

**DESCRIPTION SYNFLORISTIQUE, SYNECOLOGIQUE
ET SYNSYSTEMATIQUE DE QUELQUES
PELOUSES ACIDIPHILES REMARQUABLES
DES CARRIERES SECHES
DE LA BASSE-NORMANDIE ARMORICAINE**

L. BOULET¹

INTRODUCTION

Depuis les années 70, les carrières se sont considérablement développées. Jusqu'à la promulgation de la loi du 10 juillet 1976, elles étaient laissées le plus souvent à l'abandon, véritables cicatrices dans le paysage. Avec le souci croissant de la protection de l'environnement, le législateur a fini par imposer pour les plus grandes d'entre elles, leur réaménagement (BOULET, 1996, annexe 5).

Cependant l'ouverture du milieu peut parfois être l'opportunité d'une recolonisation par une flore et une faune peu banales, et un réaménagement drastique comme par exemple un apport de terre végétale avec réengazonement, peut conduire à une banalisation de ces milieux potentiellement intéressants. Autrement dit, une connaissance approfondie des biocénoses de ces sites dénudés pourrait permettre un réaménagement raisonné avec une valorisation maximale de leur richesse biologique.

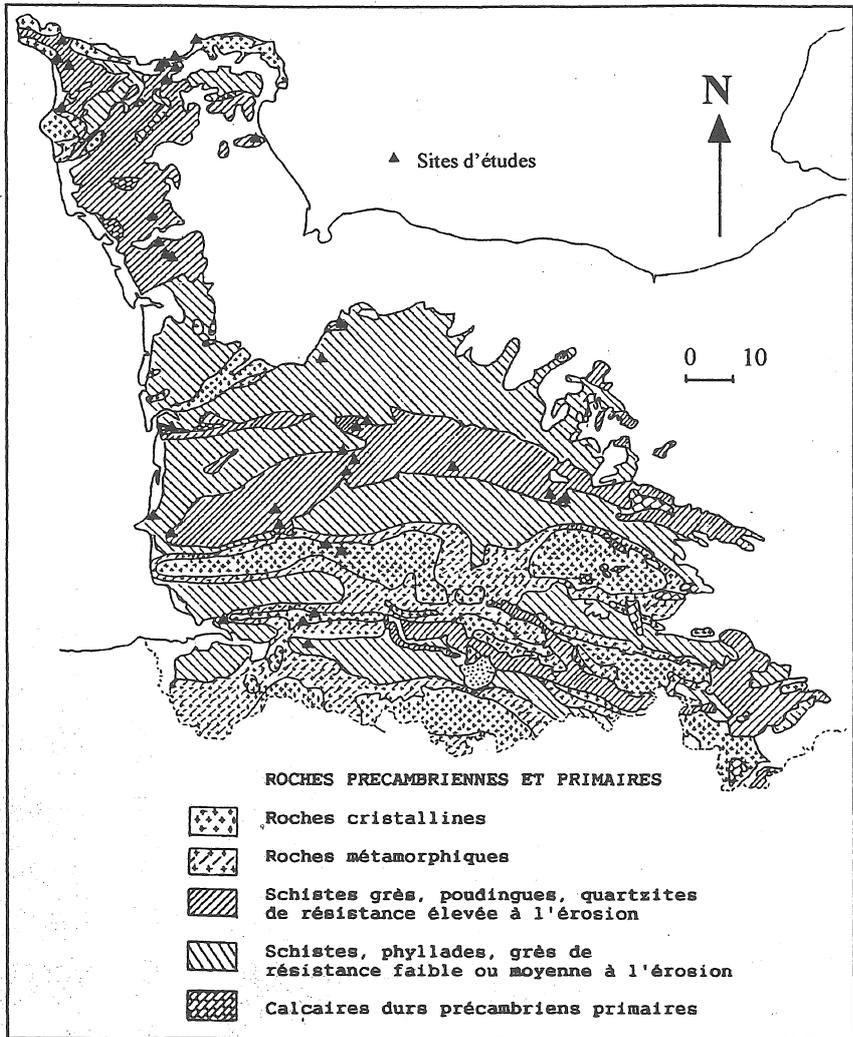
De nombreuses études récentes, en Franche-Comté (Robert et al., 1983), dans le Massif central (Frain, 1991), en Bourgogne (Frochot et al., 1994), en Basse-Normandie (Boulet, 1996), en Angleterre (Usher, 1979 ; Jefferson, 1984)... ont montré que les carrières pouvaient, lorsqu'elles étaient peu anthropisées après exploitation, posséder une grande diversité floristique et faunistique. Celles ci font d'ailleurs parfois l'objet d'un arrêté préfectoral de protection de biotope, comme celle d'Orival dans le Calvados (Lecoïnte 1993).

✎ Parmi tous les groupements végétaux étudiés qui colonisent les carrières de la Basse-Normandie armoricaine, les pelouses acidiphiles et xérophiles présentent les espèces les plus remarquables.

¹ 14, Rue Georges Sorel, 50 100 CHERBOURG

CADRE DE L'ETUDE ET METHODOLOGIE

L'ensemble des groupements présentés ici appartiennent à la Basse-Normandie armoricaine et sont pour la plupart constitués de grès (Tableau 1). Elles sont localisées (Figure 1) dans la partie septentrionale du sous secteur phytogéographique armoricain (Des Abbayes, 1951) où l'influence méridionale se fait le plus faiblement sentir (Figures 2 et 3).



CARTE DE REPARTITION DES CARRIERES
EN BASSE-NORMANDIE ARMORICAINE

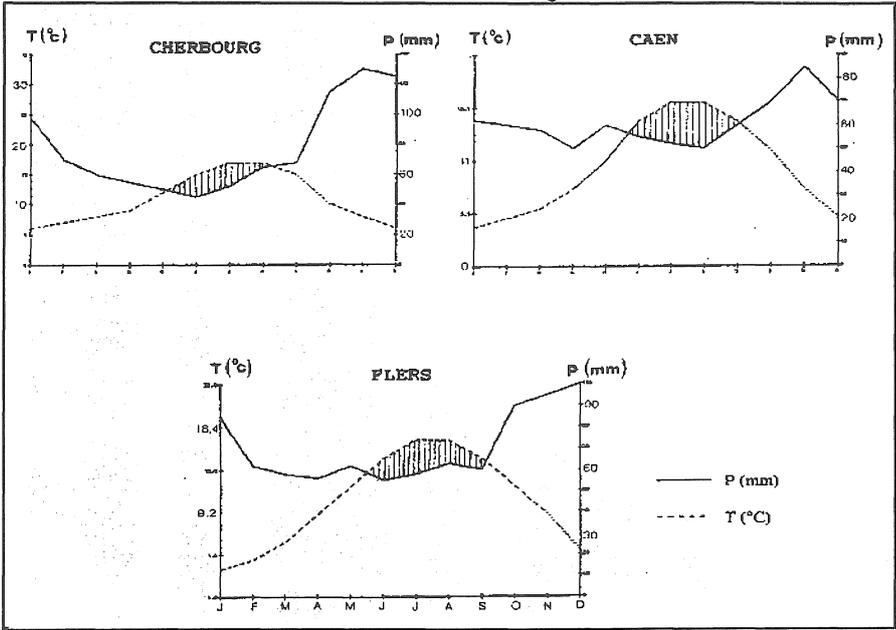
FIGURE 1

TABLEAU 1

Liste des carrières étudiées

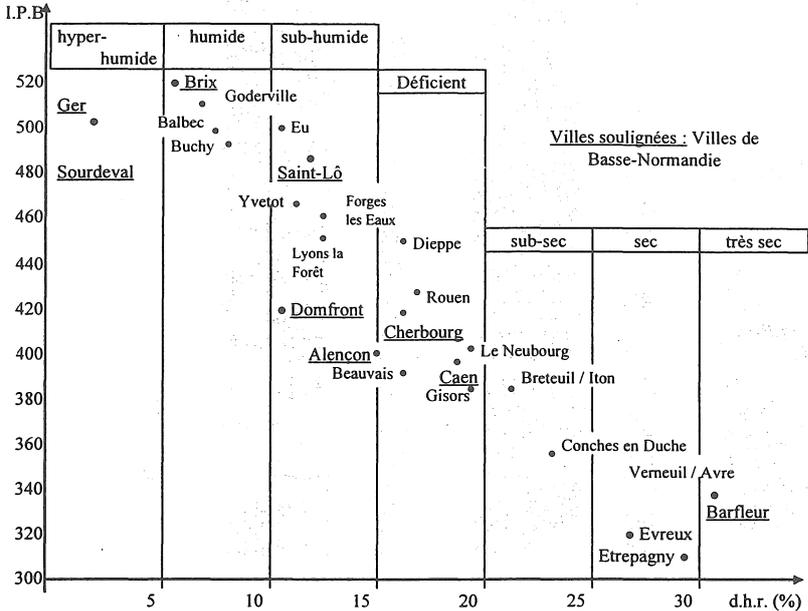
COMMUNES	SUBSTRATS	SUPERFICIE (hectares)	TEMP.AN. MOY. (°C)	PREC.AN. MOY. (mm)	Age	Coord. Lambert (carte IGN 1/50000)	Code des relevés
AVRANCHES	Schiste métam.	3	2,5-22,5	600-700	en activ.	2416-332	A.L.
AIREL	Pélite rouge	1,5		900-1000	t < 5		A.I.
BECQUET	Grès	2,5	4,5-19,5	800-900	t > 60	2524-319	B.D.
BECQUET	Grès	0,625	4,5-19,5	800-900	30 < t < 60	2524-320	B.Q.
BIVILLE	Grès	3,25	3,5-19,5	900-1000	t < 5	2520-301	T.P.C.
BLOUTIERE (LA)	Schiste	1,6	1,5-22,5	1100-1200	10 < t < 30		L.B.
BOURGUENOLLES	Schiste métam.	9,62	1,5-22,5	1100-1200	t < 5 ans	2429-335	B.R.N.
BRIX	Grès	9,3	3,5-19,5	900-1000	t < 5	2512-317	B.X.
CHAPELLE/VIRE	Grès	2,6	1,5-22,5	1000-1100	t < 5	2452-351	T.G.
CHAPELLE/VIRE	Schiste	0,25	1,5-22,5	1000-1100	t > 60	2451-351	V.V.
CHERBOURG	Grès	0,187	4,5-19,5	800-900	30 < t < 60	2522-315	F.R.
CONDE/NOIREAU	Grès	2,9		1000-1100	10 < t < 30	2431-291	
DIELETTE	Schiste métam.	0,375	4,5-19,5	600-700	10 < t < 30	2515-246	D.L.
DONVILLE Les B.	Schiste	4	3,5-T > 21	600-700	30 < t < 60	2436-312	D.O.N.
DOVILLE	Grès	3,4	2,5-21,5	900-1000	t < 5		D.O.
FERMANVILLE	Granite	0,2	4,5-19,5	700-800	en activ.	2528-326	F.E.R.
GAST (Eude)	Granite	0,1	1,5-22,5	1000-1100	t > 60	2409-351	E.U.
GAST(Bois du R)	Granite	0,93	1,5-22,5	1000-1100	t < 5	2409-352	L.G.
GREVILLE HAGUE	Grès	0,25	3,5-19,5	800-900	10 < t < 30	2526-300	G.H.
GUILBERVILLE	Grès	0,1		1000-1100	10 < t < 30	2446-359	G.U.I.
HEBECREVEON	Schiste	1	1,5-22,5	900-1000	t < 5	2466-345	B.D.J.
JULLOUVILLE	Schiste métam.	2,5	3,5-21,5	900-1000	en activ.	2427-317	C.O.
JURQUES	Grès	7,31	1,5-22,5	1100-1200	t < 5; 5 < t < 10	2444-374	J
LA GLACERIE	Schiste	0,5	4,5-19,5	900-1000	30 < t < 60	2519-316	L.G.L
LA HAYE du PUIT	Grès quartzite	3,37	2,5-21,5	900-1000	10 < t < 30	2483-321	M.C.A
LA HAYE du PUIT	Grès quartzite	0,9	2,5-21,5	900-1000	30 < t < 60	2483-321	M.C.E
LA PERNELLE	Poudingue	3,75	3,5-19,5	600-700	t < 5	2519-337	L.P.
MORTAIN	Grès	1,87	0,5-22	1200-1300	5 < t < 10	1110-360	L.G.N
PONT-EREMBOURG	Grès	1,2		1000-1100	t < 5	2431-392	PE
PONT FARCY	Schiste	10	1,5-22,5	1100-1200	10 < t < 30	2444-353	P.F.
QUINEVILLE	Grès quartzite	2,0625	3,5-19,5	800-900	30 < t < 60	2507-335	QUIN
SOTTEVAST	Grès	0,5	2,5-19,5	1000-1100	30 < t < 60	2511-314	S.B.
St FROMOND/AIREL	Argile.Pélite r.	1,5	1,5-22,5	900-1000	5 < t < 10	2475-350	A.R.
St MICHEL de MONTJOIE	Granite	2,25	0,5-22,5	800-900	t < 5	2425-352	F.M.
St POIS (Mt Ro)	Schiste métam.	0,56	0,5-22,5	1200-1300	t > 60	2422-349	M.R.
St SAUVEUR LAND.	Schiste métam.	0,7	2,5-21,5	1000-1100	10 < t < 30	2464-328	F.O.S
St SAUVEUR LE VI.	Grès	1,2	1,5-21,5	1000-1100	30 < t < 60		S.S.V
Ste MARIE OUTRE	Schiste	0,62	1,5-22,5	1200-1300	5 < t < 10	2541-355	M.M.E
TOURLAVILLE	Grès	12,25	4,5-19,5	900-1000	t < 5	2522-317	T.C.O.
VASTEVILLE	Grès	2,25	3,5-19,5	1000-1100	5 < t < 10	2519-309	V.
VAUVILLE	Grès	0,1875	3,5-18,5	1000-1100	5 < t < 10	2525-298	R

ASPECTS CLIMATIQUES



DIAGRAMMES OMBROTHERMIQUES NORMANDS
(d'après l'Atlas de Normandie, 1970)

FIGURE 2



(I.P.B. : indice de potentialité bioclimatique ; d.h.r. : déficit hydrique relatif)
BIOCлимATS NORMANDS (HOUZARD, 1980)

FIGURE 3

Les relevés ont été réalisés selon la méthode sigmatiste qui est une conception « sociologique » des groupes écologiques (Guinochet, 1973 ; Gounot, 1979 ; De Foucault, 1986). Les tableaux sont extraits d'une étude qui a porté sur l'ensemble de la Basse-Normandie (Boulet, 1996) et ont été obtenus à partir d'analyses statistiques multidimensionnelles (A.F.C. et C.A.H.).

DESCRIPTIONS SYNFLORISTIQUES, SYNECOLOGIQUES ET SYNSYSTEMATIQUES

Alors que les prairies se caractérisent comme des formations végétales constituées de plantes herbacées formant des peuplements hauts et denses (végétation fermée), dans tous les cas, les pelouses sont par opposition des formations rases et plus ou moins ouvertes.

1. ASSOCIATION A *AIRA PRAECOX* (TABLEAU 2)

1.1. Structure et composition floristique

Cette association (*Airetum praecocis*, Schwick.(1944) Krausch 1967) très ouverte caractérisée par *Aira praecox* est l'une des plus discrètes que nous avons pu observer dans les carrières en ce qui concerne les Phanérogames.

La Canche précoce, disposée en touffes menues, vertes et lisses ne dépasse jamais les 5 cm. Au printemps, ses épillets vert blanchâtre, donnent un aspect soyeux à l'ensemble qui forme alors une sorte de "tapis brosse", d'où émergent à peine quelques autres Phanérogames telles que *Vulpia myuros*. Les stations rencontrées, par la faible surface qu'elles occupent renforcent ainsi le caractère ténu de l'association. Excepté le relevé 7, celle-ci est composée essentiellement d'espèces héliophiles, qui confirment son statut de groupement pionnier. La symphysionomie hivernale est complètement différente : de la biomasse aérienne il ne reste que les rares rosettes des Hémicryptophytes. Les Thérophytes, composante dominante de cette association, n'étant plus visibles, il est quasi impossible de distinguer l'*Airetum praecocis*.

1.2. Synécologie et localisation préférentielle

Nous ne l'avons trouvée que sur les anciennes aires de stockage de sable ou de graviers (0,2 à 2 cm) des carreaux de carrières.

Le relevé 1 est effectué sur un petit merlon où les deux matériaux cités précédemment sont en mélange avec une prépondérance de graviers. Le seul relevé sur éboulis (n°5), est installé sur une zone découverte de chablis, au sein d'une jeune bétulaie. Le substrat apparent est alors sablo-graveleux. Toutes les stations rencontrées sont en zone découverte, et subissent une exposition au soleil maximale pendant toute la journée. Toutefois le relevé 7 se situe davantage en lisière forestière, ce qui explique la présence de quelques espèces pré-forestières, comme *Teucrium scorodonia*, *Veronica officinalis* ou *Hypericum pulchrum*.

TABLEAU 2

Association à *Aira praecox* (*Airetum praecocis*) (Schwick.) Krausch. 67

T	Ref. de la carrière (Tableau 1)	SB	BX	J	BQ	PF	MCA	LGN	
y	n° du relevé	1	2	3	4	5	6	7	P
p	Recouvrement herbacé (%)	30	40	25	25	30	50	35	r
e	bryolichénique (%)	5	5	25	5	20	25	5	é
	total (%)	35	45	50	30	50	60	40	s
b	Topographie (C,E,M,Ft)	M	C	C	C	E	C	C	e
i		/	/	/	/	S	/	/	n
o	Surface du relevé (m ²)	1	1	1,5	1	1	1	2	c
l	Nombre d'espèces	4	5	8	9	10	13	13	e
Caractéristique de l'association									
T	<i>Aira praecox</i>	3.2	3.3	2.2	2.1	2.1	2.1	2.3	V
Caractéristiques du Thero-Airion									
T	<i>Logfia minima</i>	.	.	1.1	1.1	1.1	1.1	+1	IV
T	<i>Ornithopus perpusillus</i>	.	.	.	.	.	2.1	.	I
T	<i>Tuberaria guttata</i>	.	.	.	.	.	.	1.1	I
T	<i>Juncus bufonius</i>	.	.	.	.	.	.	+1	I
Caractéristiques des Sedo-Scleranthetea									
H	<i>Agrostis capillaris</i>	.	+1	i	.	1.2	1.2	1.2	IV
T	<i>Vulpia myuros</i>	.	.	.	1.1	1.2	2.2	1.1	III
H	<i>Rumex acetosella</i>	+1	.	+2	+2	+2	.	.	III
T	<i>Cerastium semidecandrum</i>	.	.	.	+	.	.	.	I
Compagnes									
T	<i>Sagina procumbens</i>	+2	.	+2	1.2	+	+3	.	IV
H	<i>Holcus lanatus</i>	.	.	+	1.2	.	1.2	.	III
H	<i>Hypochoeris radicata</i>	.	i	.	.	.	+	1.1	III
H	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	.	.	.	+	+	1.2	.	III
Ch	<i>Hypericum humifusum</i>	.	+1	.	.	.	.	1.1	II
H	<i>Veronica officinalis</i>	.	.	.	.	.	.	1.2	I
T	<i>Cardamine flexuosa</i>	.	.	.	.	.	+	.	I
H	<i>Hypericum pulchrum</i>	.	.	.	.	.	.	+	I
Bryophytes									
	<i>Hypnum ericetorum</i>	.	.	1.3	+	2.3	+	1.2	IV
	<i>Ceratodon purpureus</i>	.	.	2.3	1.3	+	+	.	III
	<i>Polytrichum piliferum</i>	1	1	.	.	1	+	.	III
	<i>Campylopus introflexus</i>	.	.	.	.	.	.	1.2	I
	<i>Polytrichum juniperum</i>	.	.	.	.	.	.	+2	I

Liste des accidentelles (TABLEAU 2) : n°1 *Jasione montana* (i), *Festuca tenuifolia* (+.2) ; n°2 *Erica cinerea* s. (+.1) ; n°3 *Teucrium scorodonia* (+.1), *Erica cinerea* (i) ; n°4 *Bromus sterilis* (+.2), *Spergularia rubra* (i) ; n°5 *Sonchus asper* (i), *Ulex europaeus* s. (+.1) ; n°6 *Senecio jacobaea* (i) ; *Danthonia decumbens* (1.2).

Cette association présente un caractère acidiphile lié à la nature de la roche pauvre en bases (surtout des grès). Le sol est squelettique, et la proportion de terre fine y est extrêmement réduite. On ne peut y distinguer le moindre horizon, ni le début d'une naissance de sol, contrairement au groupement à *Agrostis* qui semble lui succéder. Cette association colonise donc un substrat aride, où s'installent de nombreuses espèces pionnières hélio-xérophiles (*Logfia minima*, *Tuberaria guttata*, *Ornithopus perpusillus*, *Vulpia myuros*, *Polytrichum piliferum*). L'unique note de fraîcheur évidente apparaît ici avec le relevé n°7 qui bénéficie de l'ombre portée des groupements forestiers voisins, d'où l'apparition d'espèces sylvatiques et de *Juncus bufonius*.

Globalement, il s'agit d'une formation très ouverte au recouvrement parfois très faible (25%). La couverture végétale prend un peu plus d'importance avec le relevé 6, le plus proche des prés secs à *Agrostis capillaris* et *Anthoxanthum odoratum*. Celui-ci se différencie également des autres relevés par la présence d'*Ornithopus perpusillus*. WATTEZ (1977), signale également dans les carrières de sable du Nord de la France, un faciès plus herbeux à *Ornithopus perpusillus* parmi l'association à *Aira praecox*.

Spectre brut (%)	Nord (1)	Brenne (2)	Normandie (3)
Thérophytes	35.9	45	53
Hémicryptophytes	48.7	39.4	41.2
Chaméphytes	2.6	9.8	5.8
Géophytes	5.1	1.9	0
Phanérophytes	7.7	3.9	0

(1) Wattez 1977, (2) Wattez et al. 1977, (3) Carrières

Le spectre biologique des pelouses à *Aira praecox* et *Logfia minima* des boutons de la Brenne étudié par WATTEZ, GEHU et de FOUCAULT (1977) ressemble fortement à celui des carrières de Normandie par la prépondérance des Thérophytes. Celui des carrières de sable du nord de la France établi par WATTEZ (1977) est légèrement différent puisque les Hémicryptophytes prennent plus d'importance que les Thérophytes, qui tiennent cependant encore une place non négligeable avec 35,9 %. La forte proportion d'annuelles est en effet caractéristique des végétations très ouvertes, qu'il s'agisse des groupements pionniers du *Corynephorion* Klika 1931 sur substrat mobile, ou du *Thero-Airion* Tx. 1951 sur des sols squelettiques fixes (BOURNERIAS, 1979).

1.3. Syntaxonomie et systématique

WATTEZ (1977) décrit une association à *Aira praecox* où il distingue 3 faciès que l'on retrouve dans les carrières de Basse-Normandie :

→ un faciès type (relevés 1 et 2) pauvre en espèces, aussi bien phanérogamiques que bryologiques.

→ un faciès à *Logfia minima* (relevés 3,4,et 5) également étudié par GEHU et al (1977) sur les buttons de la Brenne.

→ un faciès à *Ornithopus perpusillus* (relevé 6) où *Vulpia myuros* se développe mieux, en compagnie de quelques espèces prairiales.

Nous y ajoutons un quatrième faciès à *Tuberaria guttata* et *Juncus bufonius* qui exprime une certaine fraîcheur à la lisière de groupements arborés (relevé 7). Cependant WATTEZ mentionne un faciès à *Trifolium subterraneum* absent dans nos relevés.

Compte tenu de la richesse floristique de la pelouse ouverte à *Aira praecox* et *Logfia minima* (51 Phanérogames), GEHU et al. (1977), attribuent à leur groupement le nouveau nom de *Filagini minimae-Airetum praecocis*. Le nombre d'espèces noté sur nos relevés est beaucoup plus pauvre (maximum de 13 espèces).

FRILEUX (1977) a mis en évidence un groupement voisin, à *Ornithopus perpusillus* et *Teesdalia nudicaulis* proche de l'*Airetum praecocis*, où *Aira praecox* peut connaître un développement important. Le caractère écologique de ce groupement semble très proche de l'association que nous décrivons ici. FRAIN (1991), dans ses travaux relatifs aux pelouses ouvertes thérophytiques xériques des carrières situées près de Limoges, rapporte également 3 relevés appartenant au groupement à *Vulpia myuros* et *Aira praecox*.

En conclusion, compte tenu de la richesse en Thérophytes (51 %) caractéristiques d'un substrat acide, cette association peut se rattacher à l'*Airetum praecocis* (Schwick.) Krausch. 67, elle-même incluse dans l'alliance du *Thero-Airion* Tx. 1951.

2. GROUPEMENT A *AGROSTIS CAPILLARIS* (TABLEAU 3)

2.1 Structure et composition floristique

Il s'agit d'une pelouse colonisant les carreaux de carrières. Elle est la plupart du temps de faible étendue, mais elle peut parfois occuper des surfaces de plusieurs centaines de m² (Pont-Erambourg ; 61). L'Agrostide domine le groupement herbacé de sa fine panicule. Elle forme une pelouse physionomiquement homogène au sein des groupements les plus fermés, ou partage le terrain avec des espèces de lande dans les groupements plus ouverts. L'ensemble prend rapidement une teinte jaune, couleur de paille, lorsque l'été est relativement sec ou en fin de période estivale.

Lorsque la formation est discontinue ce sont les espèces pionnières acidiphiles des *SEDO-SCLERANTHETEA* qui accompagnent l'Agrostide. Puis avec la fermeture du tapis végétal, celles-ci se font plus discrètes au profit d'espèces prairiales des *AGROSTIO-ARRHENATHERETEA*. C'est alors qu' *Anthoxanthum odoratum* codomine avec *Agrostis capillaris* toujours prépondérante. On note également la permanence d'espèces de landes qui proviennent des groupements voisins, sur le carreau de carrière même, ou aux abords de l'exploitation.

En ce qui concerne les Mousses, des espèces comme *Ceratodon purpureus* et *Funaria hygrometrica* forment une mosaïque avec l'Agrostide vulgaire lorsqu'elle n'est pas encore envahissante, mais disparaissent quand la pelouse se ferme. On observe alors l'apparition de taxons mésophiles tels que *Scleropodium purum* et *Brachythecium rutabulum*.

TABLEAU 3

Pelouse à *Agrostis capillaris*

T	Ref. de la carrière	BQ	GH	BRN	PE1	PE2	P
y	n° du relevé	1	2	3	4	5	r
p	recouvrement herbacé (%)	60	40	90	95	100	é
e	recouvrement bryolichénique (%)	60	30	15	25	30	s
	recouvrement total (%)	95	60	100	100	100	e
b	Topographie (C,E,M,Ft)	C	C	C	C	C	n
i	Surface du relevé (m ²)	20	25	10	25	30	c
o	Nombre d'espèces	14	16	14	16	11	e
	Caractéristique du groupement						
H	<i>Agrostis capillaris</i>	2.2	2.2	3.4	4.5	5.5	V
	Caractéristiques du Thero-Airion						
T	<i>Vulpia myuros</i>	+1	+1	.	+1	.	III
T	<i>Aira praecox</i>	1.1	1.1	i	.	.	III
	Caractéristiques des Sedo-Scleranthetea						
H	<i>Jasione montana</i>	1.1	+1	+1	.	.	III
H	<i>Rumex acetosella</i>	.	2.1	+1	.	.	II
H	<i>Dianthus armeria</i>	.	.	.	1.1	.	I
	Caractéristiques des Agrostio-Arrhenatheretea						
H	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	.	+2	2.2	1.2	2.2	V
H	<i>Hypochoeris radicata</i>	.	+	2.2	+1	1.2	IV
H	<i>Holcus lanatus</i>	+2	.	1.2	1.1	.	III
H	<i>Plantago lanceolata</i>	+1	.	+1	1.1	.	III
H	<i>Hypericum perforatum</i>	+1	.	i	+1	.	III
C	<i>Trifolium repens</i>	.	.	.	1.3	2.3	II
H	<i>Achillea millefolium</i>	.	.	.	+1	.	I
H	<i>Centaurea nemoralis</i>	.	.	.	+1	.	I
	Espèces des Calluno-Ulicetea						
C	<i>Calluna vulgaris</i>	2.1	+1	1.1	.	+1	V
P	<i>Ulex europaeus</i>	1.1	+1	.	.	.	II
	Compagnes arbustives						
P	<i>Betula pendula (s)</i>	.	+1	.	.	+1	II
	herbacées						
H	<i>Medicago lupulina</i>	+2	+2	.	+1	1.2	V
H	<i>Senecio jacobaea</i>	.	+1	.	+1	1.1	III
H	<i>Veronica serpyllifolia</i>	.	+2	.	.	.	I
H	<i>Artemisia vulgaris</i>	.	.	.	+1	.	I
	Bryophytes						
	<i>Ceratodon purpureus</i>	2.3	2.3	1.3	+2	+2	V
	<i>Hypnum ericetorum</i>	+2	+2	1.3	.	.	III
	<i>Funaria hygrometrica</i>	1.2	1.2	+1	.	.	III
	<i>Brachythecium rutabulum</i>	.	.	.	2.3	1.2	II
	<i>Barbula convoluta</i>	+2	.	1.3	.	.	II
	<i>Scleropodium purum</i>	.	.	.	.	2.3	I

Liste des accidentelles (TABLEAU 3) : n°1 *Spergularia rubra* (1.1), *Umbilicus rupestris* (+.1) ; n°2 *Vulpia bromoides* (+.2), *Erica cinerea* (i) ; n°3 *Cynosurus cristatus* (+.1) ; n°4 *Rumex acetosa* (i) ; n°5 *Lotus corniculatus* (+.2), *Juncus effusus* (+.2), *Agrostis stolonifera* (1.2)

2.2. Synécologie et localisation préférentielle

Ce groupement acidiphile qui s'installe sur des substrats pauvres en éléments biogènes, comprend la plupart du temps quelques espèces de landes, dont *Calluna vulgaris*, indifférente aux conditions hydriques du sol, mais qui affectionne dans son milieu d'origine les humus de type mor.

La présence de nombreuses espèces xérophiles et mésoxérophiles au sein de ce groupement, en particulier pour les deux premiers relevés, est liée à la présence de substrats filtrants riches en graviers qui se ressuient rapidement. D'autre part, l'apparition d'espèces prairiales, en particulier de *Plantago lanceolata*, *Trifolium repens* et d'*Achillea millefolium* au sein d'un tapis plus dense d'*Agrostis capillaris* et d'*Anthoxanthum odoratum* (les trois derniers relevés) se fait conjointement avec un enrichissement du sol en particules fines. Les conditions écologiques sont alors modifiées et permettent l'installation d'espèces plus mésophiles. Ce groupement est préférentiellement situé sur les carreaux de carrières correspondant à d'ancienne aire de stockage des graviers et des sables.

2.3 Syntaxonomie et synsytématique

WATTEZ (1977) décrit des groupements prairiaux secs à *Anthoxanthum odoratum* dans les carrières de sable du Nord de la France, proches des relevés que nous avons effectués sur les carrières de Basse Normandie. Toutefois, *Anthoxanthum* y est nettement plus couvrante qu'*Agrostis capillaris*, et les espèces des AGROSTIO-ARRHENATHERETEA y sont également plus nombreuses (26). Il remarque la parenté du groupement, avec l'*Agrostidetum tenuis* Hueck 1931 étudié par les Hollandais WESTHOFF et DEN HELD (1975). CLEMENT et TOUFFET (1977) citent également un groupement caractérisé par l'abondance et la fréquence élevée d'*Agrostis capillaris* et le définissent comme une étape plus évoluée du groupement pionnier à *Aira praecox* et *Sedum anglicum*. Ils en font alors une sous association du *Festuco trachyphyllae-Sedetum anglici* (= *Aireto-Sedetum anglici* Br.Bl. et Tux. 52).

FRAIN (1991), dans sa thèse sur les carrières du Massif-Central, fait la description d'une association à *Aira caryophyllea* et *Agrostis capillaris* où cette dernière peut devenir envahissante jusqu'à devenir monospécifique sur des surfaces de plus de 50 m². De plus, il fait l'étude d'une pelouse à *Festuca filiformis* où l'Agrostide est omniprésente, mais aux coefficients d'abondance-dominance plus faibles que dans l'association précédente. Elle succède alors à l'association mentionnée ci-dessus.

Avec la présence d'espèces des AGROSTIO-ARRHENATHERETEA, et la faible représentation des caractéristiques du *Thero-Airion*, les trois derniers relevés correspondraient à un *Cynosurion cristati* Tux. 1947. Celui-ci reste fragmentaire, compte tenu de l'absence des caractéristiques principales (*Cynosurus cristatus*, *Lolium perenne*).

Pour des raisons inverses, les deux premiers relevés appartiendraient encore au *Thero-Airion* et représentent une forme de transition entre le groupement à *Aira praecox* et le groupement à *Agrostis capillaris*. Et ce n'est que l'analyse des cartes factorielles qui les ont fait maintenir dans ce tableau.

3. SITUATION STATIONNELLE RELATIVE DES PELOUSES ACIDIPHILES, RELATIONS SYNECOLOGIQUES ET SYNDYNAMIQUES (FIGURE 4)

Les pelouses à *Aira praecox* et à *Agrostis capillaris* sont plutôt sur les carreaux, parfois sur les éboulis, et exceptionnellement sur les merlons. Leur point commun est leur grande aptitude à résister à la sécheresse. Le lithosol est formé de sable et de gravier en mélange. Ce type de substrat très filtrant est pauvre en matière organique. Aucun horizon ne se différencie sous l'*Airetum praecocis* qui s'installe directement sur le substrat. C'est seulement lorsqu'il se forme un micro-rancker de quelques centimètres que la pelouse ouverte à *Aira praecox* cède la place à une pelouse mésoxérophile à *Agrostis capillaris* qui se ferme progressivement sauf lorsqu'il y a une pression léporine importante, celle-ci étant fréquente dans les carrières. Sur sol peu compacté et filtrant, c'est sans conteste la xérosère la plus fréquente des carrières siliceuses.

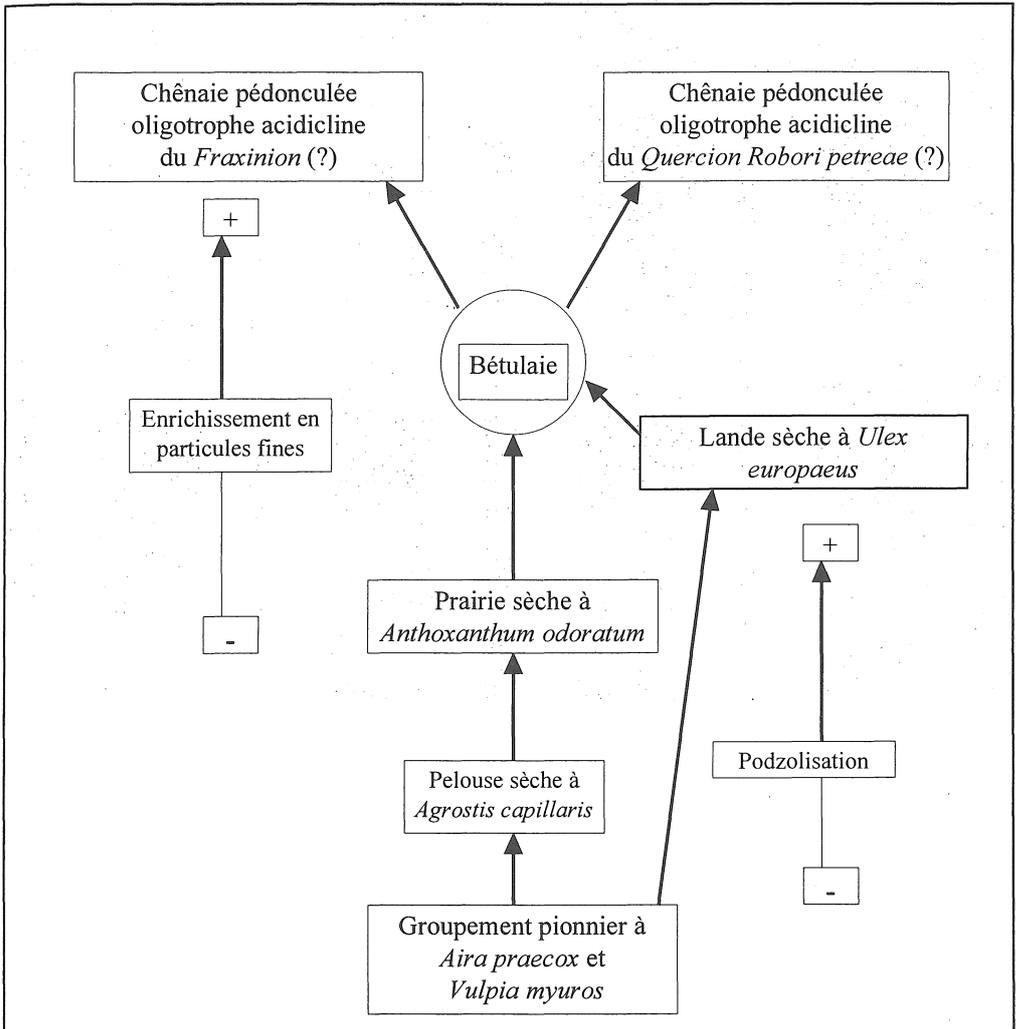
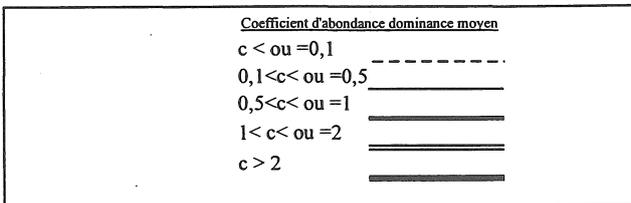


FIGURE 4

Elle occupe des sols qui se ressuient facilement. Les trois premiers groupements (figure 5) présentent des espèces en commun qui montrent bien le glissement progressif du groupement pionnier à *Aira praecox* vers la prairie sèche à *Anthoxanthum odoratum*. Les deux derniers groupements partagent également un grand nombre de taxons. En revanche, la prairie sèche et la lande méso-xérophile sont différentes par leur composition. Deux voies différentes sont empruntées ici pour aboutir à une bétulaie. La seconde voie est liée à un processus de podzolisation qui entraîne une acidification du substrat.

	Pelouse ouverte <i>Aira praecox</i> et <i>Vulpia myuros</i>	Pelouse à <i>Agrostis capillaris</i>	Prairie sèche <i>Anthoxanthum odoratum</i>	Lande sèche à <i>Ulex europaeus</i> et <i>Erica cinerea</i>	Bétulaie
<i>Hypericum humifusum</i>	_____				
<i>Sagina procumbens</i>	_____				
<i>Tuberaria guttata</i>	_____				
<i>Polytrichum piliferum</i>	_____				
<i>Filago minima</i>	_____				
<i>Medicago lupulina</i>	_____	-----			
<i>Scleropodium purum</i>		_____			
<i>Acillea millefolium</i>		_____			
<i>Trifolium repens</i>		_____	_____		
<i>Senecio jacobea</i>		_____	_____		
<i>Aira praecox</i>	_____	-----			
<i>Hypochoeris radicata</i>	_____		_____		
<i>Vulpia myuros</i>	_____				
<i>Ceratodon purpureus</i>	_____	_____		-----	
<i>Agrostis capillaris</i>	_____	_____	_____		
<i>Anthoxanthum odoratum</i>		_____	_____		
<i>Ulex europaeus</i>		_____		_____	
<i>Calluna vulgaris</i>			_____	_____	
<i>Betula pubescens</i>			_____		_____
<i>Erica cinerea</i>				_____	
<i>Molinia caerulea</i>				_____	
<i>Quercus robur</i>				_____	
<i>Teucrium scorodonia</i>				_____	
<i>Rubus fruticosus</i>				_____	
<i>Pteridium aquilinum</i>				_____	
<i>Deschampsia flexuosa</i>				_____	
<i>Geranium robertianum</i>				_____	
<i>Lonicera periclymenum</i>				_____	
<i>Salix atrocinerea</i>				_____	
<i>Polytrichum formosum</i>				_____	
<i>Mnium hornum</i>				_____	



XEROSERE SUR GRANULOMETRIE FINE
FIGURE 5

Les espèces du *Thero-Airion* présentes dans les deux premiers relevés du tableau 3 suggèrent une succession ayant pour origine les groupements pionniers à *Aira praecox*. La strate herbacée y est encore largement ouverte. Les relevés suivants indiquent une fermeture du tapis végétal et le passage d'un groupement pionnier du *Thero-Airion* (voir le groupement précédant à *Aira praecox*), à celui d'une formation herbeuse sèche où les espèces des *AGROSTIO-ARRHENATHERETEA* (8 sur 21) dominant.

L'analyse du spectre biologique montre alors une nette diminution des Thérophytes au profit des Hémicryptophytes, comme le signalait déjà BOURNERIAS dans sa thèse (1959) :

Spectre brut (%)	Gpt à <i>Aira praecox</i>	Gpt à <i>Agrostis capillaris</i>
Phanérophytes	0	9.5
Chaméphytes	2.6	9
Hémicryptophytes	48.7	68.2
Thérophytes	53	9

A noter également, d'un point de vue phytogéographique, l'importance des espèces eurasiatiques (54 %) et l'absence d'espèces méditerranéennes malgré la xéricité du substrat. Quel peut être le devenir d'un tel groupement ? La place de plus en plus grande occupée par les espèces prairiales, traduit une évolution possible vers les formes sèches du *Cynosurion cristati* Tux. 1947, si le sol en formation perd progressivement de son acidité. Sinon, une lande à callune peut fort bien coloniser ce type de sol squelettique, suivie d'une bétulaie, si les semis de *Betula pendula* confirment leur installation.

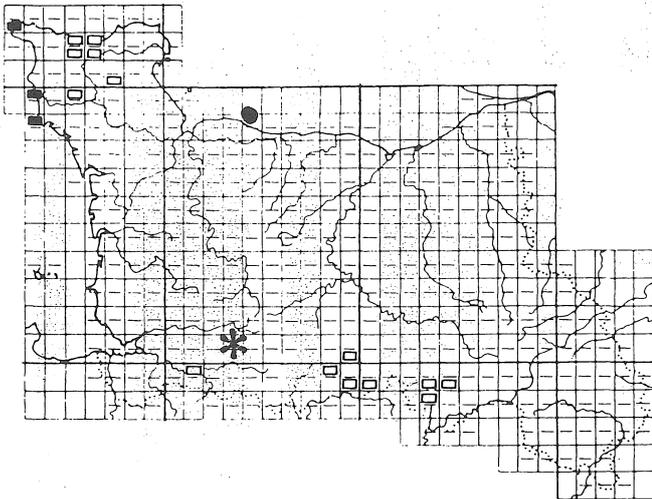
LIGER (1973) en Seine-maritime, et JOVET (1949) dans le Valois, remarquent que la pelouse à *Agrostis* succède normalement au *Corynephorum*, qui est un groupement hélioxérophile ouvert sur les sols sableux meubles ou partiellement fixés.

La présence quasi constante du Bouleau pubescent, et la grande proportion des espèces hygrophiles, plaident en faveur d'une dynamique faisant suite à la bétulaie. Le devenir de cette chênaie est toutefois différent selon le gradient trophique du substrat. La variante la plus acidiphile pourrait aboutir à une association sylvatique du *Quercon robori-petreae* telle que le *Quercus robori betuletum* Tx 37 décrit par BARDAT (1989) en Haute-Normandie. La variante plus mésophile entraîne la dynamique végétale vers une forêt de l'ordre des *Fagetalia sylvaticae* Pawl 1928, appartenant à l'alliance du *Fraxinion* et caractérisant le domaine nord-atlantique. Une forme acidocline alors proche de l'association du *Quercus-carpinetum atlanticum* décrit par LEMEE (1937), ou encore une sous-association acidiphile de la chênaie charmaie (*Endymio-Carpinetum*) étudiée par BARDAT (1989), pourraient ainsi correspondre au stade terminal.

CONCLUSION ; POTENTIALITES ECOLOGIQUES DES CARRIERES SECHES

L'ensemble des carrières prospectées possèdent un nombre important de groupements (14) par rapport à la surface totale prospectée. Ceci est liée à la diversité topographique des carrières et à l'hétérogénéité des substrats qui induit à quelques mètres près des conditions écologiques très différentes. Toutes les configurations (front de taille, carreau, éboulis, banquette, merlon) des carrières de grès sont occupées par les végétaux mais c'est encore le carreau qui accueille le plus grand nombre de groupements. Ils sont pour la plupart mésohygrophiles et hygrophiles. En effet, la compaction du substrat par les engins engendre en général une imperméabilisation importante favorable à la stagnation de l'eau.

Sur les 43 carrières étudiées la plupart des groupements rencontrés présentent une flore banale. Par contre à la faveur d'un substrat filtrant, comme celui des anciennes aires de concassage et de stockage des sables et des graviers, il y a apparition de groupements méso-xérophiles et xérophiles comportant parfois de taxons peu communs dans la région étudiée. C'est le cas de *Tuberaria guttata*, espèce subméditerranéenne atlantique protégée régionalement en Basse-Normandie (arrêté du 27/04/1995). Selon Provost (1993), « cette pionnière psammophile est devenue très rare, et on ne la rencontre plus que sur les falaises littorales de l'ouest du Cotentin ». En ce qui concerne les courants floristiques et les migrations végétales, on sait que le littoral est une voie de migration possible des espèces méridionales vers le nord-ouest de la France (Corillion, 1971). Une carrière sèche peut également servir de refuge à ces espèces, comme dans le cas de la carrière de la Grande-Noée dans le sud de la Manche.

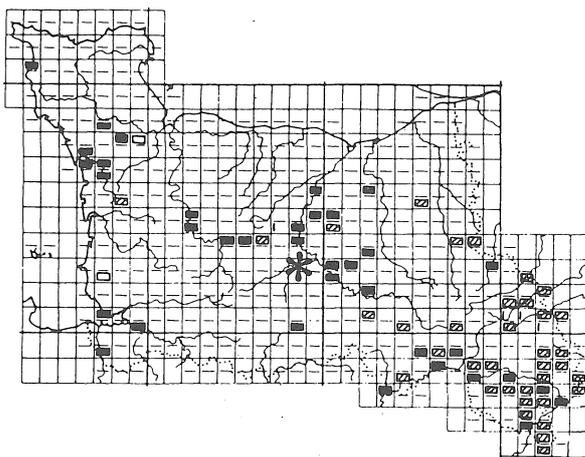


* : carrière de la Grande Noée (50)

Répartition de *Tuberaria guttata* en Basse-Normandie (PROVOST, 1993)

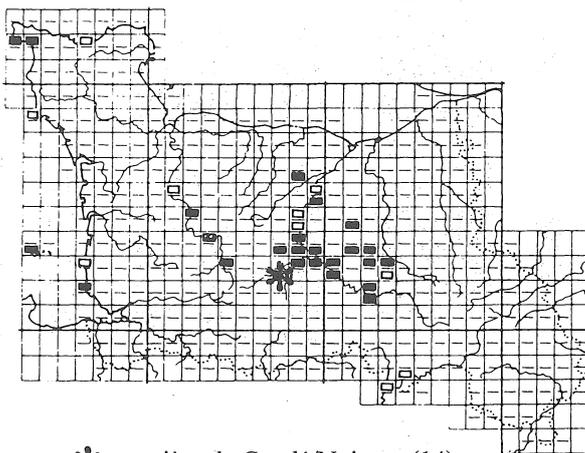
De même *Dianthus armeria* rencontrée dans la carrière de Pont-Erembourg (Calvados) est donnée commune par L. Corbière arlors que selon M. Provost, elle semble avoir régressé.

Les espèces xérophiles des pelouses peuvent aussi coloniser de manière sporadique des fronts de taille ou des éboulis d'exposition sud ou sud-est. *Hypericum linarifolium* a pu être observée dans une carrière proche de la précédente (Condé/Noireau, 14) dans des éboulis d'exposition sud-est et composés en majeure partie de blocs (> 20 cm). Déjà indiquée comme étant peu commune dans la Flore de Normandie de L. Corbière (1893), elle est localisée dans les vallées de l'Orne et de la Vire par M. Provost (1993). On peut également l'observer à La Hague dans le nord Cotentin et à proximité de Granville. Cette espèce subatlantique serait-elle relictuelle d'une aire de répartition beaucoup plus grande ? Des aires disjointes comme celles ci, sont intéressantes dans la mesure où les populations ainsi isolées subissent des microévolutions indépendantes de la population principale donnant naissance à des écotypes, des races géographiques génétiquement différentes de l'espèce qui occupe l'aire principale.



* : carrière de Pont-Erembourg (14)

Répartition de *Dianthus armeria* en Basse-Normandie (PROVOST, 1993)



* : carrière de Condé/Noireau (14)

Répartition d'*Hypericum linarifolium* en Basse-Normandie (PROVOST, 1993)

A partir des études phytochimiques et caryologiques, PETIT (1980) a démontré que dans des conditions écologiques très différentes (zone pionnière, zone âgée, zone en combustion) certaines populations végétales qui se développent sur les terrils pouvaient être distinguées de celles qui croissent dans le voisinage. Les carrières apparaissent également comme des milieux intéressants pour mener à bien des études de génétique des populations et mettre en évidence des phénomènes de micro-endémisme.

La richesse des milieux évolue en fonction des stades d'évolution (Bournérias, 1959). La diversité spécifique des biocénoses augmente au cours de la succession ; elle passe par un maximum puis elle décroît légèrement lorsque le stade climax approche (Odum, 1969). Or les carrières se reboisent naturellement d'autant plus vite qu'elles sont petites et qu'elles se situent dans un environnement forestier (Boulet, 1996). Les pelouses appartiennent aux premiers stades successionnels et sans des mesures conservatoires appropriées (empêcher de manière artificielle la fermeture du tapis végétal), les espèces intéressantes qu'elles hébergent risquent de disparaître.

BIBLIOGRAPHIE

- ABBAYES (H. des)** - Essai sur les limites du Sous-Secteur phytogéographique armoricain et sur sa subdivision en districts. 76 ème Cong. Soc. Sav., Rennes, 1951, pp. 249-263.
- BARDAT (J.)** - Phytosociologie et écologie des forêts de Haute-Normandie. Leur place dans le contexte sylvaïque Ouest-européen. Doctorat d'état. Rouen, 1989. 627 p.
- BOULET (L.)** - Approche phytoécologique de la dynamique des végétations primaires dans les carrières de roches massives. Thèse Univ. Rennes 1, 1996. 578 p.
- BOURNERIAS, (M.)** - Le peuplement végétal des espaces nus. (Essais expérimentaux sur la genèse de divers groupements pionniers). 1959. Bull. Soc. bot. Fr., pp. 4-300.
- BOURNERIAS (M.)** - Guide des groupements végétaux de la région parisienne, Ed. S.E.D.E.S., 1979, 483 p.
- CLEMENT (B.) et TOUFFET (J.)** - Les pelouses xérophiles autour de quelques affleurements schisteux en Bretagne intérieure. Coll. Phyt., 6, Les pelouses sèches, Lille, 1977, pp. 178-189.
- CORBIERE (L.)** - Nouvelle flore de Normandie. 1893. 717 p.
- CORILLION (R.)** - Notice détaillée des feuilles armoricaines. Phytogéographie. Ed. C.N.R.S., Paris, 1971, 197 p.
- DE FOUCAULT (B.)** - La phytosociologie : une morpho-physique, 1986, Lille.
- FRAIN (M.)** - Approche phytosociologique de la dynamique des végétations primaires sur roches artificiellement dénudées en Auvergne, Velay et Limousin. Thèse Clermont Ferrand II, 1991, 157 p.
- FRILEUX (P.N.)** - Aperçu de la végétation des pelouses sèches à thérophytes de Haute Normandie (Basse vallée de la Seine et de l'Eure). Coll.phytos. 6, Les pelouses sèches, Lille, 1977, pp.169-175.
- FROCHOT (B.)** - Intérêt ornithologique des carrières sèches. Objectifs et conditions de réaménagement. Coll. Les pratiques du génie écologique. L'aménagement et la réhabilitation écologique des carrières sèches. A.F.I.E. (Ed.), 1993, pp 80-82.
- GEHU (J.M.) et FOUCAULT (B.)** - Les pelouses siliceuses à thérophytes de la zone littorale du Nord de la France. Coll. phyt. 6, Les pelouses sèches, Lille, 1977, pp.319-327.

- GUINOCHET (M.)** - Phytosociologie. Ed. Masson, Collection d'écologie, 1973, 225 p.
- GOUNOT (M.)** - Méthode d'étude quantitative de la végétation. Ed. Masson. Paris, 1969, 310 p.
- JEFFERSON (R.G.)** - The vascular flora of disused chalk pits and quarries in the Yorkshire Wolds. *Naturalist*, 109, 1984, pp 19-22.
- JOVET (P.)** - Le Valois, phytosociologie et phytogéographie. Thèse 1949, Paris, 389 p.
- LECOINTE (A.)** - Exemple d'un arrêté de biotope dans les anciennes carrières d'Orival (Creully, 14). Les pratiques du génie écologique. L'aménagement et la réhabilitation écologique des carrières sèches. A.F.I.E. (Ed.), 1993, pp 80-82.
- LEMEE (G.)** - Recherches écologiques sur la végétation du Perche. Thèse Univ. Paris, 1937, 390 p.
- LIGER (J.)** - Aperçu sur les landes sèches d'Anneville-sur-Seine et de la Basse Seine. Coll. Phytosoc., II, Lille, 1973, pp. 179-187.
- ODUM (E.P.)** - The strategie of ecosystem developement. *Science*, 164, 1969, pp. 262-270.
- PETIT (D.)** - La végétation des terrils du nord de la France. Ecologie, phytosociologie, dynamisme. Thèse Univ. Lille, 1980, 236 p.
- PROVOST (M.)** - Atlas de répartition des plantes vasculaires de Basse-Normandie. Presses Universitaires de Caen, 1993, 90 p., (236 planches).
- ROBERT (J.C.), CRETIN (J.Y.), et PROUTEAU (Cl.)** - Mécanismes fondamentaux de repeuplement par la faune et la flore des milieux artificiels résultant de l'activité industrielle (carrières, ballastières hors eaux). Convention M.E.R. n°79-93, Rapport Laboratoire de Biologie et d'Ecologie Animales. Université de Franche-Comté, Besançon, 1983, 179 p.
- UHSHER (M.B.)** - Natural communities of plants and animals in disused quarries. *Journal of Environmental Management*, 8, 1979, pp. 223-236.
- WATTEZ (J.R.)** - Groupements sabulicoles pionniers de la partie occidentale du Nord de la France (*Thero-Airion*, *Panico-Setarion*, *Spergulo-Erodion*), Coll. Phyt., 6, Lille, 1977, pp.283-318.
- WATTEZ (J.R.), GEHU (J.M.), et FOUCAULT (B. de)** - Les pelouses à annuelles des boutons de la Brenne. Coll. Phyt., Lille, Les pelouses sèches, 1977, pp. 191-199.
- WESTHOFF (V.) et DEN HELD (A.J.)** - Planten Gemeenschappen in Nederland. B.V.W.J. Thieme & Cie, Zutphen, 324 p.
-