum* " ; les observations ultérieures semblaient confirmer la raréfaction de cette espèce ce qui a conduit à son inscription sur la liste des espèces végétales protégées dans la région de Picardie (1989) ; toutefois des observations récentes (J. DUVIGNEAUD et C. WORMS [20] ; J.R. WATTEZ [47]...) semblent montrer que "cette espèce, souvent considérée comme en nette régression en France, possède au contraire une large distribution". Mais au-delà de la discussion quant au degré de rareté spécifique de *Sisymbrium supinum*, c'est plutôt le biotope que cette espèce recherche qu'il convient de remarquer ; en effet, toutes les observations récentes - la nôtre ne faisant pas exception - confirment sa présence sur des versants crayeux, des chemins crayeux, des chemins agricoles, en bordure des friches sur des parkings pour engins motorisés et dans d'anciennes carrières de craie !

Dans tous les cas, il s'agit de milieux ouverts où la roche mère a été récemment mise à nu ou est régulièrement décapée ; de plus le sol est à chaque fois relativement compact et il existe toujours une micro-topographie artificielle, permettant d'expliquer une certaine méso-hygrophilie au sein même d'un milieu sec par définition. Plutôt qu'une adaptation de cette espèce des grèves alluviales aux conditions xéro-thermophiles offertes par les "nouveaux" biotopes où elle est désormais observée, il serait plus judicieux de parler d'un "mimétisme" de ces biotopes vis à vis du biotope originel, sous l'action de facteurs anthropogènes, impliquant à chaque fois le décapage d'une roche mère crayeuse et la création de zones où les eaux météoriques s'accumulent ou circulent préférentiellement. Dans ce cas, on parlera des anciennes carrières en tant que milieux de substitution, plutôt que comme refuges ou réservoirs, puisque nous sommes en présence d'un "pseudo-biotope originel", ce dernier étant une copie artificielle du biotope authentique.

Si *Sisymbrium supinum* a aujourd'hui quasiment disparu des grèves alluviales, il semble que ceci soit dû à la grande raréfaction de ces milieux très particuliers plutôt qu'à une extinction de l'espèce elle-même.

Ces observations confirment la nécessité d'une protection efficace des anciennes carrières de phosphates -notamment celle de Faucouzy (02)- et d'une gestion conservatoire des biotopes de substitution que l'on y rencontre ; comme les stations de *S. supinum* se trouvent sur des chemins agricoles ou militaires, ceux-ci sont difficilement protégeables. Mais au-delà de *S. supinum*, c'est l'ensemble des thérophytes de grèves alluviales, qu'il faut considérer, car toutes les espèces de cette flore originale sont désormais menacées de disparition dans notre région.

1.1.3.3 Cas des Orchidées

Réserveons une place à part à la famille des Orchidacées, fleurs mythiques, évoquant chez le profane les contrées lointaines et exotiques, mais qui sont avant tout, le symbole des "larris" picards, et le garant de la richesse floristique de ces pelouses calcaires secondaires autrefois parcourues par les moutons ; qu'en est-il des pelouses tertiaires qui occupent parfois les anciennes carrières de phosphates ? Ce sont au total 15 espèces d'Orchidées qui ont été recensées dans ces sites ; quatre d'entre-elles sont particulièrement riches : Faucouzy (02) avec 14 espèces ; Hardivillers (60) avec 8 espèces ; Croix-Fonsommes (02) avec 7 espèces et Eclusier (80) avec 6 espèces.

La liste des espèces observées est la suivante :

Anacamptis pyramidalis	Orchis purpurea
Cephalanthera damasonium	Orchis militaris
Dactylorhiza fuchsii	Ophrys insectifera
Epipactis helleborine	Ophrys apifera
Epipactis atropurpurea	Ophrys fuciflora
Gymnadenia conopsea s.l.	Platanthera chloranta
Listera ovata	Platanthera bifolia
Himantoglossum hircinum	

A noter que parmi ces espèces, *Listera ovata* et *Epipactis helleborine* ne sont pas d'authentiques Orchidées des coteaux calcaires, mais préfèrent les sous-bois de niveau trophique souvent assez élevé, ce qui explique leur faible degré de rareté.

La gestion agro-pastorale dont ont bénéficié les pelouses des anciennes carrières de Faucouzy (02) et d'Hardivillers (60) après la cessation de l'exploitation

de la craie, n'est certainement pas étrangère à la richesse floristique de ces deux sites remarquables. Etant donnée la considérable raréfaction des Orchidées dans le nord de la France -7 espèces ont déjà disparu depuis le début du siècle- cette richesse accentue encore l'importance des anciennes carrières de phosphates en tant que réservoirs phytogénétiques et plaide en faveur de leur sauvegarde.

1.1.3.4. Les plantes protégées dans les anciennes carrières de phosphates [49]

Peu d'espèces bénéficiant d'une protection légale sur le plan régional ont été recensées :

- *Sesleria coerulea* à Eclusier (80) où elle forme de vastes peuplements. Le cas de cette Graminée sub-montagnarde est un peu particulier, puisqu'elle existait déjà *in situ*, avant l'exploitation des matériaux phosphatés qui s'est faite par extraction directe dans le flanc gauche de la vallée de la Somme. La Séslière n'est donc pas à proprement parler, une plante issue de la recolonisation des anciennes carrières, mais une espèce pré-existante qui a pu se rétablir après l'abandon des activités, en essaimant à partir des bribes de pelouses demeurées intactes à proximité. Cette recolonisation sur le flanc de vallée paraît bloquée dans ses premières étapes, car les éboulis se maintiennent grâce à l'instabilité de la pierraille ce qui facilite le maintien de *Sesleria coerulea*.

- *Inula salicina* à Faucouzy (02) ; cette espèce continentale inféodée aux lisières forestières se situe en position d'ourlet thermophile, formant une vaste station de plusieurs centaines d'individus. Ceux-ci ne sont probablement que des clones d'un même parent initial.

- *Sisymbrium supinum* à Faucouzy (02) ; son cas a été évoqué précédemment (cf. III.1.1.3.2.).

D'autre part, aucune plante protégée sur le plan national n'a été retrouvée ; mais il faut rappeler que seules 22 espèces présentes en Picardie bénéficient d'une telle protection, dont 3 seulement auraient pû être rencontrées dans de tels milieux. De même, sur les 119 espèces protégées régionalement, à peine une trentaine d'entre-elles étaient susceptibles d'habiter les anciennes carrières de phosphates.

Par conséquent, si le nombre d'espèces légalement protégées rencontré dans les anciennes carrières est faible, il ne doit pas occulter la grande richesse floristique de ces sites originaux, en particulier à Hardivillers (60) où se trouvent *Linum tenuifolium* et *Melittis melissophyllum* et à Orville (62) où survit *Lathyrus nissolia* ; les listes des espèces protégées sont de toute façon limitatives et comportent de nombreuses lacunes...

1.2. Intérêt paysager

1.2.1. Paysages agro-pastoraux relictuels

La plupart des carrières de phosphates du nord de la France sont abandonnées depuis plus de trois-quarts de siècle ; pour certaines d'entre-elles, comme par exemple celles de Faucouzy (02) et d'Hardivillers (60), dans les années qui suivirent la cessation de l'exploitation, des bergers firent parcourir les fonds de carrières par leur troupeau.

Cette pratique agro-pastorale, a sans nul doute orienté la dynamique de la végétation vers les pelouses calcaires plutôt que vers les friches, la compétition entre ces deux types de formation végétale étant classique lors du processus de recolonisation d'un milieu anthropogène. Sur de tels sites, les groupements végétaux rencontrés ont donc un déterminisme anthropozoogène, puisqu'ils sont issus du pâturage extensif traditionnellement mis en oeuvre au travers de la "Trinité" de J. DUVIGNEAUD [18] sur laquelle nous reviendrons dans un chapitre ultérieur (cf. III. 3.1.2.).

Aujourd'hui les troupeaux d'ovins et de caprins ont disparu des pelouses calcaires, *a fortiori* des anciennes carrières de phosphates et les paysages de végétation rase liés au pâturage extensif se sont considérablement modifiés avec l'arrivée massive des Graminées sociales et des espèces d'ourlets qui contribuent à la densification du tapis végétal, bientôt menacé par la colonisation forestière. Cependant cette évolution progressive se fera plus ou moins rapidement en fonction du contexte écologique local ; à la faveur de facteurs particuliers, des étendues plus ou moins importantes d'authentiques pelouses calcaires peuvent se maintenir dans un état "métastable". Ces parcelles sont alors de véritables témoins des pratiques agro-pastorales d'autrefois et comportent une végétation typique de "l'après-pâturage" avec une très grande richesse floristique. Dans de tels cas, le facteur cuniculigène est souvent essentiel à la conservation de ces paysages agro-pastoraux relictuels, ou tout au moins au ralentissement de la dynamique végétale.

Si à Hardivillers (60) les pelouses des **FESTUCO-BROMETEA** issues du pâturage extensif sont encore bien représentées, à Faucouzy (02) elles sont en

revanche très menacées par l'extention des halliers de *Cornus sanguinea* que le lapin n'arrive plus à limiter ; si une politique conservatoire n'est pas rapidement mise en œuvre sur ce site, les dernières parcelles de paysage agro-pastoral pourraient prochainement disparaître.

1.2.2. Valeur récréative

Quel promeneur, qui, parcourant l'étendue des anciennes carrières de phosphates, ne sera pas envahi d'une étrange sensation de calme et de sérénité ? Quel que soit la saison, le spectacle de la nature est permanent ; si durant l'hiver c'est un paysage fantôme et désertique qui domine, c'est pour mieux révéler toute sa splendeur, au printemps suivant, lorsque fleuriront les aubépines et les viornes. A partir du mois de mai et jusqu'au début d'octobre, les mosaïques de couleurs se succéderont à la cadence de l'été ; tout en contemplant les vastes éboulis teintés de rose par *Teucrium botrys* et *Galeopsis angustifolia* où se dressent les inflorescences bleues d'*Echium vulgare* ou jaunes de *Picris hieracioides*, le flâneur marchera d'un pas délicat sur les pelouses tâchées de jaune par *Anthyllis vulneraria*, de bleu par *Veronica teucrium* ou de rose par *Teucrium chamaedrys* et dominés par les épis colorés des Orchidées ou par les délicates clochettes des campanules. Ce petit monde haut en couleurs, l'est tout autant en parfums, lorsque l'enivrement des tapis de thym et d'origan pousseront le promeneur à s'enfoncer dans la "steppe" où il zig-zagera entre différents *Cornus sanguinea* au tronc torturé dont l'écorce crevassée est recouverte d'un manteau de lichens épiphytes ; il foulera les hautes herbes jaunies par la sécheresse estivale, sous le charme des chants de grillons et autres criquets. Etrange atmosphère encore, au moment où, quittant ces milieux trop ensoleillés, le marcheur ira chercher un peu de fraîcheur dans la hêtraie calcicole, là où la lumière tamisée crée une ambiance à la fois étrange et envoûtante et où à chaque instant la sylve risque de se refermer sur lui... Si à l'automne, seules quelques centaurees ou euphraises égaient encore le tapis végétal de leurs pâles fleurs, c'est toute la végétation qui s'enflamme, le paysage bariolé disparaissant dans le rouge flamboyant des fourrés de cornouillers sanguins, avant de mourir l'hiver revenu, pour mieux renaître de ses cendres au printemps suivant. La nature et la vie ne sont qu'un éternel recommencement...

La physionomie si originale de ces oasis sauvages subsistant au milieu de "l'openfield", comme un défi à l'agriculture intensive qui sévit dans notre région, confère une véritable valeur récréative aux anciennes carrières de phosphates, éléments inestimables de notre patrimoine naturel. Ces milieux sont-ils inscrits dans les programmes de sylvathérapie, tant à la mode avec le retour actuel à la nature ?

1.3. Intérêts économiques

1.3.1 Pâturages et prairies de fauche

L'utilisation des pelouses tertiaires issues de la recolonisation des anciennes carrières de phosphates comme pâturages est actuellement en nette régression ; pourtant le bilan énergétique de ces formations herbacées est loin d'être négligeable, d'autant plus que l'énergie solaire suffit à la croissance des végétaux et rend inutile l'épandage d'engrais. Mais davantage que la non viabilité économique de ces pâtures particulières, c'est le déclin de l'élevage - d'abord de l'élevage ovin, puis désormais, de l'élevage bovin - qui est à l'origine de cette régression, car il reste maintenant cantonné dans les prairies grasses clôturées des vallées et des régions bocagères (Thiérache, Bray...).

Les sites de Faucouzy (02) et d'Hardivillers (60) ont autrefois accueilli des troupeaux de moutons ; à l'heure actuelle, les prairies des anciennes carrières d'Haravesnes (62), de Marcheville (80), de Bouchavesnes (80), de Ribemont-sur-Ancre (80) et d'Hargicourt (02) sont encore parcourues par des troupeaux de bovins, mais il s'agit presque toujours d'un pâturage intensif. A Orville (62), demeure encore un pâturage extensif et mixte, assuré par des bovins et des chevaux.

Les prairies de faûche sont encore plus rares dans les anciennes carrières et sont toujours irrégulièrement exploitées ; seule une partie des pelouses d'Hardivillers (60) semble avoir subi une telle exploitation jusqu'à une date récente. Ailleurs, le fauchage est toujours un complément du pâturage ou est utilisé pour dégager des passages et ménager l'accessibilité des sites.

Les deux pratiques agro-pastorales que sont le pâturage et le fauchage sont en nette régression et lorsqu'elles subsistent, ne correspondent plus vraiment à une gestion écologique des milieux naturels, mais à une exploitation intensive destinée à obtenir la plus grande rentabilité possible.

1.3.2 Réserves de chasse

Nous avons déjà souligné le fait que les anciennes carrières de phosphates du nord de la France constituent le plus souvent, des îlots de verdure au milieu des vastes cultures céréalières et betteravières. Dès lors, celles-ci deviennent une opportunité pour de nombreux animaux qui viennent s'y réfugier : réserve de nourriture pour certains, lieu de nidification ou simple reposoir pour d'autres, c'est tout un

écosystème qui s'établit, avec toutes les relations interspécifiques et trophiques que cela implique. Si l'homme - et en particulier l'agriculteur - se plaint de ce réservoir d'animaux "nuisibles", il aime cependant conserver ces zones sauvages, non pas pour sa valeur écologique, mais pour sa valeur en tant que réservoir de gibier (lapins et chevreuils principalement). Davantage qu'un réel intérêt économique, c'est pour un "loisir" largement répandu, que ces milieux seront conservés, celui de la chasse. Mais il faut ajouter que les intérêts du chasseur, qui souhaite voir se reboiser de tels sites, est souvent contraire à une gestion rationnelle et conservatoire du milieu naturel. La quasi totalité des anciennes carrières visitées font partie de territoires de chasse.

1.3.3 Gisements de craie

Même si les gisements de phosphates sont, dans la plupart des cas, épuisés, l'homme exploite encore, çà et là, la craie blanche sénonienne, dont il se sert comme amendement dans les champs voisins, ou comme remblais dans les chemins de terre. On peut donc encore rencontrer un front de taille régulièrement rajeuni, comme à Faucouzy (02), dont l'impact sur le milieu naturel semble plutôt bénéfique, lorsque cette activité demeure raisonnable et périodique.

A Beauval (80) et sur le plateau d'Eclusier (80) où les gisements de phosphates ne sont pas complètement épuisés, il demeure une exploitation "industrielle" de la craie, agrandissant continuellement les fronts de taille et détruisant une grande partie de la végétation ; dans l'état actuel des choses, le milieu est dépourvu d'intérêt, mais ces sites seront intéressants à suivre lorsque cessera définitivement l'exploitation massive des matériaux calcaires.

Remarque : A Hem-Monacu (80), le propriétaire de l'ancienne carrière de phosphates a trouvé une "reconversion" intéressante et originale pour ce site, en y installant des ruches ; il est vrai que la plupart des arbustes impliqués dans la recolonisation du milieu, sont des espèces mellifères (*Crataegus monogyna*, *Salix caprea*, *Rosa* spp, *Viburnum lantana* etc.).

2 MENACES SUR LA BIODIVERSITÉ VÉGÉTALE DES ANCIENNES CARRIÈRES DE PHOSPHATES

2.1 Conséquences sur la végétation de l'abandon de la forme traditionnelle d'exploitation

2.1.1 Evolution progressive des éboulis

L'étape déterminante dans la série dynamique de la végétation des éboulis est celle de la stabilisation de ces derniers ; ce phénomène, qui aboutit à une disparition progressive, mais totale, des espèces des *THLASPIETEA ROTUNDIFOLII*, résulte de la conjonction de deux facteurs :

- d'une part la stabilisation de l'éboulis sous l'action physico-chimique de l'érosion (alternance gel-dégel et dissolution par les eaux météoriques), les particules de craie devenant de plus en plus fines et prenant une texture plus marneuse en surface, d'où une formation de moins en moins mobile ;

- d'autre part la colonisation de l'éboulis par les végétaux, qui ont tendance à former une couverture plus ou moins fermée, accélérant le processus de passage d'un régosol à une rendzine, et terminant ainsi la fixation des formations éboulées.

L'évolution de la végétation est rapide dès lors que la fixation de l'éboulis est assurée, et peut, selon DUVIGNEAUD et MOUZE [17], prendre deux voies distinctes :

- tout d'abord l'envahissement de l'éboulis fixé par les espèces des pelouses calcaires - ces dernières étant fréquemment en contact avec les formations éboulées - qui contribuent à la fermeture du tapis végétal, notamment les Graminées sociales telles que *Bromus erectus*, *Festuca lemanii* ou pire encore, *Brachypodium pinnatum* qui traduit une ourlification directe de la végétation. Cette invasion provoque la disparition des thérophytes pionniers caractéristiques des éboulis mobiles (*Galeopsis angustifolia*, *Linaria supina*, *Teucrium botrys* etc.) au profit des hémicryptophytes vivaces des pelouses (*Bromus erectus*, *Anthyllis vulneraria*, *Avenula pubescens*, *Briza media* etc.) ou des ourlets (*Brachypodium pinnatum*, *Solidago virgaurea*, *Agrimonia eupatoria*, *Carex flacca* etc.). Cette voie dynamique aboutit au remplacement d'une végétation clairsemée d'éboulis mobile par une végétation fermée de pelouse de pente -pelouse au sens strict ou pelouse ourlifiée - ; ce n'est qu'au niveau des ouvertures dans le tapis végétal que pourront subsister les thérophytes les plus robustes (*Thlaspi perfoliatum*, *Catapodium rigidum*...). Toutefois la concurrence des Bryophytes y sera

rude (*Pseudoscleropodium purum*, *Abietinella abietina* s.l., *Camptothecium lutescens*...).

• Dans certains cas, il peut y avoir d'emblée colonisation de l'éboulis fixé - ou en cours de fixation - par les buissons ligneux de *Cornus sanguinea*, *Salix caprea* ou *Crataegus monogyna*. Ce phénomène se produit le plus souvent de manière ascendante, à partir des fourrés sous-jacents, la nature colluvionnaire de la partie inférieure des éboulis (sol stable et riche en particules fines) facilitant l'installation des premiers arbustes. Ces derniers créent de nouvelles conditions écologiques, avec notamment modification du phytoclimat et apparition d'un ombrage important favorable au développement de la strate muscinale (*Hypnum cupressiforme*, *Eurhynchium* spp., *Brachythecium rutabulum*, *Thamnobryum alopecurum*...) et à l'implantation de nouveaux ligneux. Cette autre voie dynamique assure donc le passage d'une végétation d'éboulis à une végétation de manteau - on pourrait parler de "manteau sur éboulis"- caractérisée par la présence de ligneux et par la régression des plantes héliophiles au profit des plantes de sous-bois (*Primula elatior*, *Vinca minor*, *Adoxa noschateolina*...).

2.1.2 Boisement spontané des pelouses

La principale cause de disparition des pelouses calcaires prises au sens large - pelouses authentiques et pelouses ourlifiées - est la colonisation par les plantes ligneuses qui finissent par former des fourrés arbustifs, annonçant l'arrivée plus ou moins rapide des groupements forestiers et l'évolution progressive vers le climax. Les processus du boisement spontané des pelouses ont été étudiés par C. BOCK [3] qui rappelle que l'événement initial est l'arrivée des diaspores *in situ* grâce à différents mécanismes d'importation (anémochorie, ornithochorie etc.) suivie de leur germination ; la survie des plantules devra bénéficier de facteurs locaux, comme les dénudations ponctuelles (ex : grattis de lapin), la croissance et le maintien des ligneux. Il faut noter que le boisement d'une pelouse dépend du type de celle-ci, et que les processus seront sensiblement différents selon qu'il s'agit d'une pelouse de fond de carrière - très sensible au boisement spontané -, d'une pelouse de pente - se boisant souvent par progression centripète de la forêt lorsque celle-ci est contiguë aux formations pelousaires - ou encore d'une pelouse de plateau - se boisant plus difficilement du fait de la xéricité de ces formations.

Une fois le processus enclenché, les ligneux prennent de l'importance d'année en année et modifient les facteurs climatiques locaux ; on assiste alors à une diminution de la luminosité et de l'insolation, à une augmentation de l'humidité relative

et à une atténuation de la variabilité mésologique. Sous l'effet de ces modifications phyto-climatiques et de l'apport de plus en plus massif de litière, le sol se transforme peu à peu par brunification de la rendzine initiale et devient un véritable sol brun forestier.

Le boisement spontané est certainement la principale menace qui pèse sur les pelouses des anciennes carrières de phosphates ; à Faucouzy (02), bon nombre d'entre-elles sont actuellement "recouvertes" par *Cornus sanguinea* qui forme un manteau en nappe ou hallier, faisant régresser fortement les groupements pelousaires.

2.2 Fertilisation des pelouses et eutrophisation des éboulis

La fertilisation d'un milieu se définit comme l'enrichissement artificiel - et souvent d'origine anthropique - du substrat en sels minéraux et en molécules organiques ; l'apport excessif d'éléments nutritifs, et en particulier de phosphates et de nitrates, provoquant l'eutrophisation du milieu, c'est-à-dire l'augmentation induite de son niveau trophique.

Cette fertilisation peut être directe et voulue, par amendement massif des pelouses en vue de leur transformation en prairies grasses, de fauche ou de pâturage ; dans ce dernier cas, comme il s'agit souvent d'un pâturage intensif, l'eutrophisation est encore accrue avec le stationnement prolongé de fortes concentrations de bétail ; la masse importante de déjections relarguée sur le milieu entraîne une dégradation de la végétation suite au surpâturage qui vient s'ajouter.

Le plus souvent, l'enrichissement du milieu sera beaucoup plus insidieux et indirect ; en effet, les anciennes carrières de phosphates étant souvent entourées de champs et se situant en contrebas de ceux-ci, elles ne peuvent être en meilleure position pour recueillir les eaux de ruissellement après chaque pluie. Lorsque l'on connaît l'apport excessif d'engrais agricoles dans les plaines picardes, on imagine aisément l'impact de ces eaux de lessivage chargées en éléments nutritifs, qui viennent s'accumuler dans les fonds de carrières, et qui imprègnent au passage la roche crayeuse, poreuse de nature.

Dès lors on peut se demander si la craie des anciennes carrières de phosphates n'est pas d'autant plus sensible à ce phénomène qu'elle est déjà, au départ, naturellement plus riche en phosphates que la craie blanche classique ; il semble que "l'eutrophisation naturelle" de ces milieux soit négligeable, car la majeure partie des phosphates existe sous forme insoluble et donc non assimilable par la plante (cf. I.1.2.2) ; d'ailleurs la composition d'une pelouse non eutrophisée, établie dans une ancienne carrière de phosphate, n'est pas significativement différente de celle d'une pelouse se développant sur craie blanche, tout au moins en ce qui concerne les plantes dites "gourmandes".

Lorsqu'elle est due à des modifications profondes de la composition chimique du substrat, l'eutrophisation d'un milieu entraîne une altération considérable de la richesse floristique de ce milieu. V. BOULLET et JR. WATTEZ [6] ont étudié l'impact de la fertilisation des milieux calcaricoles xéro-thermophiles : "on observe une forte régression de la flore calcicole typique au profit des plantes de friches, tel que la fromental. Ultérieurement, cette évolution régressive se poursuit par l'implantation d'espèces à proprement parler nitratophiles (liseron des champs, gratteron, ronces, orties...) qui achèvent d'éliminer les caractéristiques des **FESTUCO-BROMETEA**".

La dégradation des groupements végétaux calcaricoles est graduelle et proportionnelle à l'élévation du niveau trophique du milieu ; il semble que l'on puisse établir la hiérarchie suivante,

- Pelouses oligotrophes caractéristiques du MESOBROMION (ex : pelouse de l'**Avenulo-Festucetum lemanii**) ;

- Pelouses oligo-mésotrophes enrichies en espèces prairiales (*Trisetum flavescens*, *Phleum pratense*, *Arrhenatherum elatius*, *Poa trivialis*, *Holcus lanatus*, *Lathyrus pratensis*...) et de ce fait plus ou moins ourlifiées ; elles pourront être incluses tantôt dans le MESOBROMION, tantôt dans le TRIFOLION MEDII (ex : ourlet du **Centaureo-Origanetum**) ;

- Prairies mésotrophes de l'ARRHENATHERION ELATIORIS où subsistent quelques relictuelles pelousaires (*Linum catharticum*, *Leontodon hispidus*, *Sanguisorba minor*...) ; (ex : prairie du **Galio-Trifolietum**) ;

- Prairies méso-eutrophes enrichies en espèces nitrophiles (*Cirsium arvense*, *Cirsium vulgare*, *Urtica dioica*...) rattachables au RUMICI-CYNOSURION (ex : prairie du **Lolio-Cynosuretum**) ;

• Friches eutrophes de l'ARCTION LAPPAE, dominées par les espèces rudérales ; le relevé qui suit, effectué sur un plateau interne de l'ancienne exploitation de phosphates du plateau d'Eclusiers (80), en est l'exemple type :

A = 10 m² R = 100 %

Arrhenatherum elatius	3	Elymus repens	+
Dactylis glomerata	3	Poa pratensis	+
Cirsium arvense	1	Anthriscus sylvestris	+
Rumex obtusifolius	1	Fragaria vesca	+
Urtica dioïca	1	Hypericum perforatum	+
Cirsium vulgare	+	Artemisia vulgaris	r
Galium aparine	+	Vicia cracca	r
Heracleum sphondylium	+		
Rubus sp	+		
Epilobium hirsutum	+		
Daucus carota	+		

On peut rattacher cette friche à l'**Heracleo sphondylii-Rumicetum obtusifolii** de Foucault 84 ;

• Friches hyper-eutrophes, souvent rattachables à l'AEGOPODION PODAGRARIAE, dans lesquelles finissent par ne subsister que les espèces les plus résistantes, ce qui donne lieu à des faciès paucispécifiques. Un exemple extrême est celui du fond de carrière de l'ancienne carrière de Templeux-le-Guérard (80), qui a été momentanément reconverti en bassin de décantation peu après son abandon ; ce bassin recueillait les eaux ayant servi au traitement des phosphates (transformation en superphosphates) dans une usine voisine, d'où l'intense eutrophisation du milieu. Celle-ci se traduit par l'occupation du fond de carrière par un "océan" d'orties (*Urtica dioïca*), dans lequel peu d'espèces trouvent encore une place. Au niveau des marges de celui-ci, on retrouve une très relative diversité, comme en témoigne le relevé ci-dessous :

A = 20m2

R = 100 %

<i>Urtica dioïca</i>	4	<i>Origanum vulgare</i>	+
<i>Ranunculus repens</i>	2	<i>Lotus corniculatus</i>	+
<i>Myosotis arvensis</i>	1	<i>Rubus sp</i>	+
<i>Cirsium vulgare</i>	1	<i>Achillea millefolium</i>	r
<i>Artemisia vulgaris</i>	1	<i>Senecio jacobaea</i>	r
<i>Clematis vitalba</i>	1	<i>Daucus carota</i>	r
<i>Arrhenatherum elatius</i>	1	<i>Reseda lutea</i>	r
<i>Heracleum sphondylium</i>	+	<i>Epilobium hirsutum</i>	r
<i>Rumex crispus</i>	+		
<i>Epilobium parviflorum</i>	+		

On peut assimiler celui-ci à un faciès à *Urtica dioïca* de l'**Heracleo sphondylii-Rumicetum obtusifolii** témoignant d'une dégradation de celui-ci ; on remarquera toutefois une certaine ressemblance avec l'**Urtico dioïcae-Cruciatetum laevipedis Dierschke 73**.

L'eutrophisation par fertilisation des pelouses et des prairies est certainement l'aspect le plus dramatique de l'anthropisation des groupements végétaux des anciennes carrières de phosphates, car, comme l'ont déjà observé BOULLET et WATTEZ [6], "cet apport nutritif modifie profondément le caractère dystrophe calcique du sol" et les moyens de lutte sont quasi-inexistants. La dégradation de la végétation qui en résulte est de surcroît plus ou moins irréversible.

2.3 Boisement artificiel ; enrésinement

Si le boisement spontané des pelouses constitue une réelle menace pour la richesse floristique des groupements végétaux peuplant les anciennes carrières (cf. 2.1.2) la mise en place dans ces dernières de plantations d'essences arborescentes introduites telles que des peupliers ou des résineux, engendre une destruction rapide et totale des groupements végétaux originels. Ce boisement artificiel est d'emblée massif ce qui entraîne une modification brutale du phytoclimat, qui peut alors prendre plusieurs voies selon l'essence implantée.

Les résineux - principalement *Pinus nigra ssp nigra*, le Pin noir d'Autriche, particulièrement attaché aux sols calcaires - sont des espèces héliophiles s'adaptant bien aux milieux secs, habituellement hostiles aux essences ligneuses spontanées ;

BOCK [3] a étudié l'impact de l'enrésinement d'une pelouse calcaricole, qui se traduit par "une acidification superficielle due à la persistance de la litière". Par ailleurs "l'effet désastreux des résineux sur calcaire tient davantage à leur action sur les facteurs hydriques et photiques, qui conduit à la destruction de la flore héliophile spontanée. Ils constituent le dangereux élément d'un pseudo-climax forestier". On pourra néanmoins objecter que cette pratique peut éventuellement avoir un effet positif s'il permet l'installation d'espèces humicoles telles que *Goodyera repens* ou *Monotropa hypopitys*.

De tels enrésinements ont été effectués en plusieurs sites :

- A Bouchavesnes-Bergen (80), on retrouve quelques vieux individus de Pins, témoignant d'un enrésinement ancien ; étant donné la faible densité de cette espèce, un groupement forestier calcicole typique a quand même pu se développer, d'autant plus qu'il est fort probable que des feuillus ont également été plantés à la même époque (notamment *Prunus avium*). Le relevé suivant a précisément été réalisé en ce site qui est soumis à un pâturage bovin intensif (d'où la nitrophilie des groupements herbacés).

A = 100 m²

A. R = 60 %

<i>Prunus avium</i>	3
<i>Pinus nigra</i> ssp <i>nigra</i>	2
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1
<i>Betula pendula</i>	i

a. R = 80 %

<i>Crateagus monogyna</i>	3
<i>Sambucus nigra</i>	2
<i>Prunus spinosa</i>	1
<i>Cornus sanguinea</i>	+
<i>Bryonia dioica</i>	+
<i>Ligustrum vulgare</i>	+
<i>Fraxinus excelsior</i>	+
<i>Clematis vitalba</i>	+
<i>Solanum dulcamara</i>	r

H. R = 60 %

<i>Urtica dioica</i>	2
<i>Geranium robertianum</i>	2
<i>Geum urbanum</i>	1
<i>Galium aparine</i>	1
<i>Lamium galeobdolon</i>	+ 2
<i>Poa nemoralis</i>	+
<i>Hedera helix</i>	+
<i>Ranunculus auricomus</i>	+
<i>Stachys sylvatica</i>	+
<i>Myosotis arvensis</i>	+
<i>Cirsium vulgare</i>	+
<i>Ranunculus bulbosus</i>	r

- A Seru (02), l'ancienne carrière a été récemment enrésinée massivement par des Epicéas (*Picea excelsa*) ; si, pour le moment, les modifications engendrées sont surtout une extension des espèces d'ourlets au détriment des espèces de pelouses, ainsi que l'apparition d'espèces de sous-bois (*Hedera helix* et *Stachys sylvatica*), dans les années à venir, nous devrions assister à une fermeture de la couverture arborescente et à l'acidification superficielle du sol, phénomènes décrits par BOCK [3]. D'ores et déjà la flore y est considérablement appauvrie.

- A Templeux-le-Guérard (80), l'ancienne carrière de phosphates a subi un enrésinement déjà ancien par des Pins et des Epicéas ; une partie de ce bois résineux a déjà été exploitée. L'état actuel de la strate herbacée est désastreux puisque seules quelques plantes banales ont pu se maintenir en sous-bois : *Fragaria vesca*, *Sanguisorba minor*, *Moehringia trinervia*, *Urtica dioïca*, *Stachys sylvatica* et autres *Geranium robertianum* ! Par contre la strate muscinée a pris une ampleur considérable avec de véritables coussinets de *Pseudoscleropodium purum*, *Hylocomium splendens*, *Rhytidiadelphus triquetrus* etc. et la présence fréquente de champignons tels que *Lactarius deliciosus*, *Hydnum repandum* etc.

Beaucoup plus surprenantes en revanche, sont les plantations de peupliers essences plutôt méso-hygrophiles, qui ont bien du mal à atteindre des conditions optimales pour leur croissance, au niveau de ces milieux secs que sont les anciennes carrières de phosphates. C'est à Templeux-le-Guérard (80) que nous avons rencontré des peupleraies, qui sont, il faut le reconnaître, bien moins vigoureuses que dans les vallées alluviales. En outre, ces essences introduites causent également des dégâts irréversibles dans les groupements calcicoles, par l'assèchement considérable du sol qu'ils provoquent et par la constitution d'une épaisse litière dont la décomposition rapide facilite le passage d'une rendzine à un sol brun fertile ; ce dernier accueillera de nouveaux éléments floristiques qui témoignent d'une dégradation du milieu , tels *Stachys sylvatica*, *Rubus* spp, *Galeopsis tetrahit*, *Galium aparine*, *Glechoma hederacea*, *Urtica dioïca*, *Cirsium vulgare* et tant d'autres ! Seules les espèces calcicoles les plus résistantes peuvent subsister localement, comme *Origanum vulgare*, *Agrimonia eupatoria* ou *Sanguisorba minor*.

2.4 Surpâturage

Les pelouses et les prairies qui sont aujourd'hui encore exploitées en qualité de pâturage, ne le sont plus à la manière d'autrefois ; les troupeaux de moutons, qui sont de plus en plus rares en Picardie, ont cédé la place à des animaux plus lourds - souvent des bovins - qui ne parcourent plus les pelouses, mais y stationnent durant un temps variable. Celles-ci sont scindées en parcelles clôturées, ce qui s'oppose au principe du pâturage extensif ; dès lors il n'est pas étonnant que les pelouses ayant subi une telle reconversion soient soumises au surpâturage.

Quand la surface mise en enclos conserve une certaine étendue, comme à Orville (62) où plus d'une quinzaine d'hectares constituent une seule et même pâture, la sédentarité du troupeau a peu de conséquences sur la végétation, le pâturage gardant un caractère extensif ; en revanche, dès que la superficie est restreinte (de moins d'un hectare à Ribemont-sur-Ancre (80) à quelques hectares à Hargicourt (02)), les prairies deviennent particulièrement sensibles au surpâturage.

La prairie surpâturée n'est jamais d'un bel aspect ; elle est physionomiquement dominée par de larges plages de végétation rase, où les inflorescences sont soit coupées, soit écrasées. Le sol est tassé, voire localement décapé du fait du piétinement des animaux. Les arbustes sont généralement absents de ce "désert végétal". Lorsque le troupeau prend l'habitude de se regrouper et de stationner de manière prolongée dans une même place, on assiste à une dénudation au moins partielle de la végétation, avec enrichissement local par les déjections, conduisant à l'apparition de zones "reposoirs".

En fait, l'altération des groupements végétaux par surpâturage sera proportionnelle à la charge du troupeau (nombre de têtes et poids de l'animal) et au temps de séjour de celui-ci et inversement proportionnelle à la surface de la pâture.

Plusieurs phénomènes concourent à cette dégradation et interviennent simultanément ;

- l'intensité du broutage ; lorsqu'il augmente, il entraîne la régression, voire la disparition des espèces fourragères (*Arrhenatherum elatius*, *Trisetum flavescens*, *Phleum pratense*, *Holcus lanatus*, *Poa pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium pratense*, *Anthyllis vulneraria*, *Hippocrepis comosa*, *Vicia cracca*, *Lathyrus pratensis*, *Pastinaca sativa* etc.)

- la sélectivité du pâturage qui varie avec l'animal brouteur; elle est d'autant plus marquée que le troupeau est important. Sont ainsi favorisées les grandes espèces épineuses (*Eryngium campestre*, *Cirsium eriophorum*...); les espèces toxiques (*Hypericum perforatum*, *Senecio jacobaea*, *Ranunculus acris*...) et les autres espèces rejetées.

- le tassement du sol sous le poids du bétail, faisant apparaître des espèces du LOLIO-PLANTAGINION (*Plantago major*, *Lolium perenne*, *Veronica serpyllifolia*..)

- le décapage local sous l'action du piétinement, qui favorise l'extension des espèces stolonifères (*Ajuga reptans*, *Ranunculus repens*, *Trifolium repens*...) et des hémicryptophytes en rosettes (*Primula veris*, *Bellis perennis*...)

- la charge en déjections qui concourt à l'eutrophisation du milieu, favorisant les espèces du RUMICI-CYNOSURION dans un premier temps (*Rumex obtusifolius*, *Rumex crispus*, *Cirsium arvense*...) et les authentiques nitratophytes des GALIO-URTICETEA dans un stade de dégradation ultime (*Cirsium vulgare*, *Urtica dioica*, *Galium aparine*...).

Ces différents phénomènes, s'ils interviennent simultanément sur le milieu, n'agissent pas forcément uniformément sur la végétation ; ainsi les pâtures rencontrées au cours de cette étude et qui ont été incluses dans le THYMO-CYNOSURION présentent plusieurs niveaux de dégradation, qui peuvent cohabiter sur un même site. On assiste alors à des passages locaux vers de nouveaux groupements que l'on peut rattacher aux prairies surpiétinées du LOLIO-PLANTAGINION ou aux prairies rudéralisées du RUMICI-CYNOSURION. Au niveau des zones décapées par le piétinement du bétail, les ouvertures du tapis végétal permettront l'installation provisoire de groupements thérophytiques pionniers, souvent pauvres et eutrophes ; c'est sur les surfaces des "reposoirs" que ces groupements seront le mieux développés, comme en témoigne le relevé ci-dessous effectué dans l'ancienne carrière de Bouchavesnes - Bergen (80) :

A = 10 m² R = 100 %
nombre total d'espèces : 5
thérophytes : 4

Th	Polygonum aviculare	5 5
Th	Matricharia discoidea	3 5
Th	Chenopodium album	1 1
Th	Capsella bursa-pastoris	+
Hc	Urtica dioica	+

Ce groupement peut être rattaché au **Polygono avicularis ssp microspermi - Matricarietum discoideae** (Sissingh 69) Tüxen 72 (Alliance du MATRICARIO - POLYGONION) étant donné sa nature thérophytique et son niveau trophique élevé.

Au total, si les conséquences floristiques et phytosociologiques du surpâturage sont moins dramatiques que celles entraînées par la fertilisation des prairies, elles n'en sont pas moins évidentes ; lorsque cette pratique ne s'accompagne pas d'une eutrophisation trop intense, les altérations occasionnées ne semblent pas irréversibles. L'abandon du pâturage dans les prairies des **VERONICO - CYNOSURENALIA** de Foucault 89, s'accompagne généralement d'un retour aux groupements prairiaux des **ARRHENATHERENALIA** de Foucault 89, au moins localement. Toutefois, l'impact du surpâturage n'est pas uniquement botanique (modification des groupements végétaux) mais aussi et surtout paysager (apparition d'un "désert végétal" d'où émergent de trop nombreux chardons !).

CAS PARTICULIER : LE "SURPÂTURAGE" CONIN

Nous avons déjà évoqué l'importance du facteur cuniculigène dans la gestion des pelouses calcaires (cf. I.3.1.2) ; une des menaces liée à la présence du lapin dans un milieu naturel est la dégradation de la végétation par "surpâturage" lorsqu'il existe une surpopulation locale de cet animal. Les effets sont différents de ceux exercés par les gros animaux domestiques, étant donné la différence de pression sur le milieu ; la sélection dans le broutage n'est pas la même (espèces refusées différentes), le tassement du sol et l'eutrophisation par les déjections sont négligeables, mais par contre les décapages locaux sous l'influence des grattis et des coulées sont plus fréquents.

Les altérations des groupements végétaux se traduisent d'abord par un appauvrissement floristique global accompagné d'une extension des espèces rejetées (*Origanum vulgare*, *Hieracium pilosella*, *Helianthemum nummularium* etc.), conduisant à l'apparition de faciès pelousaires paucispécifiques. Lorsque la pression cuniculigène sera encore plus intense, les nombreux grattis favoriseront le développement de la strate muscinale, finissant par donner des faciès bryolichéniques dans lesquels "les bryophytes pleurocarpes et les lichens présentent un développement maximal ; le recouvrement bryolichénique atteint alors couramment 100 % (...). Ce tapis bryolichénique continu fait obstacle aux germinations" [4].

Ce phénomène de "surpâturage" conin, s'il entraîne des effets sur la végétation très différents de ceux observés avec le surpâturage bovin, n'en représente pas moins une grave menace sur les pelouses calcaires en gestion cuniculine, qui s'en trouvent profondément altérées. Ainsi, sur le site de Faucouzy (02), l'action du lapin apparaît assez inquiétante, comme peuvent en témoigner les trois relevés suivants, qui correspondent à trois stades de dégradation d'une pelouse du **Pastinaco-Caricetum** :

N°	1	2	
aire (m ²)	3	2	3
recouvrement cryptogamique (%)	100	100	3
recouvrement phanérogamique (%)	50	20	1

* Cryptogames

Homalothecium lutescens	4	+	2
Pseudoscleropodium purum	1	1	r
Calliergonella cuspidata	1		+
Cylindrothecium concinnum	+		2
Abietinella abietina s.l.	1	+	+
Hypnum cupressiforme s.l.		5	1
Ctenidium molluscum		r	1
Campylium chrysophyllum	2		
Rhytidiadelphus squarrosus			
Hylocomium splendens		+	2
Peltigera polydactyla		1	2
Cladonia furcata			
Cladonia subulata			
Leptogium sp			
Nostoc sp			

* Phanérogames

Hieracium pilosella	4	2	+
Origanum vulgare	2	2	+
Pastinaca sativa	1		2 j
Carlina vulgaris	r		
Fragaria vesca	r		+
Daucus carota	+		
Senecio jacobaea	+	+	
Galium mollugo	+	+	
Carex flacca	1	+	
Cornus sanguinea	1 j	+	j
Thymus praecox		1	
Arrhenatherum elatius	1	1	

2.5 Dépôts d'immondices et de remblais

Après l'arrêt de son exploitation, une carrière devient un terrain à l'abandon dont on cherche à tirer parti ; l'une des "reconversions" les plus malheureuses qui soient, est sa transformation en vulgaire dépôt d'ordures, opération qui n'est pas toujours légale d'ailleurs... Certaines carrières de phosphates n'ont pas échappé à ce triste destin ; l'ancienne carrière d'Hallencourt (80) est devenu un dépôt "sauvage" tandis que la vaste exploitation de Nurlu (80) subit actuellement de profondes transformations pour accueillir les ordures ménagères de Péronne (80) et ses environs, dans la légalité cette fois.

Il est évident que de telles pratiques aboutissent à la destruction brutale, complète et définitive de la végétation recolonisatrice ; de plus, par la nature même des matériaux déposés, il apparaît rapidement une dégradation profonde et irréversible de la qualité du sol, entraînant un appauvrissement floristique de proximité. Les "champs" d'orties ne sont pas rares près des dépôts d'ordures ! Ce sont les nitratophytes qui bénéficient en premier lieu de cette regrettable reconversion, lorsque elles-mêmes peuvent survivre.

Une pratique un peu moins dramatique, dans la mesure où elle n'entraîne pas la destruction totale de la végétation, mais plutôt une substitution de groupements, est celle du dépôt de remblais *in situ*. Nous entendons par remblais, des matériaux naturels et non polluants -au sens strict du terme- : craie broyée à Beauval (80), terre arable à Hardivillers (60) et à Faucouzy (80), sables à Templeux-la-Fosse (80) ; généralement seule une petite partie du site est touchée, ce qui limite les dégâts. Cependant on assiste à une disparition de la flore calcaricole traditionnelle, au profit des espèces des friches rudérales ; à titre d'exemple nous présentons le relevé suivant, effectué sur une zone de remblais limoneux à Faucouzy (02) :

Aire : 20 m²

Recouvrement : 90 %

Nombre total d'espèces : 25

Hémicryptophytes : 20

Thérophytes : 5

Cirsium arvense	2 2
Agrostis gigantea	2 3
Trisetum flavescens	22 !
Artemisia vulgaris	1 2
Echium vulgare	1 1
Verbascum thapsus	1 1

Matricaria inodora	1 2
Sinapis arvensis	1 1
Sonchus oleraceus	1 1
Polygonum aviculare	+
Poa annua	+

<i>Cirsium vulgare</i>	1 1
<i>Epilobium parviflorum</i>	1 1
<i>Stachys sylvatica</i>	1 1
<i>Phleum pratense</i>	+
<i>Dipsacus sylvestris</i>	+
<i>Plantago major</i>	+ !
<i>Hypericum perforatum</i>	+
<i>Calystegia sepium</i>	+
<i>Urtica dioïca</i>	+
<i>Taraxacum</i> sp	+
<i>Reseda luteola</i>	+
<i>Aethusia cynapium</i>	+
<i>Lamium album</i>	+
<i>Rubus</i> sp	+

On remarquera la cohabitation d'une association hémicryptophytique à inclure dans le DAUCO-MELILOTION (qui présente certaines similitudes avec l'**Echio vulgaris-Verbascetum thapsi** (Tüxen 42) Sissingh 50) et d'une association thérophytique appartenant au MATRICARIO-POLYGONION. L'introgresion des nitratophytes des **GALIO-URTICETEA** est également importante (*Urtica dioïca*, *Lamium album*, *Rubus* sp...), traduisant la hauteur du niveau trophique de cette friche. De ce fait l'évolution ultérieure d'un tel groupement peut présenter un relatif intérêt comme en témoigne le relevé ci-après réalisé non loin du précédent, sur des remblais limoneux plus anciens :

Aire : 20 m2 Recouvrement : 100 % Nombre total d'espèces : 12

<i>Sambucus ebulus</i>	4 4	<i>Urtica dioïca</i>	+
<i>Hypericum montanum</i>	1 2	<i>Humulus lupulus</i>	+
<i>Artemisia vulgaris</i>	1 2	<i>Galium aparine</i>	+
<i>Symphytum officinalis</i>	1 1	<i>Arctium nemorosum</i>	+
<i>Origanum vulgare</i>	+	<i>Trisetum flavescens</i>	+
<i>Myosotis arvensis</i>	+	<i>Cirsium arvense</i>	+

Ce groupement, que l'on peut rattacher à l'**Urtico dioïcae-Sambucetum ebuli** Braun-Blanquet (36) 52 (connu aussi sous le nom de **Sambucetum ebuli** Felföldy 42), traduit les affinités continentales de la végétation rencontrée dans

l'ancienne exploitation de Faucouzy (02), qui, rappelons-le, se situe sur la marge orientale de notre dition d'étude. Cette association, incluse dans l'AEGOPODION PODAGRARIAE, montre aussi la sensibilité à l'eutrophisation de la végétation des remblais de fond de carrière, puisque l'on assiste à une régression des espèces des **ONOPORDETEA** au profit de celles des **GALIO-URTICETEA** ; on notera tout de même la présence assez surprenante d'*Hypericum montanum*.

En conclusion, si le dépôt d'immondices et de remblais dans les fonds des anciennes carrières de phosphates est une pratique à proscrire absolument, les remblais ont de ceci supérieur aux immondices, qu'ils n'entraînent pas une disparition pure et simple de toute végétation ; ils la modifient profondément car les groupements végétaux calcaricoles traditionnels sont remplacés par des groupements de friches, plus ou moins nitrophiles.

2.6 Surfréquentation humaine

Lorsque l'homme exerce une pression trop importante sur un milieu naturel, cela se traduit par une anthropisation de la végétation, entraînant l'arrivée plus ou moins massive d'espèces dites "rudérales". Cette anthropisation sera d'intensité variable, en fonction du type d'activité humaine développée sur le site concerné. Nous avons déjà envisagé les phénomènes d'anthropisation indirecte par fertilisation (cf. 2.2.) et par dépôt de remblais (cf. 2.5.) ; dans ce chapitre, nous nous intéresserons à l'influence de l'homme sur les groupements végétaux, lorsque celui-ci agit directement sur le milieu.

2.6.1 Pistes de moto-cross et de "tout-terrain"

Le relief accidenté et le cadre naturel souvent plaisant qu'offrent les anciennes carrières en général sont souvent recherchés par les adeptes du "tout-terrain" (moto-cross, moto "verte", vélo-tout-terrain, véhicules 4 x 4 etc.). Les anciennes exploitations de phosphates n'échappent pas à cette reconversion ; ainsi, à Hardivillers (60), le moto-club de Breteuil a aménagé un vaste parcours de moto-cross dans l'ancienne carrière, qui a l'avantage d'être bien délimité, d'où un impact sur la végétation circonscrit. Mais le plus souvent il s'agit de pistes "sauvages" fréquentées par différents types de véhicules et de manière irrégulière ; c'est le cas à Croix-Fonsommes (02) et à Faucouzy (02).

L'impact de la pratique du moto-cross sur la végétation des pelouses calcaires a été étudié par BOULLET et WATTEZ [6], qui insistent sur l'action mécanique des véhicules sur le milieu. Cette action se manifeste par un décapage du sol avec creusement en profondeur (apparition de couloirs d'érosion) jusqu'à la roche mère et éjection des matériaux vers les franges de la piste. En fait dans les anciennes carrières que nous avons visitées, les pistes ont été "tracées" à la fois sur des pelouses, des éboulis et même sur des zones déjà boisées. Selon ces auteurs "trois types de milieux nouveaux peuvent être distingués :

- la piste elle-même qui finit par former une croûte de calcaire tassée ;
- les rebords de la piste (...) ; les matériaux éjectés peuvent former des bourrelets latéraux d'accumulation en recouvrant le tapis végétal d'origine ; (...) la répartition et la dimension de ces zones sont fonction du tracé des pistes et de la pente du coteau ;
- les zones d'accumulation, situées en contrebas des pistes (notamment les pistes obliques) qui représentent de petits pierriers".

En fait, quel que soit le type de véhicule "tout-terrain" qui fréquente le site, on retrouve ces trois nouveaux milieux, mais de manière plus ou moins importante.

Il y correspond trois nouveaux types de groupements végétaux :

- Au niveau de la piste proprement dite, il existe une véritable microtopographie donnant lieu à des micro-conditions écologiques ; le sol ayant subi un décapage total, la place est libre pour que des groupements pionniers la colonisent.

Les 3 relevés présentés ci-dessous ont été réalisés sur les pistes de Faucouzy (relevés 1 et 2) et d'Hardivillers (relevé 3)

N°	1	2	3
Aire (m ²)	0,5	0,5	2
Recouvrement (%)	10	10	5

Synusie thérophytique

Chaenorrhinum minus	11	+	11
Sisymbrium supinum	21		
Poa annua	+	21	21
Catapodium rigidum	r		
Centaurium pulchellum		(r)	r
Gnaphalium uliginosum			+
Filago pyramidata		+	
Linaria supina			r

Synusie hémicryptophytique

Medicago lupulina	r	1 1	r
Agrostis stolonifera	r	r	
Plantago major		r	r
Reseda lutea	r		
Melilotus officinalis			r
Daucus carota			r
Cerastium arvense			r
Origanum vulgare			r
Leontodon hispidus			r

On remarquera une fois de plus la cohabitation d'un groupement herbacé vivace embryonnaire et d'un groupement thérophytique assez bien développé ; les espèces vivaces sont plus abondantes dans le relevé 3, effectué sur une piste fréquentée sporadiquement, que dans les relevés 1 et 2 réalisés sur une piste pratiquée de manière quasi-hebdomadaire. Ces groupements hémicryptophytiques peuvent être rattachés au **Medicagini lupulinae-Plantaginetum majoris de Foucault 89** (Alliance du LOLIO PERENNIS-PLANTAGINION MAJORIS Sissingh 69) dont ils représentent un faciès initial et particulièrement pauvre ; l'évolution ultérieure d'une telle association, en cas d'abandon de la piste de moto-cross, pourrait être un passage aux friches du DAUCO-MELILOTON comme le suggère la présence de *Daucus carota*, *Melilotus officinalis*, *Reseda lutea* et *Cerastium arvense* dans le relevé 3.

En ce qui concerne les groupements thérophytiques, ceux-ci ne sont pas non plus significativement différents de ceux décrits lors de l'étude des fonds de carrière ; en tout cas le faible nombre de relevés effectués ne nous permettent pas de le mettre en évidence. Nous rattacherons donc ces groupements au **Trifolio campestris-Catapodietum rigidi de Foucault 89** pour le relevé 1 (Alliance de l'ACINI-ARENARION) et au "groupement à *Centaureum pulchellum*" pour les relevés 2 et 3 qui ont été effectués au niveau de la "rigole" centrale de la piste. Cette pluralité des associations thérophytiques souligne une fois de plus l'importance de la microtopographie d'un milieu.

• Au niveau des rebords de la piste, les groupements herbacés vivaces sont généralement mieux développés ; ils ont d'ailleurs été étudiés par BOULLET et WATTEZ [6] qui ont décrit un "groupement à *Lolium perenne* et à *Phleum bertolonii*", rattaché à l'alliance du LOLIO-PLANTAGINION et qui pourrait n'être qu'un faciès initial du **Lolio perennis-Plantaginetum majoris Beger 30**. Nos propres observations ont permis de confirmer l'existence de cette combinaison spécifique sur les franges des

pistes de moto-cross étudiées. La synusie thérophytique est par contre très peu développée et dominée par *Poa annua* et *Odontites verna ssp serotina*.

• Les zones d'accumulation des matériaux éjectés sont semblables à des micro-éboulis et comportent une végétation souvent rudéralisée. Les auteurs précédemment cités y avaient retrouvé leur groupement à *Lolium perenne* et à *Phleum bertolonii*, enrichi en espèces d'ourlets (*Origanum vulgare*, *Centaurea nemoralis*...). Pourtant nos propres observations nous ont souvent conduits à y retrouver les groupements traditionnels d'éboulis : **Picrido hieracioidis-Carlinetum vulgaris** ou plus rarement "groupement à *Melilotus officinalis* et *Reseda lutea*" pour la synusie hémicryptophytique ; **Galeopsio angustifoliae-Teucrietum botrydis** pour la synusie thérophytique lorsqu'elle est présente (uniquement lorsque la pratique du moto-cross reste occasionnelle). Il faut cependant reconnaître une présence plus marquée dans ces groupements, des espèces d'ourlets et des friches (*Echium vulgare*, *Dactylis glomerata*, *Hypericum perforatum*, *Lolium perenne* etc.).

Ces différentes observations nous permettent de conclure que la pratique du moto-cross dans les anciennes carrières de phosphates aboutit à la création d'une véritable mosaïque de biotopes et donc d'une certaine "diversité" des groupements végétaux. Si, au terme de leur étude, BOULLET et WATTEZ avaient condamné cette pratique en raison de "la destruction brutale (...) des groupements de pelouses auxquels succèdent des formations herbeuses beaucoup plus banales", nous resterons en revanche beaucoup moins catégorique. En effet il existe un aspect positif dans le moto-cross, puisqu'il provoque un rajeunissement du milieu (décapage local de la couverture végétale), propice à l'installation d'une flore thérophytique pionnière assez originale dans la mesure où la microtopographie créée permet l'apparition d'espèces méso-hygrophiles au sein d'un milieu xéro-thermophile au départ. Au total, si la pratique du moto-cross et du "tout-terrain" reste sporadique et limitée -autrement dit, réglementée-, elle peut non plus être une menace pour les anciennes carrières de phosphates, mais un moyen conservatoire intéressant.

2.6.2 Entrepôt de matériel agricole

Si nous avons déjà étudié les conséquences "chimiques" sur la végétation des anciennes carrières de phosphates, de la proximité des champs cultivés (cf 2.2), nous n'avons en revanche pas évoqué la possibilité de conséquences "mécaniques". Il arrive en effet que certaines parties d'une carrière soient utilisées pour stocker différents engins agricoles (soc de charrue, rouleau, trieuse de ballots, herses etc.), comme à

Croix-Fonsommes (02), Etaves et Bocquiaux (02), Templeux-la-Fosse (80), Ribemont (02) etc. Chaque fois on assiste à de profondes altérations de la végétation qui résultent de plusieurs phénomènes :

- tassement du sol sous le poids des engins,
- décapage local lors des mouvements de matériels,
- apport *in situ* de matériaux extrinsèques, le plus souvent de la terre arable surchargée en amendements, qui se retrouvent mélangés aux horizons superficiels du sol.

On retrouve certains points communs avec la pression mésologique exercée par le surpâturage (cf 2.4), avec cependant une eutrophisation généralement moins intense. A titre d'exemple, nous présentons le relevé ci-dessous, effectué en une telle place dans l'ancienne carrière de Croix-Fonsommes (02) :

Aire : 10 m²

Recouvrement : 100 %

Nombre total d'espèces : 17

Synusie thérophytique (5 espèces) Synusie hémicryptophytique (12 espèces)

Bromus sterilis	5 5	Arrhenatherum elatius	1 2
Sinapis arvensis	3 3	Pastinaca sativa	1 2
Myosotis arvensis	r	Poa trivialis	+
Matricaria chamomilla	r	Cirsium arvense	+
Fumaria officinalis	i	Trifolium repens	+
		Rubus sp	+
		Silene latifolia	+
		Leontodon hispidus	r
		Ranunculus repens	r
		Cirsium vulgare	i
		Echium vulgare	i
		Senecio jacobaea	i

Le groupement thérophytique, que l'on peut inclure dans le SISYMBRION OFFICINALIS Tüxen 50, domine largement le groupement herbacé vivace, que l'on rattachera au RUMICI-ARRHENATHERENION de Foucault 89 ; l'ensemble traduit bien les perturbations mésologiques entraînées par l'entrepôt de matériel agricole.

Les altérations de la végétation calcaricole, si elles sont tout aussi importantes que dans le cas d'une fertilisation des sols, sont cependant plus limitées et par conséquent moins dramatiques. Il serait évidemment dangereux que les anciennes carrières de phosphates deviennent de véritables "hangars" agricoles.

2.6.3 Passage excessif

Lorsqu'il se déplace au sein d'un milieu naturel quel qu'il soit, que ce soit à pied ou à bord d'un véhicule, l'homme a tendance à toujours emprunter les mêmes chemins ; il ne passe que là où il est déjà passé. La répétition des passages entraîne inévitablement une anthropisation de la végétation, qui est plus ou moins prononcée en fonction de la fréquence de ceux-ci. On peut dès lors établir une gradation dans l'altération des groupements végétaux des anciennes carrières de phosphates :

- Si les passages restent occasionnels ou peu fréquents (par exemple des "chemins" empruntés uniquement à la saison de la chasse), on aura essentiellement un tassement du sol qui favorisera les espèces stolonifères (*Ajuga reptans*, *Agrostis stolonifera*, *Prunella vulgaris*...), les espèces en rosettes (*Bellis perennis*, *Hipchoeris radicata*...) et les Fabacées rampantes (*Trifolium repens*, *Trifolium fragiferum*, *Medicago lupulina*...). Les groupements peuvent alors être rattachés au **Medicagini lupulinae-Cynosuretum cristati** Passage 69 (Alliance du THYMO-CYNOSURION), ce qui met en évidence les liens socio-écologiques existant entre pelouses piétinées et prairies sèches pâturées.

En règle générale on assistera à un passage local des groupements du MESOBROMION ou de l'ARRHENATHERION, vers ceux du THYMO-CYNOSURION (parfois déjà introgressés par des espèces du LOLIO-PLANTAGINION et/ou du RUMICI-CYNOSURION).

- Lorsque les passages seront un peu plus fréquents, le tassement du sol sera encore plus important et on aura une augmentation modérée du niveau trophique. Localement on pourra avoir de petites zones décapées qui favoriseront l'installation de thérophytes ou d'hémicryptophytes "obligatoires des micro-ouvertures". Ces modifications mésologiques se traduiront sur la végétation par une arrivée d'espèces des milieux piétinés (*Plantago major*, *Lolium perenne*, *Veronica serpyllifolia*, *Ranunculus repens*...) et d'espèces méso-eutrophes (*Trisetum flavescens*, *Cirsium arvense*, *Rumex crispus*...). On aura donc un passage très net vers les groupements du LOLIO-PLANTAGINION.

- si les passages deviennent vraiment très fréquents, les groupements "s'enrichiront" en authentiques nitratophytes (*Galium aparine*, *Cirsium vulgare*, *Urtica dioïca*, *Lamium album*...), témoignant d'une eutrophisation prononcée du milieu, avec installation de groupements proches de l'ARCTION LAPPAE. A côté de ces espèces nitrophiles, d'autres espèces rudérales seront souvent présentes, telles que *Tanacetum vulgare*, *Melilotus officinalis*, *Reseda luteola* etc. ; ces dernières sont en réalité importées *in situ* sous forme de graines, ce qui leur vaut le statut "d'espèces liées aux voies de communication".

On assiste dans un tel cas à une dégradation complète et quasi irréversible de la végétation calcaricole initiale, selon un phénomène d'anthropisation par passage excessif.

N.B. Nous n'abordons pas ici les perturbations occasionnées par le passage excessif de véhicules divers (exemple : ornières de tracteurs) ou d'animaux sauvages (exemple : coulées et grattis de lapins), qui donnent lieu à des mosaïques complexes de "micro"-biotopes nouveaux.

2.7 Mise en culture du fond de carrière

Nous avons précisé dans un chapitre précédent, que la cinétique de la pédogénèse était étroitement dépendante de la topographie locale, et que dans le cas des anciennes carrières de phosphates, l'évolution du sol était plus rapide au niveau du fond de carrière. Ainsi une rendzine grise peut prendre place dans les années qui suivent l'abandon de l'exploitation, et se brunifier progressivement ensuite. C'est généralement à ce stade pédologique et lorsque le relief local n'est pas trop accidenté, que l'on peut assister à cette reconversion malheureuse d'une ancienne carrière, qui consiste en la mise en culture de son fond. Cette dernière débute par un labour du sol, suivi d'une fertilisation systématique destinée à accroître les potentialités agricoles de ces sites toujours maigres et xériques ; ce sont ensuite des champs de céréales qui sont mis en place étant donné l'hostilité du milieu au départ.

Outre la destruction pure et simple de la végétation du fond de carrière, cette pratique a un impact non négligeable sur les groupements végétaux relictuels, qui se maintiennent à proximité, sur les flancs de l'ancienne carrière, trop abrupts pour être mis en culture et où existent des formations éboulées plus ou moins mobiles,

alternant avec de minces lambeaux de pelouses sur rendzine blanche ; on assiste alors à une eutrophisation du sol et à un envahissement par les espèces rudérales.

Si une telle reconversion semble avoir réussi à Etaves-et-Bocquiaux (02) où l'ancienne carrière est aujourd'hui transformée en vaste champ de céréales, elle a par contre échoué à Hardivillers (60) où l'extrême xéricité du site n'a pas permis le maintien des cultures. Dans ce dernier site, où seules deux petites superficies avaient été labourées et momentanément cultivées, la place est désormais occupée par deux friches thermophiles dont nous livrons ci-dessous deux relevés caractéristiques :

Relevé 1 : aire = 20 m² recouvrement = 100 % nombre total d'espèces : 35

Synusie thérophytique (4 espèces)

Medicago sativa	4 4	Sonchus arvensis	+
Galeopsis angustifolia	1 1	Geranium dissectum	r

Synusie hémicryptophytique (31 espèces)

Agrostis stolonifera	4 3	Hypericum perforatum	+
Daucus carota	2 1	Trifolium repens	+
Medicago lupulina	2 2	Taraxacum sp	+
Phleum pratense	2 2	Inula conyzae	+
Poa pratensis	2 2	Senecio jacobaea	+
Plantago lanceolata	1 1	Epilobium parviflorum	+
Cirsium vulgare	1 1	Dactylis glomerata	+
Arrhenatherum elatius	1 1	Trisetum flavescens	+
Poa trivialis	1 1	Cirsium arvensis	r
Rumex crispus	1 1	Galium mollugo	r
Melilotus officinalis	+	Solidago virgaurea	r
Ononis spinosa	+	Ajuga reptans	r
Prunella vulgaris	+	Tussilago farfara	r
Potentilla reptans	+	Picris echioïdes	r
Artemisia vulgaris	+	Campanula trachelium	i
		Carduus tenuiflorus	i

Relevé 2 : aire = 20 m² recouvrement = 100 % nombre total d'espèces : 29

Synusie thérophytique (2 espèces)

Odontites verna	1 2	Arabis hirsuta	+
-----------------	-----	----------------	---

Synusie hémicryptophytique (27 espèces)

<i>Daucus carota</i>	3 2	<i>Arrhenatherum elatius</i>	+
<i>Melilotus officinalis</i>	3 3	<i>Trifolium repens</i>	+
<i>Potentilla reptans</i>	3 3	<i>Cirsium arvense</i>	+
<i>Agrostis stolonifera</i>	2 2	<i>Galium mollugo</i>	+
<i>Inula conyzae</i>	2 1	<i>Rubus sp</i>	+
<i>Glechoma hederacea</i>	2 2	<i>Achillea millefolium</i>	+
<i>Origanum vulgare</i>	1 2	<i>Ranunculus repens</i>	+
<i>Echium vulgare</i>	1 1	<i>Silene latifolia</i>	+
<i>Verbascum lychnitis</i>	1 1	<i>Anthriscus sylvestris</i>	r
<i>Plantago lanceolata</i>	1 2	<i>Crepis cf polymorpha</i>	r
<i>Medicago lupulina</i>	+	<i>Lotus corniculatus</i>	r
<i>Cirsium vulgare</i>	+	<i>Leontodon hispidus</i>	r
<i>Silene vulgaris</i>	+	<i>Phleum pratense</i>	r
<i>Prunella vulgaris</i>	r		

Ces deux friches ont en commun une synusie thérophytique très pauvre et une synusie hémicryptophytique dominée par de grands héliophytes rudéraux (*Daucus carota*, *Melilotus officinalis*, *Inula conyzae*, *Echium vulgare*, *Verbascum lychnitis*...). Ces derniers nous permettent d'inclure ces deux relevés dans l'alliance du DAUCO CAROTAE-MELILOTION ALBI Görs 66. Le relevé 2 semble pouvoir être rattaché au **Verbascum lychnitis-Foeniculium vulgare de Foucault 89** tandis que le relevé 1 serait plutôt à rapprocher du **Daucus caroti-Picridetum hieracioidis Görs 66**, bien qu'il existe certaines affinités avec le **Picrida echinoidis-Carduetum tenuiflori Bouzillé et al. 84**. La strate herbacée basse de ce même relevé est dominée par des espèces prairiales (*Phleum pratense*, *Poa trivialis*, *Poa pratensis*, *Arrhenatherum elatius* etc.) ce qui laisse penser qu'un groupement proche du **Medicagini-Cynosuretum Passarge 69** ou du **Galio-Trifolietum Sougnez 57**, puisse se rétablir en quelques années. Dans le cas du relevé 2, cette strate est occupée par des espèces d'ourlets (*Origanum vulgare*, *Plantago lanceolata*, *Galium mollugo*...) et des espèces des sols mésophiles eutrophes (*Glechoma hederacea*, *Anthriscus sylvestris*, *Silene latifolia*, *Ranunculus repens*...) ; l'évolution ultérieure d'un tel groupement, beaucoup plus thermophile que le précédent, pourrait être en faveur d'un ourlet en nappe du TRIFOLION MEDII, à moins qu'une augmentation du niveau trophique ne fasse basculer la balance vers une friche des **GALIO-URTICETEA**, enrichie en espèces thermophiles.

Mais ces deux exemples ne doivent pas faire illusion ; la mise en culture d'un fond de carrière s'accompagne de perturbations mésologiques profondes et rarement

réversibles. L'abandon des cultures est suivie de l'installation d'une friche calcicole plus ou moins riche en nitratophytes, en fonction du niveau trophique du sol ; ce dernier dépend généralement de la durée de mise en culture du milieu.

3 PRINCIPAUX ÉLÉMENTS POUR UNE POLITIQUE CONSERVATOIRE

3.1 Justification de la conservation

3.1.1 Les milieux riches sont aussi les plus fragiles

Au cours de cette étude, nous avons pu mettre en évidence, qu'au sein de ces complexes biologiques que sont les anciennes carrières de phosphates, les milieux les plus dignes d'intérêt sur les plans phytosociologique et botanique étaient, d'une part les groupements thérophytiques établis sur éboulis et fonds de carrière, d'autre part les pelouses vivaces du MESOBROMION. Bien que moins diversifiées sur le plan floristique, certaines prairies mésophiles de l'ARRHENATHERION, comme celles rencontrées à Orville (62), n'en sont pas pour autant dénuées d'intérêt.

Toutefois ces formations végétales originales qui font la richesse du patrimoine naturel de tels sites anthropogènes, sont aussi les plus fragiles ; outre les menaces que l'homme fait peser sur elles (cf. III. 2), la dynamique naturelle de la végétation recolonisatrice reste leur plus grande "ennemie". Si des mesures légales doivent les mettre à l'abri des premières, il est aussi indispensable de mettre en œuvre une gestion conservatoire rationnelle pour ces milieux, si l'on ne veut pas assister en quelques décennies à leur destruction par la végétation arborescente. (cf. III.2.1)

Tous les problèmes de la conservation des milieux naturels, s'appliquent également aux anciennes carrières de phosphates, pour lesquelles les formations végétales à conserver ne sont que des chaînons intermédiaires de la série climacique ; ainsi les associations thérophytiques sont menacées par la fermeture du tapis herbacé, tandis que les pelouses et les prairies le sont par le boisement spontané. En outre, ces dernières constituent par elles-mêmes une menace pour les premières. Le but de la gestion à mettre en œuvre sera de bloquer le dynamisme de la végétation, et d'établir un équilibre artificiel inter-groupements en contrôlant parfaitement les relations

spatiales et temporelles entre associations végétales d'une part, et à l'intérieur de chaque association d'autre part.

Avant d'adopter une telle politique conservatoire, il convient de comprendre le déterminisme des groupements végétaux concernés, c'est-à-dire le mode de gestion traditionnel qui leur a donné naissance et a permis leur maintien pendant un certain laps de temps.

3.1.2 Formes traditionnelles d'exploitation

3.1.2.1. Eboulis et fonds de carrière

Les éboulis présents au niveau des anciennes carrières de phosphates sont des formations anthropogènes secondaires, qui sont issues directement de l'exploitation des phosphates. C'est l'extraction mécanique de la craie et la création d'un front de taille qui sont à leur origine. De même les fonds de carrières étaient des lieux hautement fréquentés ; y circulaient les ouvriers ainsi que certains engins plus ou moins lourds. L'exploitation des craies phosphatées consistant à s'enfoncer toujours plus en profondeur dans les couches de craie, les fonds de carrière étaient sans cesse rajeunis et les éboulis devenaient de plus en plus importants. C'est l'activité humaine qui, involontairement, était le facteur de conservation de ces milieux au départ hostiles à toute végétation.

Aujourd'hui, plusieurs éboulis ont pu se maintenir grâce à l'érosion, mais contrairement aux éboulis de montagne, l'action des facteurs climatiques ne suffit pas à empêcher leur fixation par la végétation recolonisatrice ; tous sont actuellement menacés par l'envahissement des hémicryptophytes vivaces.

Les fonds de carrières où demeure une végétation herbacée ouverte permettant aux thérophytes de se maintenir, sont devenus exceptionnels.

3.1.2.2. Pelouses et prairies

Contrairement aux éboulis et aux fonds de carrière, les pelouses et les prairies ne sont pas issues de l'exploitation des craies phosphatées, mais d'une reconversion temporaire de ces sites après l'abandon des carrières. Les authentiques pelouses sont rares ; on en trouve à Faucouzy (02), Hardivillers (60) et Eclusier (80) où le

mouton a pâturé pendant quelques temps sur les formations herbacées pionnières résultant de la recolonisation des anciennes carrières. Cette gestion agro-pastorale consistait en un pâturage extensif et traditionnel par les moutons, éventuellement accompagnés de quelques chèvres ; son action a été déterminante sur l'évolution de la composition floristique des groupements végétaux herbacés vivaces puisqu'il a permis l'installation de pelouses calcaires à déterminisme anthropozoogène, dont la richesse biologique et l'intérêt phytogénétique ont déjà été soulignés (cf.III.1.1).

J. DUVIGNEAUD [18] qui donne le nom de "Trinité" à l'ensemble moutons-chèvres-berger a bien insisté sur les rôles respectifs de chacun des protagonistes ; si les moutons accomplissaient le plus gros du travail de pâturage, les chèvres étaient là pour brouter ce qu'ils refusaient tandis que le berger agissait en coupant ou en recépant les jeunes arbustes, empêchant ainsi la colonisation par les ligneux ; ce dernier pratiquait également "les feux courants d'hiver qui, poussés au vent, détruisait les herbes sèches s'accumulant sur le sol, favorisant le maintien des espèces qui craignent la concurrence graminéenne et assurant une repousse vigoureuse au printemps".

Il faut cependant rappeler que les pelouses les plus riches ne sont pas celles qui sont pâturées, mais celles de "l'après-pâturage".

En ce qui concerne les prairies calcaires, leur déterminisme est un peu différent puisqu'il s'agit soit de formations herbacées n'ayant pas fait l'objet d'une gestion agro-pastorale depuis l'abandon des carrières, soit de formations ayant été traitées en prairie de fauche ou en pâturage bovin. Les premières sont souvent pauvres sur le plan spécifique et dans un état de pré-colonisation forestière ; par contre les secondes sont plus intéressantes, notamment à Orville (62) où un pâturage extensif mixte (bovins et équidés) a permis le maintien de prairies sèches d'une réelle diversité floristique. Le caractère extensif du pâturage est dû à l'immensité des parcelles clôturées par rapport à la charge du troupeau.

3.2 Modes de gestion palliatifs

3.2.1. Cas des éboulis et des fonds de carrière

Il ne s'agit en aucun cas de ré-ouvrir les carrières pour une exploitation intensive de la craie, mais de réaliser de manière sporadique (une fois tous les dix ans par exemple) une extraction de matériaux calcaires, ce qui permettrait un rajeunissement du front de taille et des éboulis. En effet, l'activité humaine est le seul

facteur de conservation que l'on peut mettre en œuvre sur ce type de milieu. De tels travaux peuvent être accomplis à l'aide d'engins mécaniques tels que pelleteuses ou excavatrices qui, du même coup, assureraient un décapage au moins partiel du fond de carrière. Leur intervention doit être mesurée, afin que l'extraction ne se fasse pas trop superficiellement - ce qui permettrait le maintien des appareils racinaires des hémicryptophytes et des nanophanérophytes - ni trop profondément, ce qui endommagerait les potentialités végétales du milieu par épuisement des réserves en diaspores du sol. Par ailleurs la date d'une telle intervention doit être judicieusement choisie pour ne pas détruire la végétation thérophytique avant qu'elle n'ait eu le temps de produire des graines, ni au moment où ces graines germent ; autrement dit, il faut éviter l'extraction de craie pendant la période printemps-été-automne, et opter pour une action hivernale, en fonction des contraintes climatiques.

La restauration du milieu ne devra pas se limiter à un enlèvement des couches superficielles de l'éboulis, mais consistera, dans la mesure du possible, à recréer un front de taille formé par de gros blocs de craie, sur lesquels l'érosion pourra accomplir son œuvre et entretenir ainsi l'éboulis sous-jacent ; il sera aussi nécessaire de décaper la zone de plateau se trouvant au sommet du front de taille ainsi que la base de l'éboulis, afin de limiter au maximum, les phénomènes de colonisation herbacée et/ou ligneuse, ascendante et descendante. De plus, en recréant un replat au sommet du front de taille, on favorisera l'installation d'espèces xéro-thermophiles telles que *Catapodium rigidum*, *Acinos arvensis* ou *Rhytidium rugosum*.

Il sera préférable d'exporter les matériaux enlevés *ex situ*, afin d'éviter une anthropisation trop importante du site qui amènerait inévitablement à une rudéralisation de la végétation.

Dans le cas des fonds de carrière, on pourra réaliser un décapage du sol, sur une épaisseur restreinte, de manière à éliminer les groupements végétaux herbacés en place et à supprimer la couche de matière organique (litière) ; il s'agit de retourner à un stade pionnier sur régosol en détruisant brutalement la rendzine initiale qui était en place, via la mise à nu de la roche crayeuse. Cette tâche peut être effectuée à l'aide d'une lame de bulldozer par exemple, cet engin lourd assurant également un tassement important du sol, ce qui peut être recherché par certains groupements pionniers ; l'exportation de la matière organique *ex situ* sera indispensable.

Au total l'activité humaine est nécessaire à la conservation des éboulis et des fonds de carrière à végétation ouverte ; elle doit donc persister de manière raisonnée et sporadique dans le temps, au travers d'une extraction de craie à partir de l'ancien

front de taille et d'un décapage du fond de carrière. Toute intervention devra être programmée en fonction des bénéfices escomptés et des risques encourus vis à vis des groupements végétaux riverains.

3.2.2. Cas des pelouses et des prairies

3.2.2.1. Principes et problèmes à résoudre

Les modes de gestion palliatifs des écosystèmes de pelouses et de prairies à envisager, doivent répondre à certaines contingences que C. BOCK [3] a bien résumé pour le cas des pelouses calcaires : "Les pelouses ont été maintenues par des activités agropastorales extensives et il convient donc pour conserver leur richesse, d'intervenir par des actions analogues à celles qui les ont historiquement créées. Si le problème essentiel est celui du contrôle de l'implantation des arbres et arbustes, la structure de la strate herbacée elle-même ne doit pas être négligée. En raison des changements de contexte économique et de l'exiguïté de bon nombre de ces pelouses, il semble peu réaliste de souhaiter rétablir partout un élevage extensif des ovins."

Il ne s'agit pas de créer l'agro-système traditionnel, mais de trouver un procédé actualisé permettant de s'en rapprocher le plus possible, en respectant notamment l'aspect exportateur caractéristique de l'écosystème pelouse. A partir de là, plusieurs techniques peuvent être employées dont les principales sont le pâturage et le fauchage, que nous allons aborder par la suite.

Dans tous les cas, le but de la gestion écologique d'un milieu ne doit pas être d'augmenter la richesse floristique d'une formation végétale, mais d'en accroître le degré de rareté spécifique. On ne devra pas préférer une méthode à une autre sur la simple base d'arguments idéologiques, mais réaliser au préalable une étude scientifique rigoureuse du milieu naturel à gérer, afin d'établir un plan de gestion à court, moyen et long terme. Celui-ci doit être adapté à chaque cas ; une fois la gestion de base assurée, il sera possible de réaliser des aménagements en fonction des premiers résultats obtenus.

3.2.2.2. Pâturage

Si le pâturage peut paraître *a priori* être la meilleure des solutions, parce qu'il s'agit d'une méthode préventive (blocage du dynamisme et donc limitation de l'ourlification et du boisement), productive (viande, lait, reproducteurs etc.) et diversifiante (induction de biocénoses nouvelles et restauration de biocénoses dégradées, par son action inégale sur l'ensemble de la surface pâturée), il se heurte rapidement à de nombreux obstacles : investissements en temps et en argent importants, équilibrage difficile en terme de périodicité, durée et densité, avec le risque omniprésent de sombrer dans le surpâturage et l'augmentation du niveau trophique du milieu.

En pratique, avant d'instaurer le pâturage comme méthode de gestion sur un milieu, il est indispensable d'évaluer un certain nombre de paramètres [2] et d'établir un plan de gestion. Les principaux paramètres sont :

- **le choix de l'animal brouteur** ; on aura le plus souvent recours aux ovins ou aux bovins. La gestion des pelouses par les poneys est par contre déconseillée, à cause de leur trop forte pression de sélection sur la végétation [2].

Si le mouton est considéré comme le gestionnaire traditionnel des pelouses calcaires, il faut reconnaître qu'à l'heure actuelle le pâturage ovin représente une activité bien différente de celle d'autrefois, lorsqu'il y avait une exportation importante, une élimination des recolonisations forestières et une action primordiale de la "trinité". Désormais le pâturage par les moutons se fait à l'intérieur d'une parcelle clôturée, sans berger et sans exportation de la matière organique ; il s'accompagne inévitablement d'une augmentation du niveau trophique du milieu. Par ailleurs, les moutons sont des animaux exerçant un pâturage sélectif d'où la fréquente apparition de zones de surpâturage, alternant avec des zones sous-pâturées envahies par les hautes herbes et connaissant un début de recolonisation forestière.

Bien qu'ils ne soient pas historiquement liés aux pelouses calcaires, les bovins n'en sont pas moins de bons gestionnaires, notamment lorsqu'il s'agit de réaliser une exportation massive et rapide de la végétation, dans des pelouses ou des prairies envahies par les hautes herbes. Ils ont l'avantage d'être relativement peu sélectifs et de pouvoir effectuer un pâturage uniformément extensif à la condition qu'ils ne soient pas en surnombre. Contrairement aux ovins, ils n'ont pas tendance à brouter préférentiellement les fleurs et les Graminées.

Il peut être intéressant parfois de réaliser un pâturage mixte par des ovins et des bovins, voire même avec d'autres animaux comme les chèvres ou dans certains cas les chevaux.

Dans tous les cas de figure, l'animal choisi devra l'être parmi des races rustiques, c'est-à-dire nécessitant un minimum d'entretien. Ces races, généralement ancestrales, sont en effet très résistantes aux conditions météorologiques, requièrent peu de soins - uniquement des soins vétérinaires -, ne demandent pas de complément fourrager l'hiver et respectent les principes d'un pâturage extensif ; de plus certaines races peuvent fournir une laine ou une viande d'excellente qualité. Souvent en provenance d'Outre-Manche, ces races sont les Shetland, les Black Welsh, les Norfolk Horn, les Southkown etc. pour les moutons, les Angus, les Hereford ou les West Highland pour les bœufs. Plus "indigène", citons le mouton boulonnais qui reste la dernière race rustique issue du nord de la France, la race picarde étant définitivement éteinte.

• **le choix de la saison de pâturage** ; trois options peuvent être envisagées [2] :

- un pâturage hivernal, réalisé du mois d'octobre à celui de mars de l'année suivante. Ce procédé a l'avantage de respecter les floraisons et d'avoir un impact moindre sur la faune liée à ces milieux ; par contre les animaux utilisés doivent être particulièrement résistants aux intempéries (neige, gel, pluies, vents...). En fait on ne peut l'appliquer qu'à des pelouses faiblement productives, établies sur des sols superficiels, oligotrophes et xérophiles ; elles correspondent le plus souvent à des pelouses maigres de plateaux xériques.

- un pâturage s'étalant de l'automne au printemps de l'année suivante, en général du mois de septembre à celui d'avril. Ce pacage prolongé s'applique davantage à des pelouses moyennement productives, établies sur des sols mésotrophes, assez profonds (sur rendzine), et méso-xérophiles à mésophiles ; il s'agit en général de pelouses ou de pelouses ourlifiées de plateaux mésophiles, des pentes ou de fonds de carrière. Ce mode de pâturage permet le respect de la plupart des floraisons qui s'étalent de mai à septembre.

Dans certains cas, notamment lorsqu'il s'agit de pelouses ourlifiées colonisées par *Brachypodium pinnatum*, on pourra étendre le pâturage jusqu'au mois de mai, époque à laquelle les jeunes feuilles de cette Graminée envahissante sont encore suffisamment tendres pour être broutées.

- un pâturage estival, couvrant les mois de mai à septembre, qui s'applique à des pelouses très productives ou aux prairies grasses, généralement installées sur des sols méso-eutrophes, profonds et mésophiles. Ces formations sont caractérisées par l'abondance des grandes Graminées sociales telles que *Brachypodium pinnatum*, *Arrhenatherum elatius*, *Trisetum flavescens*, *Dactylis glomerata* etc. dont il est important de circonscrire l'extension et de favoriser l'élimination ; elles sont souvent installées en fonds de carrière et sur certaines pentes.

• **la détermination de l'intensité du pâturage**, qui résulte de la combinaison de deux facteurs : la charge en bétail et la durée du séjour.

La charge animale d'une pelouse en gestion conservatoire doit être évaluée en fonction de la quantité de fourrage disponible et des besoins alimentaires de l'espèce qui pâture. Cette charge varie en général entre 1 mouton par hectare et par an (ou 0,2 boeuf par hectare et par an) pour des pelouses maigres et 7 moutons par hectare et par an (ou 1,5 boeuf par hectare et par an) pour des prairies grasses [2] ; mais elle doit bien entendu être adaptée à chaque cas, en la sous-estimant au départ, quitte à l'ajuster ensuite, plutôt qu'en la surestimant et en sombrant d'emblée dans le surpâturage.

La durée du séjour du bétail sera en général d'autant plus longue que la charge du bétail sera faible ; en effet, il est plus facile de jouer sur la durée du pâturage et d'interrompre ce dernier lorsque l'objectif initialement fixé quant à la structure de la végétation est atteint.

• **le choix d'un système d'exploitation** ; on peut choisir l'une des deux approches suivantes :

- Un système extensif, qui consiste à ne faire qu'un seul tenant de la formation végétale à gérer, à condition que celle-ci soit suffisamment étendue (plusieurs hectares à plusieurs dizaines d'hectares) ; le site est clôturé, mais n'est pas divisé en parcelles. Ce système est le plus proche du modèle traditionnel et est par conséquent le plus séduisant, d'autant plus qu'il permet de recréer une véritable mosaïque de phytocénoses. Dans ce cas, l'intensité du pâturage est déterminante et il est nécessaire d'ajuster la charge en bétail, en fonction des résultats obtenus, au fur et à mesure de la gestion.

- Un système rotationnel, qui sous-entend la division du site à gérer en plusieurs parcelles clôturées ; le bétail est alors régulièrement transféré d'une

parcelle à une autre, effectuant ainsi une rotation. Les animaux se retrouvent ainsi concentrés sur une surface réduite mais pendant une courte période, variant en général de 2 à 5 mois. Le risque de sombrer dans le surpâturage est plus élevé avec ce système, mais il peut être plus intéressant que les modèles extensifs pour des pelouses ou des prairies envahies par les hautes herbes, notamment *Brachypodium pinnatum*, ou lorsque l'on désire respecter la phénologie de chaque groupement végétal, par exemple dans un but pédagogique.

La restauration du pâturage sur des pelouses et des prairies dans les anciennes carrières de phosphates permettrait de perpétuer une tradition agro-pastorale aujourd'hui en voie de disparition, tout en prévenant l'enfrichement, l'accumulation de litière et en favorisant la réapparition et le maintien d'espèces rares. Par sa pression modérée sur le milieu, le pacage extensif favorise la diversité structurale (zones rases, zones de refus, buissons...) et augmente la richesse floristique des groupements végétaux. Cependant, il se heurte rapidement à la non viabilité économique, aux contraintes zootechniques (amoindries avec l'utilisation de races rustiques, mais toujours réelles) et surtout au risque permanent de la dégradation par l'eutrophisation et le surpâturage, lié à la superficie insuffisante des parcelles proportionnellement à la charge et à la durée de séjour du bétail.

Il faut toutefois reconnaître que c'est la méthode de choix pour mettre en œuvre une pédagogie de la nature via la conservation du patrimoine phytogénétique par un agrosystème relictuel, ainsi que pour satisfaire les "idéologues" de l'écologie.

3.2.2.3. Fauchage

Longtemps rejeté comme méthode de gestion des pelouses sèches par les naturalistes, le fauchage est en phase de subplanter le pâturage. Comme l'a rappelé DUVIGNEAUD [18], "en écologie, on admet généralement que le fauchage des formations végétales herbacées est responsable, bien plus que le pâturage, d'une grande diversité du tapis herbacé". En effet, s'il représente le mode de choix pour l'entretien des prairies de fauche. (ARRHENATHERION ELATIORIS) et des pelouses calcaires méso-hygrophiles (BROMION RACEMOSI), le fauchage peut aussi, sous certaines conditions, s'appliquer aux pelouses calcaires mésophiles et méso-xérophiles (MESOBROMION ERECTI).

Il présente, par rapport au pâturage, de nombreux avantages : pas de contraintes zootechniques, investissements en temps limités (de 1 à 3 interventions par an, consistant en quelques jours de travail) et plan de gestion plus facile à moduler. Cependant le coût de mise en oeuvre peut être assez élevé, tout au moins au départ (tracteur avec banc de coupe, faneuse et botteleuse), la pression exercée sur la végétation est beaucoup plus forte et non sélective et par conséquent l'impact biocœnotique plus important ; de plus, si le surpâturage et l'eutrophisation sont les risques majeurs de la gestion anthropozoogène des pelouses sèches, la transformation de ces dernières en prairies mésophiles est la menace omniprésente lorsque l'on a recours au fauchage.

Comme pour le pâturage, il est nécessaire d'établir un plan de gestion avant de mettre en oeuvre le fauchage, notamment en déterminant scientifiquement l'époque et la périodicité optimales des interventions.

La fauche écologique ne se fait pas à la fenaison, mais à l'épiaison : c'est une fauche tardive qui donne des foin de mauvaise qualité, n'intéressant guère l'agriculteur. Elle permet de respecter les floraisons qui, habituellement, se poursuivent jusqu'à l'automne. L'intervention se fait donc soit en hiver, soit aux premiers jours du printemps et s'accompagne obligatoirement d'une exportation des produits de fauche, afin d'éviter l'eutrophisation du milieu par accumulation de litière.

Une fauche traditionnelle estivale (entre mai et août), peut éventuellement être envisagée pour permettre la restauration d'une certaine diversité floristique sur des pelouses ou des prairies envahies par les grandes Graminées sociales, notamment par *Brachypodium pinnatum* qui forme un tapis herbacé dense et fermé [18].

Une fauche précoce, vers les mois d'avril-mai, permet de ralentir la pousse des Graminées et de favoriser les espèces des ouvertures pelousaires, tout en causant un tort moindre aux Dicotylédones hémicryptophytiques, qui ont leurs bourgeons apicaux encore proches du sol à cette saison.

En général on ne réalisera qu'un seul fauchage par an, mais dans certaines situations très dégradées (faciès paucispécifiques à *Brachypodium pinnatum* par exemple), la périodicité pourra aller jusqu'à deux, voire trois interventions par an ; cette fauche répétée expose cependant au risque de favoriser le tallage ; de même, l'utilisation d'engins trop lourds provoquerait un tassement du sol, néfaste à la végétation.

Le fauchage a ses limites, puisque contrairement au pâturage, il ne pourra pas être mis en oeuvre sur des sites où le relief accidenté gênerait le déplacement des engins utilisés. Lorsque les parcelles gérées seront exiguës, on aura recours à des moyens plus légers - et d'ailleurs plus facilement contrôlables - comme la débroussailleuse ou la simple tondeuse à gazon avec lame en position haute ; l'exportation des matériaux coupés restent néanmoins indispensable.

La fauche peut enfin être utilisée comme complément du pâturage sur de petites surfaces, notamment au niveau des zones de refus qui sont souvent des *Brachypodiaies*.

3.2.2.4. Mesures complémentaires

3.2.2.4.1. Gyrobroyage

Le gyrobroyage n'est pas une méthode de conservation en soi et ne doit donc pas être appliqué aveuglément à la gestion d'une formation herbacée quelle qu'elle soit. Par contre, ce peut être un moyen efficace pour récupérer des situations très dégradées comme par exemple des pelouses envahies par des halliers plus ou moins continus ; le gyrobroyage devient alors le dernier recours pour éliminer les arbustes en place et permettre à la végétation héliophile de la strate herbacée de reprendre le dessus. Il ne doit jamais intervenir seul, mais être couplé à une véritable méthode de gestion conservatoire.

Le gyrobroyage permet l'élimination des organes aériens des ligneux, mais n'empêche pas la repousse des rejets à partir de la souche ; c'est pourquoi, il devra s'accompagner d'un recépage systématique.

Dans tous les cas, cette intervention devra être sélective et ne porter que sur une surface limitée, avec un contrôle rigoureux de la pression exercée.

3.2.2.4.2. Incendies

Autrefois les bergers pratiquaient les feux courants d'hiver ou de début de printemps, ce qui permettait l'élimination des fanes sèches des Graminées et notamment de *Brachypodium pinnatum* ; ainsi, les repousses jeunes et tendres pouvaient être pâturées par les moutons [18]. Cette pratique liée au pâturage extensif, était le moyen privilégié d'endiguer l'extension du Brachypode.

Aujourd'hui il n'est plus question de considérer l'incendie d'une formation herbacée comme moyen de gestion ; en effet, la pratique du feu courant, au lieu d'empêcher le passage aux Brachypodiaies, favoriserait inévitablement celles-ci ; si aucun régulateur trophique n'intervient, le Brachypode dont la repousse est particulièrement rapide et vigoureuse, voit tous ses concurrents éliminés par le feu. L'incendie s'il est isolé est par conséquent le plus sûr moyen de passer d'une pelouse relativement diversifiée à une brachypodiaie monotone et paucispécifique.

En revanche on pourra envisager le feu courant comme méthode de gestion complémentaire du pâturage, mais il ne devra être utilisé qu'en dernier recours, lorsque les Graminées devenues trop envahissantes auront des feuilles trop dures pour être broutées par les animaux gestionnaires et lorsque la litière constituée des fanes sèches en cours de décomposition sera devenue trop épaisse.

3.2.2.4.3. Râtelage

Cette mesure complémentaire est préconisée par J. DUVIGNEAUD [18] ; elle consiste à "ratisser" les fanes sèches et marscécentes de *Brachypodium pinnatum* lorsqu'elles forment une couverture végétale trop dense qui gêne l'épanouissement des thérophytes et des plantes de petite taille. Cette intervention devrait alors avoir lieu à la fin de l'hiver ou au début du printemps.

Dans le contexte actuel, cette méthode est à préférer à celle des feux courants.

3.3 Lutte contre l'eutrophisation des milieux

Nous avons vu que par la nature de leur topographie et par leur contact fréquent avec les champs intensément cultivés, les groupements végétaux implantés dans les anciennes carrières de phosphates sont particulièrement exposés au risque d'eutrophisation, par lessivage des engrais abondamment déversés dans les champs environnants. Nous ne reviendrons pas ici sur les conséquences de ce regrettable phénomène, mais essayons d'évoquer quelques moyens de lutte.

JR. WATTEZ et A. DELELIS-DUSSOLIER [50] ont déjà proposé des éléments de solution pour les pelouses calcaires, applicables aux anciennes carrières :

- empêcher l'épandage des engrais et herbicides sur une bande de terrain large de plusieurs mètres, jouxtant le sommet des carrières.

- planter des haies sur le pourtour supérieur des carrières afin de constituer un "barrage" à la lixiviation et donc à l'eutrophisation.

L'implantation de haies peut effectivement représenter une barrière efficace à cette dégradation insidieuse, à condition qu'elle ne se fasse pas de manière désordonnée et incontrôlée ; en effet le principal danger est l'extension "naturelle" de ces haies qui conduirait à la formation de fourrés plus ou moins denses, assurant la régression des groupements herbacés à proximité. Il ne s'agit pas d'empêcher l'eutrophisation d'une pelouse en provoquant son boisement.

Le choix des essences arbustives devra par conséquent être judicieux ; on préférera celles qui ne sont ni ornithochores, ni anémochores et surtout peu pionnières. Parmi ces espèces citons le Charme (*Carpinus betulus*), le Fusain (*Evonymus europaeus*), l'Erable champêtre (*Acer campestre*), le Houx (*Ilex aquifolium*), le Néflier (*Mespilus germanica*).

La fertilité et la capacité à l'extension de ces espèces peuvent être limitées en effectuant une taille régulière des haies. Si le choix d'une telle intervention est décidé, il sera nécessaire de veiller, de manière quasiannuelle, à la non dissémination des diaspores des arbustes et de procéder à un recépage systématique des ligneux en cas d'implantation sur les éboulis ou les pelouses.

Envisager la lutte contre l'eutrophisation des structures végétales est devenu une priorité car il est inconcevable de mettre en place une gestion conservatoire d'un milieu naturel, souvent lourde et coûteuse, sans contrôler au préalable le facteur trophique. L'enrichissement en éléments nutritifs est en effet un phénomène souvent rapide et toujours très lentement réversible, qui risque à tout moment de ruiner les efforts de gestion des espaces naturels et d'en détruire les premiers acquis.

3.4. Protection légale

Si les méthodes de gestion palliatives et la lutte contre l'eutrophisation permettent d'endiguer respectivement les phénomènes d'évolution progressive et le risque d'une évolution déviante, elles sont en revanche incapables de mettre les milieux naturels à l'abri d'une éventuelle destruction brutale d'origine humaine : mise en culture du fond de carrière, ouverture d'une décharge publique, plantation de conifères, pratique du moto-cross etc. Il est par conséquent indispensable de prendre des mesures légales de protection de ces milieux afin de les soustraire (définitivement ?) aux menaces de toutes sortes qui pèsent sur eux. Plusieurs possibilités sont offertes par les lois de protection de la nature ; nous ne citerons que celles envisageables dans le cadre des anciennes carrières de phosphates du nord de la France.

3.4.1. Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique ou Floristique (Z.N.I.E.F.F.)

Les Z.N.I.E.F.F. ne constituent pas un outil de protection des milieux naturels, mais un outil de connaissance permettant une meilleure prévision des incidences des aménagements de certains espaces fragiles. Elles font partie intégrante d'un programme initié par le Ministère de l'Environnement en 1982 ; en pratique il s'agit de recenser et d'inventorier de la manière la plus exhaustive possible les milieux naturels "dont l'intérêt repose soit sur l'équilibre et la richesse de l'écosystème, soit sur la présence d'espèces de plantes ou d'animaux rares et menacées". [1]

"La prise en compte d'une zone dans le fichier Z.N.I.E.F.F. ne lui confère aucune protection réglementaire. Par contre, la nécessité de consulter cet inventaire lors de l'élaboration de tout projet est rappelé dans la circulaire n° 91-71 du Ministre de l'Environnement aux préfets."

Plusieurs anciennes carrières de phosphates mériteraient de figurer à l'inventaire des Z.N.I.E.F.F., notamment les sites de Faucouzy (02), Hardivillers (60) et Orville (62) ; les zones de type 1 sont précisément conçues pour répertorier des secteurs bien délimités caractérisés par leur intérêt biologique remarquable, tels que le sont les anciennes carrières citées. A l'heure actuelle seul le versant exposé au septentrion de la vallée de la Somme entre Frise et Eclusier (80), où se trouvent des sésleraies paraclimaciques dans lesquelles de petites exploitations de phosphates ont été autrefois réalisées, est inventorié au patrimoine naturel des Z.N.I.E.F.F.

La protection d'un milieu passant par la connaissance approfondie de son patrimoine naturel, l'inscription de celui-ci sur la liste des Z.N.I.E.F.F. est une première étape indispensable.

3.4.2. Arrêté préfectoral de conservation des biotopes

Un tel arrêté pris en application de la loi du 10 juillet 1976 et du décret n° 77-1295 du 25 novembre 1977, permet la préservation d'un milieu naturel - un biotope - afin d'assurer la survie d'espèces protégées et de mettre à l'abri ce milieu des activités qui porteraient atteinte à leur équilibre biologique. En fait ce statut est conçu pour limiter les interventions humaines sur le biotope et non sur les biocénoses qui l'occupent. "Il ne s'agit pas de mettre en place une réglementation, mais seulement de prévoir certaines interdictions." [1]

Cette procédure a l'avantage d'être rapide à mettre en place et d'adapter le règlement à chaque cas particulier ; en revanche aucune gestion conservatoire n'est prévue dans les statuts. Dans le cadre des anciennes carrières de phosphates, elle ne pourrait théoriquement s'appliquer qu'aux sites de Faucouzy (02) et d'Eclusier (80) qui abritent effectivement des espèces végétales protégées et dont les biotopes sont suffisamment originaux pour justifier une telle protection.

3.4.3. Réserve naturelle volontaire

Des propriétés privées dont la faune et/ou la flore sauvage(s) présente(nt) un intérêt particulier sur les plans scientifiques et écologiques peuvent, à l'initiative du (ou des) propriétaire(s) être classées en Réserve Naturelle Volontaire, conformément à l'article 24 de la loi du 10 juillet 1976 sur la protection de la nature et aux décrets n° 77-1298 (25 novembre 1977) et n° 86-1136 (17 octobre 1986). Le statut de Réserve Naturelle Volontaire est affecté pour une durée de 6 ans par le préfet du département ; cette période est renouvelable par tacite reconduction mais peut être remise en cause sans préavis par le propriétaire, au bout de 6 ans.

Cette procédure de classement est assez rapide à mettre en œuvre et permet une protection effective du milieu tout en étant compatible avec l'établissement d'un plan de gestion.

Si les propriétaires y consentaient, il serait souhaitable d'obtenir une telle protection pour des anciennes carrières de phosphates telles que celle de Faucouzy

(02) ou d'Hardivillers (60), dont le patrimoine floristique est tout à fait remarquable.

3.4.4. Conservatoires régionaux d'espaces naturels

Les conservatoires ne constituent pas en eux-mêmes un moyen de protection légale, mais une alternative essentielle pour la maîtrise et la gestion des milieux naturels. Leur objectif est avant tout la conservation *in situ* de la richesse biologique des milieux naturels menacés.

Chaque conservatoire est régi selon la loi du 1er juillet 1901 et possède un comité scientifique compétent en matière de gestion des milieux. Ainsi, dans la région Picardie, c'est le Conservatoire des Sites Naturels de Picardie qui fait autorité dans la matière, dont les principaux outils sont la maîtrise foncière, la maîtrise d'usage et les conventions de gestion.

L'intervention d'un conservatoire régional n'est pas incompatible avec une protection légale, mais reste soumise aux règles du droit privé et du droit rural ; elle peut donc être remise en cause, notamment par des mesures d'expropriation.

Les conservatoires régionaux restent cependant un instrument de choix pour la gestion rationnelle et écologique des milieux naturels ou semi-naturels comme le sont les anciennes carrières de phosphates du nord de la France et il faut souhaiter pour certaines d'entre-elles (comme celle de Faucouzy) qu'une gestion conservatoire soit rapidement entreprise.

Si la nécessité d'une gestion conservatoire des anciennes carrières de phosphates en vue de la préservation du patrimoine phytogénétique qu'elles abritent, n'a plus besoin d'être démontrée, il faut en revanche trouver les outils appropriés pour s'assurer d'une efficacité optimale. Les méthodes agro-pastorales d'autrefois ne sont plus aujourd'hui les mieux adaptées, d'où l'importance de trouver des moyens palliatifs adaptés qui seront mis en œuvre sous un contrôle strict de leur influence sur le milieu. Il n'est pas question d'envisager l'entreprise de travaux lourds et délicats sans s'assurer d'un minimum de précautions vis à vis des menaces extrinsèques qui pèsent sur les sites : eutrophisation, destruction brutale etc.

Il sera toujours souhaitable d'obtenir une protection juridique des sites gérés, qui passe par la reconnaissance de l'étonnante biodiversité de ces milieux originaux et

dont la première étape serait l'inscription à l'inventaire des Z.N.I.E.F.F. Lorsque la plupart des risques seront écartés, une gestion conservatoire efficace pourra être mise en place via, par exemple, le Conservatoire des Sites naturels de Picardie dont c'est la vocation première.

CONCLUSION

La plupart des anciennes carrières de phosphates du nord de la France sont abandonnées depuis plus d'un demi-siècle ; la nature y a maintenant repris ses droits et de nombreux sites hébergent aujourd'hui une flore et une végétation originales pour la France septentrionale.

Outre l'intérêt historique de ces sites dont la topographie accidentée témoigne d'une activité désormais disparue (celle de l'exploitation des phosphates de chaux), les anciennes carrières constituent surtout des réservoirs phytogénétiques non négligeables, où la biodiversité végétale est particulièrement élevée.

Véritable mosaïque de phytocoenoses, les anciennes carrières de phosphates sont un terrain très favorable à l'étude phytosociologique et syndynamique des groupements végétaux impliqués dans la recolonisation d'une roche crayeuse mise à nu. Ces ensembles semi-naturels forment des "oasis" sauvages au milieu des paysages de la Picardie et des régions voisines, souvent dominés par les vastes cultures céréalières et betteravières.

Malheureusement de nombreuses menaces pèsent sur ces écosystèmes fragiles ; si l'homme est le plus souvent responsable de leur dégradation du fait des activités qu'il mène sur les sites, la dynamique naturelle de la végétation reste cependant le principal danger pour la biodiversité végétale.

Dès lors, il apparaît important et urgent de prendre conscience de la haute valeur phytogénétique, paysagère et, à un titre moindre, économique, de ces joyaux de notre patrimoine naturel, afin de pouvoir rapidement mettre en œuvre une politique conservatoire. Celle-ci devra nécessairement prendre en compte les contraintes techniques liées à chaque site, mais aussi s'accompagner de mesures légales pour une meilleure maîtrise de la gestion.

Enfin, ce travail n'a donné qu'un aperçu de la richesse biologique des anciennes carrières, celui du monde végétal ; tout laisse penser que le patrimoine faunistique est tout aussi intéressant, notamment en ce qui concerne l'entomofaune. Les anciennes carrières de phosphates du nord de la France n'ont pas encore livré tous leurs secrets...

BIBLIOGRAPHIE

- 1 ANONYMES
La gestion et la protection de l'espace naturel en 32 fiches juridiques (fiches n° 2, 3, 4, 28)
SRPN, 1991.
- 2 BACON JC
The use of livestock in calcareous grassland management
Reserve Management, 1990, 121-127 .
- 3 BOCK C
Boisement spontané et conservation des pelouses calcaricoles
Cahiers des Naturalistes, Bull. N.P., 1986, 42, (n.s.), 73-92 .
- 4 BOULLET V
Les pelouses calcicoles (Festuco-Brometea) du domaine atlantique français et ses abords au nord de la Gironde et du Lot ; essai de synthèse phytosociologique
Thèse Science Lille I, 1986, 333 pp .
- 5 BOULLET V, WATTEZ JR
Les peuplements de *Rhytidium rugosum* (Hedw.) Kindb. de la Picardie ; leur intérêt biogéographique et leurs caractères socio-écologiques
Documents Phytosociologiques, 1988, XI, (N.S), 221-234 .
- 6 BOULLET V, WATTEZ JR
Exemples d'anthropisation des pelouses calcaires dans le Picardie et le nord de la France
Colloques Phytosociologiques, 1983, XII, 313-329 .
- 7 BOURNERIAS M, WATTEZ JR
Esquisse phytogéographique de la Picardie, France
Journal of Biogeography, 1990, 17, 145-161 .
- 8 BOURNERIAS M
Guide des groupements végétaux de la région parisienne
Masson & Sedes, Paris, 1984, 483 pp .
- 9 BUREAU DES RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES
Cartes géologiques au 1/50 000

- 10 CELET MP
Excursion géologique dans les environs de Péronne ; étude de la craie phosphatée
Annales de la Société Géologique du Nord, 1965.
- 11 CHIFFAUT A, LE NEVEU C, LECOMTE T
La gestion des zones humides
La Lettre des Réserves Naturelles, 1989, (14), 7-14 .
- 12 CLOAREC JN, FAURIE C, GAUDIN C, LAMARQUE J et coll.
Biologie - facteurs intervenant dans la répartition des êtres vivants
Coll. Tavernier, Bordas Paris, 1985, 53-150 .
- 13 COULOMBEAU C
Une méthodologie originale de reconnaissance des dépôts phosphatés de la craie sénonienne de Picardie (France)
Chronique de la Recherche Minière, 1979, 449, 5-24 .
- 14 DECOCQ G
La végétation recolonisatrice des anciennes carrières de phosphates du nord de la France: étude phytosociologique et syndynamique
D.E.A Compiègne, 1994.
- 15 DEMANGEON A
La Picardie et les régions voisines - la craie phosphatée
Armand Colin, Paris, 1925, 54-61 .
- 16 DUCHAUFOUR P
Pédologie
Masson Deuxième édition, 1988.
- 17 DUVIGNEAUD J, MOUZE L
La végétation de la partie septentrionale de la Champagne crayeuse. La colonisation des éboulis crayeux
Bull. Soc. Bota. N. Fr., 1966, 19, 212-225 .
- 18 DUVIGNEAUD J
L'entretien des pelouses calcaires, un problème difficile à résoudre
Ruralité-Environnement-Développement, 1990, (5), 6 pp .

- 19 DUVIGNEAUD J, MERIAUX JL, VAN SPEYBROECK D
La conservation des pelouses calcaires de Belgique et du nord de la France ; nécessité de leur protection, propositions d'intervention et méthodes de gestion
Institut Européen d'Ecologie, 1982, 29 pp .
- 20 DUVIGNEAUD J, WORMS C
Sisymbrium supinum en Champagne (départements de l'Aisne, des Ardennes et de la Marne)
Natura Mosana, 1987, 40, (2), 27-37 .
- 21 FITTER A, CUISIN M
Les fleurs sauvages - histoire naturelle des fleurs sauvages
Delachaux & Nieslé, Neuchatel, 1988, 160-299 .
- 22 FOCQUET P, WATTEZ JR
Le groupement à *Helianthemum nummularium* (L.) Mill s.e. *nummularium* des lisières forestières ensoleillées en Picardie occidentale et à ses abords
Colloques Phytosociologiques, 1979, VIII, 431-444 .
- 23 FOUCAULT B de, RAMEAU JC, ROYER JM
Essai de synthèse syntaxonomique sur les groupements des *Trifolio-Geranetea sanguinei* Müller 1961 en Europe centrale et occidentale
Colloques Phytosociologiques, 1979, VIII, 445-462 .
- 24 FOUCAULT B de
Synsystème des prairies mésophile d'Europe (ordre des *Arrhenatheretalia elatioris*)
Colloques Phytosociologiques, 1988, XVI, 695-708 .
- 25 FOUCAULT B de, WATTEZ JR
Note phytosociologique sur les éboulis crayeux picards
Bull. Soc. Linn. Nord-Pic., 1989, 7, 21-29 .
- 26 FOUCAULT B de
Contribution à la connaissance phytosociologique des ZNIEFF régionales. III. Le système calcicole de la région d' Auxi-le-château (ZNIEFF n° 92-2, 92-3, type I)
Bull. Soc. Bota. N. Fr. (A paraître), 1994,
- 27 GEHU JM, BOULLET V, SCOPPOLA A, WATTEZ JR
Essai de synthèse phytosociologique des pelouses sur craie du nord-ouest de la France
Colloques Phytosociologiques, 1982, XI, 65-104 .

- 28 GEHU JM, RIVAS-MARTINEZ S
Notions fondamentales de phytosociologie
Syntaxonomie, 1981, 31, (3), 5-33 .
- 29 GILLET F, FOUCAULT B de, JULVE P
La phytosociologie synusiale intégrée : objets et concepts
Candollea, 1991, 46, 315-340 .
- 30 INSTITUT FLORISTIQUE FRANCO-BELGE
Précarts I.F.F.B n°290bis, 393, 447, 745
Documents Floristiques.
- 31 JULVE P
Synopsis phytosociologique de la France (Communautés de plantes vasculaires)
Lejeunia, 1993, 140, 160 pp .
- 32 LAMBINON J, DE LANGHE JE, DELVOSALLE L, DUVIGNEAUD J
Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand Duché de Luxembourg, du Nord de la
France et des régions voisines (Quatrième édition)
Ed. Patrim. du Jard. bot. nat. Belg, 1992, 1100 pp .
- 33 LANDOLT E, AESCHIMANN D
Notre flore alpine - la plante et son environnement dans les Alpes
Editions du Club Alpin Suisse, 1986, 53-64 .
- 34 LASNE H
L'origine des phosphates de chaux de la Somme
E.Bernard et Cie éditions, 1901.
- 35 LAWALREE A
A propos de *Sisymbrium supinum* ; les oiseaux ont-ils introduit des plantes de
Fennoscandie en Europe médiane et méridionale et inversement ?
Bull. Jard. Bot. Nat. Belgique, 1969, 39, 1-16 .
- 36 LIGER J, DUVIGNEAUD J
La végétation des éboulis crayeux de la basse vallée de la Seine (Seine-Maritime et
Eure, France)
Bull. Jard. Bot. Nat. Belg., 1969, 39, 191-200 .

- 37 MERIAUX E
Les roches phosphatées : le gisement de craie phosphatée d'Hardivillers
Bull. Soc. Linn. Nord Pic., 1989, VII, 128-130 .
- 38 NICAISE L, LE NEVEU C, LECOMTE T
Le pâturage extensif et la gestion des espaces protégés
La Lettre des Réserves Naturelles, 1992, (22), 7-14 .
- 39 OFFICE DE GENIE ECOLOGIQUE
La conservation des pelouses sèches en France : une urgence
Secrétariat de la Faune et de la Flore, 1992, 5-7 .
- 40 PIERSON B
Compagnie française de phosphate. Beauval. Rapport d'activités
1974.
- 41 POMEROL B, CAUTRU JP, MONCIARDINI C
La craie de Picardie : ses phosphates et ses accidents magnésiens
Bull. Inf. Géol. Bass. Paris, 1980, HS, (B11), 1-11 .
- 42 POMEROL B, TABATABAI CM, WYART J
Pétrographie et géochimie des craies phosphatées de Picardie
CR de l'Académie des Sciences de Paris, 1977, 284, (D), 2451-2454 .
- 43 ROYER JM
Essai de synthèse sur les groupements végétaux de pelouses, éboulis et rochers de
Bourgogne et de Champagne méridionale
Ann. Sc. Univ. Besançon, 1972, 13, 157-316 .
- 44 STOTT PA
Sur l'importance phytogéographique de la flore micro-endémique des éboulis crayeux
et calcaires dans le nord de la France
Documents Phytosocologiques, 1975, 9-14, 245-256 .
- 45 VAN HALUWYN C, LEROND M
Guide des lichens
Editions Lechevalier, 1993, 340 pp .

- 46 WATTEZ JR
Contribution à l'étude des groupements végétaux xériques implantés sur les substrats crayeux en Picardie occidentale
Colloques Phytosociologiques, 1982, XI, 117-155 .
- 47 WATTEZ JR
Intérêt de la redécouverte de *Sisymbrium supinum* L. dans le département de l'Oise
Floralire (Bulletin de l'ABMARS), 1992, (12), 6 pp .
- 48 WATTEZ JR
Comportement phytosociologique et écologique du panicaut champêtre (*Eryngium campestre* L.) dans le nord de la France
Documents Phytosociologiques, 1982, VII, 223-266 .
- 49 WATTEZ JR, BOURNERIAS M, BOULLET V
Espèces végétales protégées dans la région de Picardie
Bull. Soc. Linn. Nord-Pic., 1990, VIII, 117-140 .
- 50 WATTEZ JR, DELELIS-DUSSOLIER A
Comment lutter contre l'eutrophisation des pelouses calcaires ?
Bull. Nord Nature, 1984, (37), 35-37 .
- 51 WATTEZ JR, BOULLET V
Observations sur la socio-écologie de la chataigne de terre (*Bunium bulbocastanum* L.) en Picardie
Bull. Soc. Linn. Nord-Picardie, 1988, VI, 7-27 .
- 52 WATTEZ JR, FOUCAULT B de
Les junipéraies calcicoles pionnières de la Picardie et du nord de la France
Colloques Phytosociologiques, 1982, XI, 613-627 .
- 53 WILLEMS JH
Observations on North-West European Grassland Communities - phytosociological and geographical survey of mesobromion communities in North-West Europe
Limestone grasslands in North-West, 1980.
- 54 WOLKINGER F, PLANK S
Les pelouses sèches en Europe
Col. Sauv. Nat., Conseil de l'Europe, 1981, (21), 70 pp .

Guillaume DECOCQ

FLORE ET VEGETATION DES ANCIENNES CARRIERES DE PHOSPHATES DU NORD DE LA FRANCE ; IMPORTANCE, MENACES ET CONSERVATION

Thèse pour le Diplôme d'État de Docteur en Pharmacie
Université de Picardie Jules Verne - Année 1994

MOTS CLEFS

Anciennes carrières de phosphates - Nord de la France - Flore - Végétation - Importance phytogénétique - Menaces - Conservation

RESUME

Résumé :

Après avoir été replacées dans leur contexte écologique, la flore et la végétation impliquées dans la recolonisation des anciennes carrières de phosphates du nord de la France ont été étudiées au travers de quatre sites.

Pour chacun d'entre eux un transect sol-végétation a été établi ; des listes d'espèces et d'associations végétales correspondant aux phytocœnoses ont été données : végétation pionnière des éboulis et des fonds de carrière, végétation fermée des pelouses, prairies et ourlets, végétation pré-forestière et forestière.

L'importance phytogénétique due à l'étonnante biodiversité du tapis végétal ainsi que les intérêts paysager et économique ont été mis en évidence. Les principales menaces qui pèsent sur la richesse floristique de ces milieux originaux ont été énumérées, évaluées et commentées à l'aide de relevés floristiques.

Plusieurs éléments techniques et législatifs ont été apportés en vue de la conservation de ce patrimoine naturel peu commun.

JURY : Président : Monsieur le Professeur J.R. WATTEZ

Membres : Monsieur le Docteur B. de FOUCAULT
Monsieur le Professeur E. MERIAUX
Monsieur le Professeur M. BRAZIER