

## Carrières de roches massives Potentialités écologiques

*Analyse et synthèse des inventaires de 35 carrières*

**Ce travail a été initié et financé, dans ses premières phases, par la Charte professionnelle des producteurs de granulats et par l'Union nationale des producteurs de granulats. À partir de 2004, l'étude a été financée par l'UNPG, avec la contribution du Syndicat français de l'industrie cimentière et de la Chambre nationale des fabricants de chaux grasses et magnésiennes**

**UNPG 3, rue Alfred Roll – 75849 PARIS CEDEX 17 – Tél : 01 44 04 47 01 – Fax 01 40 54 03 28**

**L'étude a été suivie par un Comité de Pilotage constitué des personnes suivantes**

<b>Comité scientifique</b>	
Robert BARBAULT	Muséum national d'histoire naturelle
Frédéric BIORET	Université de Bretagne occidentale
Bruno de FOUCAULT	Conseil scientifique de l'environnement Nord-Pas-de-Calais
Bernard FROCHOT	Université de Bourgogne
Didier LECOEUR	École nationale supérieure d'agronomie de Rennes
Jean-Yves MONNAT	Université de Bretagne occidentale
<b>Scientifiques associés</b>	
James ARONSON	CEFE/CNRS - Restoration ecology group
Serge MULLER	Université de Metz
<b>Comité de pilotage</b>	
Yves ADAM	UNPG
Gabriel BECKER	Président de la commission Roches éruptives – UNPG - Screg Est
Hugues BERBEY	TARMAC Granulats
Eric CARENCO	Carrières de la Loire
Cristiana CIARALDI	Syndicat français de l'industrie cimentière
Julien DECAUX	CEMEX, service Environnement et Foncier
Dominique DELORME	UNICEM Rhône-Alpes
Louis DESCOMBES	LAFARGE CEMENTS - Syndicat français de l'industrie cimentière
Jean-Marc DUBOIS	Eurovia Bretagne
Stéphane DURAND-GUYOMARD	Lafarge granulats Bretagne
Véronique ESVAN	CEMEX
Michel GIVELET	Chambre syndicale nationale des fabricants de chaux grasses et magnésiennes
Marc LANSIART	BRGM/Service Environnement
Patrick LECOMTE	GSM OPL
Louis de MAUPEOU	UNICEM Pays de la Loire
Thierry MEILLAND-REY	Groupe VICAT
Louis NATTER	UNPG
Christian PIKETTY	UNPG – Président de la commission Accès Ressources et Développement durable
Gilles POULAIN	Président de la commission Roches calcaires – UNPG - Carrière du Boulonnais
Olivier VERDIER	ENCEM Paris

L'organisation, le suivi et la coordination de l'étude ont été pilotés par François MAUBERT (Lafarge Granulats), puis par Eric CARENCO (Carrières de la Loire) et Patrick LECOMTE (GSM-Ouest), et réalisés par le bureau d'études ENCEM.

## La maîtrise d'œuvre de l'étude a été assurée par le bureau d'études ENCEM

Didier VOELTZEL, supervision, coordination et rédaction (introduction et conclusion).

Matthias ROHAUT, synthèse et rédaction.

Matthias ARBION, synthèse et rédaction (flore et végétation).

## Les inventaires de terrains ont été réalisés sous la responsabilité de

Emmanuel BOITIER (Société d'histoire naturelle Alcide d'Orbigny) : insectes.

Philippe FOUILLET (Indépendant) : vertébrés.

Franck HERBRECHT (Ouest-Aménagement) : insectes.

Cécile MESNAGE (Ouest-Aménagement) : flore, végétation et données générales.

Christophe VERHEYDEN (CERA Environnement) : flore, végétation, données générales et vertébrés.

Julien VIGLIONE (ECO-MED) : flore, végétation et données générales, insectes et vertébrés.

## Le traitement informatique des analyses factorielles de correspondances a été assuré par

Ludovic JOURNAUX : docteur ès sciences de l'université de Dijon.

Nous remercions Franck HERBRECHT pour sa relecture attentive du chapitre relatif aux insectes.

**Crédit photographique** (cf. détail en fin de rapport) : Bertrand Jarri, Biotope, CERA Environnement, CPIE Loire et Mauges, ECO-MED, Emmanuel Berthier, ENCEM, Ouest-Aménagement, Philippe Fouillet, Société d'histoire naturelle Alcide d'Orbigny, Société PHOTOCOPTERE pour TARMAC Granulats. La quasi-totalité des photographies de ce rapport ont été prises sur les carrières de l'échantillon.

La citation de ce document dans les références bibliographiques doit se faire comme suit :

© ENCEM, 2008. **Carrières de roches massives - Potentialités écologiques. Analyse et synthèse des inventaires de 35 carrières. ENCEM & CNC - UNPG.**

# Potentialités écologiques des carrières de roches massives

## > Analyse et synthèse des inventaires

### SOMMAIRE

Sommaire			4
Table des matières			5
Liste des figures			9
Liste des tableaux			11
Résumé			12
Introcuction			15
Les biocénoses			32
	1	<b><i>Flore, végétation et habitats naturels</i></b>	<b>33</b>
	1.1	Aspects méthodologiques	33
	1.2	Flore	35
	1.3	Les formations végétales	42
	2	<b><i>Insectes et autres invertébrés</i></b>	<b>100</b>
	2.1	Odonates	101
	2.2	Orthoptères	119
	2.3	Lépidoptères	136
	2.4	Autres invertébrés	147
	3	<b><i>Vertébrés</i></b>	<b>153</b>
	3.1	Amphibiens	154
	3.2	Reptiles	173
	3.3	Oiseaux	180
	3.4	Mammifères	206
	4	<b><i>Bilan sur les biocénoses</i></b>	<b>211</b>
L'écosystème «carrière de roches massives»	1	<b><i>Les secteurs d'exploitation de la carrière</i></b>	<b>220</b>
	1.1	Analyse des trente-cinq sites	220
	1.2	Les carreaux, banquettes et mares temporaires	223
	1.3	Les bassins permanents	229
	1.4	Les éboulis, blocs et fronts de taille	232
	1.5	Les remblais	235
	1.6	Les zones décapées	237
	2	<b><i>Les échanges entre les secteurs d'exploitation</i></b>	<b>239</b>
	2.1	Les différents types d'échanges	239
	2.2	Influence de l'environnement périphérique	241
	2.3	Zones refuges et zones sources	244
	2.4	L'évolution des habitats et des biocénoses	248
Conclusion			256
Annexes			262
Bibliographie			294
Glossaire			299
Crédit photographique			304

# TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES	5
LISTE DES FIGURES	9
LISTE DES TABLEAUX	11
RÉSUMÉ	12
INTRODUCTION	16
<b>1 MÉTHODES D'INVENTAIRES</b>	<b>16</b>
1.1 SÉLECTION DES SITES	16
1.2 CHOIX DES PRESTATAIRES	22
1.3 MÉTHODES DE RELEVÉS	23
<b>2 MÉTHODES D'ANALYSES</b>	<b>24</b>
2.1 ANALYSE DES DONNÉES	24
2.2 ÉVALUATION DE LA VALEUR PATRIMONIALE DES ESPÈCES	25
2.3 ANALYSE DU CONTEXTE PÉRIPHÉRIQUE	27
2.4 LIMITES DES ANALYSES	27
<b>3 LES DONNÉES SUR L'EAU</b>	<b>28</b>
3.1 LES ÉLÉMENTS NUTRITIFS	28
3.2 LES IONS DISSOUS	28
3.3 LE PH	29
<b>4 LA GRANULOMÉTRIE</b>	<b>29</b>
<b>5 REPRÉSENTATIVITÉ DES ÉCHANTILLONS</b>	<b>30</b>
<b>LES BIOCÉNOSES</b>	<b>34</b>
<b>1 FLORE, VÉGÉTATION ET HABITATS NATURELS</b>	<b>34</b>
1.1 ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES	34
1.1.1 FLORE	34
1.1.2 FORMATIONS VÉGÉTALES	34
1.2 FLORE	35
1.2.1 DONNÉES GÉNÉRALES	35
1.2.1.1 Influence de la surface étudiée sur la diversité floristique	36
1.2.1.1 Influence du climat sur la diversité floristique	37
1.2.1.4 Autres facteurs	37
1.2.1.5 Mode de dissémination des semences	38
1.2.2 FLORE SENSIBLE	38
1.2.2.1 Influence de la nature de la roche sur la flore sensible	40
1.2.2.2 Influence du climat sur la flore sensible	41
1.3 LES FORMATIONS VÉGÉTALES	42
1.3.1 PRÉSENTATION DES FORMATIONS VÉGÉTALES	42
<b>La végétation herbacée aquatique</b>	<b>44</b>
A1. HERBIER AQUATIQUE À CHARACÉES	44
A2. HERBIER AQUATIQUE	45
<b>La végétation herbacée amphibie et hygrophile</b>	<b>46</b>
B.1. GRÈVE OLIGOTROPHE	46
B.2. PELOUSE HYGROPHILE OLIGOTROPHE	47
B.3. GAZON AMPHIBIE MÉDITERRANÉEN	48
B.4. BAS-MARAIS ALCALIN	49
B.5. CLADIAIE	50
B.6. JONÇAIE BASIPHILE	51
B.7. MAGNOCARIÇAIE	52
B.8. TYPHAIE ET VÉGÉTATION DES ROSELIÈRES NEUTROPHILES	53
B.9. TYPHAIE ET VÉGÉTATION DES ROSELIÈRES BASIPHILES	54
B.10. PHRAGMITAIE	55
B.11. PRAIRIE HYGROPHILE MÉDITERRANÉENNE BASIPHILE	56
B.12. PRAIRIE HYGROPHILE OLIGOTROPHE ACIDIPHILE	57
B.13. PRAIRIE HYGROPHILE MÉSOTROPHE	58
B.14. PRAIRE MÉSO-HYGROPHILE	59

<b>La végétation herbacée mésophile</b>	<b>60</b>
C.1. FRICHE MÉSO-HYGROPHILE	60
C.2. PELOUSE MARNICOLE MÉSO-HYGROPHILE	61
C.3. PELOUSE CALCICOLE MÉSOPHILE SUBATLANTIQUE	62
C.4. PELOUSE SILICIOLE MÉSOPHILE	63
C.5. PRAIRIES MÉSOPHILES	64
C.6. FRICHES RUDÉRALES MÉSOPHILES	66
C.7. OURLETS MÉSOPHILES	68
C.8. FRICHE LIGNEUSE PIONNIÈRE	70
C.9. VÉGÉTATION RUPICOLE	71
<b>La végétation herbacée xérophile</b>	<b>72</b>
D.1. PELOUSE SILICICOLE XÉROPHILE SUBATLANTIQUE	72
D.2. PELOUSE SILICICOLE XÉROPHILE MÉDITERRANÉENNE	73
D.3. PELOUSE CALCICOLE XÉROPHILE À ORPINS	74
D.4. PELOUSE CALCICOLE XÉROPHILE MÉDITERRANÉENNE	75
D.5. PELOUSE RUDÉRALE XÉROPHILE MÉDITERRANÉENNE	76
D.6. OURLET XÉROPHILE CALCICOLE	77
D.7. ÉBOULIS CALCAIRES	78
<b>La végétation ligneuse basse</b>	<b>79</b>
E.1. LANDE ATLANTIQUE À ÉRICACÉES	79
E.2. GARRIGUE MÉDITERRANÉENNE	80
E.3. FOURRÉS MÉSOPHILES ATLANTIQUES ET SUBATLANTIQUES	81
E.4. FOURRÉ MÉSOPHILE MÉDITERRANÉEN	84
<b>La végétation ligneuse arbustive et arborée</b>	<b>85</b>
F.1. SAULAIES HYGROPHILES	85
F.2. BOISEMENTS PIONNIERS MÉSOPHILES ACIDIPHILES À NEUTROPHILES	87
F.3. BOISEMENTS PIONNIERS MÉSOPHILES BASIPHILES	89
F.4. PEUPELEMENT DE PIN SYLVESTRE	90
1.3.2 DONNÉES GÉNÉRALES ET BILANS	91
1.3.2.1 Fréquence des formations végétales au sein de l'échantillon	91
1.3.2.2 Répartition géographique des formations végétales	92
1.3.2.3 Formations végétales à forte contrainte écologique	93
1.3.2.4 Autres facteurs de diversité	94
1.3.3 FORMATIONS VEGETALES SENSIBLES	95
1.3.4 BILAN DE L'ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES	98
<b>2 INSECTES ET AUTRES INVERTÉBRÉS</b>	<b>101</b>
2.1 ODONATES	101
2.1.1 ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES : RELEVÉS, NOMENCLATURE	101
2.1.1.1 Relevés	101
2.1.1.2 Analyse des données	101
2.1.1.3 Limites de l'analyse	103
2.1.2 DONNÉES GÉNÉRALES	103
2.1.2.1 Les espèces	104
2.1.2.2 Approche par sites	105
2.1.2.3 Espèces sensibles	106
2.1.3 DONNÉES GÉNÉRALES SUR LES PEUPELEMENTS ET PARAMÈTRES LES INFLUENÇANT	108
2.1.3.1 Analyse multifactorielle	108
2.1.3.2 Données générales	109
2.1.3.3 Classification biogéographique	111
2.1.3.4 Analyse par milieux	111
2.1.3.5 Influences de différents paramètres	114
2.1.3.5.1 Recouvrement de la végétation	114
2.1.3.5.2 Charge en matières en suspension (MES)	116
2.1.3.5.3 Épaisseur de sédiment	116
2.1.3.5.4 Autres facteurs étudiés	117
2.1.4 SYNTHÈSE DES PARAMÈTRES INFLUENÇANT LA RÉPARTITION DES ODONATES	118
2.2 ORTHOPTÈRES	119
2.2.1 ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES	119
2.2.1.1 Relevés	119
2.2.1.2 Analyse des données	119
2.2.1.3 Limites de l'analyse	120
2.2.2 DONNÉES GÉNÉRALES	120
2.2.2.1 Les espèces	121
2.2.2.2 Approche par sites	122
2.2.2.3 Espèces sensibles	123

2.2.3	DONNÉES GÉNÉRALES SUR LES PEUPEMENTS ET PARAMÈTRES LES INFLUENÇANT	125
2.2.3.1	Analyse multifactorielle	125
2.2.3.2	Influence de la couverture végétale sur les peuplements	127
2.2.3.3	Influence de l'humidité stationnelle sur les peuplements	130
2.2.3.4	Colonisation des sites	133
2.2.3.5	Autres paramètres	134
2.2.4	SYNTHÈSE DES PARAMÈTRES INFLUENÇANT LA RÉPARTITION DES ORTHOPTÈRES	135
2.3	LÉPIDOPTÈRES	136
2.3.1	ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES	136
2.3.1.1	Relevés	136
2.3.1.2	Appréciation des données	136
2.3.2	DONNÉES GÉNÉRALES	137
2.3.2.1	Les espèces	137
2.3.2.2	Approche par site	139
2.3.2.3	Espèces sensibles	139
2.3.3	DONNÉES GÉNÉRALES SUR LES PEUPEMENTS ET PARAMÈTRES LES INFLUENÇANT	142
2.3.3.1	Analyse multifactorielle	142
2.3.3.2	Structure des peuplements	144
2.3.4	SYNTHÈSE	146
2.4	AUTRES INVERTÉBRÉS	147
2.4.1	ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES, DONNÉES GÉNÉRALES	147
2.4.2	RELATIONS INVERTÉBRÉS/CARRIÈRES, EXEMPLES ET ILLUSTRATIONS	147
2.4.2.1	Insectes	148
2.4.2.2	Crustacées	151
2.4.2.3	Arachnides	152
<b>3</b>	<b>LES VERTÉBRÉS</b>	<b>154</b>
3.1	AMPHIBIENS	154
3.1.1	ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES	154
3.1.1.1	Relevés	154
3.1.1.2	Limite des données et de l'analyse	155
3.1.2	DONNÉES GÉNÉRALES SUR LES ESPÈCES	155
3.1.2.1	Espèces rencontrées	155
3.1.2.2	Approche par site	156
3.1.3	PARAMÈTRES INFLUENÇANT LA RÉPARTITION DES PEUPEMENTS	158
3.1.3.1	Caractéristiques de la carrière	158
3.1.3.2	Paramètres chimiques de l'eau	158
3.1.3.3	Paramètres physiques	159
3.1.3.4	Nature et utilisation des milieux occupés	161
3.1.3.5	Peuplements caractéristiques	164
3.1.3.6	Autres facteurs	168
3.1.4	SYNTHÈSE DES PARAMÈTRES INFLUENÇANT LA RÉPARTITION DES AMPHIBIENS	169
3.1.4.1	Facteurs favorables	169
3.1.4.2	Facteurs défavorables	169
3.1.4.3	Facteurs complexes	171
3.1.4.4	Synthèse	172
3.2	REPTILES	173
3.2.1	ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES : RELEVÉS ET LIMITES	173
3.2.2	DONNÉES GÉNÉRALES	174
3.2.2.1	Espèces et occupation des sites	174
3.2.2.2	Espèces sensibles	175
3.2.3	Les peuplements	176
3.2.4	Facteurs favorisant et limitant l'installation des peuplements	178
3.3	OISEAUX	180
3.3.1	ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES : RELEVÉS, NOMENCLATURE	180
3.3.1.1	Relevés	180
3.3.1.2	Limites de l'analyse	181
3.3.2	DONNÉES GÉNÉRALES SUR LES ESPÈCES	182
3.3.2.1	Approche par site	182
3.3.2.2	Espèces sensibles	183
3.3.3	DESCRIPTION DES PEUPEMENTS	185
3.3.3.1	Espèces rupestres	186
3.3.3.2	Espèces de « pelouses et milieux nus »	188
3.3.3.3	Espèces des milieux « semi-ouverts »	189
3.3.3.4	Espèces de « zones humides »	190
3.3.3.5	Espèces des structures ligneuses âgées, éparées à denses	192
3.3.3.6	Espèces non nicheuses observées sur les sites	193
3.3.3.7	Rapaces diurnes	195

3.3.4	PARAMÈTRES INFLUENÇANT LA RÉPARTITION DES PEUPELEMENTS AVIFAUNISTIQUES	196
3.3.4.1	Localisation géographique	196
3.3.4.2	Nature de la roche	197
3.3.4.3	Taille des sites	197
3.3.4.4	Âge des sites	198
3.3.4.5	Activité	200
3.3.4.6	Hauteur des fronts	200
3.3.4.7	Contexte périphérique	201
3.3.4.8	Modalités d'exploitation sur une carrière	202
3.3.5	SYNTHÈSE DES PARAMÈTRES INFLUENÇANT LA RÉPARTITION DES PEUPELEMENTS AVIFAUNISTIQUES	202
3.4	MAMMIFÈRES	206
3.4.1	ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES	206
3.4.2	DONNÉES GÉNÉRALES	206
3.4.2.1	Approche par site	206
3.4.2.2	Approches par espèces	207
3.4.2.3	Espèces sensibles	208
3.4.3	LES RELATIONS MAMMIFÈRES/CARRIÈRES	209
3.4.3.1	Les chiroptères	209
3.4.3.2	Utilisation de la carrière par les mammifères	210
3.4.3.3	Impacts des mammifères sur la végétation	210
<b>4</b>	<b>BILAN SUR LES BIOCÉNOSES</b>	<b>212</b>
4.1	DIVERSITÉ SPÉCIFIQUE ET SENSIBILITÉ DES GROUPES BIOLOGIQUES	212
4.2	DIVERSITÉ SPÉCIFIQUE EN FONCTION DE LA NATURE DE LA ROCHE	213
4.3	DIVERSITÉ SPÉCIFIQUE EN FONCTION DE LA SITUATION GÉOGRAPHIQUE DES SITES	216
	<b>L'ÉCOSYSTÈME « CARRIÈRE DE ROCHES MASSIVES »</b>	<b>219</b>
	<b>1 LES SECTEURS D'EXPLOITATION DE LA CARRIÈRE</b>	<b>220</b>
1.2	LES CARREAUX, BANQUETTES ET MARES TEMPORAIRES	223
1.3	LES BASSINS PERMANENTS	229
1.4	LES ÉBOULIS, BLOCS ET FRONTS DE TAILLE	232
1.5	LES REMBLAIS	235
1.6	LES ZONES DECAPÉES	237
	<b>2 LES ÉCHANGES ENTRE LES SECTEURS D'EXPLOITATION</b>	<b>239</b>
2.1	LES DIFFÉRENTS TYPES D'ÉCHANGES	239
2.2	INFLUENCE DE L'ENVIRONNEMENT PÉRIPHÉRIQUE	241
2.3	ZONES REFUGES ET ZONES SOURCES	244
2.3.1	ZONES REFUGES	244
2.3.1.1	Les habitats en régression	244
2.3.1.2	Les espèces en limite d'aire de répartition	246
2.3.2	CAS PARTICULIERS DE COLONISATIONS ANIMALES	247
2.3.3	ZONES SOURCES	248
2.4	L'ÉVOLUTION DES HABITATS ET DES BIOCÉNOSES	248
2.4.1	EXEMPLE DE LA CARRIÈRE DE PLOUJAY	248
2.4.2	EXEMPLE DE LA CARRIÈRE DE PAIMPONT	250
2.4.3	EXEMPLE D'UNE CARRIÈRE REMISE EN ÉTAT	251
2.4.4	SCHÉMA ÉVOLUTIF D'UNE CARRIÈRE TYPE	253
	<b>CONCLUSION</b>	<b>257</b>
	<b>ANNEXES</b>	<b>262</b>
Annexe I	Liste des espèces végétales observées	262
Annexe II	Liste des espèces végétales sensibles observées	279
Annexe III	Liste des espèces d'odonates reproductrices observées	281
Annexe IV	Liste des espèces d'orthoptères observées	282
Annexe V	Liste des espèces de lépidoptères observées	284
Annexe VI	Liste des espèces d'invertébrés observées, hormis odonates, orthoptères et lépidoptères	286
Annexe VII	Liste des espèces d'oiseaux observées	288
Annexe VIII	Statut de reproduction des espèces d'oiseaux observées au cours de l'étude	291
Annexe IX	Biocénoses et secteurs d'exploitation selon les régions	292
	<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>294</b>
	<b>GLOSSAIRE</b>	<b>299</b>
	<b>CRÉDIT PHOTOGRAPHIQUE</b>	<b>304</b>

# LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1</b>	Locasation géographique des sites inventoriés	17
<b>Figure 2</b>	Comparaison des surfaces d'habitats de l'étude et du préinventaire armoricain	19
<b>Figure 3</b>	Répartition des carrières de l'échantillon en fonction de la nature de la roche	20
<b>Figure 4</b>	Répartition de l'âge (à gauche) et de la surface en chantier des sites de l'échantillon	21
<b>Figure 5</b>	Répartition des différentes mesures de concentration en nitrates et phosphates des milieux aquatiques	28
<b>Figure 6</b>	Répartition des mesures de conductivité des milieux aquatiques	28
<b>Figure 7</b>	Valeurs moyennes de pH des milieux aquatiques par site et par type de roche	29
<b>Figure 8</b>	Répartition des mesures de granulométrie de l'échantillon	30
<b>Figure 9</b>	Diversité spécifique cumulée de quatre groupes biologiques étudiés	30
<b>Figure 10</b>	Nombre d'espèces végétales par site	36
<b>Figure 11</b>	Relation de la surface étudiée sur la diversité floristique	36
<b>Figure 12</b>	Nombre moyen d'espèces végétales en fonction du type de roche	37
<b>Figure 13</b>	Répartition du nombre d'espèces végétales en fonction de la situation géographique des sites	37
<b>Figure 14</b>	Comparaison des modes de propagation des semences entre les espèces de l'échantillon et les espèces de la flore française	38
<b>Figure 15</b>	Les six espèces végétales protégées au niveau national	38
<b>Figure 16</b>	Répartition du nombre d'espèces végétales sensibles par site	40
<b>Figure 17</b>	Influence de la nature de la roche sur le nombre moyen d'espèces végétales sensibles par site	40
<b>Figure 18</b>	Répartition du nombre d'espèces végétales sensibles en fonction de la situation géographique des sites	41
<b>Figure 19</b>	Fréquence des 40 formations végétales sur les 35 sites	91
<b>Figure 20</b>	Diversité des formations végétales en fonction de la répartition géographique des sites	92
<b>Figure 21</b>	Représentation des formations végétales en fonction de la répartition géographique des sites	92
<b>Figure 22</b>	Carte factorielle des relevés de végétation des 35 carrières	99
<b>Figure 23</b>	Exuvies sur la chaîne d'une pompe flottant	102
<b>Figure 24</b>	Nature des occurrences-stations et occurrences-sites des observations d'odonates	103
<b>Figure 25</b>	Nombre d'espèces et d'espèces déterminantes d'odonates par site	106
<b>Figure 26</b>	Exemple d'espèces déterminantes d'odonates	107
<b>Figure 27</b>	Odonates : projection des sites dans le plan F1xF2 de l'AFC.	108
<b>Figure 28</b>	Projection des stations et des espèces d'odonates	109
<b>Figure 29</b>	Proportion des peuplements d'odonates d'eaux stagnantes, courantes et indifférents	110
<b>Figure 30</b>	Le Cordulégastre annelé et la Cordulie à corps fin	110
<b>Figure 31</b>	Répartition biogéographique des odonates de l'échantillon	111
<b>Figure 32</b>	Nombre moyen (et écart type) d'espèces reproductrices d'odonates par type de milieu	113
<b>Figure 33</b>	Deux bassins de décantation avec des potentiels différents pour les odonates	114
<b>Figure 34</b>	Influence du taux de recouvrement de la végétation sur les odonates	115
<b>Figure 35</b>	Exemple de milieu peu végétalisé favorable aux peuplements pionniers d'odonates	115
<b>Figure 36</b>	Influence de la charge en MES sur les odonates	116
<b>Figure 37</b>	Influence de l'épaisseur du substrat sur les odonates	116
<b>Figure 38</b>	<i>Ischnura pumilio</i> et exemple d'une station à substrat grossier où il a été contacté	117
<b>Figure 39</b>	Classes d'occurrences par site des espèces d'orthoptères	120
<b>Figure 40</b>	Nombre d'espèces d'orthoptères par site (par ordre croissant)	122
<b>Figure 41</b>	Répartition des occurrences-sites d'orthoptères entre roches calcaires et éruptives	122
<b>Figure 42</b>	La Magicienne dentelée ( <i>Saga pedo</i> )	124
<b>Figure 43</b>	Les quatre espèces déterminantes d'orthoptères les plus fréquemment contactées	125
<b>Figure 44</b>	Projection des placettes d'échantillonnage des orthoptères dans le plan F1xF2 de l'AFC	126
<b>Figure 45</b>	Projection des espèces d'orthoptères dans le plan F1xF2 de l'AFC	127
<b>Figure 46</b>	Exemple de milieu à la végétation herbacée continue (gauche) et avec une strate buissonnante dominante	128
<b>Figure 47</b>	Influence du couvert végétal sur le nombre moyen d'espèces et d'espèces déterminantes d'orthoptères par station	129
<b>Figure 48</b>	Exemple d'espèces d'orthoptères géophiles et de milieux pionniers où elles ont été contactées	130
<b>Figure 49</b>	Influence de l'humidité stationnelle sur la diversité et la valeur patrimoniale des peuplements d'orthoptères	131
<b>Figure 50</b>	Exemple de stations hyperxérophile et xérophile utilisées par les orthoptères dans l'ouest de la France	132
<b>Figure 51</b>	Exemple de station hyperhygrophile sur substrat nu dans une ancienne carrière armoricaine accueillant quatre espèces d'orthoptères, dont deux déterminantes.	132
<b>Figure 52</b>	Exemple de station hyperhygrophile végétalisée dans le sud de l'Indre où trois des six espèces d'orthoptères contactées sont déterminantes	133
<b>Figure 53</b>	Classes d'occurrences par site des espèces de rhopalocères	137
<b>Figure 54</b>	Nombre d'espèces et d'espèces déterminantes de lépidoptères par site	139
<b>Figure 55</b>	<i>Maculinea arion</i> , l'Azuré du serpolet	139
<b>Figure 56</b>	Exemple d'espèces déterminantes	141
<b>Figure 57</b>	Exemple d'espèces déterminantes de lépidoptères	142
<b>Figure 58</b>	Lépidoptères : projection des sites dans le plan F1xF2 de l'AFC.	143
<b>Figure 59</b>	Représentation des espèces de lépidoptères et des sites dans le plan F1-F de l'AFC	144
<b>Figure 60</b>	L'Aurore ( <i>Anthocharis cardamines</i> ), espèce des milieux prairiaux	145
<b>Figure 61</b>	Le Flambé ( <i>Iphiclides podalirius</i> ), espèce caractéristique des milieux buissonnants	146
<b>Figure 62</b>	<i>Anoplodera sexguttata</i> et <i>Oberea linearis</i> , deux espèces à tendances forestières	149
<b>Figure 63</b>	<i>Donacia vulgaris</i> et <i>Plateumaris sericea</i>	149
<b>Figure 64</b>	Le Grand Fourmilion ( <i>Palpares libelluloides</i> ) et un accouplement d'Ascalaphon ( <i>Theleproctophila variegata</i> )	151
<b>Figure 65</b>	<i>Branchipus schaefferi</i> , le Branchiopode de Schaeffer, individu nageant sur le dos	152
<b>Figure 66</b>	Grenouille verte	155

## LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

<b>Figure 67</b>	Répartition des occurrences d'espèces d'amphibiens de l'échantillon	156
<b>Figure 68</b>	Nombre d'espèces et d'espèces déterminantes d'amphibiens par site (par ordre croissant)	156
<b>Figure 69</b>	Répartition des occurrences d'amphibiens en fonction du pH des milieux aquatiques	159
<b>Figure 70</b>	Répartition des amphibiens en fonction de la profondeur et de la surface des milieux aquatiques	159
<b>Figure 71</b>	Répartition des amphibiens en fonction du profil des berges	160
<b>Figure 72</b>	Piste d'accès et plan d'eau de fosse	161
<b>Figure 73</b>	Bassins de décantation d'eau de process (à gauche) et d'eau d'exhaure	162
<b>Figure 74</b>	Répartition des espèces d'amphibiens dans les milieux aquatiques de l'échantillon	162
<b>Figure 75</b>	Péloodyte ponctué	163
<b>Figure 76</b>	Bassin de fond de fosse	164
<b>Figure 77</b>	Répartition des occurrences des amphibiens à tendance pionnière	165
<b>Figure 78</b>	Têtards de Crapaud calamite dans une mare temporaire	165
<b>Figure 79</b>	Une espèce des milieux permanents : le Triton alpestre	166
<b>Figure 80</b>	Répartition des occurrences des amphibiens de milieux permanents	166
<b>Figure 81</b>	Répartition des occurrences d'amphibiens « ubiquistes »	167
<b>Figure 82</b>	Répartition des occurrences (pondérées*) d'Alyte accoucheur et de Crapaud commun	167
<b>Figure 83</b>	Une espèce utilisant tous les milieux en carrière : l'Alyte accoucheur	168
<b>Figure 84</b>	Influence du nombre de points d'eau sur le nombre d'espèces d'amphibiens	168
<b>Figure 85</b>	Exemple de facteurs favorables et défavorables aux amphibiens	170
<b>Figure 86</b>	Influence sur les amphibiens de l'humidité en périphérie du site	171
<b>Figure 87</b>	Nombre d'espèces et d'espèces déterminantes de reptiles par site	174
<b>Figure 88</b>	La Cistude d'Europe sur une carrière de l'Indre	175
<b>Figure 89</b>	Le Lézard des murailles (à gauche) et le Lézard ocellé (à droite)	176
<b>Figure 90</b>	La Couleuvre vipérine, une espèce inféodée aux zones humides	177
<b>Figure 91</b>	Une espèce des milieux secs, le Psammodrome algire et une espèce des milieux plutôt frais, l'Orvet	177
<b>Figure 92</b>	Influence du contexte périphérique sur la diversité des peuplements reptiliens	178
<b>Figure 93</b>	Envol de canards stationnés sur un plan d'eau de fosse en période d'hivernage.	181
<b>Figure 94</b>	Répartition des occurrences d'espèces d'oiseaux de l'échantillon	182
<b>Figure 95</b>	Nombre d'espèces nicheuses et d'espèces déterminantes d'oiseaux par site	183
<b>Figure 96</b>	Répartition des occurrences et des espèces d'oiseaux par type de milieux	185
<b>Figure 97</b>	Colonie d'Hirondelle de rivage et terriers de Guépier d'Europe	186
<b>Figure 98</b>	Nids de Grands Corbeaux sur fronts de taille	187
<b>Figure 99</b>	Rougequeue noir et Grand-duc d'Europe	187
<b>Figure 100</b>	Zones de reproduction d'oiseaux de milieux ouverts	188
<b>Figure 101</b>	Bergeronnette grise	189
<b>Figure 102</b>	Évolution des effectifs de la Linotte mélodieuse entre 1989 et 2001	190
<b>Figure 103</b>	Exemple de site de nidification de la Pie-grièche écorcheur et de l'Alouette lulu en milieux semi-ouverts	190
<b>Figure 104</b>	Végétation de plan d'eau de fosse et petite zone humide accueillant des oiseaux de zones humides	191
<b>Figure 105</b>	Roselière et petite mare utilisées par l'avifaune	192
<b>Figure 106</b>	Dépressions sous une bascule où viennent s'abreuver des Hirondelles rustiques.	195
<b>Figure 107</b>	Influence de la taille d'un site sur la diversité des oiseaux nicheurs	197
<b>Figure 108</b>	Influence de l'âge d'un site sur le nombre d'oiseaux nicheurs	198
<b>Figure 109</b>	Influence de l'âge des sites sur différents types de peuplements d'oiseaux	198
<b>Figure 110</b>	Exemple de dynamiques végétales sur des sites d'âges différents	199
<b>Figure 111</b>	Influence du nombre de gradins sur le nombre moyen d'oiseaux par sites	200
<b>Figure 112</b>	Un milieu ouvert dans un contexte boisé (Saône et Loire)	201
<b>Figure 113</b>	Synthèse des facteurs qui influencent l'avifaune des carrières	205
<b>Figure 114</b>	Nombre d'espèces et d'espèces déterminantes de mammifères observées par site	207
<b>Figure 115</b>	Renard roux sur le terril d'une carrière sarthoise	208
<b>Figure 116</b>	Vue d'ensemble de la carrière de Haute-Vienne où la Loutre a été contactée	209
<b>Figure 117</b>	Nombre d'espèces déterminantes par site ( <i>par ordre croissant</i> )	212
<b>Figure 118</b>	Richesse spécifique moyenne par carrière de chaque groupe étudié en fonction de la nature de la roche	214
<b>Figure 119</b>	Richesse spécifique moyenne par carrière en espèces déterminantes de chaque groupe étudié en fonction de la nature de la roche	214
<b>Figure 120</b>	Répartition des espèces en fonction de la nature de la roche pour chaque groupe biologique étudié.	215
<b>Figure 121</b>	Répartition du nombre d'espèces animales et du nombre d'espèces déterminantes animales en fonction de la situation géographique des sites	216
<b>Figure 122</b>	Représentation schématique des principaux secteurs d'exploitation d'une carrière en activité	220
<b>Figure 123</b>	Carreau humide en fin d'été (Charente)	223
<b>Figure 124</b>	Coexistence de carreaux sec et humide (Mayenne)	223
<b>Figure 125</b>	Deux carreaux humides favorables à des peuplements orthoptériques différents	225
<b>Figure 126</b>	Exemples de carreaux humides	226
<b>Figure 127</b>	Exemples de carreaux secs	227
<b>Figure 128</b>	Secteur tassé d'une ancienne piste à végétation clairsemée (Morbihan)	228
<b>Figure 129</b>	Exemples de bassins permanents	230
<b>Figure 130</b>	Front surplombant un plan d'eau de fosse	232
<b>Figure 131</b>	Banquettes colonisées par la végétation arbustive (Bretagne)	233
<b>Figure 132</b>	Exemples d'éboulis en pieds de fronts	233

<b>Figure 133</b>	Végétation de friche herbacée sur talus de piste (à gauche) et zone remblayée	235
<b>Figure 134</b>	Quelques exemple de remblais à végétations ouvertes et semi-ouvertes	236
<b>Figure 135</b>	Zone décapée	237
<b>Figure 136</b>	Exemple de deux zones décapées atypiques, à caractères hygrophile (à gauche) et thermophile	238
<b>Figure 137</b>	Le Crapaud accoucheur	240
<b>Figure 138</b>	La Couleuvre à collier	240
<b>Figure 139</b>	Lycopode des tourbières	244
<b>Figure 140</b>	Exemple de zones refuges pour les orthoptères (cartes et source d'après Voisin, 2003)	245
<b>Figure 141</b>	L'Azuré du trèfle	245
<b>Figure 142</b>	Carte de répartition de l'Orthetrum brun (Grand, 2006)	246
<b>Figure 143</b>	Carte de répartition du Criquet glauque (Voisin, 2003)	246
<b>Figure 144</b>	Carte de répartition du Scirpe en jonc (Dupont, 1990)	247
<b>Figure 145</b>	Carrière de Plouay en mars 1996 et février 2007	249
<b>Figure 146</b>	La carrière de Paimpont	250
<b>Figure 147</b>	Exemple de dynamique végétale sur un carreau	252
<b>Figure 148</b>	Représentation schématique de l'évolution des biocénoses au sein d'une carrière type	254

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1</b>	Caractéristiques des sites lors des relevés	18
<b>Tableau 2</b>	Liste et coordonnées des prestataires	23
<b>Tableau 3</b>	Données générales sur la flore des sites	35
<b>Tableau 4</b>	Valeur patrimoniale des formations végétales	96
<b>Tableau 5</b>	Les formations apparentées à des habitats d'intérêt communautaire	97
<b>Tableau 6</b>	Les formations potentiellement ou partiellement d'intérêt communautaire	97
<b>Tableau 7</b>	Liste des espèces d'odonates reproductrices contactées, occurrence et abondance nationale	104
<b>Tableau 8</b>	Liste des espèces d'odonates sensibles (espèces reproductrices)	106
<b>Tableau 9</b>	Répartition des espèces d'odonates par type de milieu	112
<b>Tableau 10</b>	Bilan des facteurs influençant les peuplements d'odonates	118
<b>Tableau 11</b>	Liste des espèces d'orthoptères contactées, occurrences-sites et stations	121
<b>Tableau 12</b>	Listes des espèces d'orthoptères sensibles	123
<b>Tableau 13</b>	Bilan des facteurs influençant les peuplements d'orthoptères	135
<b>Tableau 14</b>	Espèces de rhopalocères et nombre de sites où elles ont été contactées	137
<b>Tableau 15</b>	Espèces d'hétérocères et nombre de sites où elles ont été contactées	138
<b>Tableau 16</b>	Liste des espèces de lépidoptères sensibles	140
<b>Tableau 17</b>	Nombre d'espèces et d'occurrences des différents ordres d'invertébrés	147
<b>Tableau 18</b>	Espèces sensibles d'amphibiens	157
<b>Tableau 19</b>	Statut de protection et de menace des espèces d'amphibiens	157
<b>Tableau 20</b>	Bilan des facteurs influençant les peuplements d'amphibiens	172
<b>Tableau 21</b>	Répartition des occurrences d'espèces de reptiles	174
<b>Tableau 22</b>	Statut de protection et de menace des espèces de reptiles	175
<b>Tableau 23</b>	Nombre d'espèces et d'occurrences sensibles d'oiseaux selon différents critères	183
<b>Tableau 24</b>	Statut de protection et de menace des espèces d'oiseaux	184
<b>Tableau 25</b>	Répartition des occurrences d'espèces sensibles d'oiseaux par type de milieu	185
<b>Tableau 26</b>	Oiseaux rupestres	186
<b>Tableau 27</b>	Oiseaux de pelouses et milieux nus	188
<b>Tableau 28</b>	Oiseaux des milieux semi-ouverts	189
<b>Tableau 29</b>	Oiseaux de zones humides	191
<b>Tableau 30</b>	Oiseaux des structures ligneuses âgées, éparées à denses	192
<b>Tableau 31</b>	Liste des oiseaux non nicheurs	194
<b>Tableau 32</b>	Nombre de contacts avec des rapaces diurnes	195
<b>Tableau 33</b>	Influence de la répartition géographique des sites sur la diversité spécifique des peuplements d'oiseaux nicheurs	196
<b>Tableau 34</b>	Influence de la nature de la roche sur le nombre moyen d'espèces nicheuses d'oiseaux et d'espèces déterminantes par site	197
<b>Tableau 35</b>	Influence de l'activité sur le nombre moyen d'espèces nicheuses d'oiseaux et d'espèces déterminantes par site	200
<b>Tableau 36</b>	Répartition des occurrences d'espèces de mammifères de l'échantillon	207
<b>Tableau 37</b>	Liste des espèces de mammifères sensibles	208
<b>Tableau 38</b>	Nombre d'espèces et d'occurrences déterminantes de chaque groupe biologique de l'échantillon	212
<b>Tableau 39</b>	Répartition des espèces animales et végétales déterminantes sur neuf carrières en ZNIEFF de type 1	213
<b>Tableau 40</b>	Barème de notation des secteurs d'exploitation	221
<b>Tableau 41</b>	Classement selon leur intérêt biologique des secteurs d'exploitation par région	221
<b>Tableau 42</b>	Les biocénoses des carreaux secs et humides, espèces déterminantes et diversité spécifique moyenne par station	224
<b>Tableau 43</b>	Les biocénoses des bassins permanents, espèces déterminantes et diversité spécifique moyenne par station	229
<b>Tableau 44</b>	Les biocénoses des fronts de taille et éboulis, espèces déterminantes et diversité spécifique moyenne par station	232
<b>Tableau 45</b>	Les biocénoses des remblais et stocks, espèces déterminantes et diversité spécifique moyenne par station	235
<b>Tableau 46</b>	Les biocénoses des zones décapées, espèces déterminantes et diversité spécifique moyenne par station	237
<b>Tableau 47</b>	Coefficients de corrélation entre les six facteurs pris en compte et le nombre d'espèces des peuplements animaux considérés	242

# RÉSUMÉ

Un échantillon de 35 sites répartis sur l'ensemble du territoire national et sélectionnés parmi 103 carrières de roches éruptives et calcaires a fait l'objet d'inventaires floristiques et faunistiques en 2004 et 2005. Ces sites, pour moitié en activité, sont d'âges et de superficies variés.

Huit groupes biologiques ont été inventoriés : plantes vasculaires, odonates, orthoptères, lépidoptères rhopalocères, amphibiens, reptiles, oiseaux et mammifères. Une grande partie des relevés a été réalisée sur des périmètres d'étude d'environ cinq hectares par site ou sur des placettes au sein de ces périmètres (les vertébrés ont été inventoriés sur des périmètres intégrant tout ou partie de la carrière). Les courbes de diversités spécifiques cumulées montrent que l'échantillonnage est globalement représentatif de la faune des carrières (partiellement pour la flore).

Diverses analyses (analyses multifactorielles, corrélations...) ont été menées pour tenter de comprendre les relations entre les biocénoses et les paramètres physiques des carrières (pH, taux de nitrate et de phosphate dans les eaux, granulométrie des substrats...) ou entre les biocénoses entre elles (influence du taux de couverture végétale...).

Le critère retenu pour distinguer les espèces à forte valeur patrimoniale est l'appartenance à la liste des espèces déterminantes ZNIEFF de la région concernée.

## BIOCÉNOSES

Les résultats des inventaires et leurs analyses sont détaillés dans les chapitres relatifs à chaque groupe biologique.

### - Plantes vasculaires

1092 taxons (17% de la flore française) ont été contactés sur les 162 hectares inventoriés selon une technique proche de la méthode phytosociologique. Ils sont répartis au sein de 40 formations végétales principales et 20 secondaires appartenant à six grandes classes de végétation :

- végétation herbacée aquatique (deux formations),
- végétation herbacée amphibie et hygrophile (quatorze formations),
- végétation herbacée mésophile (neuf formations),
- végétation herbacée xérophile (sept formations),
- végétation ligneuse basse (quatre formations),
- végétation ligneuse haute (quatorze formations).

Chaque formation a fait l'objet d'une fiche descriptive.

97 espèces végétales déterminantes ont été recensées (9% des espèces contactées), dont 18 protégées (six au niveau national), réparties sur 23 des 35 sites.

La grande variabilité des conditions stationnelles entraîne une grande variabilité des espèces comme des formations (le tiers des espèces ne sont présentes que sur un site et la moitié des formations sur moins de trois sites).

Plusieurs constats ont été faits :

- les trois principaux facteurs qui structurent les peuplements sont la répartition géographique des sites, le gradient trophique et le gradient hydrique ;
- les formations herbacées mésophiles sont les plus communes ;
- un système de « notation » reposant sur plusieurs critères a permis de hiérarchiser les formations. Les plus sensibles sont celles liées à de fortes contraintes écologiques (oligotrophie, sécheresse, instabilité...), en milieu ouvert. Trois des quatre formations les mieux notées sont liées à l'eau.

### - Odonates

L'échantillonnage standardisé conduit sur 79 placettes, réparties sur les 26 sites possédant des milieux aquatiques propices à ce groupe, a permis de contacter 40 espèces (45% de l'odonatofaune française) cumulant 258 occurrences-site dont 19% sont celles d'individus déterminants. En moyenne, dix espèces par site ont été contactées (une à 18).

Trois facteurs principaux structurent les peuplements durant leur phase de reproduction : le taux de recouvrement de la végétation, le taux de MES et l'épaisseur de sédiments.

Les milieux aquatiques permanents sont les plus favorables, grâce à des eaux de bonne qualité et au développement d'une végétation aquatique. Les milieux pionniers et oligotrophes (mares temporaires entre autres) permettent l'accueil d'espèces spécialisées qui semblent plus fréquentes dans les carrières que dans le milieu naturel. Les milieux les plus artificialisés (plans d'eau de fosse et bassins de décantation chargés en MES) se révèlent favorables sous certaines conditions.

### - Orthoptères

Les inventaires standardisés sur 154 stations ont permis de contacter 81 espèces (41% de l'orthoptérofaune française) totalisant 1275 occurrences dont 13% sont celles d'individus déterminants. En moyenne, 19 espèces par site ont été contactées (dix à 31).

Trois facteurs principaux structurent les peuplements : le gradient hydrique, la couverture végétale et la situation géographique des sites.

Les espèces sensibles les plus fréquemment contactées sont liées à trois types de faciès : les milieux nus xérophiles, les milieux humides nus et les milieux humides à végétation herbacée. Les milieux chauds à végétation herbacée continue, éventuellement parsemés de ligneux, ont la plus grande diversité spécifique.

### - Lépidoptères

85 espèces de rhopalocères (35% de la rhopalofaune française) et 30 espèces d'hétérocères ont été contactées sur 34 sites, totalisant 715 occurrences dont 9,5% sont déterminantes. Les inventaires ont été purement qualitatifs, exceptés sur sept sites ayant fait l'objet d'inventaires quantitatifs standardisés. Le peuplement des sites est très hétérogène : trois à 38 espèces par sites (21 en moyenne).

Trois facteurs principaux semblent structurer les peuplements : la situation géographique des sites, la lumière et la couverture végétale. Les espèces sensibles sont principalement liées aux milieux ouverts chauds et secs et, dans une moindre mesure, aux milieux frais et humides. Les milieux bien exposés à couverture herbacée continue sont les plus riches.

### - Autres invertébrés

168 espèces d'invertébrés, appartenant à quatre classes et seize ordres différents, ont été contactées à l'occasion des inventaires des groupes d'insectes précédents. Elles totalisent 326 occurrences. Les principaux enseignements de ces relevés sont la présence sur plusieurs sites :

- d'espèces liées aux eaux de bonnes qualités,
- d'espèces sensibles liées aux milieux aquatiques temporaires,
- d'espèces sensibles liées aux milieux minéraux chauds et secs,
- de communautés complexes (systèmes prédateurs-proies, parasites...).

### - Amphibiens

Seize espèces (50% des amphibiens français), totalisant 146 occurrences dont 43% déterminantes, ont été contactées sur les 32 sites offrant des milieux favorables à ce groupe. Quatre espèces par site en moyenne ont été contactées (une à onze).

Les milieux les plus fréquentés sont les mares temporaires et les mares permanentes. Comme pour les odonates, les milieux les plus artificialisés (plans d'eau de fosse et bassins de décantation chargés en MES) se révèlent favorables sous certaines conditions (zones de transitions, charge en MES faible...). Les amphibiens ont par ailleurs une plasticité plus importante vis-à-vis des milieux à très fortes contraintes écologiques (notamment très temporaires, non végétalisés ou chargés en MES) que les odonates.

Trois types de peuplements ont été identifiés : les espèces de milieux temporaires, celles de milieux permanents et les espèces ubiquistes. Les espèces sensibles les plus fréquemment contactées appartiennent aux deux premiers groupes.

Les principaux facteurs favorables aux amphibiens semblent être la bonne qualité des eaux, leur oligotrophie, le nombre de milieux aquatiques présents sur un même site et la diversité de ces milieux.

### - Reptiles

Ce groupe difficile à inventorier en raison de sa discrétion comprend 19 espèces (51% des espèces françaises), totalisant 93 occurrences dont 22% déterminantes, sur les 35 sites inventoriés. 2,7 espèces par site en moyenne ont été contactées (zéro à six).

Deux espèces des milieux secs (utilisant notamment les éboulis) et une espèce des milieux humides cumulent plus de la moitié des occurrences d'espèces sensibles.

Trois peuplements ont été identifiés: les espèces des milieux secs (les plus riches en espèces et qui cumulent plus de la moitié des occurrences), celles des milieux humides et celles des milieux plutôt frais.

### - Oiseaux

Les inventaires ont permis de contacter sur les 35 sites 123 espèces nicheuses (45% de l'avifaune nicheuse française), totalisant 895 occurrences dont 9% déterminantes. En moyenne, 29 espèces par sites ont été contactées (11 à 53). Plus d'un quart des espèces ne sont présentes que sur un seul site.

Cinq types de peuplements ont été identifiés. Les peuplements des milieux rupestres, de milieux ouverts et nus et de milieux semi-ouverts sont les plus riches en espèces sensibles. Ceux des milieux semi-ouverts sont également, avec les peuplements des structures ligneuses âgées éparses à denses, les plus diversifiés et ceux qui totalisent le plus grand nombre d'occurrences. Les peuplements de zones humides sont plus banals.

Outre la structure de la végétation, les facteurs influençant les peuplements d'oiseaux sont la taille des sites, avec un effet de seuil, et la hauteur des fronts ainsi que leur « irrégularité » pour les espèces rupestres.

### - Mammifères

Les données collectées lors des inventaires des autres groupes ont permis de recenser 36 espèces sur 27 sites, totalisant 183 occurrences dont 14% sont déterminantes. En moyenne, 6,8 espèces par site ont été contactées (2 à 18).

L'échantillon se compose de 30% de prédateurs, 45% d'herbivores et 13% d'omnivores si l'on exclut les chiroptères dont le lien avec les sites reste indéterminé.

La quiétude et les ressources alimentaires semblent être les principaux facteurs qui attirent les espèces. En retour, les herbivores contribuent en partie à maintenir la végétation ouverte.

Le bilan de ce chapitre souligne que 35 à 55% des espèces animales connues nationalement pour chaque groupe sont présentes sur l'échantillon des 35 carrières inventoriées. En moyenne, faune et flore confondues, 13,5 espèces déterminantes par site ont été contactées, ce qui place la majorité des sites au niveau de ZNIEFF de type 1.

## L'ÉCOSYSTÈME « CARRIÈRE DE ROCHES MASSIVES »

Ce chapitre aborde le fonctionnement écologique de la carrière sous divers angles.

Grâce à une approche qui prend en compte valeur patrimoniale et diversité des peuplements, il apparaît que l'intérêt des différents **secteurs d'exploitation** des carrières repose schématiquement :

- pour les **carreaux, banquettes et mares temporaires**, sur leur degré d'ouverture et sur la grande variabilité du gradient hydrique ;
- pour les **remblais** de matériaux stériles et de terre végétale, sur la présence de milieux ouverts bien exposés ;
- pour les **bassins permanents** de toutes natures, sur leur oligotrophie, leur profondeur modérée et la bonne qualité de leurs eaux ;
- pour les **éboulis, blocs et fronts de tailles**, sur l'existence de reliefs et sur la grande variabilité des conditions climatiques en fonction de leur exposition ;
- pour les **zones décapées**, sur l'effet de lisière et le rajeunissement des milieux.

Leur originalité dans la région où ils se trouvent et l'absence de pollution agricole ou urbaine sont également les deux grands facteurs favorables. De plus, l'intérêt des sites et des secteurs varie selon les régions géographiques et semble moins fort dans les régions à forte naturalité.

À l'inverse, l'uniformité des habitats, la fermeture trop rapide des milieux, la grande profondeur et l'absence de zone amphibie de certains milieux aquatiques, les perturbations fréquentes sur des secteurs comme les fronts ou les bassins de décantation, des fronts trop réguliers et des réaménagements inadaptés sont les facteurs les plus défavorables.

**Les échanges entre les secteurs d'exploitation et avec la périphérie** sont difficiles à appréhender. Il ressort que certains groupes semblent sensibles à l'environnement immédiat des sites (orthoptères, reptiles, amphibiens) alors que pour d'autres il est impossible de conclure (flore, odonates, avifaune).

Les carrières jouent un rôle de zone refuge pour des espèces en régression ou pour des espèces en limite d'aire de répartition. Elles assurent également un rôle de zone source.

Enfin l'évolution des habitats et biocénoses sur les carrières est propre à chaque site et varie selon les conditions édaphiques, hydriques ou encore le type de remise en état.

# Introduction



- > *Méthodes d'inventaires*
- > *Méthodes d'analyses*
- > *Les données sur l'eau*
- > *La granulométrie*
- > *Représentativité des échantillons*

# INTRODUCTION

**Ce document présente les résultats des inventaires floristiques et faunistiques réalisés en 2004 et 2005 sur 35 carrières de roches massives du territoire métropolitain.**

Ces inventaires de terrain constituent la deuxième phase d'un programme d'études lancé en 2000 par la profession de l'industrie extractive. Ils font suite à la réalisation d'une étude bibliographique sur les potentialités écologiques des carrières de roches massives (ENCEN, 2001, 2004 et 2007) et seront suivis en 2009 d'un guide technique de gestion et d'aménagement écologique des carrières de roches massives.

De façon plus détaillée, la chronologie des phases d'inventaires est la suivante :

- **une phase armoricaine en 2004** : inventaires de 13 carrières de roches éruptives du Massif armoricain, région naturelle et principale région de production de granulats<sup>1</sup> éruptifs par laquelle a débuté le programme d'études,
- **une phase d'extension nationale en 2005** : inventaires de 7 nouveaux sites éruptifs et de 15 sites de roches calcaires répartis sur l'ensemble du territoire métropolitain.

Les résultats des inventaires sont analysés selon le canevas suivant :

- i. une description des **méthodes** utilisées (inventaires de terrain et analyses) et des sites inventoriés ;
- ii. une description des **biocénoses** observées dans l'échantillon de 35 carrières. Elle présente les espèces et peuplements de flore, d'invertébrés et de vertébrés, ainsi que les paramètres qui influencent leur mise en place et leur répartition ;
- iii. une analyse du fonctionnement de « **l'écosystème carrière** », basée sur la répartition des peuplements dans les différents secteurs d'exploitation de la carrière (remblais, fronts, carreaux...), ainsi que sur les relations écologiques entre ces secteurs et/ou avec les milieux situés en périphérie de la carrière.

## 1 MÉTHODES D'INVENTAIRES

### 1.1 SÉLECTION DES SITES

La sélection des sites d'étude a d'abord nécessité une phase de **pré-inventaire** :

- ▶ Sur le Massif armoricain, une typologie des habitats naturels des carrières a été établie en 2002 par l'étude de 55 sites répartis sur l'ensemble de la région, grâce à une approche simple et rapide portant sur la nature, la localisation, les conditions de mise en place des habitats et les caractéristiques physiques des substrats sur lesquels ils se développent (ENCEN, 2003).
- ▶ Pour l'extension au reste du territoire national, deux approches distinctes ont été mises en œuvre :
  - pour les carrières de **roches éruptives**<sup>\*</sup>, une liste de sites a été établie en 2004 à partir des informations disponibles dans les différentes agences d'ENCEN et complétée par des données de plusieurs antennes régionales de l'UNICEM. 14 sites ont été visités en janvier 2005 par des écologues d'ENCEN pour établir une cartographie des habitats naturels ;

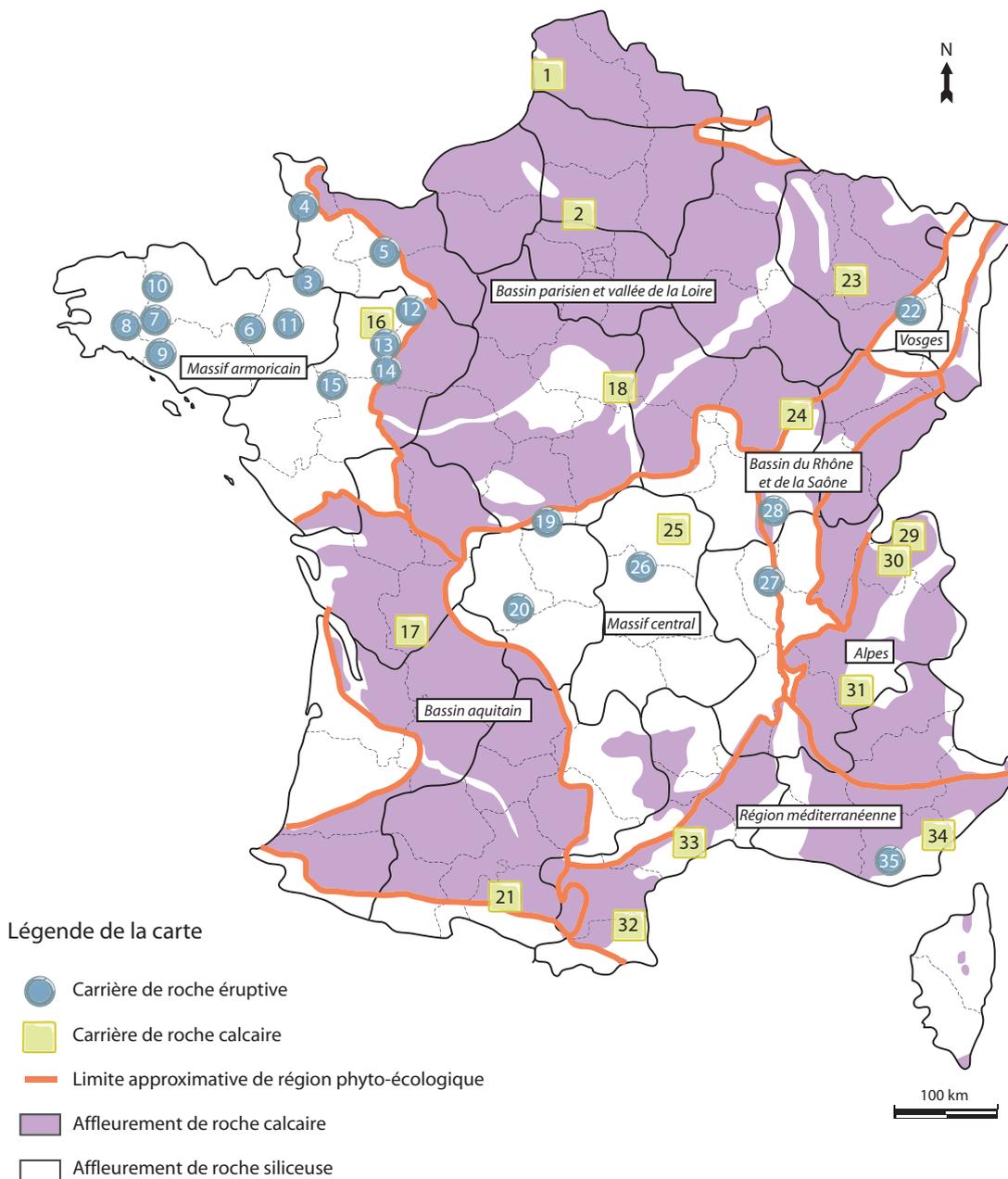
*\* Dans cette étude, le terme « roches éruptives » correspond aux roches riches en silice, par opposition aux roches calcaires, et dépasse donc largement le sens géologique du mot éruptif, limité aux roches résultant de la cristallisation d'un magma (granite, basalte...). Les roches « éruptives » de l'étude sont divisées en quatre principaux types : les grès (roche sédimentaire), les roches métamorphiques (gneiss, schiste...), les roches plutoniques (granite, diosite...) et les roches volcaniques (basalte, rhyolite ...)*

<sup>1</sup> Source : UNICEM

- pour les carrières de **roches calcaires**, une base de données d'environ 170 carrières présentant un intérêt écologique a été constituée en 2004 dans le cadre de l'analyse bibliographique, à partir de questionnaires adressés aux adhérents par l'UNICEM et de données bibliographiques diverses (inventaires ZNIEFF...). 34 sites ont été sélectionnés à partir d'un ensemble de critères (répartition géographique, présence d'habitats naturels, superficie, activité...), puis visités et cartographiés en 2005 par des écologues d'ENCEM à l'aide d'une méthode standardisée.

De cet échantillon de 103 carrières pré-inventoriées ont été extraits les 13 sites armoricains étudiés en 2004, puis les 22 sites complémentaires étudiés en 2005 (Figure 1).

**Figure 1** Localisation géographique des sites inventoriés



La carte de la Figure 1 donne la localisation de chaque site au sein des différentes régions phytoécologiques (Dupias et Rey, 1985). Huit régions phytoécologiques sont concernées. Pour faciliter les analyses, les régions ne comportant qu'un ou deux sites ont été rattachées à la région la plus proche lorsque ceux-ci étaient localisés à proximité. C'est le cas du site 22 (Raon-l'Étape) qui a été intégré dans le Bassin parisien et des sites 24 (Til-Châtel) et 28 (Verzé) qui ont été associés au Massif central.

Les principales caractéristiques des 35 sites figurent dans le Tableau 1.

N° Site	Commune et département	Exploitant actuel (cf. note de bas de tableau)	Type de roche	Nature de roche	surface du site (en ha)	surface étudiée (en ha)	activité du site	Région phyto-écologique
1	Dannes (62)	HOLCIM France SA	Calcaire	craie	95	6,2	Actif	Bassin parisien et vallée de la Loire
2	St-Vaast-les-Mello (60)	ROCAMAT	Calcaire	calcaire dur	63	7,8	Inactif	Bassin parisien et vallée de la Loire
3	Saint-James (50)	SA LAINE	Éruptif	schiste	3	2,8	Inactif	Massif armoricain
4	Munneville-le-Bingard (50)	SNE HENRY	Éruptif	grès	63	10,4	Actif	Bassin parisien et vallée de la Loire
5	St-Pierre-du-Bu (14)	Carrières de Périères	Éruptif	grès	7	7	Inactif	Massif armoricain
6	Vignoc (35)	Eurovia Bretagne	Éruptif	cornéenne	43	2,1	Actif	Massif armoricain
7	Gourin (56)	Eurovia Bretagne (GSM)	Éruptif	grès	56	1,5	Actif	Massif armoricain
8	Laz (29)	Eurovia Bretagne	Éruptif	grès	31	2,2	Actif	Massif armoricain
9	Plouay (56)	_	Éruptif	mylonite	2,3	2,3	Inactif	Massif armoricain
10	Calanhel (22)	SA PARCHEMINER	Éruptif	gneiss	36	1,2	Actif	Massif armoricain
11	Paimpont (35)	_	Éruptif	grès	6	5,5	Inactif	Massif armoricain
12	Oisseau-le-Petit (72)	Carrières des Noës	Éruptif	grès	46	1,3	Inactif	Massif armoricain
13	Voutré (53)	Carrières de Voutré	Éruptif	porphyre	135	6,6	Inactif	Massif armoricain
14	Saint-Denis-d'Orques (72)	Carrières St-Denis	Éruptif	gabbro	59	6,9	Actif	Massif armoricain
15	Chazé-Henry (49)	EDM	Éruptif	grès	49	2,4	Actif	Massif armoricain
16	Neau (53)	FIBAC	Calcaire	dolomie	7	6	Inactif	Massif armoricain
17	La Couronne (16)	LAFARGE Ciments	Calcaire	calcaire dur	78	5,2	Actif	Bassin aquitain
18	Châtillon-sur-Loire (45)	SOCALI	Calcaire	calcaire dur	13	6,3	Inactif	Bassin parisien et vallée de la Loire
19	Barraize (36)	TARMAC GRANULATS	Éruptif	amphibolite	2,1	2,1	Inactif	Massif central
20	Saint-Hilaire-Bonneval (87)	TARMAC GRANULATS	Éruptif	granite	5,2	1,4	Inactif	Massif central
21	Martres-Tolosane (31)	LAFARGE Ciments	Calcaire	calcaire marneux et dur	43	6,8	Inactif	Bassin aquitain
22	Raon-l'Étape (88)	Société des Carrières de Trapp	Éruptif	roche volcanique	90	5,1	Actif	Vosges
23	Maizière (54)	MATERIAUX SA	Calcaire	calcaire dur	85	7,6	Actif	Bassin parisien et vallée de la Loire
24	Til-Chatel (21)	Autoroutes Paris Rhin Rhône	Calcaire	calcaire dur	12	6,9	Inactif	Bassins du Rhône et de la Saône
25	Montaigu-le-Blin (03)	VICAT	Calcaire	calcaires dur et marneux	11	4,2	Actif	Massif central
26	Mazerier (03)	_	Éruptif	granite	1	1	Inactif	Massif central
27	Brussieu (69)	LAFARGE	Éruptif	porphyre	120	9	Actif	Massif central
28	Verzé (71)	TARMAC GRANULATS	Éruptif	porphyre et grès	5,5	5,5	Inactif	Massif central
29	St-Jeoire-en-Faucigny (74)	COLAS	Calcaire	calcaire dur	11	1	Actif	Alpes
30	Bellecombe-en-Bauges (73)	VICAT	Calcaire	calcaire dur	4,3	1,5	Actif	Alpes
31	Sassenage (38)	VICAT	Calcaire	calcaires dur et marneux	29	5	Actif	Alpes
32	Tautavel (66)	OMYA	Calcaire	marbre	65	4,9	Inactif	Région méditerranéenne
33	Fabrègues (34)	LAFARGE	Calcaire	calcaire dur TV remblais	3,5	3,4	Inactif	Région méditerranéenne
34	Callas (83)	LAFARGE	Calcaire	calcaire dur	33	4,6	Actif	Région méditerranéenne
35	Evenos (83)	SOMECA	Éruptif	basalte	24	8,5	Inactif	Région méditerranéenne

**N.B.** : En cas de changement d'exploitant entre la date des relevés et la date de rédaction du rapport, la société exploitante lors des relevés a été indiquée entre parenthèses. La numérotation des sites dans les figures et tableaux du rapport est le plus souvent indépendante de celle du tableau 1.

Les critères de sélection des sites étudiés ont été les suivants :

### ► Répartition géographique (Figure 1)

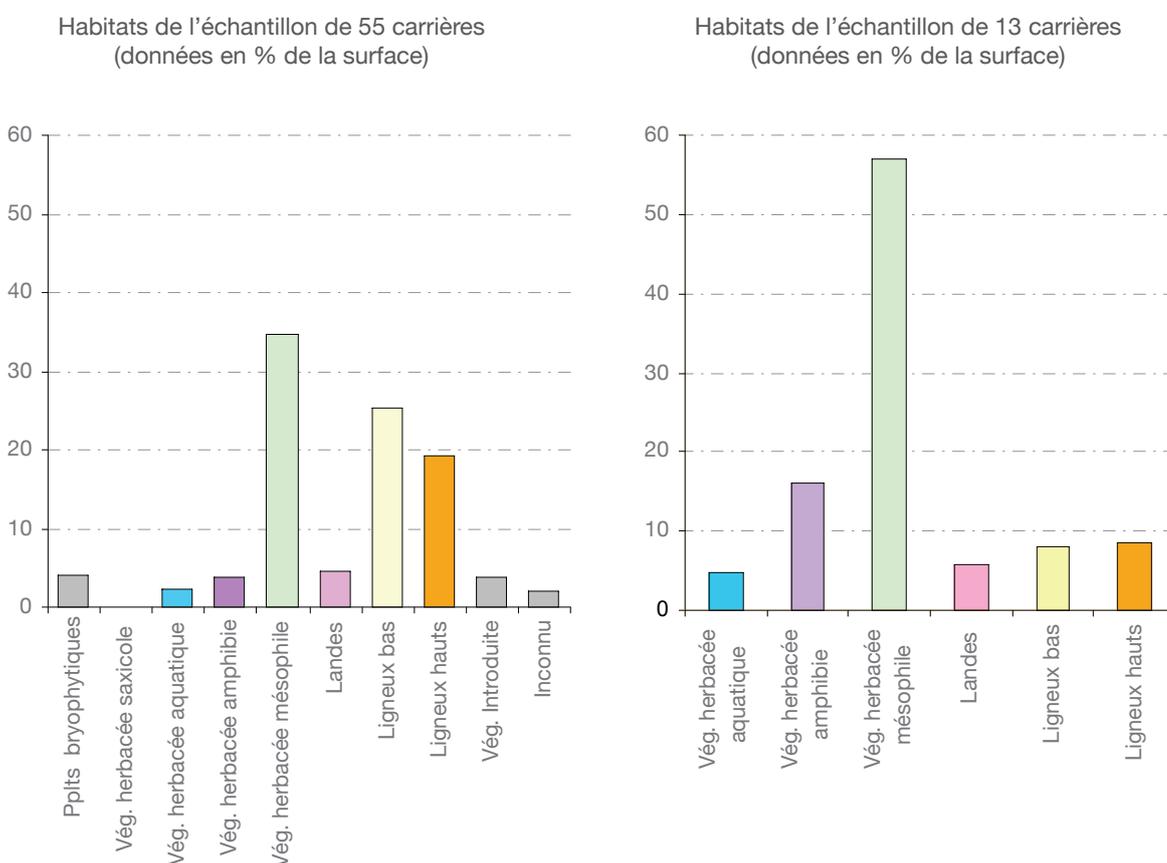
Une grande partie du territoire métropolitain est couverte par l'échantillon de sites et les six principales régions phytoécologiques sont représentées, avec un minimum de deux sites et un maximum de 14 sites par région.

Le Bassin aquitain est sous-représenté (deux sites), probablement du fait de sa relative pauvreté en carrières de roches massives. À l'inverse, la sur-représentation du Massif armoricain (14 sites) est liée à l'importance de l'activité extractive dans cette région.

### ► Types d'habitats naturels

L'échantillon étudié se veut représentatif des carrières au sens où il abrite une part significative des différents types d'habitats que l'on peut y rencontrer. Mais il ne correspond pas, en termes de surface, aux proportions occupées par ces habitats : la Figure 2 permet de comparer les surfaces d'habitats étudiés sur les treize sites éruptifs du Massif armoricain avec les surfaces de référence fournies par l'étude sur la typologie des carrières de cette région (ENCEN, 2003). On constate par exemple que les végétations herbacées amphibie et mésophile sont mieux représentées dans l'échantillon de treize sites que dans celui de référence (55 sites) parce qu'il a semblé intéressant de recueillir de nombreuses informations sur des milieux possédant de bonnes potentialités d'accueil d'espèces et d'habitats. À l'inverse, les milieux fermés (ligneux bas et hauts) sont sous-représentés car leur intérêt biologique a été estimé plus réduit. Les données de référence pour l'échantillon de 35 carrières sont inconnues, mais il est probable que les proportions d'habitats données par la Figure 2 soient sensiblement les mêmes.

**Figure 2** Comparaison des surfaces d'habitats de l'étude et du préinventaire armoricain



### ► Sensibilité biologique

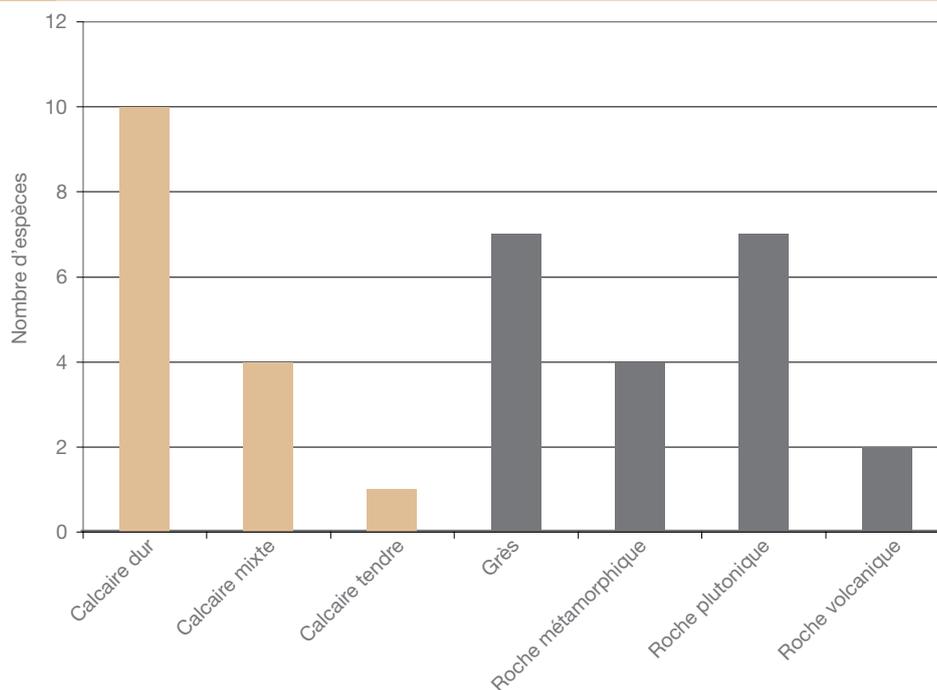
La présence connue d'espèces rares n'a pas été un critère de sélection. Elle a pu influencer le choix de certains sites dans la mesure où elle signalait la présence d'habitats naturels intéressants à étudier (front de taille ancien, pelouse calcicole...). Mais c'est la présence d'habitats naturels caractéristiques des carrières qui a été le critère déterminant. Ainsi, sur la moitié des sites (17), aucune donnée biologique particulière n'était disponible. Pour l'autre partie de l'échantillon, les informations disponibles se limitaient souvent à la présence d'une ou deux espèces remarquables (nidification du Faucon pèlerin, présence d'une plante protégée...). Les carrières les mieux renseignées étaient celles de Plouay, Neau et Til-Châtel (cf. *infra*).

Aucun des sites n'est inventorié en ZNIEFF de type 1<sup>2</sup> en tant que zone sensible à part entière. Par contre, sept sites sont concernés par ce zonage (de façon indirecte dans la mesure où ils n'ont pas participé à sa définition). Aucun site n'est directement concerné par une zone Natura 2000.

Quelques-uns des sites retenus avaient fait l'objet d'inventaires plus ou moins détaillés avant la présente étude, le plus souvent dans le cadre d'études d'impact de renouvellement d'autorisation. Ces inventaires étaient disponibles pour les carrières de Raon-l'Étape (ENCEM, 2004), Maizière (BGAE, 2003), Plouay (ENCEM, 1997), Paimpont (Sauveterre, 1985), Voutré (ENCEM, 2000), Neau (ENCEM, 2004), Til-Châtel (Morhain, 1992 ; Conservatoire des sites bourguignons, 2000), La Couronne (ENCEM, 1998), Callas (ECO-MED, 2004), Evenos (ECO-MED, 2002).

### ► Nature de la roche exploitée

**Figure 3** Répartition des carrières de l'échantillon en fonction de la nature de la roche



L'échantillon compte 20 carrières de roches éruptives et 15 de roches calcaires (Tableau 1 et Figure 3). Les deux types de roches ayant une production nationale similaire (données UNICEM 2004), l'objectif était de les représenter à parts à peu près égales. Les roches éruptives bénéficient simplement de la bonne représentation des carrières armoricaines.

Les données précises sur la répartition des roches calcaires dures et tendres n'étaient pas disponibles, mais il est connu que les premières sont majoritaires en nombre de sites et en production. Elles sont donc les mieux représentées dans l'échantillon. Les calcaires mixtes correspondent à des sites où les deux types de roches sont présents.

<sup>2</sup> Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique. Les zones de type 1 correspondent aux sites les plus remarquables, souvent de superficie assez réduite (tourbière, pelouse calcicole...). Les zones de type 2 concernent souvent de grands ensembles naturels de niveau biologique moindre (forêt, marais...).

Pour ce qui concerne les roches éruptives, l'échantillon armoricain est deux fois plus riche en carrières de grès (sept sites sur treize, soit 54%) que dans la réalité (23% des carrières armoricaines, données de la fin des années 90). C'est l'inverse qui se produit pour les roches plutoniques. Les roches métamorphiques et volcaniques sont représentées de façon sensiblement équivalente. Ces différences proviennent pour partie de la sur-représentation de la Basse-Normandie et de la sous-représentation de la Bretagne dans l'échantillon, régions respectivement riches en carrières de grès (49% des carrières bas-normandes) et de roches plutoniques (34% des carrières bretonnes). Par ailleurs, la forte proportion de carrières de grande superficie dans l'échantillon induit une meilleure représentation des carrières de grès dont la production moyenne par site est sensiblement plus importante que celle des carrières de roche plutonique (255 000 t/an contre 185 000 t/an en Bretagne à la fin des années 90).

L'extension nationale a permis d'étudier quatre sites de roches plutoniques, deux de roches volcaniques et un de roche métamorphique. La bonne représentation nationale des roches plutoniques compense partiellement le déficit armoricain.

### ► L'activité sur les sites

L'échantillon se répartit de façon équitable entre sites en activité (17) et sites arrêtés définitivement ou provisoirement (18), afin de répondre aux deux principaux objectifs de l'étude :

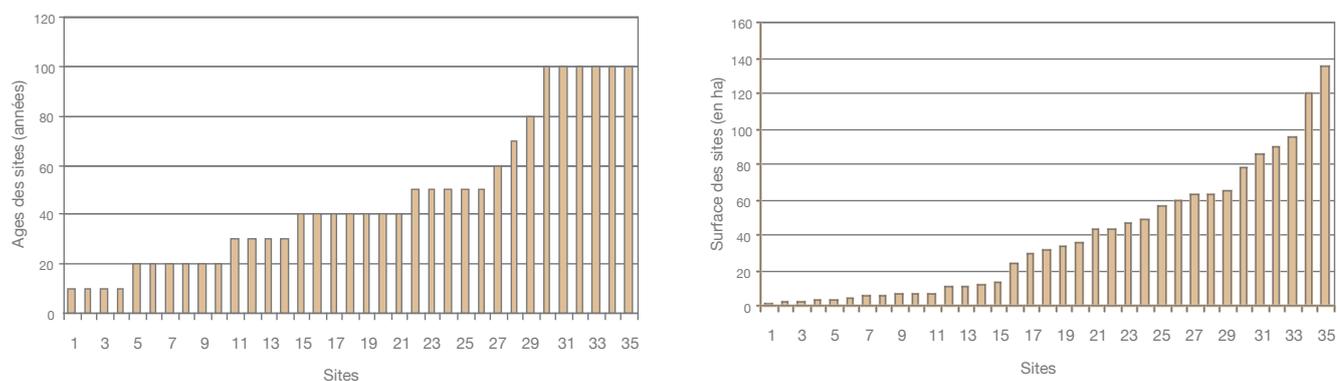
- connaître les biotopes et les biocénoses liés aux méthodes actuelles d'exploitation pour pouvoir disposer d'éléments permettant d'intégrer une dimension écologique dans la gestion quotidienne des carrières actives,
- voir comment les biocénoses évoluent lorsque l'activité cesse, de manière à prévoir des modalités de remise en état adaptées aux objectifs écologiques souhaités.

Il importe de préciser que, dans le cas des carrières en activité, l'essentiel des observations a été réalisé en dehors des zones d'activité principale de la carrière (extraction, circulation, traitement et stockage de granulats), les groupes biologiques retenus pour étudier les biocénoses des carrières étant très peu représentés sur ces zones minérales et en remaniement permanent.

### ► Âge et surface des carrières

La Figure 4 montre que l'échantillon est composé de sites de tous âges<sup>3</sup> (10 à 100 ans) et de toutes tailles (1 à 135 hectares).

**Figure 4** Répartition de l'âge (à gauche) et de la surface en chantier des sites de l'échantillon (par ordre croissant)



<sup>3</sup> L'âge d'un site est calculé à partir de son année d'ouverture connue (ou estimée pour les sites les plus anciens)

### ► Autres paramètres

Outre les paramètres biologiques, climatiques et physiques, il a fallu tenir compte, dans la mesure du possible, de la représentation des différentes branches de l'industrie extractive participant à cette étude : producteurs de granulats, cimentiers et producteurs de calcaires dits « industriels » (chaux, charge minérale...). La majorité des sites (27) sont ou ont été exploités pour la production de granulats. Cinq carrières de cimenteries et deux de calcaires industriels ont été intégrés dans l'échantillon, ainsi qu'une carrière de pierres de taille calcaires.

Les modalités d'exploitation des carrières sont similaires dans la majorité des sites, quel que soit le type d'industrie. Les exploitations de pierres de taille (un site) diffèrent sensiblement par la présence de fronts lisses, parfois de cavaliers (zones inexploitées disséminées sur la carrière) et de blocs de grande taille non valorisables. Par ailleurs, les carrières de calcaire tendre (un site) présentent la particularité de ne pas utiliser d'explosifs pour l'abattage de la roche.

**Sur la base des critères évoqués, les sites retenus tendent à être représentatifs des principales caractéristiques des carrières du territoire métropolitain. Toutefois, concilier l'ensemble de ces critères avec un nombre limité de sites est un exercice difficile. Certains biais sont donc inévitables (sur-représentation des carrières de grès, zones géographiques partiellement couvertes, habitats sous-représentés...).**

## 1.2 CHOIX DES PRESTATAIRES

Pour réduire au maximum le biais induit par l'hétérogénéité des sources de relevés, le principe retenu a été de confier l'étude de chaque groupe biologique à un nombre réduit de prestataires (Tableau 2). Par ailleurs, il était demandé à chaque prestataire de faire intervenir un nombre réduit de chargés d'études (un ou deux) par groupe biologique. Cette consigne a été respectée par la majorité des prestataires, ce qui a permis de limiter à six le nombre d'intervenants de terrain pour la flore, à huit pour les insectes (qui ont souvent nécessité l'intervention d'un spécialiste par ordre) et à huit pour les vertébrés (soit une intervention moyenne d'environ un chargé d'étude pour cinq sites, par groupe biologique).



■ Vue ci-dessus : relevé de granulométrie d'un remblai par un chargé d'études ENCEM lors du pré-inventaire armoricain (2002).

■ Vue ci-contre : relevé d'insectes par un chargé d'études de la Société d'histoire naturelle Alcide d'Orbigny sur un site de roche calcaire en 2005.



Tableau 2 Liste et coordonnées des prestataires

Groupes biologiques	Sites (cf. figure1)	Prestataires	Responsables	Coordonnées
Flore vasculaire, végétation et données générales	Massif armoricain sauf 16	Bureau d'études OUEST-AMENAGEMENT	Cécile MESNAGE	Parc d'activité d'Apigné, 1 rue des Cormiers, BP 95101, 35651 LE RHEU Cédex tél. : 02 99 14 55 70
	1, 2, 16 à 20, 22 à 24, 26 à 28	Bureau d'études CERA ENVIRONNEMENT	Christophe VERHEYDEN	Forêt de Chizé, 79360 VILLIERS-EN-BOIS tél : 05 49 09 79 75
	21, 25, 29 à 35	Bureau d'études ECOMED	Julien VIGLIONE	bât Le Ter, 5 rue Charles Duchesne 13100 AIX-EN-PROVENCE tél : 04 42 24 21 19
Odonates, orthoptères et lépidoptères	Massif armoricain sauf 16	Bureau d'études OUEST-AMENAGEMENT	Franck HERBRECHT	Sillon de Bretagne, 8 avenue des Thébaudières, 44800 SAINT-HERBLAIN tél. : 02 40 94 92 40
		Prestataire sous-traitant Association GREZIA	Alexandre FRANCOIS et Claire MOUQUET	Université de Rennes, 1 Bât 25, Équipe de muséologie, Biodiversité, 35042 RENNES cédex tél. : 02 23 23 51 14
	19 et 20	Bureau d'études OUEST-AMENAGEMENT	Franck HERBRECHT	
	1, 2, 16 à 20, 22 à 24, 26 à 28	Association Société d'histoire naturelle Alcide d'Orbigny	Emmanuel BOITIER	79 rue de la Gantière, 63 000 CLERMONT-FERRAND tél. : 04 73 27 73 29
	21, 25, 29 à 35	Bureau d'études ECOMED	Julien VIGLIONE	
	Massif armoricain sauf 16	Indépendant Philippe FOUILLET	Philippe FOUILLET	3 impasse Kerjean, 29600 MORLAIX tél. : 02 98 88 74 36
Amphibiens, reptiles, oiseaux et mammifères	1, 2, 16 à 18, 23 à 24	Bureau d'études BIOTOPE	Jean-Yves KERNEL	22 boulevard du Maréchal Foch 34140 MÈZE tél : 04 67 18 46 20
	19, 20, 22, 26 à 28	Bureau d'études CERA ENVIRONNEMENT	Christophe VERHEYDEN	
	21, 25, 29 à 35	Bureau d'études ECOMED	Julien VIGLIONE	

### 1.3 MÉTHODES DE RELEVÉS

*Remarque : le protocole d'inventaire défini pour la phase armoricaine a été légèrement adapté pour les sites de la phase d'extension nationale. Il s'agit cependant de modifications mineures qui n'ont eu aucune conséquence sur les résultats. Les deux principales variantes portaient sur les reptiles qui ont été intégrés dans les groupes « prioritaires » pour les sites de roches calcaires et sur les oiseaux qui ont fait l'objet, en outre, d'un repérage par la méthode dite des IPA sur l'ensemble des sites.*

Cinq groupes biologiques estimés « prioritaires » par le comité scientifique ont fait l'objet d'inventaires quasi exhaustifs : **les plantes vasculaires, les odonates, les orthoptères, les oiseaux et les amphibiens**. Un sixième groupe, les reptiles, ne concernait que les carrières de roches calcaires. Dans le cadre de ces relevés, deux autres groupes biologiques ont été inventoriés de façon partielle : les lépidoptères rhopalocères et les mammifères (plus les reptiles sur les sites de roches éruptives).

Sur les sites d'une superficie supérieure à environ 6 ha, les inventaires ont été réalisés sur des **périmètres d'études** prédéfinis, regroupant des habitats naturels estimés représentatifs des carrières, d'une superficie moyenne de 4 à 5 ha (**Tableau 1**). Seuls les oiseaux, les reptiles et les mammifères (parfois les amphibiens) ont été inventoriés sur l'emprise totale (ou une part importante) de la carrière. Les périmètres d'études couvrent une surface totale de 162 ha, soit 12% de la surface des carrières étudiées. Ils ne concernent strictement que des milieux remaniés directement par l'exploitation.

Sauf exception (certains bassins de fond de fosse, de décantation ou certaines flaques temporaires par exemple), les milieux strictement minéraux des carrières en activité (zones en cours d'extraction) n'ont pas été intégrés dans les périmètres d'études car leur diversité animale et végétale est trop réduite (du moins pour ce qui concerne les groupes biologiques retenus). Ils ont cependant fait l'objet de relevés d'oiseaux. D'autres secteurs des carrières n'ont pu être étudiés que partiellement du fait de leur inaccessibilité (fronts de taille) ou de leur caractère dangereux (éboulis, banquettes de moins de 10 mètres de large...). Là encore, des relevés d'oiseaux (et parfois d'amphibiens) ont cependant été réalisés.

La première étape a été le recueil de données générales (réalisé par le prestataire flore) : il s'agit de données indispensables, soit pour mener à bien les relevés des différents groupes biologiques et pouvoir les comparer (supports cartographiques communs), soit pour mieux comprendre les facteurs physiques et écologiques qui influent sur les biocénoses étudiées. Les données suivantes ont été collectées :

- plan au 1/2 500e des périmètres d'étude et de la carrière (topographie et occupation du sol) ;
- caractéristiques abiotiques des périmètres d'étude ;
- historique de la mise en place des habitats sur les périmètres d'étude et la carrière ;
- plan au 1/5 000e de l'occupation du sol sur un périmètre d'environ 300 m en périphérie de la carrière ;
- zonages biologiques et mesures de protection réglementaires en périphérie de la carrière.

La méthodologie et les techniques d'inventaires propres à chaque groupe biologiques sont décrites dans le chapitre sur les biocénoses. Globalement, pour l'ensemble des groupes, la même démarche a été suivie :

- i. **inventaire du groupe considéré.** Seuls les odonates, les orthoptères et les oiseaux (pour partie) ont fait l'objet de relevés standardisés ;
- ii. **évaluation de la valeur patrimoniale** des espèces et des habitats ;
- iii. **identification des facteurs favorables et des facteurs limitants** vis-à-vis des biocénoses étudiées.

## 2 MÉTHODES D'ANALYSES

### 2.1 ANALYSE DES DONNÉES

À partir des relevés effectués par les prestataires, des bases de données spécifiques à chaque groupe ont été créées.

- Des **analyses factorielles des correspondances** (AFC) ou analyses des correspondances simples ont été menées sur les données des groupes suivants : flore, odonates, orthoptères, lépidoptères et avifaune.

Cette analyse correspond à une forme particulière de l'analyse en composantes principales (Blanc, 2000) systématisée par J. P. Benzécri en 1962. Il s'agit d'une méthode exploratoire d'analyse de certains types de tableaux rectangulaires de données : les tableaux de contingence, dont le contenu représente des fréquences avec lesquelles sont observées des données non nécessairement quantitatives.

L'AFC est l'une des méthodes factorielles les plus utilisées dans le domaine de l'écologie (Riitters, 1995 ; Journaux, 2006), en y jouant un rôle particulièrement important pour une raison essentielle : l'écologie factorielle, dans son objectif de description de la faune, de la flore et de leurs relations avec le milieu, s'appuie sur la pratique des relevés et fournit nombre de tableaux dits écologiques. Les tableaux se constituent de la façon suivante :

- en lignes se trouvent les relevés ou les stations ;
- en colonnes se présentent les espèces de la faune ou de la flore étudiée (dans notre cas en **présence-absence** du taxon).

La méthode est particulièrement populaire dans de nombreux domaines car l'analyse permet, dans le plan des deux premiers axes factoriels, une représentation simultanée, souvent fort suggestive, des ressemblances entre les colonnes ou les lignes du tableau et de la proximité entre lignes et colonnes. Autrement dit, elle permet de visualiser aisément, dans notre cas, **la proximité des espèces selon leur répartition dans les sites (ou stations), ou la ressemblance (proximité) des sites selon leur composition faunistique ou floristique.**

De plus, pour comprendre les relations entre certains paramètres abiotiques (âge des sites, hauteur des fronts, etc.) et les biocénoses, deux outils statistiques ont essentiellement été utilisés :

- ▶ **la régression** : elle utilise un modèle mathématique (courbe de tendance) calculé afin d'expliquer la répartition des données entre deux variables. On obtient alors une courbe de type linéaire ( $y=ax+b$ ) ou logarithmique ( $y=a\ln x+b$ ) associée à un coefficient de détermination  $R^2$  qui exprime le pourcentage de variation expliqué par le modèle. Plus  $R^2$  est proche de 1, plus le modèle explique les variations observées. La régression peut également permettre, contrairement à la corrélation, de prédire la variation d'une variable par rapport à une autre ;
- ▶ **la corrélation** : elle mesure la force de liaison entre deux variables, qui peut être négative ou positive. Pour évaluer la force de cette liaison, on utilise le coefficient  $r$  qui correspond à la racine carrée de  $R^2$ . Plus  $r$  est proche de 1 ou -1, plus la liaison entre les variables sera forte.

**Rappelons que les sites étudiés ici et les habitats qu'ils accueillent n'ont pas été choisis de façon aléatoire et que chaque site apporte sa part d'originalité. Des analyses statistiques rigoureuses (tests d'hypothèses) ne peuvent donc pas être réalisées. En conséquence, les conclusions de cette étude doivent être considérées simplement comme des tendances qui pourront éventuellement être validées par des études scientifiques approfondies.**

## 2.2 ÉVALUATION DE LA VALEUR PATRIMONIALE DES ESPÈCES

Le critère retenu pour définir les espèces à forte valeur patrimoniale (ou espèces « sensibles ») est leur inscription sur les listes d'espèces **déterminantes ZNIEFF** des quinze régions administratives concernées<sup>4</sup>.

L'intérêt de ces listes est multiple :

- i. il s'agit de listes récentes (établies entre 1999 et 2005 selon les régions) ;
- ii. elles sont établies par des experts régionaux, à l'échelon de la région administrative. Cette échelle géographique nous paraît être la plus appropriée pour juger de la valeur patrimoniale d'une espèce, car ni trop réduite (département), ni trop importante (France ou Europe) ;

<sup>4</sup> La région Basse-Normandie ne dispose pas de listes d'espèces déterminantes sensu stricto, mais simplement de listes de cotation de rareté. Nous avons retenu les cotations « assez rare », « rare » et « très rare » au niveau régional ou « rare » et « très rare » au niveau départemental pour définir les espèces sensibles.

iii. ce sont les outils mis en place par les DIREN pour justifier la mise en place des ZNIEFF. Il s'agit donc de listes de référence, qui permettent en outre de comparer la valeur biologique d'un site par rapport à une ZNIEFF de même nature ou voisine géographiquement ;

iv. ces listes intègrent de nombreux critères. Ainsi, le guide méthodologique pour la modernisation de l'inventaire ZNIEFF (Maurin, Theys, Feraudy et Duhautois, 1997) propose la définition suivante des listes d'espèces déterminantes, qui regroupent :

- les espèces en danger, vulnérables, rares ou remarquables répondant aux cotations mises en place par l'UICN ou extraites de livres rouges publiés nationalement, régionalement ou à l'échelle du département ;
- les espèces protégées nationalement, régionalement ou faisant l'objet de réglementations européennes ou internationales, lorsqu'elles présentent un intérêt patrimonial réel au regard du contexte national et régional ;
- les espèces à intérêt patrimonial moindre mais se trouvant dans des conditions écologiques ou biogéographiques particulières, en limite d'aire ou dont la population est particulièrement exceptionnelle par son effectif, sa qualité.

Toutefois, une certaine hétérogénéité existe entre les listes des différentes régions, du fait de l'utilisation de critères de sélection sensiblement différents.

**Dans ce rapport, seules les espèces déterminantes ZNIEFF seront qualifiées de « sensibles ».** Il importe d'avoir à l'esprit l'échelon régional retenu pour définir le niveau de sensibilité des espèces afin de ne pas s'étonner de voir figurer dans les tableaux d'espèces « sensibles » des espèces communes sur une grande partie du territoire national mais estimées rares dans une ou plusieurs des régions où elles ont été observées.

D'autres critères de sensibilité seront mentionnés, à l'échelon européen ou national :

- Europe
  - Annexe 1 de la directive 79/409 CE dite directive « Oiseaux » ;
  - Annexe 1 de la directive 92/43 CE dite directive « Habitats » qui recense les habitats d'intérêt communautaire ;
  - Annexe 2 de la directive Habitats, listant les espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation (ZSC) ;
  - Annexe 4 de la directive Habitats, listant les espèces animales et végétales d'intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte.
- France
  - Listes nationale et régionales des espèces végétales protégées ;
  - Liste nationale des insectes protégés ;
  - Listes du Livre rouge de la faune menacée de la France (Maurin et Keith, 1994) ;
  - Liste rouge des oiseaux menacés et à surveiller en France (Rocamora et Yeatman-Berthelot, 1999) ;
  - Les orthoptères menacés en France. Liste rouge nationale et listes rouges par domaines biogéographiques (Sardet et Defaut, 2004).

En ce qui concerne la flore menacée, seules les listes régionales d'espèces déterminantes fournies par les DIREN ont été retenues. Les listes nationales n'ont pas été utilisées, l'approche régionale semblant plus pertinente. De plus, ces listes sont encore partiellement provisoires (Olivier, Galland et Maurin, 1995, Livre rouge de la flore menacée de France, Tome I : espèces prioritaires, Tome II : espèces à surveiller - en préparation - MNHN, CBN de Porquerolles, ministère de l'Environnement).

Pour les vertébrés, l'appartenance aux listes nationales d'espèces *protégées* n'a pas été retenue comme critère de sensibilité dans la mesure où la protection est avant tout destinée à réglementer les modalités de destruction et de prélèvement des espèces (chasse, pêche...), indépendamment de leur valeur patrimoniale.

Seules les espèces présentes de façon spontanée sur les sites (c'est à-dire non introduites volontairement) ont été prises en compte dans l'évaluation de la sensibilité.

## 2.3 ANALYSE DU CONTEXTE PÉRIPHÉRIQUE

Il est essentiel de pouvoir appréhender un site comme un élément du paysage où il s'intègre, de comprendre les relations fonctionnelles (écotones, zone tampon, corridor biologique...) qui existent entre la « tache » qu'est la carrière et la matrice écopaysagère qu'est le territoire environnant. Afin d'évaluer l'influence de la périphérie du site, différents facteurs ont été pris en compte : occupation du sol périphérique, « humidité » périphérique, zonage biologique, connexion « humide » de vallée, connexion à d'autres milieux naturels et contexte local à trois kilomètres.

## 2.4 LIMITES DES ANALYSES

Quelques limites, communes aux différents groupes biologiques, sont à prendre en compte pour l'analyse des données.

- La **diversité des prestataires** : selon les groupes biologiques, trois à huit prestataires sont intervenus pour les inventaires. Ce nombre reste peu élevé au vu des contraintes de l'étude : sites répartis sur l'ensemble du territoire national et nécessité de réaliser l'ensemble des relevés dans une période de temps limitée, lors de conditions météorologiques favorables. Cependant, cette hétérogénéité transparait parfois (attribution du statut de reproduction nicheur ou non pour l'avifaune, niveau de compétence pour les identifications...),
- Le **statut de reproduction des espèces animales** observées sur les sites est parfois difficile à définir, notamment lorsque les milieux remaniés de la carrière sont au contact d'habitats naturels de même nature, offrant des potentialités d'accueil similaires,
- L'**identification du caractère remanié** ou non des habitats naturels est également délicate dans certains cas : carrières très âgées, peuplements relictuels plus ou moins perturbés au sein des exploitations, habitats périphériques semi-remaniés... Par mesure de précaution, les relevés réalisés dans des milieux dont l'origine n'était pas connue de façon certaine, en particulier les boisements matures périphériques, n'ont pas été pris en compte dans la synthèse,
- Un **nombre moyen de stations d'échantillonnage par site** avait été fixé pour les inventaires. En pratique, ce nombre a varié en fonction de la diversité des milieux et de la superficie des sites.

### 3 LES DONNÉES SUR L'EAU

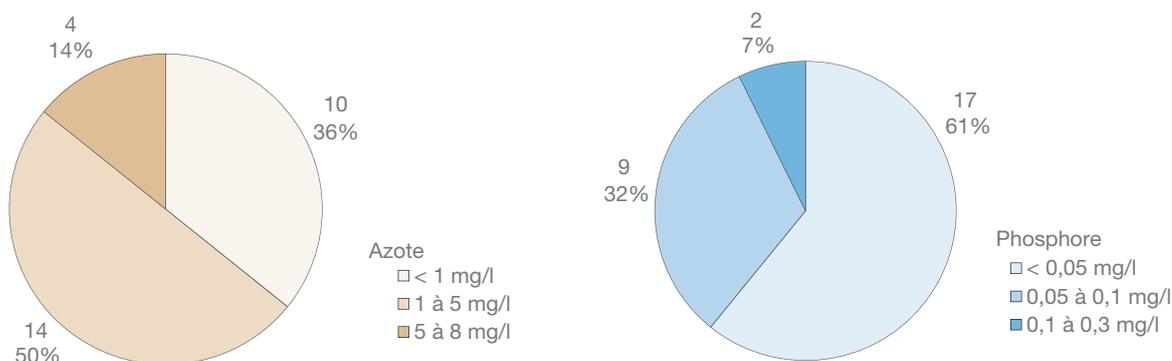
Plusieurs paramètres physico-chimiques ont été mesurés sur une partie des milieux aquatiques prospectés : taux de nitrates et de phosphates (principaux éléments nutritifs dissous), conductivité et pH. Six carrières n'ont pas fait l'objet de mesures, soit parce que les milieux aquatiques étaient tous temporaires, soit parce que les milieux permanents étaient localisés en dehors du périmètre d'étude. Au total, 130 milieux aquatiques ont été étudiés.

#### 3.1 LES ÉLÉMENTS NUTRITIFS

La **Figure 5** montre la répartition des différentes mesures de concentration moyenne par site en éléments nutritifs (azote et phosphate) sur les 29 carrières étudiées. Concernant les **nitrates**, plus des 85% des sites présentent des concentrations moyennes inférieures à 5 mg/l. Pour les **phosphates**, les concentrations moyennes ne dépassent pas 0,3 mg/l. En se référant aux normes SEQ<sup>5</sup>, la qualité des eaux mesurées est « bonne » vis-à-vis de ces paramètres (teneurs inférieures à 1,5 mg/l pour les nitrates, à 0,5 mg/l pour les phosphates).

**Figure 5**

Répartition des différentes mesures de concentration en nitrates et phosphates des milieux aquatiques (en moyenne par site)



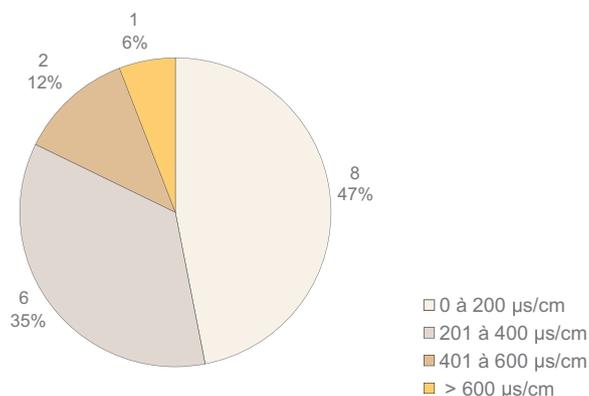
Les taux de ces éléments sont similaires dans la plupart des milieux. En conséquence, l'influence de ces paramètres sur les différents groupes biologiques ne peut être évaluée.

#### 3.2 LES IONS DISSOUS

Les mesures de conductivité (**Figure 6**) renseignent sur le degré de minéralisation et donc sur le degré trophique des milieux considérés par rapport aux éléments minéraux (Felzines, 1982). Les données disponibles ne concernent que 17 sites. En moyenne, près de la moitié des sites sont plutôt oligotrophes à mésotrophes (pauvres à assez pauvres en éléments minéraux dissous). 35% sont plutôt mésotrophes (assez pauvres en éléments minéraux dissous). Enfin, 17% des mesures moyennes restantes indiquent des milieux eutrophes (c'est-à-dire assez riches en éléments minéraux dissous).

**Figure 6**

Répartition des mesures de conductivité des milieux aquatiques (en moyenne par site)

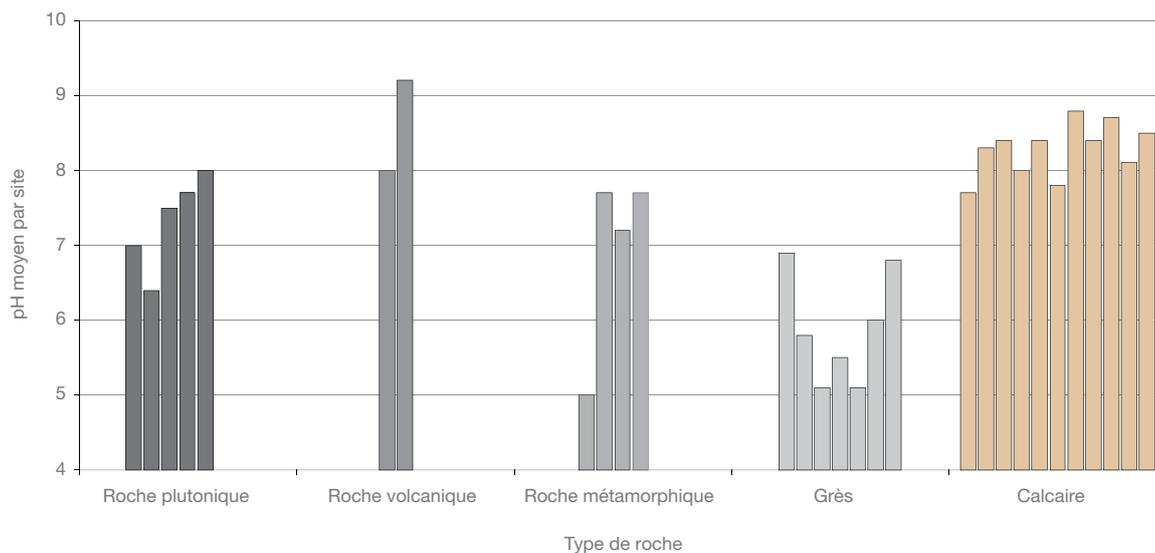


<sup>5</sup> Système d'évaluation de la qualité des eaux, Agences de l'eau, 2003

Les mesures pour ce paramètre ne concernent qu'une partie des milieux aquatiques inventoriés (12 sites n'ont pas fait l'objet de mesures de conductimétrie et les mares temporaires sont sous-représentées) et leurs variations restent faibles. Pour ces raisons, comme précédemment, elles ne permettent pas d'évaluer l'influence du degré trophique des milieux sur les différents groupes faunistiques. Elles ont été utilisées pour la description des caractéristiques abiotiques des formations végétales aquatiques et amphibies.

### 3.3 LE PH

**Figure 7** Valeurs moyennes de pH des milieux aquatiques par site et par type de roche



Pour les carrières sur roches éruptives, on note une forte variabilité du pH (moyenne 6,9, minimum 5, maximum 9,2). Les grès (ou quartzite) ont donné les eaux les plus acides, avec des pH souvent voisins de 5. Les eaux les plus basiques ont été mesurées sur une carrière de basalte (roche volcanique).

Là encore, les milieux temporaires sont sous-représentés dans l'échantillon mesuré.

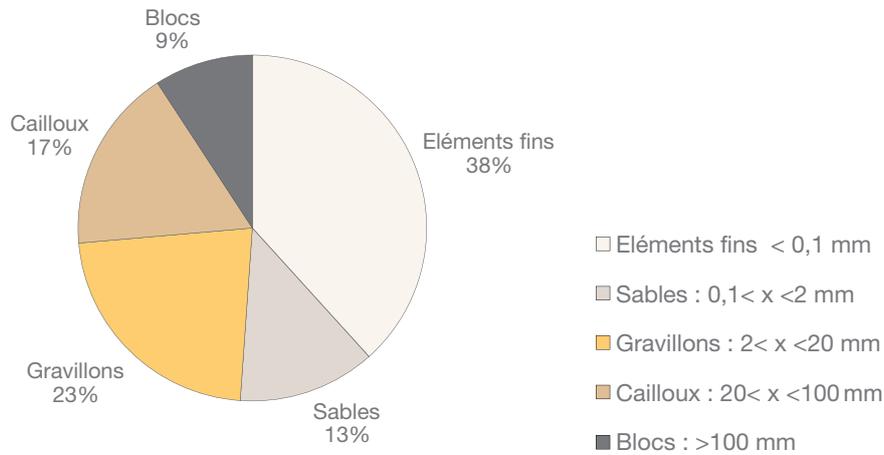
Les onze carrières sur roches calcaires (dures et tendres) sont homogènes vis-à-vis de ce paramètre, avec un pH moyen basique de 8,3 (minimum 7,8 ; maximum 8,7).

## 4 LA GRANULOMÉTRIE

Une approche succincte de la granulométrie des substrats étudiés a été réalisée par une évaluation visuelle et tactile des différentes classes d'éléments ; chaque relevé de végétation a fait l'objet d'une mesure. Seules les données de 21 sites sont exploitables, chaque classe granulométrique étant renseignée par un pourcentage. Sur les quatorze autres sites, seule l'absence/présence de la classe granulométrique a été indiquée.

La Figure 8 présente un bilan de l'ensemble des mesures (190). Les particules fines (argiles et limons) sont largement dominantes. Elles peuvent être présentes seules, sous la forme d'une couche d'une épaisseur de quelques millimètres sur un carreau ou de quelques mètres dans un bassin de décantation profond, ou en mélange avec des éléments grossiers (gravillons et cailloux) dans la majorité des substrats. Elles constituent le support de la végétation par leur capacité à retenir l'eau et à la restituer aux racines des végétaux. C'est leur épaisseur qui influe sur le type de végétation (de la pelouse rase sur carreau rocheux à la formation arborée sur les remblais de matériaux stériles).

**Figure 8** Répartition des mesures de granulométrie de l'échantillon

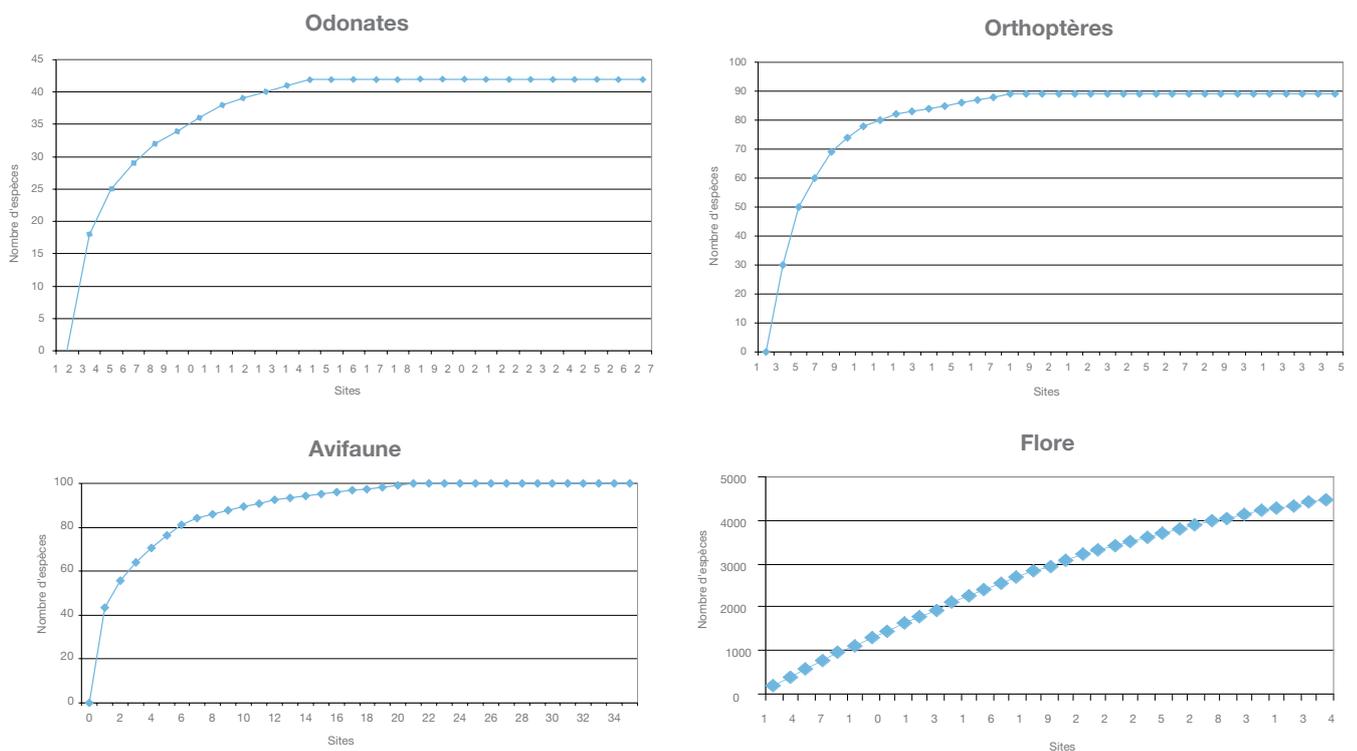


La comparaison des données granulométriques moyennes entre roches éruptives et roches calcaires ne fait apparaître que très peu de différences. Seule la proportion en sables semble être plus importante sur substrats calcaires (18% contre 11% sur roches éruptives).

## 5 REPRÉSENTATIVITÉ DES ÉCHANTILLONS

Les courbes de diversités spécifiques cumulées<sup>6</sup> permettent d'évaluer la représentativité de l'échantillon (Figure 9).

**Figure 9** Diversité spécifique cumulée de quatre groupes biologiques étudiés



<sup>6</sup> Cette courbe nous informe de notre connaissance de la potentialité globale, en termes de nombre d'espèces. La pente de la partie droite, en fin de courbe, nous renseigne sur le nombre de sites nouveaux qu'il faudrait ajouter pour obtenir de nouvelles espèces.

On constate ainsi que :

- pour les **odonates** (50% des espèces contactées sur trois sites, la totalité des espèces contactées sur douze sites), les **orthoptères** (50% des espèces contactées sur trois sites, la totalité des espèces contactées sur seize sites) et l'avifaune (50% des espèces contactées sur trois sites, la totalité des espèces contactées sur 21 sites), **l'échantillonnage est globalement satisfaisant et représentatif**. La connaissance du nombre possible d'espèces totales (qui reste inconnu) pour ces groupes semble donc bonne. Pour les **amphibiens** et les **reptiles**, les courbes (non présentées ici) permettent d'aboutir aux mêmes conclusions ;
- pour la **flore**, l'échantillon de 35 carrières ne permet d'avoir qu'un aperçu du nombre possible d'espèces. Il est probable que l'inventaire d'un plus grand nombre de sites aurait permis d'augmenter significativement le nombre d'espèces contactées.

# Les biocénoses



- > *Flore, végétation et habitats naturels*
- > *Insectes et autres invertébrés*
- > *Vertébrés*
- > *Bilan sur les biocénoses*



***Flore, végétation et habitats naturels***

# LES BIOCÉNOSES

## 1 FLORE, VÉGÉTATION ET HABITATS NATURELS

### 1.1 ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES

#### 1.1.1 FLORE

Les relevés de la flore vasculaire ont été réalisés selon une méthode phytosociologique, en parcourant la totalité des périmètres d'étude afin de dresser une liste d'espèces pour chaque milieu de composition floristique homogène. Quelques sites ont fait l'objet de relevés sur des surfaces de taille réduite au sein des formations végétales identifiées. Les listes sont complétées à chaque passage. À chaque espèce est attribué un coefficient d'abondance/dominance. La hauteur des différentes strates et leur recouvrement ont été précisés. La nomenclature utilisée est celle de l'index de Kerguelen (Kerguelen, 1999<sup>7</sup>).

La présence de peuplements de characées a également été notée avec leurs taux de recouvrement.

#### 1.1.2 FORMATIONS VÉGÉTALES

Un premier travail d'identification des groupements végétaux a été réalisé par le prestataire chargé des inventaires de la flore et de la végétation, site par site, si possible au niveau de l'alliance phytosociologique et en faisant référence à la nomenclature européenne Corine biotopes (Bissardon *et al.*, 1997).

Sur un même site, chaque groupement végétal a fait l'objet d'un ou plusieurs relevés. Dans le cadre de la synthèse des données, sur un même site, les relevés présentant une composition floristique similaire et des caractéristiques physiques proches ont été réunis en un relevé unique, ce qui a permis de réduire le nombre de relevés de 410 à 334. Pour faciliter la description de la végétation, ces groupements ont ensuite été réunis dans quarante principales formations végétales (plus vingt secondaires), à partir d'une analyse comparative de l'ensemble des relevés. Le référentiel utilisé pour nommer les groupements est la nomenclature du prodrome des végétations de France (Bardat *et al.*, 2004).

La définition du ou des groupements végétaux de chaque formation repose sur un ensemble de références bibliographiques : Boulet, 1986 ; Bournérias, 2001 ; Braun-Blanquet J. *et al.*, 1952, Foucault (de), 1984 ; Julve, 1998 ; Rameau, 1989, etc.

Dans le cadre de l'analyse factorielle des correspondances (AFC), une base de données regroupant l'ensemble des 410 relevés a été créée à partir de l'absence ou de la présence des espèces dans les relevés. Cette analyse est commentée dans le chapitre 1.3.4. L'AFC seule est ici insuffisante pour effectuer une typologie des formations végétales de carrières. Il a donc été nécessaire de réaliser une analyse manuelle de chaque relevé afin d'effectuer des regroupements.

<sup>7</sup> L'index de Kerguelen est téléchargeable sur [www.tela-botanica.org](http://www.tela-botanica.org)

## 1.2 FLORE

### 1.2.1 DONNÉES GÉNÉRALES

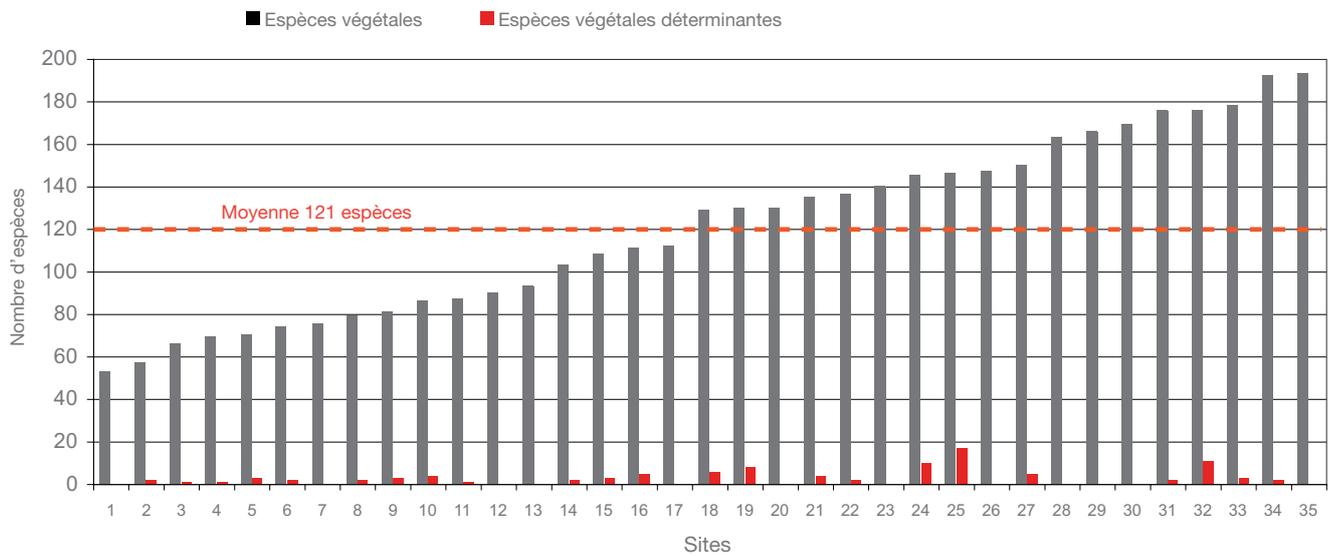
1092 taxons représentés par 1035 espèces, 47 sous-espèces, 4 variétés et 6 hybrides de plantes vasculaires (regroupés sous le terme plus commode d'espèces dans le texte ci-après) ont été recensés sur les 162 ha inventoriés, ce qui représente environ 17% de la flore française (6 067 espèces, source IFEN). **Près de 29% des espèces ne sont présentes que sur un seul site.**

Cette diversité floristique est liée en grande partie à la diversité des conditions écologiques rencontrées en termes de climat et de gradients trophique et hydrique.

**Tableau 3** Données générales sur la flore des sites (par ordre croissant du nombre d'espèces par site)

	Nombre d'espèces végétales	Nombre d'espèces végétales sensibles	Nombre d'espèces protégées	Surface étudiée (ha)	Nombre de formations végétales	Région phyto-écologique
	53	-	-	2,2	6	Massif armoricain
	57	2	1	5,5	4	Bassins du Rhône et de la Saône
	66	1	-	1	5	Alpes
	69	1	-	9	5	Massif central
	70	3	-	2,1	8	Massif central
	74	2	2	1,5	9	Massif armoricain
	76	-	-	1	5	Massif central
	79	2	-	1,3	6	Massif armoricain
	81	3	1	1,4	4	Massif central
	86	4	-	1,5	2	Alpes
	87	1	1	5,5	5	Massif armoricain
	90	-	-	2,8	3	Massif armoricain
	93	-	-	1,2	7	Massif armoricain
	103	2	1	8,5	4	Région méditerranéenne
	108	3	-	2,4	7	Massif armoricain
	111	5	-	6	6	Massif armoricain
	112	-	-	5,1	10	Vosges
	129	6	2	5,2	9	Bassin aquitain
	130	8	1	7,8	5	Bassin parisien et vallée de la Loire
	130	-	-	4,2	6	Massif central
	135	4	-	6,9	7	Bassins du Rhône et de la Saône
	137	2	-	2,1	9	Massif armoricain
	140	-	-	6,3	9	Bassin parisien et vallée de la Loire
	145	10	-	5	7	Alpes
	146	17	6	6,2	8	Bassin parisien et vallée de la Loire
	147	-	-	7,6	3	Bassin parisien et vallée de la Loire
	150	5	1	10,4	9	Massif armoricain
	163	-	-	2,3	10	Massif armoricain
	166	-	-	4,9	3	Région méditerranéenne
	169	-	-	4,6	3	Région méditerranéenne
	176	2	-	7	8	Massif armoricain
	176	11	1	6,8	5	Bassin aquitain
	178	3	1	6,9	7	Massif armoricain
	192	2	-	6,6	10	Massif armoricain
	193	-	-	3,4	4	Région méditerranéenne
<b>Moyenne</b>	121	2,8	0,5	4,6	6,2	
<b>Minimum</b>	53	0	0	1	2	
<b>Maximum</b>	193	17	6	10,4	10	
<b>Total occurrences</b>		99	18	162,2	218	

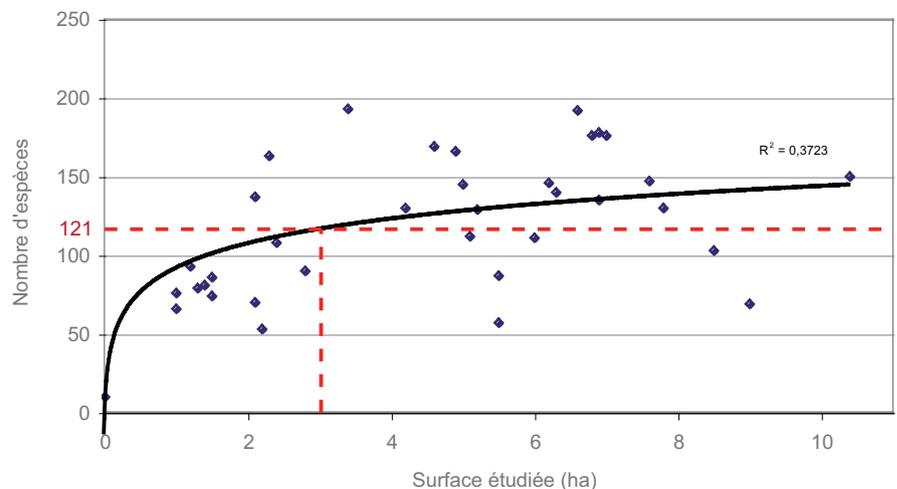
**Figure 10** Nombre d'espèces végétales par site (par ordre croissant)



### 1.2.1.1 Influence de la surface étudiée sur la diversité floristique

**Figure 11** Relation de la surface étudiée sur la diversité floristique

la **Figure 11** montre qu'il n'existe pas de relation proportionnelle entre la surface étudiée et le nombre d'espèces inventoriées (la relation est de type asymptotique). À partir de trois hectares environ le nombre moyen d'espèces de l'échantillon est atteint (121) et la diversité n'augmente ensuite que lentement.

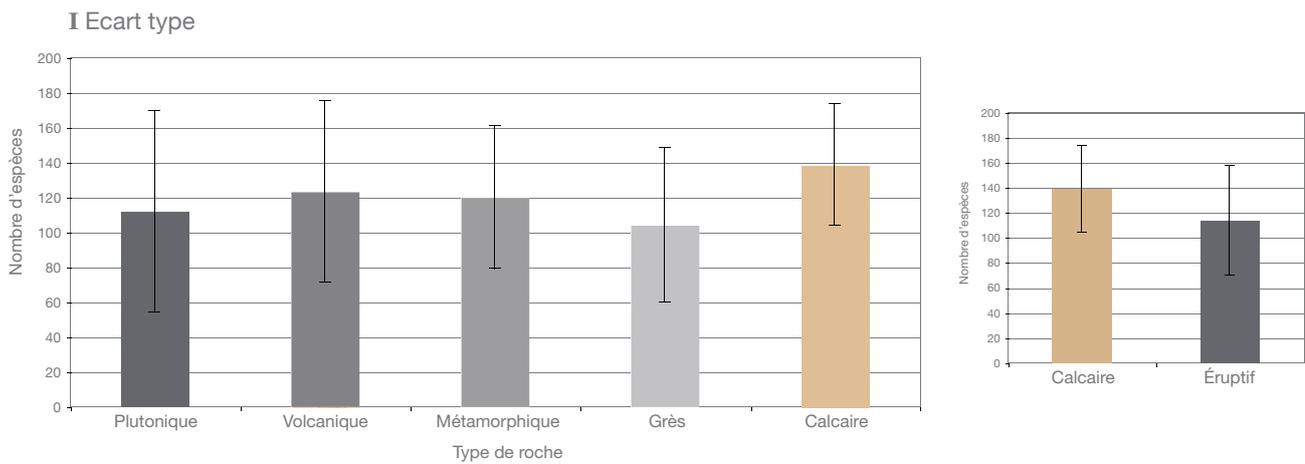


### 1.2.1.2 Influence de la nature de la roche sur la diversité floristique

Les carrières de roches calcaires de l'échantillon présentent une plus grande diversité floristique que celles de roches éruptives, avec un total de 853 espèces contre 578. 337 espèces sont communes aux deux types de roches (cf. bilan au chapitre 4.2).

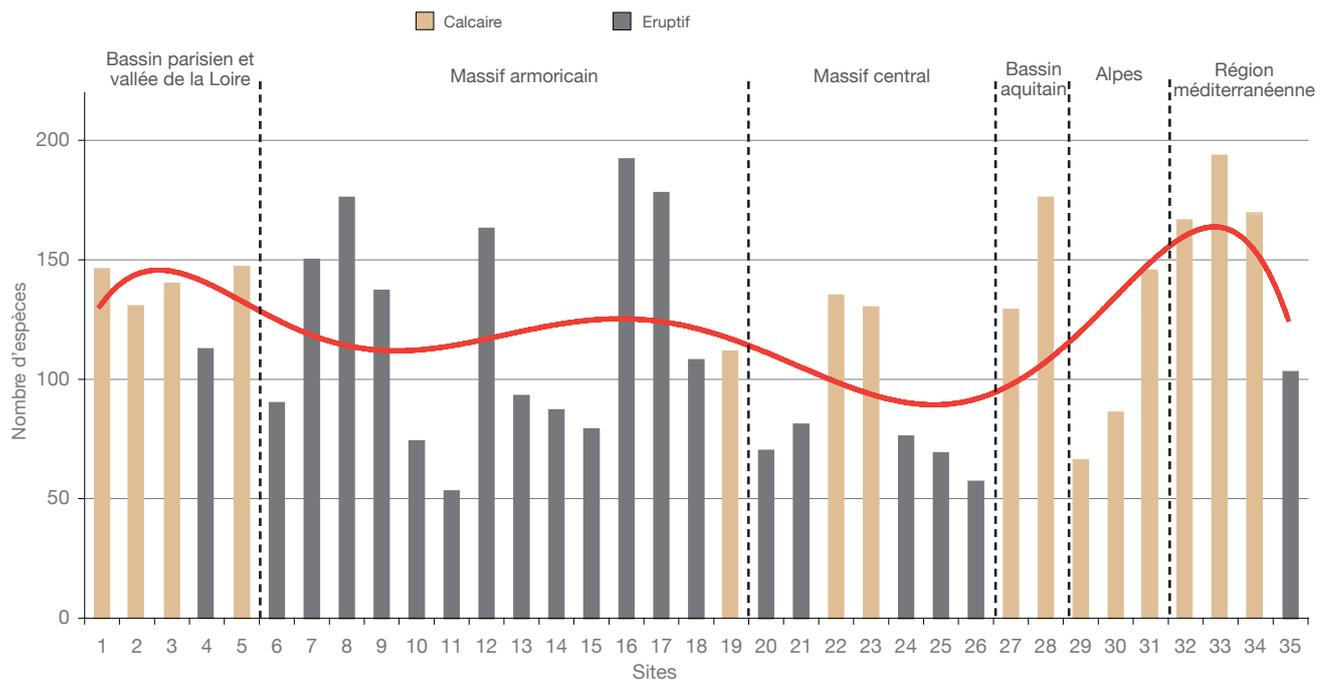
En termes de nombre moyen d'espèces par site, les carrières de grès et de roches plutoniques semblent sensiblement plus pauvres que les autres (Figure 12), probablement du fait du caractère oligotrophe et acide des substrats riches en silice (grès) qui limite les potentialités d'accueil en comparaison de substrats plus proches de la neutralité. Les carrières de roches calcaires (durs et marneux) sont les plus riches en espèces. Le chevauchement des écarts-types indique qu'il n'existe pas de différence significative (en termes statistiques) entre les divers sites, ceux-ci apportant chacun leur originalité. Néanmoins, cette observation est à relativiser : les roches à pH neutre ou légèrement basique (roches métamorphiques et plutoniques) occupent une situation intermédiaire.

**Figure 12** Nombre moyen d'espèces végétales en fonction du type de roche



### 1.2.1.1 Influence du climat sur la diversité floristique

**Figure 13** Répartition du nombre d'espèces végétales en fonction de la situation géographique des sites



L'ordre des sites prend en compte le degré de continentalité et de méridionalité selon un axe nord-nord-ouest/sud-sud-est (Figure 1).

Le nombre d'espèces par site est très variable (Figure 13) et aucune tendance significative n'apparaît sur ce graphe.

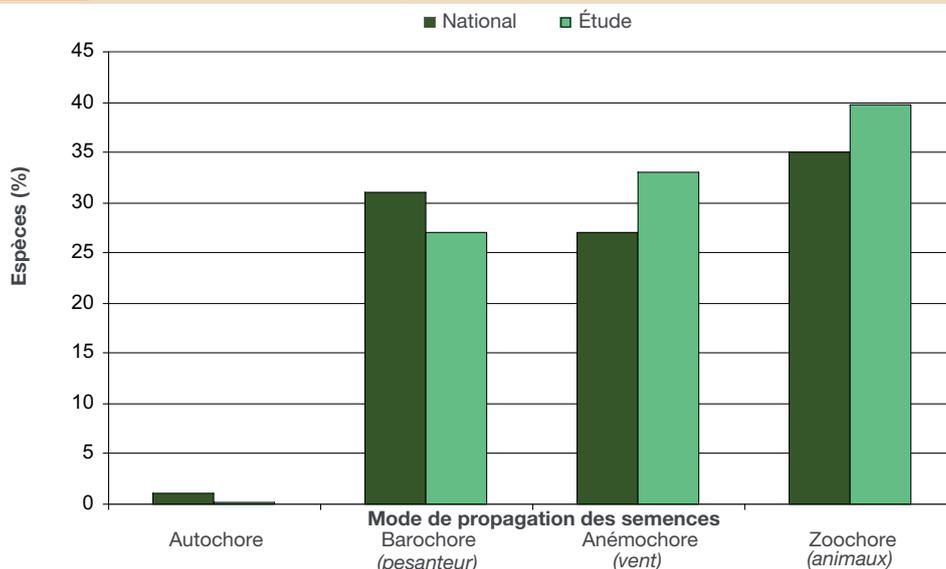
### 1.2.1.4 Autres facteurs

L'âge des sites, leur morphologie et leur superficie ne semblent pas avoir d'influence sur la diversité floristique des carrières.

### 1.2.1.5 Mode de dissémination des semences

À partir des informations biologiques et écologiques fournies par la base de données baseflore de CATMINAT (JULVE, 1998<sup>8</sup>), il est possible de comparer certaines caractéristiques de l'échantillon avec celles de la flore française, comme le mode de dissémination des espèces (**Figure 14**).

**Figure 14** Comparaison des modes de propagation des semences entre les espèces de l'échantillon et les espèces de la flore française



Logiquement, les plantes les plus aptes à coloniser des milieux neufs, et donc à bonne capacité de dispersion de leurs semences (par le vent ou les animaux), sont mieux représentées dans les carrières que dans la flore française. Par conséquent, la périphérie des sites doit jouer un rôle important sur la composition floristique des carrières, au moins durant les premières années suivant le remaniement du site.

### 1.2.2 FLORE SENSIBLE

**96 espèces, soit 9% de la flore recensée sur les carrières, sont estimées sensibles** (cf. annexe II -espèces déterminantes ZNIEFF). 23 sites sont concernés.

Sur ce total, 17 espèces bénéficient d'une protection réglementaire (soit 1,6% du nombre total d'espèces), dont onze au niveau régional et six au niveau national (**Figure 15**). **Onze sites sont concernés.**

**Figure 15** Les six espèces végétales protégées au niveau national

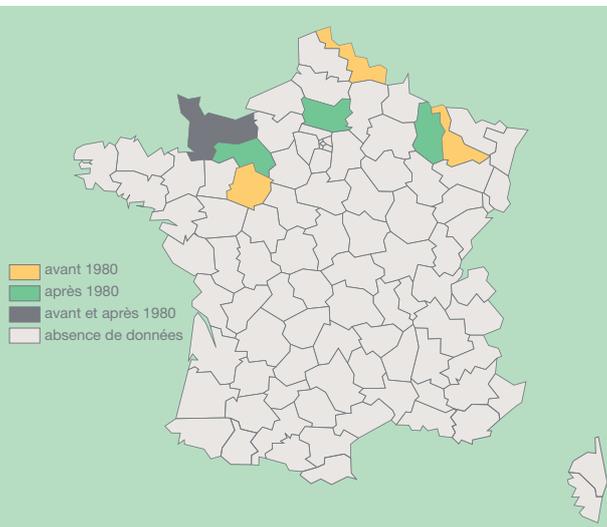


**Gentianella amarella – Gentianelle amère**

La Gentianelle amère est une petite plante bisannuelle (rarement annuelle) d'une hauteur de 5 à 25 cm. Elle ne se rencontre plus qu'aujourd'hui sur des pelouses caillouteuses sur sol calcaire de la zone littorale Manche-Mer du Nord.

Cette espèce rare est menacée par divers aménagements de la frange côtière nord-occidentale.

Elle n'est présente que sur un site du nord de la France, au sein d'une pelouse marnicole méso-hygrophile.



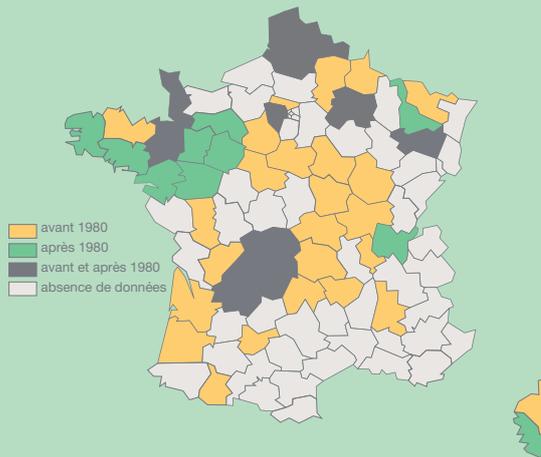
<sup>8</sup> CATMINAT : Catalogue des milieux naturels. Données téléchargeables via [www.tela-botanica.org](http://www.tela-botanica.org)

**Littorella uniflora - Littorelle à une fleur**

La Littorelle à une fleur est une petite plante vivace, amphibie, à souche stolonifère qui s'enracine aux nœuds et produit des touffes de feuilles vertes dressées et linéaires (3 à 12 cm de hauteur). C'est une plante inféodée aux rives des étangs, sableuses, graveleuses, un peu vaseuses et régulièrement exondées, sur sol siliceux.



Cette espèce de zone humide a beaucoup régressé du fait de l'assèchement, de la mise en culture et de la pollution des eaux. Elle a été observée sur deux sites du Massif armoricain, au niveau d'une grève oligotrophe

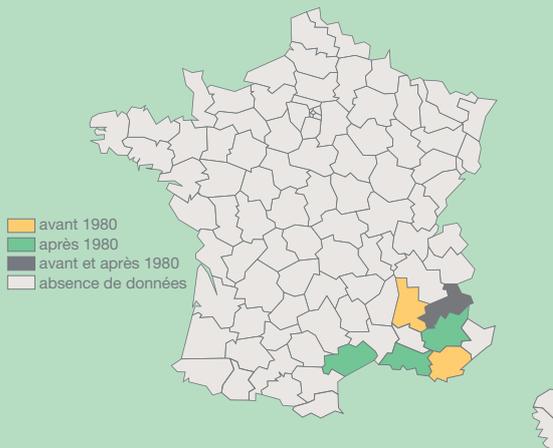


**Lythrum thymifolium - Salicaire à feuilles de thym**

La salicaire à feuilles de thym est une très petite plante annuelle à tige dressée, grêle, très feuillée et assez peu rameuse. C'est une plante inféodée aux mares temporaires et terrains plus ou moins sableux temporairement inondés et des abords de ruisseaux, marais ou étangs.



Cette espèce rare se trouve en limite septentrionale de son aire de répartition et a beaucoup régressé du fait de la transformation de son biotope (drainage, culture, urbanisation). Elle n'est présente que sur un site méditerranéen, au sein d'un gazon amphibie méditerranéen.

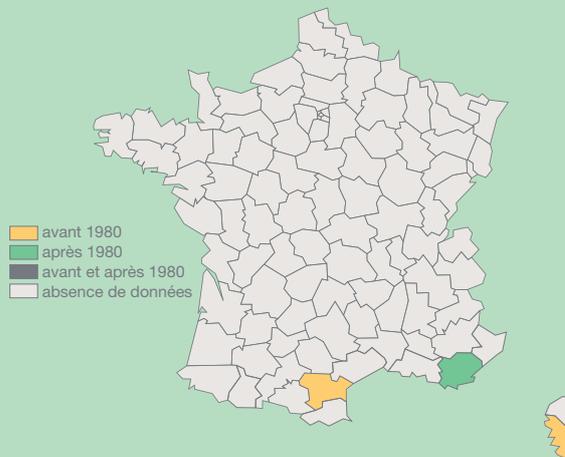


**Ophrys ciliata - Ophrys miroir**

L'Ophrys miroir est une petite plante vivace de 10 à 25 cm de hauteur. C'est une espèce de pelouses et garrigues, sur sol caillouteux plus ou moins secs, plutôt calcaires, de basse altitude.

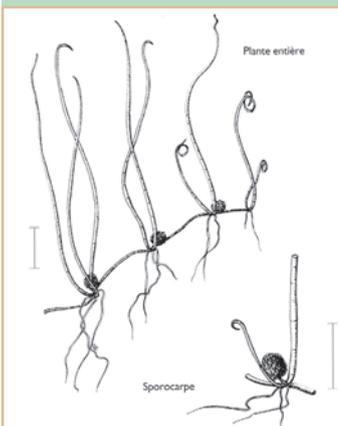


Cette espèce extrêmement rare et aux populations toujours très réduites (1 à 5 pieds) se situe en France en limite nord de son aire de répartition. Un pied unique a été repéré sur une carrière remise en état du Bassin aquitain, au niveau d'une friche rudérale basiphile méditerranéenne.

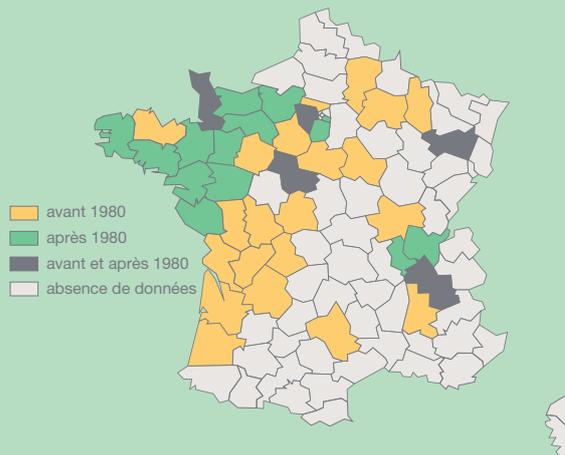


**Pilularia globulifera - Pilulaire globuleuse**

La pilulaire globuleuse est une petite herbe vivace et amphibie avec des feuilles vertes filiformes dressées émises par un rhizome grêle, traçant, situé à peine sous la surface du sol et formant de petits gazons denses (5 à 10 cm de hauteur). C'est une plante des bords d'étangs et de mares à niveau variable, des prairies ou des landes ouvertes sur terre humide, sur sol exclusivement acide et dégagé.



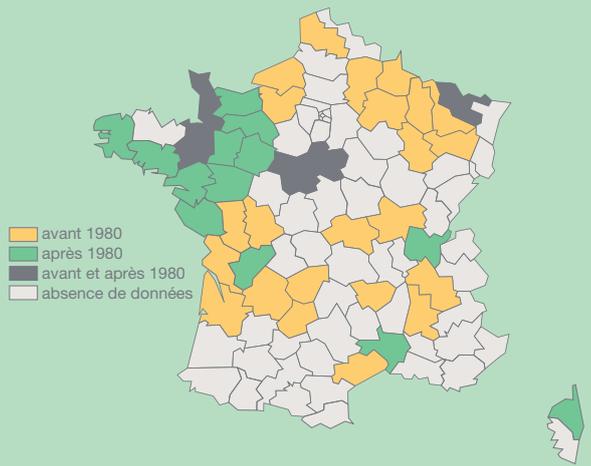
Cette espèce est sensible aux perturbations de son biotope, notamment le drainage et la modification de la qualité de l'eau. Elle est présente sur deux sites armoricains au niveau d'une grève oligotrophe.





**Pulicaria vulgaris – Pulicaire commune**

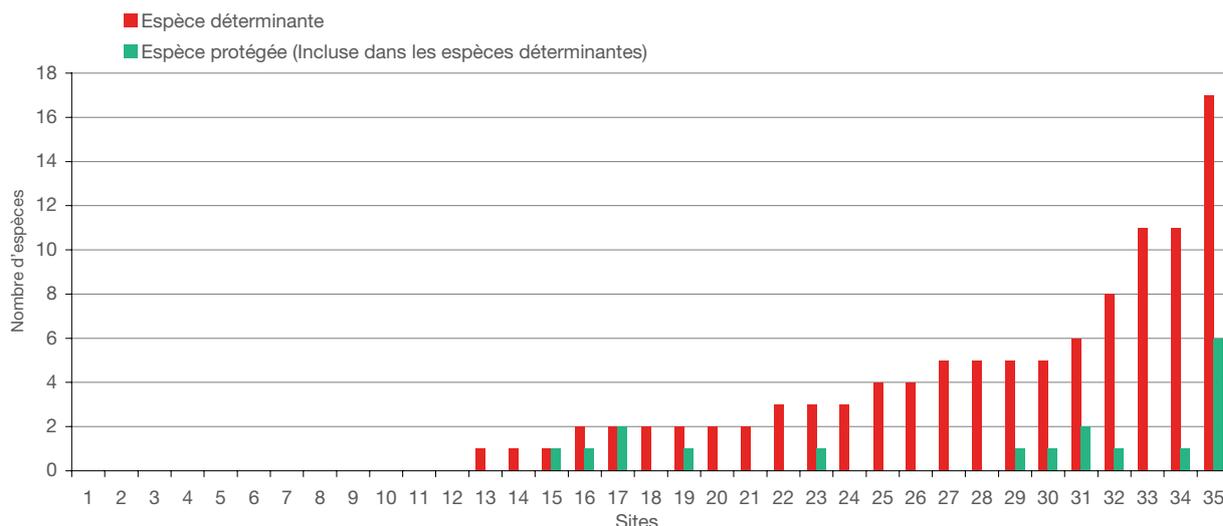
La Pulicaire commune est une plante annuelle souvent glanduleuse de 10 à 40 cm de hauteur. C'est une plante des bords de chemins, fossés, bords d'étangs, alluvions des fleuves et des endroits au moins temporairement mouillés, sur sol limoneux ou sableux. Elle est disséminée sur l'ensemble du territoire national mais est partout en régression. Une seule station a été notée sur un site des Pays de la Loire, en bordure d'une mare temporaire.



Sources : D'après Reduron, 1995 ; cartes : INPN, 2007

Près d'un tiers des sites de l'échantillon n'accueille aucune espèce végétale sensible. Pour les autres sites, le nombre d'espèces sensibles varie de 1 à 17, la moyenne étant de 3 espèces par site (Figure 16). Il existe donc une très forte hétérogénéité entre les sites. Près du tiers de l'échantillon abrite une ou deux espèces végétales protégées. On note la présence remarquable de six plantes protégées sur un même site.

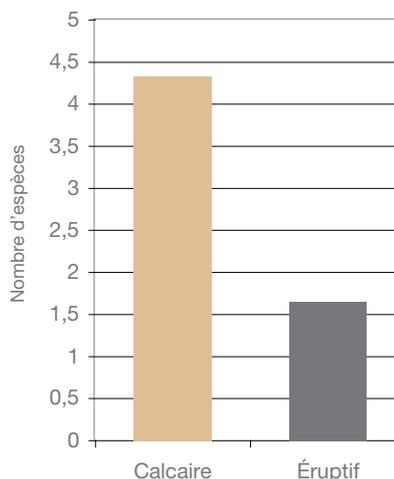
**Figure 16** Répartition du nombre d'espèces végétales sensibles par site (par ordre croissant)



1.2.2.1 Influence de la nature de la roche sur la flore sensible

**Figure 17** Influence de la nature de la roche sur le nombre moyen d'espèces végétales sensibles par site

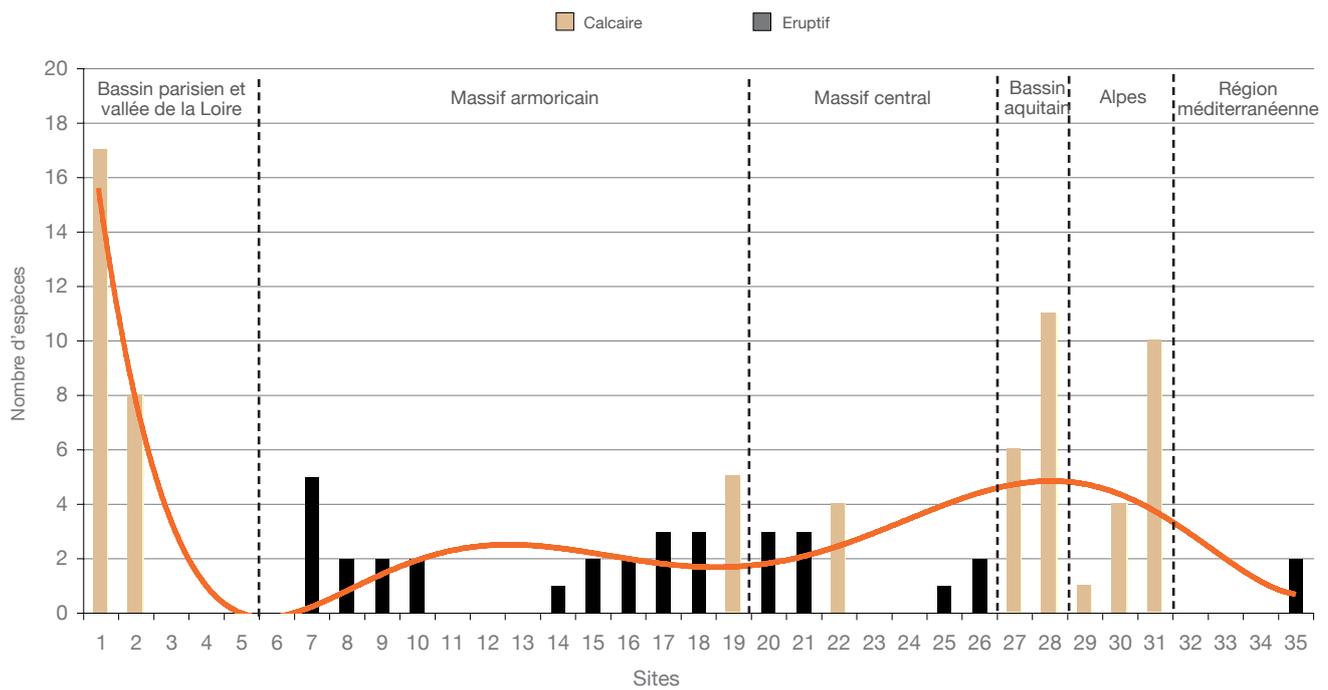
La Figure 17 montre que les carrières de roches calcaires sont sensiblement plus riches en espèces végétales sensibles que celles de roches éruptives, avec des valeurs moyennes respectives de 4,3 et 1,7 espèces



### 1.2.2.2 Influence du climat sur la flore sensible

La **Figure 18** apporte un éclairage intéressant sur la répartition des espèces sensibles en fonction du climat et de la région, notamment au niveau de deux situations opposées apparaissant aux deux extrémités de la figure : dans le nord de la France, une carrière de roche calcaire offre de fortes potentialités d'accueil pour des espèces sensibles dans un contexte essentiellement agricole. À l'inverse, en région méditerranéenne, les carrières abritent peu d'habitats originaux dans un paysage riche en affleurements rocheux. Elles sont de ce fait plus pauvres en espèces végétales sensibles.

**Figure 18** Répartition du nombre d'espèces végétales sensibles en fonction de la situation géographique des sites



### 1.3 LES FORMATIONS VÉGÉTALES

#### 1.3.1 PRÉSENTATION DES FORMATIONS VÉGÉTALES

Nous avons distingué 40 formations végétales principales et 20 formations secondaires. Elles sont caractérisées par leur composition floristique, souvent par leur structure (densité, hauteur), et présentent donc généralement une physionomie particulière.

Ces formations peuvent être constituées de plusieurs groupements végétaux (au sens phytosociologique du terme), soit disposés en mosaïque en fonction des micro-variations du milieu (topographie, granulométrie...), soit totalement imbriqués.

Hormis un « noyau » plus ou moins riche d'espèces caractéristiques qui ont servi d'éléments de référence pour distinguer les différentes formations végétales de l'échantillon, ces dernières abritent souvent un nombre important d'espèces « compagnes » qui diffèrent d'un site à l'autre. De ce fait, le nombre moyen d'espèces de la formation est souvent très inférieur au nombre total d'espèces observées (rappelons que 29% des espèces végétales de l'échantillon n'ont été observées que sur un seul site).

Cette forte variabilité est induite par différents facteurs, notamment le fait que les inventaires ont été réalisés sur des sites bien distincts les uns des autres (chacun apportant son originalité), dans des régions biogéographiques et des contextes environnementaux différents, ainsi que dans des conditions microclimatique et pédologique hétérogènes. Elle est également, pour partie, une caractéristique des formations pionnières des carrières qui ne s'apparentent souvent que partiellement aux formations naturelles correspondantes.

Signalons enfin que quelques relevés concernaient des boisements matures situés au contact des périmètres d'étude. Bien qu'ils puissent être influencés en partie par l'activité des carrières, ces boisements ont été exclus de l'analyse dans la mesure où ils ne sont pas liés à l'exploitation.

Chaque formation végétale est décrite ci-après dans une fiche qui comprend :

- un tableau avec une synthèse des principales caractéristiques physiques et biologiques mentionnées dans les relevés :
  - nombre de sites concernés par la formation,
  - nombre total de relevés effectués dans cette formation,
  - recouvrement de la végétation pour chaque strate (bryophytique = mousses et lichens, herbacée, arbustive = inférieure à 7 m, arborée),
  - granulométrie du substrat (différents composantes appréciées au toucher),
  - mesures en milieu aquatique : pH, conductimétrie, N = nitrates, P = phosphates,
  - nombre total d'espèces de la formation,
  - niveau trophique (richesse en éléments minéraux assimilables par les plantes),
  - niveau hydrique,
  - espèces sensibles : espèces déterminantes ZNIEFF de la région administrative concernée,
  - code et intitulé des habitats dans la nomenclature européenne de référence Corine biotopes (Bissardon et al., 1997),
  - code et intitulé des habitats d'intérêt communautaire dans la nomenclature de la directive Habitats 92/43 CE.
- des illustrations photographiques,
- un texte de description des caractéristiques abiotiques (substrat) et biotiques (composition floristique) du ou des groupements constituant la formation,
- une liste des espèces les plus fréquemment observées.
  - les classes d'abondance/dominance (A/D) sont : 5 = recouvrement sup. à 75%, 4 = recouvrement de 50 à 75%, 3 = recouvrement de 25 à 50%, 2 = recouvrement de 25 à 5%, 1 = recouvrement de 1 à 5%, + espèce rare,
  - les classes de fréquences (p) sont les suivantes : V :  $100\% \geq p > 80\%$  ; IV :  $80 \geq p > 60\%$  ; III :  $60 \geq p > 40\%$  ; II :  $40 \geq p > 20\%$  ; I :  $20 \geq p \geq 1\%$ .

### A – Végétation herbacée aquatique

1. Herbier aquatique à characées
2. Herbier aquatique

### B – Végétation herbacée amphibie et hygrophile

1. Grève oligotrophe
2. Pelouse hygrophile oligotrophe acidiphile
3. Gazon amphibie méditerranéen
4. Bas-marais alcalin
5. Cladiaie
6. Jonçaie basiphile
7. Magnocariçaie
8. Typhaie et végétation des roselières neutrophiles
9. Typhaie et végétation des roselières basiphiles
10. Phragmitaie
11. Prairie hygrophile méditerranéenne basiphile
12. Prairie hygrophile oligotrophe acidiphile
13. Prairie hygrophile mésotrophe
14. Prairie méso-hygrophile

### C – Végétation herbacée mésophile

1. Friche méso-hygrophile
2. Pelouse marnicole méso-hygrophile
3. Pelouse calcicole mésophile subatlantique
4. Pelouse silicicole mésophile
5. Prairies mésophiles
  - > Prairie mésophile neutrophile
  - > Prairie mésophile calcicole
  - > Prairie mésophile calcicole méditerranéenne
6. Friches rudérales mésophiles
  - > Friche rudérale neutrophile
  - > Friche rudérale calcicole
  - > Friche rudérale calcicole méditerranéenne
7. Ourlets mésophiles
  - > Ourlet acidiclinal
  - > Ourlet neutro-calcicole
8. Friche ligneuse pionnière
9. Végétation rupicole

### D – Végétation herbacée xérophile

1. Pelouse silicicole xérophile subatlantique
2. Pelouse silicicole xérophile méditerranéenne
3. Pelouse calcicole xérophile à orpins
4. Pelouse calcicole xérophile méditerranéenne
5. Friche rudérale basiphile xérophile méditerranéenne
6. Ourlet xérophile calcicole
7. Éboulis calcaires

### E – Végétation ligneuse basse

1. Lande atlantique à éricacées
2. Garrigues méditerranéennes
  - > Garrigue à cistes
  - > Garrigue
3. Fourrés mésophiles atlantiques et subatlantiques
  - > Fourré à Ajonc d'Europe et Genêt à balais
  - > Fourré à ronces
  - > Fourré à Argousier
  - > Fruticée basiphile
  - > Fourré à Buddleia
4. Fourré mésophile méditerranéen

### F – Végétation ligneuse

1. Saulaies hygrophiles
  - > Saulaie acidiphile à neutrophile à Saule roux-cendré
  - > Saulaie-Aulnaie eutrophe
  - > Saulaie neutrophile à calcicole à Saule blanc
2. Boisements pionniers mésophiles acidiphiles à neutrophiles
  - > Boisement pionnier oligotrophe
  - > Boisement pionnier mésotrophe
3. Boisement pionnier mésophile basiphile
4. Peuplement de Pin sylvestre

# La végétation herbacée aquatique

## A1. HERBIER AQUATIQUE À CHARACÉES

Nombre de sites	3				
Nombre de relevés	3				
Recouvrement de la végétation par strate (%) Moyenne	Bryophytique	Herbacé	Arbustif	Arboré	
	-	50 à 60 55	-	-	
Granulométrie (%)	Eléments fins	Sables	Graviers	Cailloux	Blocs
	Valeurs limites Moyenne	-	-	-	-
Eau	pH	Cond. (µs/cm)	N (mg/l)	P (mg/l)	
	Valeurs limites Moyenne	6,5 à 8,5 7,6	141 à 631 453	3	0,04
Nombre d'espèces	16 (min. 2, max. 11, moy. 16)				
Niveau trophique	Mésotrophe				
Niveau hydrique	Aquatique, hygrophile				
Espèces sensibles	<i>Potamogeton berchtoldii</i> , <i>Potamogeton natans</i>				
Habitat	Code et intitulé Corine biotopes			Code et intitulé directive Habitats	
	22.12 (Eaux mésotrophes) x 22.44 (Tapis immergés de Characées)			3140 Eaux oligo-mésotrophe calcaires avec végétation bentique à <i>Chara spp.</i>	



Herbier d'une mare sur zone décapée



Herbier sur un bassin de décantation



Characées

### Description

Ce groupement n'a été observé que sur trois sites armoricains mais il est présent, en carrière, sur une grande partie du territoire national. Il colonise le fond des milieux aquatiques permanents ainsi que les milieux longuement inondables, sous la forme de tapis algaux : bassin de décantation, bassin permanent et mare de carreau. La profondeur de ces milieux peut varier de 15 cm à 2 m et le marnage observé peut être faible à fort. Ce groupement est caractéristique d'un substrat minéral provenant de la création d'un milieu neuf ou rajeuni. Les eaux sont neutres à alcalines (pH de 7 à 8,5).

Les herbiers aquatiques à characées sont caractérisés par une dominance de characées (classe des *Charetea*), algues pionnières sensibles à l'eutrophisation, à la diminution de la transparence de l'eau et à l'envasement. Ils apprécient une forte luminosité et des températures élevées. Les espèces vasculaires sont peu diversifiées. Il s'agit souvent de potamots.

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Chara</i>	3	1
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	1	0,7
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	1	0,3
<i>Eleocharis palustris</i>	3	0,3
<i>Epilobium hirsutum</i>	+	0,3
<i>Eupatorium cannabinum</i>	+	0,3
<i>Lotus pedunculatus</i>	+	0,3
<i>Lycopus europaeus</i>	+	0,3
<i>Lythrum salicaria</i>	+	0,3
<i>Potamogeton natans</i>	2	0,3
<i>Pulicaria dysenterica</i>	+	0,3
<i>Salix acuminata</i>	+	0,3
<i>Typha latifolia</i>	3	0,3
<i>Potamogeton polygonifolius</i>	+	0,3

# La végétation herbacée aquatique

## A2. HERBIER AQUATIQUE

Nombre de sites	8				
Nombre de relevés	8				
Recouvrement de la végétation par strate (%) Moyenne	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	0 à <5	<5 à 100	-	-	
Granulométrie (%)	<b>Eléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
Valeurs limites	10	10	30 à 40	25 à 30	15 à 20
Moyenne			35	28	18
Eau	<b>pH</b>	<b>Cond. (µs/cm)</b>	<b>N (mg/l)</b>	<b>P (mg/l)</b>	
Valeurs limites	5 à 9	87 à 612	1.1 à 8.4	<0.02 à 0.05	
Moyenne	7.6	335	4	0.04	
Nombre d'espèces	17 (min. 1, max. 8, moy. 3)				
Niveau trophique	Eutrophe, voire oligotrophe				
Niveau hydrique	Aquatique, hygrophile				
Espèces sensibles	<i>Potamogeton pusillus</i> , <i>Ranunculus trichophyllus</i>				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>			<b>Code et intitulé directive Habitats</b>	
	22.13 (Eaux eutrophes) x 22.42 (Végétations enracinées immergées) 22.43 (Végétations enracinées flottantes) 22.13 (Eaux eutrophes) x 22.411 (Couvertures de Lemnacées) 22.13 (Eaux eutrophes) x 22.4314 (Tapis de potamots flottants)			3150 : Lacs eutrophes naturels avec végétation du <i>Magnopotamion</i> ou de l' <i>Hydrocharition</i>  3150 : Lacs eutrophes naturels avec végétation du <i>Magnopotamion</i> ou de l' <i>Hydrocharition</i>	



Herbier à *Ranunculus peltatus* et *Potamogeton natans*



Herbier sur un bassin de décantation

## Description

L'herbier aquatique est une formation des eaux peu profondes (deux mètres maximum), plutôt neutres, assez riches en éléments nutritifs, à répartition essentiellement armoricaine dans l'échantillon. Elle s'observe dans les mares, les bassins de décantation et de fond de fosse. Ces milieux présentent des niveaux d'eau fluctuants mais généralement permanents.

Cette formation se caractérise par une végétation aquatique enracinée, immergée ou avec des feuilles flottantes. Elle est capable de supporter une émergence estivale. La flore est généralement restreinte à quelques espèces caractéristiques des communautés flottantes de l'alliance du *Ranunculion aquatilis*, à floraison surtout printanière : *Callitriche stagnalis*, *Potamogeton natans*, *Ranunculus peltatus*. Elles peuvent être accompagnées d'espèces caractéristiques des eaux un peu plus profondes, à flore immergée, du *Potamion pectinati* et du *Nymphaeion albae* : *Potamogeton crispus*, *Potamogeton pusillus*, *Myriophyllum spicatum*, *Ranunculus trichophyllus*. Occasionnellement, une communauté aquatique flottante non enracinée à *Lemna minor* peut être observée.

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Potamogeton natans</i>	4	III
<i>Callitriche stagnalis</i>	1	III
<i>Myriophyllum spicatum</i>	1	II
<i>Ranunculus peltatus</i>	2	II
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	2	II
<i>Agrostis stolonifera</i>	+	I
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	+	I
<i>Equisetum arvense</i>	3	I
<i>Glyceria fluitans</i>	1	I
<i>Juncus bulbosus</i>	1	I
<i>Juncus effusus</i>	1	I
<i>Potamogeton crispus</i>	2	I
<i>Potamogeton pectinatus</i>	4	I
<i>Potamogeton polygonifolius</i>	1	I
<i>Potamogeton pusillus</i>	+	I
<i>Ranunculus omiophyllus</i>	5	I

# La végétation herbacée amphibie et hygrophile

## B.1. GRÈVE OLIGOTROPHE

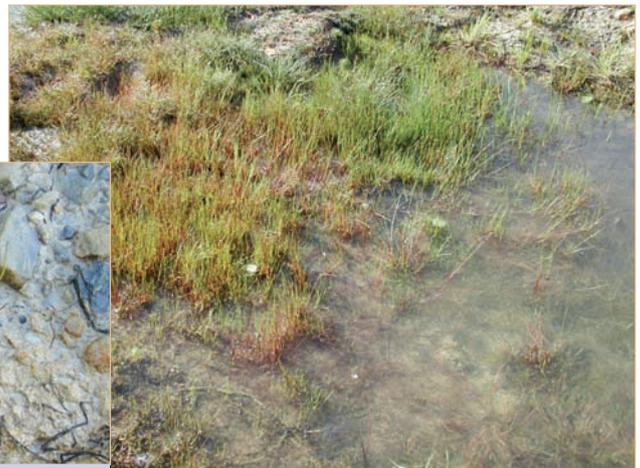
Nombre de sites	5				
Nombre de relevés	14				
Recouvrement de la végétation par strate (%) Moyenne	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	-	<5 à 90 47	0 à 10 1,3	-	
Granulométrie (%)	<b>Eléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
	Valeurs limites Moyenne	10 à 100 59	0 à 45 12	0 à 40 15	0 à 50 12
Eau	<b>pH</b>	<b>Cond. (µs/cm)</b>	<b>N (mg/l)</b>	<b>P (mg/l)</b>	
	Valeurs limites Moyenne	5 à 8.5 6	23 à 533 168	0.5 à 9.8 2.5	<0.02 à 0.13 0.06
Nombre d'espèces	91 (min. 2, max. 50, moy. 16)				
Niveau trophique	Oligotrophe à mésotrophe				
Niveau hydrique	Aquatique, hygrophile à amphibie				
Espèces sensibles	<i>Pilularia globulifera</i> , <i>Rumex maritimus</i> , <i>Littorella uniflora</i> , <i>Crassula vaillantii</i> , <i>Helosciadium inundatum</i> , <i>Potamogeton berchtoldii</i>				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>		<b>Code et intitulé directive Habitats</b>		
	22.11 (Eaux oligotrophes pauvres en calcaire) x 22.31 (Communautés amphibies pérennes septentrionales) 22.32 (Gazons amphibies annuels septentrionaux)  22.313 (Gazons des bordures d'étangs acides en eaux peu profondes) 37.312 (Prairie acide à Molinie)		3110 : Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses ( <i>Littorelletalia uniflorae</i> )  3130 : Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation des <i>Littorelletalia uniflorae</i> et/ou des <i>Isoeto-Nanojuncetea</i>  6410 : Prairies à <i>Molinia</i> sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux ( <i>Molinion caeruleae</i> )		



*Juncus bulbosus* et  
*Crassula vaillantii*



*Pilularia globulifera*



## Description

Cette formation exclusivement présente sur des sites armoricains occupe des milieux aquatiques oligotrophes à mésotrophes, plutôt acides, peu profonds et subissant une variation du niveau d'eau souvent importante : mares (dépressions sur carreau) ou bordures de bassins (de fond de fosse, de décantation ou de stockage). Le substrat est gréseux.

La végétation se structure en tapis de végétaux ras, aquatiques à amphibies et héliophiles. Peu stratifiée, elle est souvent clairsemée et formée par une mosaïque d'espèces vivaces et annuelles. La flore est pauvre en espèces, caractéristique des *Littorelletea uniflorae* (*Hypericum elodes*, *Juncus bulbosus*, *Potamogeton polygonifolius*, *Eleocharis multicaulis*, *Littorella uniflora*, *Pilularia globulifera*), et signale le caractère oligotrophe du milieu. Elle est accompagnée par une flore des *Isoeto-Juncetea bufonii* (*Juncus bufonius*, *Callitriche stagnalis*, *Illecebrum verticillatum*, *Lythrum portula*), témoin d'une colonisation d'un milieu pionnier. Enfin, de nombreuses autres espèces herbacées des *Agrostietea stoloniferae* (surtout *Juncus effusus*, *Juncus acutiflorus*, *Agrostis stolonifera*, *Alisma plantago-aquatica*, *Carex viridula subsp. oedocarpa*, *Eleocharis palustris*, *Glyceria fluitans*, *Holcus lanatus*) donnent parfois un caractère prairial à ce groupement.

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Juncus bulbosus</i>	2	V
<i>Salix acuminata</i>	+	IV
<i>Potamogeton polygonifolius</i>	3	IV
<i>Ranunculus flammula</i>	1	IV
<i>Juncus effusus</i>	1	III
<i>Juncus acutiflorus</i>	1	III
<i>Agrostis stolonifera</i>	1	III
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	1	III
<i>Carex viridula subsp. oedocarpa</i>	2	III
<i>Eleocharis palustris</i>	2	III
<i>Glyceria fluitans</i>	1	III
<i>Hypericum elodes</i>	2	III
<i>Juncus bufonius</i>	+	III
<i>Molinia caerulea</i>	1	III

# La végétation herbacée amphibie et hygrophile

## B.2. PELOUSE HYGROPHILE OLIGOTROPHE

Nombre de sites	2				
Nombre de relevés	4				
Recouvrement de la végétation par strate (%) Moyenne	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	0 à 10 5	15 à 70 48	-	-	
Granulométrie (%)	<b>Éléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
	20 à 50 35	5 à 20 10	25 à 35 30	10 à 25 18	0 à 5 3
Nombre d'espèces	53 (min. 15, max. 28, moy. 19)				
Niveau trophique	Oligotrophe				
Niveau hydrique	Hygrophile				
Espèce sensible	-				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>			<b>Code et intitulé directive Habitats</b>	
	22.32 (Gazons amphibies annuels septentrionaux)			3130pp : Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes des <i>Littorelletalia uniflorae</i> et/ou des <i>Isoeto-Nanojuncetea</i>	



### Description

La pelouse hygrophile oligotrophe se localise sur les surfaces argilo-sableuses des dépressions rapidement exondées, sur substrat gréseux. Elle n'est présente que sur deux sites armoricains.

Elle se caractérise par une végétation pionnière, annuelle ou vivace, héliophile, rase et clairsemée. Cette formation se situe à un niveau topographique plus élevé que la grève oligotrophe et se compose d'espèces pionnières hygrophiles à mésohygrophiles de la classe des *Isoeto-Juncetea bufonii* (*Isolepis setacea*, *Cicendia filiformis*, *Illecebrum verticillatum*, *Centaureum erythraea*). S'y observe, en outre, un mélange d'espèces plus ou moins hygrophiles et acidiphiles, plutôt prairiales, des *Agrostietaea stoloniferae* (*Juncus effusus*, *J. articulatus*, *Leontodon autumnalis*, *Lotus pedunculatus*, *Ranunculus repens*), du *Caricion fuscae* (*Molinia caerulea*, *Carex viridula* subsp. *oedocarpa*, *Juncus conglomeratus*, *Ranunculus flammula*, *Agrostis canina*), des *Stellarietea mediae* (*Matricaria perforata*, *Conyza canadensis*, *Senecio vulgaris*) et des *Littorelletea uniflorae* (*Juncus bulbosus*).

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Juncus bulbosus</i>	2	V
<i>Juncus effusus</i>	1	V
<i>Molinia caerulea</i>	2	V
<i>Calluna vulgaris</i>	+	IV
<i>Carex viridula</i> subsp. <i>oedocarpa</i>	+	IV
<i>Pinus sylvestris</i>	1	IV
<i>Ranunculus flammula</i>	1	IV
<i>Salix acuminata</i>	1	IV
<i>Agrostis canina</i>	+	II
<i>Agrostis capillaris</i>	1	II
<i>Betula alba</i> subsp. <i>alba</i>	+	II
<i>Betula pendula</i>	+	II
<i>Carex binervis</i>	1	II
<i>Carex ovalis</i>	1	II
<i>Holcus lanatus</i>	1	II
<i>Juncus conglomeratus</i>	1	II
<i>Juncus tenuis</i>	1	II
<i>Lotus pedunculatus</i>	1	II
<i>Plantago major</i>	+	II
<i>Salix aurita</i>	1	II

# La végétation herbacée amphibie et hygrophile

## B.3. GAZON AMPHIBIE MÉDITERRANÉEN

Nombre de sites	1				
Nombre de relevés	2				
Recouvrement de la végétation par strate (%) Moyenne	Bryophytique	Herbacé	Arbustif	Arboré	
	-	5 à 40 28	-	-	
Granulométrie (%)	Eléments fins	Sables	Graviers	Cailloux	Blocs
	Valeurs limites Moyenne	2 à 5 3.5	8 à 15 11.5	10 à 40 25	20 à 30 25 20 à 50 35
Eau	pH	Cond. (µs/cm)	N (mg/l)	P (mg/l)	
	Valeurs limites Moyenne	8.4 à 9.9 9.2	- 241	- < 1	- < 0.1
Nombre d'espèces	11 (min. 6, max. 10, moy. 8)				
Niveau trophique	Oligotrophe				
Niveau hydrique	Amphibie				
Espèces sensibles	<i>Lythrum thymifolium</i> , <i>Lythrum borysthenticum</i>				
Habitat	Code et intitulé Corine biotopes			Code et intitulé directive Habitats	
	22.341 (Petits gazons amphibies méditerranéens)			3170-2* : Gazons méditerranéens amphibies longuement inondés ( <i>Preslion</i> )	



Mare asséchée accueillant le groupement de gazon amphibie méditerranéen



*Lythrum borysthenticum* et *Lythrum thymifolium* en peuplement dense

## Description

Ce groupement typiquement méditerranéen (étage thermoméditerranéen) n'a été rencontré que sur un site de roche éruptive volcanique (basalte), au niveau de mares temporairement inondées. Le substrat y est oligotrophe, non calcaire, pauvre en éléments fins et riche en structures grossières. L'eau est riche en bases.

Le gazon amphibie méditerranéen est un groupement adapté aux alternances de périodes d'inondation/exondation. Il peuple les mares temporaires trop profondes pour permettre le bon développement des communautés de *Isoetion* et trop sèches en été pour celles du *Magnocaricion*. Le tapis végétal est composé d'espèces de petite taille, peu dense et dominé par les thérophytes (plantes annuelles). Ce groupement se rattache à la classe des *Isoeto-Juncetea bufoni* (alliance du *Preslion cervinae*, non reconnue par le prodrome des végétations de France, BARDAT et al., 2004). Il est caractérisé par la présence associée de *Mentha pulegium*, *Lythrum thymifolium*, *L. borysthenticum*, *Eleocharis palustris* et *Polygonum maritimum*.

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Dittrichia viscosa</i> subsp. <i>viscosa</i>	2	V
<i>Holcus lanatus</i>	+	V
<i>Lythrum thymifolium</i>	2	V
<i>Mentha pulegium</i>	1	V
<i>Polygonum maritimum</i>	1	III
<i>Populus nigra</i>	+	III
<i>Ranunculus peltatus</i>	1	III
<i>Alopecurus bulbosus</i>	+	III
<i>Eleocharis palustris</i>	+	III
<i>Lythrum borysthenticum</i>	2	III
<i>Polygonum aviculare</i> subsp. <i>rurivagum</i>	+	III

# La végétation herbacée amphibie et hygrophile

## B.4. BAS-MARAIS ALCALIN

Nombre de sites	3				
Nombre de relevés	3				
Recouvrement de la végétation par strate (%) Moyenne	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	-	70 à 90 80	0 à 60 13	-	
Granulométrie (%) Moyenne	<b>Eléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
	40	0	10	50	0
Eau Moyenne	<b>pH</b>	<b>Cond. (µs/cm)</b>	<b>N (mg/l)</b>	<b>P (mg/l)</b>	
	8.1	484	< 2	< 0.05	
Nombre d'espèces	73 (min. 13, max. 30, moy. 23)				
Niveau trophique	Mésotrophe				
Niveau hydrique	Hygrophile				
Espèces sensibles	<i>Anagallis tenella</i> , <i>Carex viridula</i> subsp. <i>brachyrhyncha</i> var. <i>elator</i> , <i>Dactylorhiza xgrandis</i> , <i>Dactylorhiza fuchsii</i> , <i>Epipactis palustris</i> , <i>Hippophaë rhamnoides</i> , <i>Lotus maritimus</i> var. <i>maritimus</i> , <i>Ophioglossum vulgatum</i>				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>			<b>Code et intitulé directive Habitats</b>	
	54.2 (Bas-marais alcalins) x 22.31 (Communautés amphibies pérennes septentrionales)			7230 : Végétation des bas-marais neutro-alcalins	



*Epipactis palustris*

## Description

Le bas-marais alcalin est localisé au niveau d'anciens bassins de décantation ou de dépressions humides sur carreau, aux eaux mésotrophes et alcalines. Il a été rencontré dans deux contextes différents : sur substrat argilo-sableux au niveau d'un site calcaire et sur substrat organique au niveau de deux sites éruptifs. Le sol est gorgé d'eau en permanence.

Cette formation est constituée par une végétation amphibie nettement dominée par les hémicryptophytes (et les géophytes). Si quelques espèces caractéristiques des *Caricetalia davallianae* sont observées (*Anagallis tenella*, *Carex viridula*, *C. flacca*, *Epipactis palustris*, *Ophioglossum vulgatum*), la flore des trois sites est cependant assez différente. Sur les deux sites éruptifs, ce groupement est surtout dominé par les *Typha* ou *Molinia caerulea*, accompagnées d'espèces prairiales hygrophiles des *Agrostietea stoloniferae* et des *Molinio-Juncetea acutiflori*. Sur le site calcaire, il est dominé par des espèces à grande amplitude écologique (dont *Calamagrostis epigejos*) et s'accompagne d'Orchidées telles que *Dactylorhiza fuchsii*, *Dactylorhiza x grandis* ainsi que d'espèces plus mésophiles des *Arrhenatheretea eliatoris* et des *Agrostienea stoloniferae*.

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Juncus inflexus</i>	1	V
<i>Carex flacca</i>	2	IV
<i>Carex viridula</i>	2	IV
<i>Eleocharis multicaulis</i>	2	IV
<i>Lycopus europaeus</i>	1	IV
<i>Pulicaria dysenterica</i>	1	IV
<i>Anagallis tenella</i>	1	IV
<i>Juncus effusus</i>	1	IV
<i>Mentha aquatica</i>	1	IV
<i>Phragmites australis</i>	1	IV
<i>Ranunculus repens</i>	1	IV
<i>Epipactis palustris</i>	+	IV

# La végétation herbacée amphibie et hygrophile

## B.5. CLADIAIE

Nombre de sites	1				
Nombre de relevés	2				
Recouvrement de la végétation par strate (%)	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	-	90	5	-	
Granulométrie (%)	<b>Éléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
	Moyenne	90	10	-	-
Nombre d'espèces	18 (min. 11, max. 11, moy. 11)				
Niveau trophique	Mésotrophe				
Niveau hydrique	Hygrophile à mésohygrophile				
Espèce sensible	-				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>			<b>Code et intitulé directive Habitats</b>	
	53.3 (Végétation à <i>Cladium mariscus</i> )			7210* : Marais calcaires à <i>Cladium mariscus</i> et espèces du <i>Caricion davallianae</i>	



## Description

Ce groupement n'a été observé que sur un seul site, calcaire, de la partie nord du Bassin aquitain. Il se localise au niveau de dépressions humides, plus ou moins permanentes du fait de la présence d'une nappe d'eau affleurante à subaffleurante. Le substrat y est argilo-humifère (sol à fraction organique).

La cladiaie est une formation homogène, haute et dense, des marais calcaires dominée par *Cladium mariscus*, souvent pauvre en espèces. Le Marisque (*Cladium mariscus*) est une espèce à large amplitude écologique qui peut se développer au sein de groupements très variés qu'elle est capable de déstructurer et au sein desquels elle peut s'imposer en éliminant les espèces caractéristiques. Dans le cas présent, la cladiaie contient quelques espèces des bas-marais alcalins du *Caricion davallianae* (*Blackstonia perfoliata*, *Carex flacca*, *Molinia caerulea* et *Schoenus nigricans*). Elle est colonisée par quelques espèces de fourrés de la classe des *Crataego-Prunetea* (*Cornus sanguinea*, *Juniperus communis*, *Ulmus minor* subsp. *procera*, *Rubus caesius*, *Rosa rubiginosa*).

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Cladium mariscus</i>	4	V
<i>Cornus sanguinea</i>	1	V
<i>Eupatorium cannabinum</i>	+	V
<i>Salix acuminata</i>	1	V
<i>Blackstonia perfoliata</i>	+	III
<i>Carex flacca</i>	1	III
<i>Cotoneaster horizontalis</i>	2	III
<i>Crataegus monogyna</i>	2	III
<i>Frangula dodonei</i> subsp. <i>dodonei</i>	2	III
<i>Juniperus communis</i>	2	III
<i>Ligustrum vulgare</i>	1	III
<i>Molinia caerulea</i>	2	III
<i>Prunus mahaleb</i>	1	III
<i>Rosa agrestis</i>	1	III
<i>Rosa rubiginosa</i>	+	III
<i>Rubus caesius</i>	1	III
<i>Schoenus nigricans</i>	2	III
<i>Ulmus minor</i> subsp. <i>procera</i>	1	III

# La végétation herbacée amphibie et hygrophile

## B.6. JONÇAIE BASIPHILE

Nombre de sites	3				
Nombre de relevés	3				
Recouvrement de la végétation par strate (%)	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
Moyenne	-	20 à 80 40	0 à 20 7	0 à 5 1.5	
Granulométrie (%)	<b>Eléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
Moyenne	70	20	10	-	-
Eau	<b>pH</b>	<b>Cond. (µs/cm)</b>	<b>N (mg/l)</b>	<b>P (mg/l)</b>	
Moyenne	8.1	185	< 0.1	< 1	
Nombre d'espèces	33 (min. 9, max. 19, moy. 13)				
Niveau trophique	Oligotrophe à eutrophe				
Niveau hydrique	Hygrophile				
Espèces sensibles	<i>Anacamptis pyramidalis</i> , <i>Juncus subnodulosus</i> , <i>Scirpoides holoschoenus</i>				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>		<b>Code et intitulé directive Habitats</b>		
	37.218 (Prairies à Junc subnoduleux)		-		



## Description

Cette formation se développe sur trois sites calcaires des régions Nord-Pas-de-Calais, Poitou-Charentes et Rhône-Alpes. Elle est localisée au niveau de dépressions humides temporaires de carreau, à un niveau topographique supérieur à celui du bas-marais alcalin, ou bien en ceinture de dépression humide plus profonde, sur substrat riche en particules fines (notamment argiles). Les eaux sont riches en bases.

La jonçaie basiphile possède une physionomie de prairie hygrophile de hautes herbes (70-80 cm de hauteur) et une composition floristique mixte de bas-marais alcalin et de prairie eutrophe. Les espèces les plus caractéristiques sont *Carex flacca*, *Juncus subnodulosus* (ordre des *Caricetalia davallianae*) et *Juncus articulatus* (classe des *Agrostietea stoloniferae*). La jonçaie peut s'accompagner d'autres espèces des *Caricetalia davallianae* comme *Calamagrostis epigejos*, *Cladium mariscus*, *Pulicaria dysenterica*, des *Agrostietea stoloniferae* comme *Agrostis stolonifera*, *Juncus inflexus*, *Mentha aquatica* et des *Agrostietea-Arrhenatheretea* comme *Plantago lanceolata* et *Poa trivialis*. La présence ponctuelle d'espèces de roselière, de mégaphorbiaie, de friche ou de pelouse calcicole confirme la situation de transition occupée par cette formation.

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Carex flacca</i>	2	V
<i>Juncus articulatus</i>	1	V
<i>Juncus subnodulosus</i>	3	V
<i>Phragmites australis</i>	1	V
<i>Salix acuminata</i>	1	V
<i>Salix alba</i>	1	V
<i>Juncus inflexus</i>	2	II
<i>Polygonum lapathifolium</i>	2	II
<i>Calamagrostis epigejos</i>	1	II
<i>Cladium mariscus</i>	1	II
<i>Mentha aquatica</i>	1	II
<i>Typha latifolia</i>	1	II
<i>Ajuga genevensis</i>	+	II
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	+	II
<i>Anthyllis vulneraria</i>	+	II
<i>Artemisia vulgaris</i>	+	II
<i>Eupatorium cannabinum</i>	+	II
<i>Pulicaria dysenterica</i>	+	II
<i>Teucrium scorodonia</i>	+	II

# La végétation herbacée amphibie et hygrophile

## B.7. MAGNOCARIÇAIE

Nombre de sites	1				
Nombre de relevés	1				
Recouvrement de la végétation par strate (%)	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	-	85	-	-	
Granulométrie (%)	<b>Éléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
	100	-	-	-	-
Eau	<b>pH</b>	<b>Cond. (µs/cm)</b>	<b>N (mg/l)</b>	<b>P (mg/l)</b>	
	7.9	-	1	< 0.05	
Nombre d'espèces	12				
Niveau trophique	Mésotrophe à eutrophe				
Niveau hydrique	hygrophile				
Espèce sensible	-				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>			<b>Code et intitulé directive Habitats</b>	
	53.21 (Peuplements de grandes Laïches - Magnocariçaies)			-	



### Description

Seul un site calcaire de Bourgogne est concerné par la magnocariçaie. Celle-ci est localisée sur un carreau à proximité ou au niveau de dépressions humides de faible profondeur, inondées une grande partie de l'année. Le substrat, mésotrophe à eutrophe, est composé exclusivement d'éléments fins.

Il s'agit d'une formation dense et homogène dominée par de grandes cypéracées sociales des genres *Carex* et *Cyperus*. Les laïches présentes ici sont uniquement rhizomateuses, ce qui donne à ce groupement une physionomie de « tapis végétal » continu. Assez pauvre en espèces, la magnocariçaie se compose essentiellement de géophytes et quelques hémicryptophytes. Il s'agit surtout d'espèces caractéristiques du *Magnocaricion elatae* (*Carex vesicaria*, *Carex hirta*, *Iris pseudacorus*, *Lysimachia vulgaris*, *Phalaris arundinacea*) et d'une espèce thermo-méditerranéenne de l'*Imperato-Erianthion ravennae* (*Cyperus longus*). Sont observables en outre quelques espèces prairiales des sols engorgés ou inondables des *Agrostietea stoloniferae* (*Epilobium parviflorum*, *Equisetum palustre*, *Festuca arundinacea*, *Juncus inflexus*, *Rumex crispus*).

Combinaison d'espèces	A/D
<i>Carex vesicaria</i>	3
<i>Cyperus longus</i>	3
<i>Lysimachia vulgaris</i>	3
<i>Iris pseudacorus</i>	2
<i>Lythrum salicaria</i>	2
<i>Carex hirta</i>	1
<i>Epilobium parviflorum</i>	1
<i>Festuca arundinacea</i>	1
<i>Juncus inflexus</i>	1
<i>Rumex crispus</i>	1
<i>Equisetum palustre</i>	+
<i>Phalaris arundinacea</i>	+

# La végétation herbacée amphibie et hygrophile

## B.8. TYPHAIE ET VÉGÉTATION DES ROSELIÈRES NEUTROPHILES

Nombre de sites	9				
Nombre de relevés	12				
Recouvrement de la végétation par strate (%)	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	0 à 80 12	<5 à 90 55	0 à 40 7	-	
Granulométrie (%)	<b>Eléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
	30 à 100 62	0 à 60 10	0 à 20 10	0 à 40 17	0 à 10 1.5
Eau	<b>pH</b>	<b>Cond. (µs/cm)</b>	<b>N (mg/l)</b>	<b>P (mg/l)</b>	
	5.5 à 9.2 7.5	127 à 1780 511	<0.1 à 9.3 3.4	<0.02 à 0.07 0.05	
Nombre d'espèces	89 (min. 5, max. 27, moy. 16)				
Niveau trophique	Eutrophe				
Niveau hydrique	Hygrophile				
Espèces sensibles	<i>Pulicaria vulgaris</i> , <i>Lythrum hyssopifolia</i>				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>			<b>Code et intitulé directive Habitats</b>	
	44.92 (Saussaies marécageuses)			-	
	53.13 (Typhaies)				
	53.147 (Communautés de Prêles d'eau)				



### Description

Cette formation occupe les milieux aquatiques permanents ou inondés une grande partie de l'année : bassin de décantation en eau ou partiellement atterris, partie peu profonde de bassins de fond de fosse et dépressions bien alimentées des carreaux. Elle n'est présente que sur des sites armoricains (mis à part un site calcaire situé en Auvergne) mais cette répartition n'est pas représentative des carrières françaises car la typhaie à *Typha latifolia* est présente sur une grande partie du territoire national.

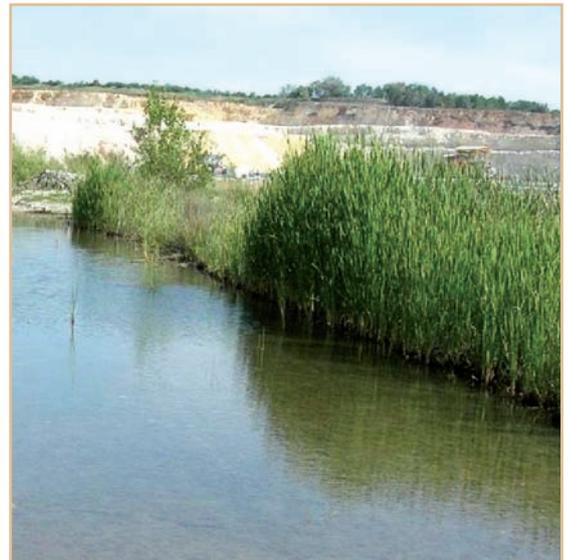
Cette typhaie (*alliance du Phragmition*) est le plus souvent formée d'un peuplement dense de Massette à feuilles larges (*Typha latifolia*), généralement pauvre en espèces et pouvant supporter des périodes d'exondation estivale. Cette espèce pionnière est capable de s'installer très rapidement dans les milieux nouvellement créés et d'y former des peuplements étendus, souvent monospécifiques la première année. D'autres espèces caractéristiques des roselières du *Phragmition* peuvent l'accompagner (*Alisma plantago-aquatica*, *Eleocharis palustris*, *Epilobium hirsutum*, *E. tetragonum*, *Eupatorium cannabinum*, *Lythrum salicaria*). Le Phragmite ou Roseau (*Phragmites australis*), espèce abondante dans les roselières, n'a par contre jamais été observé dans cette formation. Enfin, un cortège d'espèces appartenant à d'autres groupements hygrophiles est également observé : *Callitriche stagnalis*, *Cirsium palustre*, *Equisetum arvense*, *E. palustre*, *Juncus effusus*, *J. acutiflorus*, *J. bufonius*, *J. conglomeratus*, *Salix acuminata*

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Typha latifolia</i>	4	V
<i>Juncus effusus</i>	1	V
<i>Agrostis stolonifera</i>	1	III
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	1	III
<i>Callitriche stagnalis</i>	+	III
<i>Eleocharis palustris</i>	3	III
<i>Epilobium hirsutum</i>	1	III
<i>Juncus acutiflorus</i>	2	III
<i>Lycopus europaeus</i>	2	III
<i>Salix acuminata</i>	2	III
<i>Epilobium tetragonum</i>	1	II
<i>Lythrum salicaria</i>	1	II
<i>Eupatorium cannabinum</i>	+	I

# La végétation herbacée amphibie et hygrophile

## B.9. TYPHAIE ET VÉGÉTATION DES ROSELIÈRES BASIPHILES

Nombre de sites	5				
Nombre de relevés	5				
Recouvrement de la végétation par strate (%)	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	-	30 à 90 70	0 à 5 1.3	0 à 5 1.3	
Granulométrie (%)	<b>Eléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
Valeurs limites	50 à 100	0 à 20	-	0 à 20	0 à 10
Moyenne	80	12.5	-	5	2.5
Eau	<b>pH</b>	<b>Cond. (µs/cm)</b>	<b>N (mg/l)</b>	<b>P (mg/l)</b>	
Valeurs limites	8.1 à 8.6	-	<0.1 à <1	<1 à <0.05	
Moyenne	8.4	99	0.5	0.45	
Nombre d'espèces	48 (min. 5, max. 25, moy. 13)				
Niveau trophique	Oligotrophe				
Niveau hydrique	Hygrophile				
Espèces sensibles	<i>Dorycnium hirsutum</i> , <i>Potamogeton natans</i> , <i>Samolus valerandi</i> , <i>Scirpoides holoschoenus</i>				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>			<b>Code et intitulé directive Habitats</b>	
	53.13 (Typhaies)			-	



### Description

Cette formation également typique des carrières est la variante « basiphile » de la typhaie *sensu lato*. Comme la précédente, elle occupe les milieux aquatiques permanents ou inondés une grande partie de l'année mais se développe essentiellement sur des sites calcaires (Poitou-Charentes, Centre, Midi-Pyrénées et Bourgogne). Un seul site éruptif est concerné (Basse-Normandie). L'eau est de nature oligotrophe et basique, le substrat riche en éléments fins.

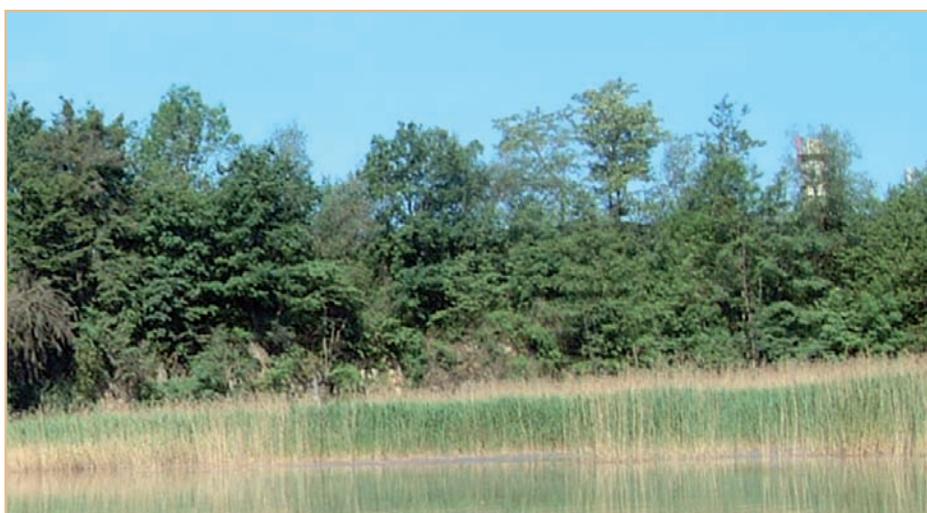
La typhaie est ici dominée par la Massette à feuilles étroites (*Typha angustifolia*). Outre les espèces ubiquistes des roselières (*Phragmites*), déjà notées dans la typhaie neutrophile, sont observables ici quelques espèces basiphiles : *Carex flacca*, *Cladium mariscus*, *Samolus valerandi*, *Scirpoides holoschoenus*. Le Roseau (*Phragmites australis*) est également rare dans cette formation.

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Typha angustifolia</i>	3	V
<i>Juncus articulatus</i>	2	IV
<i>Samolus valerandi</i>	2	IV
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	1	III
<i>Epilobium hirsutum</i>	+	III
<i>Lycopus europaeus</i>	2	III
<i>Lythrum salicaria</i>	1	III
<i>Salix acuminata</i>	1	III
<i>Scirpoides holoschoenus</i>	2	III
<i>Carex flacca</i>	2	II
<i>Cyperus longus</i>	3	II
<i>Lotus pedunculatus</i>	1	II
<i>Lysimachia vulgaris</i>	2	II
<i>Medicago sativa</i>	1	II
<i>Mentha aquatica</i>	+	II

# La végétation herbacée amphibie et hygrophile

## B.10. PHRAGMITAIE

Nombre de sites	5				
Nombre de relevés	6				
Recouvrement de la végétation par strate (%) Moyenne	Bryophytique	Herbacé	Arbustif	Arboré	
	-	20 à 90 63	5 à 70 15	0 à 5 <1	
Granulométrie (%)	Eléments fins	Sables	Graviers	Cailloux	Blocs
	Valeurs limites Moyenne	90 à 100 95	-	0 à 5 <1	0 à 5 <1
Eau	pH	Cond. (µs/cm)	N (mg/l)	P (mg/l)	
	Moyenne	8.2	167	< 0.1	<1
Nombre d'espèces	36 (min. 2, max. 17, moy. 9)				
Niveau trophique	Mésotrophe à eutrophe				
Niveau hydrique	Hygrophile				
Espèce sensible	-				
Habitat	Code et intitulé Corine biotopes			Code et intitulé directive Habitats	
	53.11 (Phragmitaies)			-	



## Description

La phragmitaie se rencontre sur les milieux aquatiques permanents ou inondés une grande partie de l'année, à substrat riche en éléments fins auxquels sont associés quelques éléments grossiers : bassins de décantation en eau ou partiellement atterris, partie peu profonde de bassins de fond de fosse et dépressions bien alimentées des carreaux. Elle est localisée aussi bien sur site calcaire qu'éruptif, dans des eaux neutres à alcalines.

La phragmitaie est une roselière de grande hauteur (1 à 4 mètres), dominée par *Phragmites australis*, héliophyte formant des peuplements souvent denses. Cette espèce cosmopolite possède de puissants rhizomes et est capable de coloniser rapidement des zones humides de faible profondeur et nouvellement créées. La flore associée est pauvre. Elle est constituée d'espèces des roselières des *Phragmitetalia australis* (*Alisma plantago-aquatica*, *Eupatorium cannabinum*, *Iris pseudacorus*, *Lycopus europaeus*, *Typha latifolia*, *T. angustifolia*), d'espèces des *Agrostietea stoloniferae* (*Carex cuprina* var. *cuprina*, *C. hirta*, *Eleocharis palustris*, *Epilobium parviflorum*, *Festuca arundinacea*, *Juncus effusus*, *J. inflexus*, *Mentha aquatica*, *Pulicaria dysenterica*) et d'espèces de bas-marais (*Calamagrostis epigejos*, *Carex flacca*, *C. ovalis*, *Juncus conglomeratus*).

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Phragmites australis</i>	3	V
<i>Eupatorium cannabinum</i>	1	III
<i>Carex cuprina</i> var. <i>cuprina</i>	1	II
<i>Juncus conglomeratus</i>	2	II
<i>Juncus effusus</i>	1	II
<i>Juncus inflexus</i>	1	II
<i>Lycopus europaeus</i>	1	II
<i>Salix alba</i>	1	II
<i>Salix cinerea</i>	1	II
<i>Typha latifolia</i>	1	II
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	1	I
<i>Calamagrostis epigejos</i>	2	I
<i>Carex flacca</i>	2	I
<i>Carex hirta</i>	2	I
<i>Carex ovalis</i>	2	I
<i>Eleocharis palustris</i>	2	I
<i>Iris pseudacorus</i>	2	I
<i>Mentha aquatica</i>	2	I
<i>Mentha xverticillata</i>	2	I
<i>Typha angustifolia</i>	2	I

# La végétation herbacée amphibie et hygrophile

## B.11. PRAIRIE HYGROPHILE MÉDITERRANÉENNE BASIPHILE

Nombre de sites	1				
Nombre de relevés	1				
Recouvrement de la végétation par strate (%) Moyenne	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	-	80 à 95 88	-	-	
Granulométrie (%) Moyenne	<b>Eléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
	90	-	-	10	-
Nombre d'espèces	18				
Niveau trophique	Oligotrophe à mésotrophe				
Niveau hydrique	Hygrophile à méso-hygrophile				
Espèces sensibles	<i>Dactylorhiza elata</i> subsp. <i>sesquipedalis</i> , <i>Epipactis palustris</i> , <i>Scirpoides holoschoenus</i>				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>			<b>Code et intitulé directive Habitats</b>	
	37.4 (Prairies humides méditerranéennes hautes)			6420-2 : Prairies humides méditerranéennes à grandes herbes du <i>Molinio-Holoschoenion</i>	



### Description

Ce groupement n'est présent que sur un site calcaire de la région Poitou-Charentes. On l'observe au niveau de dépressions humides de carreau dont le substrat est composé d'éléments fins et de cailloux.

La prairie hygrophile méditerranéenne possède un caractère de pré marécageux plus ou moins clairsemé, typique du paysage des zones méditerranéennes humides. Elle apparaît de façon localisée sur la façade atlantique, au niveau de dépressions interdunaires ou de marais littoraux (en pied de falaise). Sa présence sur un site de Poitou-Charentes semble induite par l'existence de conditions stationnelles chaudes, dans une dépression placée à l'abri d'un front orienté à l'ouest. Ce groupement assez pauvre en espèces (dominance d'hémicryptophytes et géophytes) se caractérise par l'association de *Blackstonia perfoliata*, *Carex flacca*, *Cladium mariscus*, *Dactylorhiza elata* subsp. *sesquipedalis*, *Epipactis palustris*, *Molinia caerulea* et *Scirpoides holoschoenus*. (*alliance du Molinio-Holoschoenion vulgaris*).

Combinaison d'espèces	A/D
<i>Molinia caerulea</i>	4
<i>Carex flacca</i>	2
<i>Salix acuminata</i>	2
<i>Ulmus minor</i> subsp. <i>procera</i>	2
<i>Blackstonia perfoliata</i>	1
<i>Cornus sanguinea</i>	1
<i>Crataegus monogyna</i>	1
<i>Dactylorhiza elata</i> subsp. <i>sesquipedalis</i>	1
<i>Juniperus communis</i>	1
<i>Phragmites australis</i>	1
<i>Rubus caesius</i>	1
<i>Scirpoides holoschoenus</i>	1
<i>Cirsium tuberosum</i>	+
<i>Cladium mariscus</i>	+
<i>Epipactis palustris</i>	+
<i>Platanthera chlorantha</i>	+
<i>Polygala calcarea</i>	+
<i>Rosa rubiginosa</i>	+

# La végétation herbacée amphibie et hygrophile

## B.12. PRAIRIE HYGROPHILE OLIGOTROPHE ACIDIPHILE

Nombre de sites	4				
Nombre de relevés	5				
Recouvrement de la végétation par strate (%) Moyenne	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	0 à 60 19	30 à 100 69	0 à 60 13	-	
Granulométrie (%)	<b>Éléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
	20 à 40 33	10 à 40 21	5 à 50 28	10 à 30 20	0 à 10 4
Eau	<b>pH</b>	<b>Cond. (µs/cm)</b>	<b>N (mg/l)</b>	<b>P (mg/l)</b>	
	5 à 7 5.1	51 à 187 107	0.5 à 3.8 2	0.02 à 0.3 0.12	
Nombre d'espèces	42 (min. 18, max. 18, moy. 12)				
Niveau trophique	Oligotrophe				
Niveau hydrique	Hygrophile à mésohygrophile				
Espèce sensible	-				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>			<b>Code et intitulé directive Habitats</b>	
	37.312 (Prairies acides à Molinie)			6410 : Prairies à <i>Molinia</i> sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux ( <i>Molinion caeruleae</i> )	



### Description

Cette formation prairiale s'observe au niveau de dépressions humides peu profondes s'asséchant rapidement (trou d'eau, mare temporaire) uniquement sur le Massif armoricain. Ces milieux sont oligotrophes et acides (substrat gréseux).

Il s'agit d'une prairie assez dense, dominée par une strate herbacée d'une hauteur moyenne à élevée. La strate muscino-lichénique est généralement bien développée. La flore est peu diversifiée. Elle est dominée par des espèces de bas-marais acides du *Caricion fuscae* (*Agrostis canina*, *Anagallis tenella*, *Carex viridula* subsp. *oedocarpa*, *Carex echinata*, *Carex ovalis*, *Cirsium palustre*, *Molinia caerulea*, *Potentilla erecta*, *Ranunculus flammula*). La Molinie bleuâtre (*Molinia caerulea*) imprime fortement sa physionomie au groupement en formant de nombreuses touffes avec des tiges hautes, dressées et raides.

D'autres espèces herbacées caractéristiques des prairies mésotrophes des *Agrostietalia stoloniferae* accompagnent également ce groupement. Les plus fréquentes apparaissent dans le tableau ci-contre.

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Molinia caerulea</i>	3	V
<i>Salix acuminata</i>	+	V
<i>Ranunculus flammula</i>	+	IV
<i>Agrostis canina</i>	1	III
<i>Betula pendula</i>	+	III
<i>Calluna vulgaris</i>	1	III
<i>Carex ovalis</i>	1	III
<i>Hypochaeris radicata</i>	1	III
<i>Juncus conglomeratus</i>	1	III
<i>Potentilla erecta</i>	+	III

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Juncus acutiflorus</i>	3	V
<i>Juncus effusus</i>	1	IV
<i>Lotus pedunculatus</i>	1	III

# La végétation herbacée amphibie et hygrophile

## B.13. PRAIRIE HYGROPHILE MÉSOTROPHE

Nombre de sites	6				
Nombre de relevés	7				
Recouvrement de la végétation par strate (%) Moyenne	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	0 à 100 40	40 à 100 74	0 à 20 3	-	
Granulométrie (%)	<b>Eléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
	20 à 100 51	5 à 20 10	30 à 70 30	5 à 15 9	-
Eau	<b>pH</b>	<b>Cond. (µs/cm)</b>	<b>N (mg/l)</b>	<b>P (mg/l)</b>	
	5 à 8 6	25 à 324 116	0.5 à 2.8 1.4	<0.02 à 1.03 0.24	
Nombre d'espèces	80 (min. 3, max. 53, moy. 18)				
Niveau trophique	Mésotrophe				
Niveau hydrique	Hygrophile à mésohygrophile				
Espèce sensible	-				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>		<b>Code et intitulé directive Habitats</b>		
	22.11 (Eaux oligotrophes pauvres en calcaire) x 22.31 (Communautés amphibies pérennes septentrionales) 37.21 (Prairies humides atlantique et subatlantique)		3110 pp: Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses ( <i>Littorelletalia uniflorae</i> )		



### Description

Cette formation n'est présente que sur sites éruptifs (Massif armoricain, régions Centre et Midi-Pyrénées). Elle se situe sur des dépressions peu profondes et temporairement humides de carreaux, mésotrophes et légèrement acides.

La prairie hygrophile mésotrophe est dominée par une flore typique des *Agrostietea stoloniferae* (*Agrostis stolonifera*, *Holcus lanatus*, *Juncus effusus*, *Juncus acutiflorus*, *Lotus pedunculatus*, *Ranunculus repens*, *Rumex crispus*). Quelques espèces hygrophiles des bas-marais acides du *Caricion fuscae* (*Juncus conglomeratus*, *Molinia caerulea*, *Ranunculus flammula*) sont fréquemment présentes. Occasionnellement, cette formation est accompagnée d'espèces inféodées aux milieux amphibies ou aquatiques (*Callitriche stagnalis*, *Eleocharis palustris*, *Glyceria fluitans*, *Juncus bulbosus*, *J. bufonius*).

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Juncus effusus</i>	2	V
<i>Ranunculus flammula</i>	1	IV
<i>Eleocharis palustris</i>	2	III
<i>Holcus lanatus</i>	2	III
<i>Juncus acutiflorus</i>	2	III
<i>Plantago major</i>	+	III
<i>Salix acuminata</i>	+	III
<i>Agrostis stolonifera</i>	2	II
<i>Callitriche stagnalis</i>	2	II
<i>Cardamine pratensis</i>	+	II
<i>Cirsium palustre</i>	+	II
<i>Equisetum arvense</i>	+	II
<i>Galium palustre</i>	+	II
<i>Glyceria fluitans</i>	+	II
<i>Hypochaeris radicata</i>	+	II
<i>Juncus bufonius</i>	+	II
<i>Juncus bulbosus</i>	+	II
<i>Juncus conglomeratus</i>	2	II
<i>Juncus tenuis</i>	1	II
<i>Lotus pedunculatus</i>	+	II
<i>Molinia caerulea</i>	+	II
<i>Polygonum aviculare</i>	1	II
<i>Ranunculus repens</i>	1	II
<i>Rumex crispus</i>	1	II
<i>Senecio jacobaeae</i>	+	II

# La végétation herbacée amphibie et hygrophile

## B.14. PRAIRE MÉSO-HYGROPHILE

Nombre de sites	1				
Nombre de relevés	1				
Recouvrement de la végétation par strate (%) Moyenne	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	-	90	10	-	
Granulométrie (%) Moyenne	<b>Eléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
	?	?	?	?	?
Nombre d'espèces	26				
Niveau trophique	Mésotrophe à eutrophe				
Niveau hydrique	Méso-hygrophile à hygrophile				
Espèce sensible	-				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>			<b>Code et intitulé directive Habitats</b>	
	38.2 (Prairies à fourrage des plaines) x 37.25 (Prairies humides de transition à hautes herbes)			6510 pp : Pelouses maigres de fauche de basse altitude	



### Description

La prairie méso-hygrophile n'a été identifiée que sur un site de roche éruptive de Lorraine où elle occupe une dépression légèrement humide.

Elle se caractérise par une végétation prairiale haute (70 cm de hauteur moyenne) et dense, dominée par une majorité d'hémicryptophytes vivaces. Il s'agit d'une formation prairiale de transition entre les prairies méso-hygrophile des *Agrostienea stoloniferae* représentées par *Achillea ptarmica*, *Alopecurus pratensis*, *Cardamine pratensis*, *Equisetum palustre*, *Lysimachia vulgaris*, *Sanguisorba officinalis*, et des prairies plus mésophiles des *Arrhenatheretea elatioris* à *Arrhenatherum elatioris*, *Holcus lanatus*, *Rumex acetosa*. S'y observe également quelques espèces de mégaphorbiaie (*Aster novi-belgii*, *Filipendula ulmaria*, *Solidago canadensis*), de friche rudérale nitrophile (*Cirsium vulgare*, *Pastinaca sativa*) et de fruticée pionnière.

Combinaison d'espèces	A/D
<i>Arrhenatherum elatius</i>	3
<i>Holcus lanatus</i>	3
<i>Pastinaca sativa</i>	3
<i>Filipendula ulmaria</i>	2
<i>Lysimachia nummularia</i>	2
<i>Molinia caerulea</i>	2
<i>Sanguisorba officinalis</i>	2
<i>Solidago canadensis</i>	2
<i>Achillea ptarmica</i>	1
<i>Alopecurus pratensis</i>	1
<i>Anemone nemorosa</i>	1
<i>Aster novi-belgii</i>	1
<i>Cardamine hirsuta</i>	1
<i>Cardamine pratensis</i>	1
<i>Cirsium vulgare</i>	1
<i>Equisetum palustre</i>	1
<i>Populus tremula</i>	1
<i>Primula veris</i>	1
<i>Prunus spinosa</i>	1
<i>Ranunculus acris</i>	1
<i>Rubus fruticosus</i>	1
<i>Rumex acetosa</i>	1
<i>Salix cinerea</i>	1
<i>Silene flos-cuculi</i>	1
<i>Urtica dioica</i>	1
<i>Orchis mascula</i>	+

# La végétation herbacée mésophile

## C.1. FRICHE MÉSO-HYGROPHILE

Nombre de sites	3				
Nombre de relevés	3				
Recouvrement de la végétation par strate (%) Moyenne	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	-	5 à 50 25	-	-	
Granulométrie (%)	<b>Éléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
	Valeurs limites Moyenne	0 à 100 60	0 à 10 5	0 à 10 5	- -
Nombre d'espèces	27 (min. 5, max. 19, moy. 12)				
Niveau trophique	Mésophyte				
Niveau hydrique	Méso-hygrophile				
Espèce sensible	-				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>			<b>Code et intitulé directive Habitats</b>	
	-			-	



## Description

Ce groupement a été observé sur trois sites, dont deux éruptifs (en Basse-Normandie et en Lorraine) et un calcaire (Rhône-Alpes). Il se localise dans des endroits frais, sur des remblais argileux issus de l'accumulation de boues de curage, sur une digue en terre d'un bassin de décantation ainsi qu'au niveau des berges d'une mare temporaire. Le substrat est largement dominé par les particules fines.

La friche méso-hygrophile possède une flore assez pauvre mais hétérogène (essentiellement des hémicryptophytes, quelques géophytes et thérophytes), à caractère pionnier, nitrophile et mésophile. Difficile à classer, ce groupement pourrait être partiellement rattaché au *Convolvulo-Agrophyron*. Il se caractérise par l'omniprésence de *Tussilago farfara*, espèce géophyte à stolons envahissants (espèce sociale). Des espèces des Stellarietea mediae (*Lepidium campestre*, *Polygonum aviculare*, *Senecio vulgaris*), de mégaphorbiaie (*Angelica sylvestris*, *Epilobium hirsutum*, *Eupatorium cannabinum*, *Lepidium latifolium*, *Solidago canadensis*) et de friche rudérale (*Artemisia vulgaris*, *Hypericum perforatum*, *Senecio inaequidens*, *Tanacetum vulgare*) l'accompagnent.

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Tussilago farfara</i>	2	V
<i>Epilobium hirsutum</i>	+	IV
<i>Polygonum aviculare</i>	+	IV
<i>Senecio vulgaris</i>	+	IV
<i>Angelica sylvestris</i>	1	II
<i>Artemisia vulgaris</i>	2	II
<i>Bidens tripartita</i>	1	II
<i>Carex flacca</i>	+	II
<i>Epilobium angustifolium</i>	1	II
<i>Equisetum arvense</i>	1	II
<i>Erigeron annuus</i>	+	II
<i>Eupatorium cannabinum</i>	1	II
<i>Hypericum perforatum</i>	+	II
<i>Juncus inflexus</i>	+	II
<i>Lepidium campestre</i>	1	II
<i>Lepidium latifolium</i>	2	II
<i>Leucanthemum vulgare</i>	1	II
<i>Poa annua</i>	1	II
<i>Poa nemoralis</i>	+	II
<i>Rumex acetosa</i>	1	II
<i>Saponaria ocymoides</i>	+	II
<i>Senecio inaequidens</i>	1	II
<i>Solidago canadensis</i>	1	II
<i>Tanacetum vulgare</i>	1	II

# La végétation herbacée mésophile

## C.2. PELOUSE MARNICOLE MÉSO-HYGROPHILE

Nombre de sites	3				
Nombre de relevés	5				
Recouvrement de la végétation par strate (%) Moyenne	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	-	40 à 95 85	0 à 30 10	0 à 40 7	
Granulométrie (%)	<b>Eléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
	Valeurs limites Moyenne	20 à 100 90	0 à 20 6	0 à 20 3	0 à 40 8
Nombre d'espèces	121 (min. 13, max. 38, moy. 25)				
Niveau trophique	Mésophile				
Niveau hydrique	Mésophile				
Espèces sensibles	<i>Cirsium acaule</i> , <i>Coriaria myrtifolia</i> , <i>Dorycnium hirsutum</i> , <i>Gentianella amarella</i> , <i>G. germanica</i> , <i>Epipactis palustris</i> , <i>Hippophaë rhamnoides</i> , <i>Juniperus communis</i> , <i>Lotus maritimus</i> var. <i>maritimus</i> , <i>Polygala calcarea</i> , <i>Rosa micrantha</i> , <i>Taraxacum palustre</i> , <i>Thymelaea passerina</i>				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>			<b>Code et intitulé directive Habitats</b>	
	34.324 (Pelouses du <i>Mesobromion</i> alluviales et humides)			6210 pp : Pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement sur calcaires	



### Description

La pelouse marnicole se rencontre uniquement sur trois sites calcaires du domaine atlantique, au niveau d'une zone anciennement décapée, d'un ancien carreau et d'une ancienne aire de stockage (secteurs tassés). Le substrat est riche en éléments fins (argiles et limons), plutôt frais au printemps mais sec l'été.

Deux variantes sont distinguées. La première, plutôt rase, se caractérise par la domination de *Lotus maritimus* var. *maritimus* qui imprime fortement sa physionomie à la végétation (coloration jaune à la floraison). Elle s'accompagne notamment d'espèces d'ourlet calcicole des *Trifolio-Geranietea sanguinei* (*Agrimonia eupatoria*, *Brachypodium pinnatum*, *Clinopodium vulgare*, *Origanum vulgare*, *Viola hirta*). La seconde variante est dominée par *Carex flacca* (caractéristique du *Mesobromion*), *Bromus erectus*, *Festuca lemanii*, *Hippocrepis comosa* (caractéristiques des *Brometalia*) et s'accompagne d'*Anacamptis pyramidalis*. Dans les deux cas, la végétation est discontinue et se compose d'espèces de tonsures hygrophiles marnicoles (*Acinos arvensis*, *Blackstonia perfoliata*, *Centaureum pulchellum*, *Linum catharticum*), mais également d'espèces des pelouses calcicoles mésophiles du *Mesobromion* (*Cirsium acaule*, *Lotus corniculatus*, *Polygala calcarea*, *Sanguisorba minor*). De nombreuses espèces de différents groupements ne sont présentes qu'une seule fois, ce qui témoigne de caractéristiques stationnelles distinctes

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Blackstonia perfoliata</i>	1	V
<i>Carex flacca</i>	2	V
<i>Lotus corniculatus</i>	1	V
<i>Origanum vulgare</i>	1	V
<i>Sanguisorba minor</i>	1	V
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	1	IV
<i>Hieracium pilosella</i>	1	IV
<i>Juniperus communis</i>	1	IV
<i>Ligustrum vulgare</i>	1	IV
<i>Potentilla reptans</i>	1	IV
<i>Prunella vulgaris</i>	1	IV
<i>Rubus fruticosus</i>	1	IV
<i>Acinos arvensis</i>	+	III
<i>Brachypodium pinnatum</i>	1	III
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	1	III
<i>Bromus erectus</i>	3	III
<i>Carlina vulgaris</i>	1	III
<i>Centaureum pulchellum</i>	1	III
<i>Cirsium acaule</i>	1	III
<i>Cornus sanguinea</i>	1	III
<i>Daucus carota</i>	1	III
<i>Festuca lemanii</i>	2	III
<i>Festuca ovina</i>	+	III
<i>Hippocrepis comosa</i>	1	III
<i>Hypericum perforatum</i>	1	III
<i>Linum catharticum</i>	1	III
<i>Lotus maritimus</i> var. <i>maritimus</i>	4	III
<i>Medicago sativa</i>	1	III
<i>Polygala calcarea</i>	1	III
<i>Rubus caesius</i>	1	III
<i>Serapias vomeracea</i>	1	III

# La végétation herbacée mésophile

## C.3. PELOUSE CALCICOLE MÉSOPHILE SUBATLANTIQUE

Nombre de sites	7				
Nombre de relevés	11				
Recouvrement de la végétation par strate (%) Moyenne	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	-	30 à 100 81	0 à 5 0.4	-	
Granulométrie (%)	<b>Eléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
Valeurs limites	-	20 à 40	10 à 20	20 à 30	-
Moyenne	30	30	15	25	
Nombre d'espèces	204 (min. 7, max. 43, moy. 27)				
Niveau trophique	Mésophile				
Niveau hydrique	Mésophile				
Espèces sensibles	<i>Anacamptis pyramidalis</i> , <i>Epipactis atrorubens</i> , <i>Erigeron acer</i> , <i>Gentiana germanica</i> , <i>Hippocrepis comosa</i> , <i>Lathyrus sphaericus</i> , <i>Leontodon hispidus</i> , <i>Linum leonii</i> , <i>Ononis natrix</i> , <i>Orchis pallens</i> , <i>Ophrys fuciflora</i> , <i>Scirpoides holoschoenus</i> , <i>Seseli libanotis</i> , <i>Tanacetum corymbosum</i> , <i>Valeriana carinata</i>				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>		<b>Code et intitulé directive Habitats</b>		
	34.32 (Pelouses calcaires subatlantiques semi-arides)		6210 : Pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement sur calcaires		



Pelouse calcicole à *Anacamptis pyramidalis*

### Description

Cette formation est présente sur sept sites du territoire français, hormis en zone méditerranéenne. Elle se situe sur des carreaux, des banquettes ou des secteurs anciennement décapés, non remis en état (lithosol compact). La texture du sol est dominée par les éléments grossiers.

La pelouse calcicole mésophile possède une physionomie de pelouse sèche, assez dense, avec parfois des zones de végétation rase. Elle se compose d'un grand nombre d'espèces basiphiles méso-hydriques dont une grande majorité d'hémicryptophytes. Parmi les espèces les plus fréquentes, on trouve surtout des caractéristiques du *Mesobromion erecti* (*Anacamptis pyramidalis*, *Bromus erectus*, *Carex flacca*, *Festuca lemanii*, *Hippocrepis comosa*, *Lotus corniculatus*, *Leontodon hispidus*, *Medicago lupulina*, *Onobrychis viciifolia*, *Ranunculus bulbosus*, *Sanguisorba minor*). Les Orchidées sont peu fréquentes : *Ophrys fuciflora*, *Orchis anthropophora*, *O. militaris*, *O. pallens*. Des espèces d'ourlets basiphiles, notamment des *Trifolio-Geranietea sanguinei*, s'adjoignent à ce groupement (*Brachypodium pinnatum*, *Origanum vulgare*). Quelques espèces prairiales des *Arrhenatheretalia elatioris* (*Achillea millefolium*, *Arrhenatherum elatius*, *Leucanthemum vulgare*, *Prunella vulgaris*) sont également notées, ainsi que des espèces rudérales (*Cirsium vulgare*, *Daucus carota*, *Hypericum perforatum*, *Picris hieracioides*). Dans les stations plus xériques se trouve *Carex halleriana*, caractéristique du *Seslerio-Xerobromenion erecti*.

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Origanum vulgare</i>	1	V
<i>Sanguisorba minor</i>	1	V
<i>Brachypodium pinnatum</i>	2	IV
<i>Linum catharticum</i>	2	IV
<i>Achillea millefolium</i>	1	III
<i>Carex flacca</i>	1	III
<i>Daucus carota</i>	1	III
<i>Hippocrepis comosa</i>	2	III
<i>Hypericum perforatum</i>	1	III
<i>Leontodon hispidus</i>	1	III
<i>Medicago lupulina</i>	1	III
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	1	II
<i>Bromus erectus</i>	2	II
<i>Centaurium erythraea</i>	+	II
<i>Galium mollugo</i>	1	II
<i>Hieracium pilosella</i>	2	II
<i>Inula conyza</i>	1	II
<i>Ligustrum vulgare</i>	1	II
<i>Lotus corniculatus</i>	1	II
<i>Arabis hirsuta</i>	+	II
<i>Cerastium pumilum</i>	1	II
<i>Euphorbia cyparissias</i>	1	II
<i>Euphrasia stricta</i>	1	II
<i>Festuca lemanii</i>	3	II
<i>Leucanthemum vulgare</i>	1	II
<i>Onobrychis viciifolia</i>	1	II
<i>Picris hieracioides</i>	1	II
<i>Ranunculus bulbosus</i>	+	II
<i>Saxifraga tridactyles</i>	1	II
<i>Securigera varia</i>	+	II

# La végétation herbacée mésophile

## C.4. PELOUSE SILICICOLE MÉSOPHILE

Nombre de sites	9				
Nombre de relevés	13				
Recouvrement de la végétation par strate (%)	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	0 à 50 Moyenne 14	20 à 90 44	0 à 60 4	-	
Granulométrie (%)	<b>Eléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
	10 à 90 Moyenne 39	0 à 25 13	5 à 70 36	5 à 30 18	0 à 5 2
Nombre d'espèces	140 (min. 6, max. 45, moy. 24)				
Niveau trophique	Oligotrophe				
Niveau hydrique	Mésophile				
Espèces sensibles	<i>Briza minor</i> , <i>Lepidium campestre</i> , <i>Lepidium heterophyllum</i> , <i>Ormenis nobilis</i> , <i>Orobanche gracilis</i>				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>			<b>Code et intitulé directive Habitats</b>	
	35.12 (Prairies à <i>Agrostis-Festuca</i> )			-	



Pelouse sèche à *Festuca rubra*



Pelouse sur ancienne piste



## Description

La majorité des sites armoricains et deux sites éruptifs des Vosges et d'Auvergne abritent cette formation qui colonise des lithosols plus ou moins riches en silice et plutôt oligotrophes : anciennes pistes, carreaux, remblais de stériles et banquettes. Ces milieux sont riches en éléments grossiers mais enrichis en particules fines, ce qui explique le caractère globalement mésophile de la végétation.

Les communautés présentent communément une physionomie prairiale homogène plus ou moins rase et clairsemée. La flore est acidiphile et oligotrophe. *Agrostis capillaris* est omniprésent et souvent accompagné par des espèces prairiales des *Arrhenatheretea elatioris* lorsque le sol est enrichi en particules fines (*Achillea millefolium*, *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus*, *Hypochaeris radicata*, *Plantago lanceolata*). S'y observent régulièrement des espèces pionnières acidiphiles des pelouses du *Thero-Airion* comme *Rumex acetosella*, *Spergularia rubra*, *Trifolium campestre*, *Vulpia bromoides*. Le Genêt à balais (*Cytisus scoparius*) est fréquent mais reste dispersé. À noter enfin, çà et là, quelques espèces des milieux piétinés du *Saginion procumbentis* (*Sagina procumbens*, *Plantago major*, *P. lanceolata*, *Vulpia bromoides* ou *Lolium perenne*) et des espèces rudérales des *Stellarietea mediae* (*Anagallis arvensis*, *Coryza canadensis*, *Matricaria perforata*, *Myosotis discolor*, *Poa annua*, *Rumex acetosa*, *Senecio vulgaris*).

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Agrostis capillaris</i>	2	V
<i>Coryza canadensis</i>	1	IV
<i>Cytisus scoparius</i>	+	IV
<i>Holcus lanatus</i>	+	IV
<i>Hypericum perforatum</i>	+	IV
<i>Hypochaeris radicata</i>	1	IV
<i>Achillea millefolium</i>	1	III
<i>Dactylis glomerata</i>	1	III
<i>Medicago lupulina</i>	2	III
<i>Plantago lanceolata</i>	1	III
<i>Plantago major</i>	+	III
<i>Rubus fruticosus</i>	1	III
<i>Rumex acetosa</i>	1	III
<i>Rumex acetosella</i>	1	III
<i>Sagina procumbens</i>	+	III
<i>Salix acuminata</i>	+	III
<i>Spergularia rubra</i>	1	III
<i>Trifolium campestre</i>	+	III
<i>Vulpia bromoides</i>	1	III
<i>Cirsium arvense</i>	1	II
<i>Cirsium vulgare</i>	+	II
<i>Daucus carota</i>	+	II
<i>Festuca rubra</i>	2	II
<i>Juncus bufonius</i>	1	II
<i>Leucanthemum vulgare</i>	1	II
<i>Lotus corniculatus</i>	1	II
<i>Matricaria perforata</i>	1	II
<i>Poa annua</i>	2	II
<i>Senecio jacobeeae</i>	+	II
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i>	1	II

# La végétation herbacée mésophile

## C.5. PRAIRIES MÉSOPHILES

Nombre de sites	13				
Nombre de relevés	20				
Recouvrement de la végétation par strate (%)	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	0 à 80 22	75 à 100 88	0 à 20 7	0 à 5 <1	
Granulométrie (%)	<b>Éléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
Valeurs limites	5 à 100	0 à 60	3 à 70	5 à 20	0 à 15
Moyenne	74	20	18	10	4
Nombre d'espèces	288 (min. 10, max. 103, moy. 39)				
Niveau trophique	Mésotrophe à eutrophe				
Niveau hydrique	Mésophile				
Espèces sensibles	<i>Anacamptis pyramidalis</i> , <i>Coriaria myrtifolia</i> , <i>Erigeron acer</i> , <i>Leontodon hispidus</i> , <i>Lathyrus cicera</i> , <i>Medicago arabica</i> , <i>Montia fontana</i> subsp. <i>chondrosperma</i> , <i>Sorbus domestica</i> , <i>Verbascum blattaria</i> , <i>Vicia hirsuta</i>				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>			<b>Code et intitulé directive Habitats</b>	
	38.1 (Pâtures mésophiles) 38.2 (Prairies à fourrages des plaines)			6510 pp : Prairies maigres de fauche de basse altitude	

## Description

La prairie mésophile colonise essentiellement les remblais de matériaux stériles (parfois régalez de terre végétale) et occasionnellement des dépressions humides. Le substrat y est tassé, généralement riche en particules fines, assez bien drainant du fait de la topographie et de la présence constante d'éléments grossiers.

Trois types de prairies mésophiles ont été distingués :

### ► Prairie mésophile neutrophile



Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Dactylis glomerata</i>	2	V
<i>Trifolium repens</i>	2	V
<i>Achillea millefolium</i>	2	V
<i>Plantago lanceolata</i>	1	IV
<i>Cytisus scoparius</i>	1	IV
<i>Holcus lanatus</i>	2	IV
<i>Leucanthemum vulgare</i>	3	IV
<i>Rumex acetosa</i>	+	III
<i>Vicia sativa</i>	1	III
<i>Daucus carota</i>	+	III
<i>Hypericum perforatum</i>	+	III
<i>Hypochaeris radicata</i>	2	III
<i>Lolium perenne</i>	1	III
<i>Lotus corniculatus</i>	2	III
<i>Trifolium pratense</i>	1	III
<i>Rubus fruticosus</i>	1	III
<i>Trifolium campestre</i>	2	III
<i>Agrostis capillaris</i>	2	III
<i>Centaurea nigra</i>	2	III
<i>Cirsium arvense</i>	2	III
<i>Geranium dissectum</i>	1	III
<i>Medicago lupulina</i>	1	III
<i>Senecio jacobaea</i>	1	III
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i>	+	III
<i>Ulex europaeus</i>	+	III

Cette formation est présente sur une grande partie des sites armoricains, ainsi que sur deux sites éruptifs situés dans les régions Rhône-Alpes et Lorraine.

La végétation est dense mais la strate muscino-lichénique est bien développée dans certains cas. Le tapis végétal présente une diversité floristique significative et une stratification complexe. La flore est caractéristique des prairies à fourrages des *Arrhenatheretalia elatioris*, très largement dominée par les *hémicryptophytes* (*Agrostis capillaris*, *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus*, *Lolium perenne*, *Arrhenatherum elatius*, *Leucanthemum vulgare*, *Lotus corniculatus*, *Achillea millefolium*, *Plantago lanceolata*, *Rumex acetosa*, *Senecio jacobaea*, *Trifolium pratense*...). S'y observent également quelques espèces des prairies pâturées du *Cynosurion cristati* (*Bellis perennis*, *Trifolium repens*, *Hypochaeris radicata*, *Cynosurus cristatus*)

# La végétation herbacée mésophile

## C.5. PRAIRIES MÉSOPHILES (suite)

### ► Prairie mésophile calcicole



Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Bellis perennis</i>	1	V
<i>Leucanthemum vulgare</i>	2	V
<i>Medicago lupulina</i>	1	V
<i>Plantago lanceolata</i>	1	V
<i>Potentilla reptans</i>	1	V
<i>Agrimonia eupatoria</i>	1	IV
<i>Arrhenatherum elatius</i> subsp. <i>bulbosum</i>	3	IV
<i>Dactylis glomerata</i>	1	IV
<i>Daucus carota</i>	2	IV
<i>Geranium columbinum</i>	1	IV
<i>Holcus lanatus</i>	1	IV
<i>Leontodon hispidus</i>	2	IV
<i>Poa pratensis</i>	2	IV
<i>Rumex acetosa</i>	1	IV
<i>Ajuga reptans</i>	+	III
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	1	III
<i>Brachypodium pinnatum</i>	1	III
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	+	III
<i>Bromus hordeaceus</i>	+	III
<i>Campanula rapunculus</i>	1	III
<i>Cynosurus cristatus</i>	1	III
<i>Erigeron acer</i>	1	III
<i>Hypericum perforatum</i>	1	III
<i>Origanum vulgare</i>	1	III
<i>Picris hieracioides</i>	2	III
<i>Sanguisorba minor</i>	2	III

Cette formation est présente sur deux sites calcaires, en régions Centre et Pays de la Loire.

La prairie mésophile calcicole possède une physionomie de haute prairie dense (90 cm de hauteur en moyenne) dominée par les hémicryptophytes. Elle se compose d'une flore proche de celle de la prairie mésophile neutrophile par la bonne représentation d'espèces des *Arrhenatheretalia elatioris* (*Ajuga reptans*, *Bromus hordeaceus*, *Dactylis glomerata*, *Galium mollugo*, *Holcus lanatus*, *Leucanthemum vulgare*, *Plantago lanceolata*, *Poa pratensis*, *Rumex acetosa*, *Trifolium repens*, *Trisetum flavescens*...). Elle en diffère par la présence d'espèces calcicoles des *Festuco-Brometea* (*Anacamptis morio*, *A. pyramidalis*, *Medicago lupulina*, *Himanthoglossum hircinum*, *Leontodon hispidus*, *Sanguisorba minor*) et des ourlets basiphiles (*Agrimonia eupatoria*, *Brachypodium pinnatum*, *B. sylvaticum*, *Campanula rapunculus*, *Clinopodium vulgare*, *Inula conyza*, *Origanum vulgare*). D'autres espèces de friche rudérale des *Onopordetalia acanthii* font également partie de ce groupement (*Daucus carota*, *Echium vulgare*, *Erigeron acer*, *Picris hieracioides*, *Arrhenatherum elatius* subsp. *bulbosum*).

### ► Prairie mésophile calcicole méditerranéenne

Ce type de prairie mésophile a été rencontré sur un seul site, situé en région Midi-Pyrénées. Il possède un ensemble d'espèces communes aux prairies mésophiles précédemment décrites, de la classe des *Arrhenatheretalia elatioris* (*Arrhenatherum elatius*, *Bromus hordeaceus*, *Festuca arundinacea*, *Holcus lanatus*, *Leucanthemum vulgare*, *Poa pratensis*, *Plantago lanceolata*, *Rumex acetosa*, *Trifolium repens*, *Trisetum flavescens*), associées à des espèces de friches et d'ourlets basiphiles. Il s'en distingue par la présence d'espèces plutôt xérophiiles et à répartition méditerranéenne comme *Conyza sumatrensis*, *Coriaria myrtifolia*, *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*, *Galactites elegans* et *Serapias vomeracea*.

Combinaison d'espèces	A/D
<i>Elytrigia repens</i>	2
<i>Festuca arundinacea</i>	2
<i>Poa pratensis</i>	2
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	1
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	1
<i>Arrhenatherum elatius</i>	1
<i>Arum italicum</i>	1
<i>Bromus hordeaceus</i>	1
<i>Cardamine hirsuta</i>	1
<i>Conyza sumatrensis</i>	1
<i>Coriaria myrtifolia</i>	1
<i>Crepis setosa</i>	1
<i>Crepis vesicaria</i> subsp. <i>taraxacifolia</i>	1
<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>hispanica</i>	1
<i>Dipsacus fullonum</i>	1
<i>Galactites elegans</i>	1
<i>Geranium robertianum</i> subsp. <i>purpureum</i>	1
<i>Hedera helix</i>	1
<i>Hieracium pilosella</i>	1
<i>Holcus lanatus</i>	1
<i>Lathyrus annuus</i>	1
<i>Lathyrus cicera</i>	1
<i>Lepidium campestre</i>	1
<i>Leucanthemum vulgare</i>	1
<i>Malva sylvestris</i>	1
<i>Medicago arabica</i>	1
<i>Plantago lanceolata</i>	1
<i>Poa bulbosa</i> subsp. <i>bulbosa</i> var. <i>vivipara</i>	1

# La végétation herbacée mésophile

## C.6. FRICHES RUDÉRALES MÉSOPHILES

Nombre de sites	18				
Nombre de relevés	35				
Recouvrement de la végétation par strate (%) Moyenne	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	0 à 30 <1	30 à 100 70	0 à 25 7	0 à 5 1	
Granulométrie (%)	<b>Eléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
Valeurs limites Moyenne	0 à 90 42	0 à 98 25	0 à 50 15	2 à 20 15	0 à 50 8
Nombre d'espèces Niveau trophique Niveau hydrique Espèces sensibles	480 (min. 7, max. 102, moy. 31) Mésotrophe à eutrophe Mésophile à xérophile <i>Ajuga chamaepitys</i> , <i>Avena sterilis</i> , <i>Campanula glomerata</i> , <i>Carlina vulgaris</i> , <i>Centaureum pulchellum</i> , <i>Convolvulus cantabrica</i> , <i>Coriaria myrtifolia</i> , <i>Erigeron acer</i> , <i>Gastidium ventricosum</i> , <i>Gentianella germanica</i> , <i>Hippophaë rhamnoides</i> , <i>Lathyrus cicera</i> , <i>Linum leonii</i> , <i>Lotus maritimus</i> var. <i>maritimus</i> , <i>Ophrys ciliata</i> , <i>Saponaria ocymoides</i> , <i>Sorbus domestica</i>				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>			<b>Code et intitulé directive Habitats</b>	
	87 (Terrains en friche et terrains vagues)			-	

### Description

Les friches rudérales mésophiles constituent la formation herbacée la mieux représentée de l'échantillon (en nombre de sites). Elles se rencontrent sur divers remblais de terre végétale et/ou de matériaux stériles (merlons notamment), ainsi que sur des secteurs remaniés non compactés dont la granulométrie est assez variable.

La flore est très diversifiée et se compose de nombreuses espèces habituelles de prairies, pelouses, ourlets et fourrés, pour partie issues de la banque de graines des sols remaniés. Trois types de friches ont été distingués :

#### ► Friche rudérale neutrophile



*Veronica persica*), les secondes des friches des *Onopordetalia acanthii* (*Artemisia vulgaris*, *Cirsium arvense*, *C. vulgare*, *Daucus carota*, *Hypericum perforatum*, *Melilotus albus*, *Oenothera biennis*, *Picris echioides*, *Rumex crispus*, *Senecio inaequidens*, *Sonchus oleraceus*, *Taraxacum* sect. *Ruderalia*). À noter la présence d'un ensemble d'espèces compagnes plutôt ubiquistes et à caractère prairial. Ces communautés se structurent le plus souvent autour d'une unique strate herbacée pouvant atteindre 80 cm, avec des espèces de grande taille comme *Coryza canadensis* et *Crepis capillaris*. Les ligneux sont réduits à quelques jeunes pousses qui annoncent l'évolution vers des fourrés (*Betula alba*, *Quercus robur*, *Rubus fruticosus*, *Salix acuminata*, *Ulex minor*).

Cette formation se rencontre sur quatre sites armoricains et deux sites éruptifs de Rhône-Alpes et de Bourgogne. Les communautés qui la constituent ont un caractère herbacé mésophile et plus ou moins nitrophile. Elles regroupent un ensemble d'espèces annuelles et vivaces. Les premières sont caractéristiques des groupements sur sol régulièrement remaniés des *Stellarietea mediae* (*Anagallis arvensis*, *Cardamine hirsuta*, *Coryza canadensis*, *Equisetum arvense*, *Matricaria perforata*, *Poa annua*, *Senecio vulgaris*,

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Rubus fruticosus</i>	1	IV
<i>Salix acuminata</i>	1	IV
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i>	1	IV
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	1	III
<i>Artemisia vulgaris</i>	2	III
<i>Cardamine hirsuta</i>	1	III
<i>Cirsium arvense</i>	1	III
<i>Coryza canadensis</i>	2	III
<i>Dactylis glomerata</i>	1	III
<i>Hypericum perforatum</i>	+	III
<i>Hypochaeris radicata</i>	1	III
<i>Leucanthemum vulgare</i>	2	III
<i>Matricaria perforata</i>	+	III
<i>Plantago lanceolata</i>	1	III
<i>Rumex acetosa</i>	1	III
<i>Rumex crispus</i>	+	III
<i>Senecio vulgaris</i>	1	III
<i>Anagallis arvensis</i>	+	II
<i>Cirsium vulgare</i>	1	II
<i>Crepis capillaris</i>	+	II
<i>Daucus carota</i>	+	II
<i>Equisetum arvense</i>	2	II
<i>Picris echioides</i>	2	II
<i>Poa annua</i>	1	II
<i>Veronica persica</i>	+	II

# La végétation herbacée mésophile

## C.6. FRICHES RUDÉRALES MÉSOPHILES (suite)

### ► Friche rudérale calcicole



Cette formation se localise sur huit sites calcaires situés dans la moitié nord de la France.

La végétation se structure principalement autour d'une strate herbacée assez dense mais parfois discontinue laissant apparaître

le substrat et pouvant atteindre 120 cm de hauteur. Ce groupement diversifié et mosaïqué se compose d'une flore similaire à celle de la friche rudérale neutrophile, notamment pour ce qui concerne les espèces des *Onopordetalia acanthii*. Il comporte en outre un nombre conséquent d'espèces calcicoles de diverses formations, surtout de pelouses-ourlets (*Acinos arvensis*, *Anthyllis vulneraria*, *Brachypodium pinnatum*, *Carlina vulgaris*, *Festuca lemarii*, *Galium mollugo*, *Hippocrepis comosa*, *Lotus corniculatus*, *Medicago lupulina*, *Onobrychis saxatilis*, *Ononis spinosa*, *Origanum vulgare*, *Sanguisorba minor*, *Securigera varia*). Les ligneux sont peu fréquents (*Salix caprea*, *Buddleja davidii*).

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Daucus carota</i>	2	IV
<i>Picris hieracioides</i>	2	IV
<i>Origanum vulgare</i>	2	IV
<i>Achillea millefolium</i>	1	III
<i>Dactylis glomerata</i>	1	III
<i>Hypericum perforatum</i>	1	III
<i>Inula conyza</i>	1	III
<i>Melilotus albus</i>	3	III
<i>Pastinaca sativa</i> subsp. <i>urens</i>	2	III
<i>Plantago lanceolata</i>	1	III
<i>Sanguisorba minor</i>	2	III
<i>Artemisia vulgaris</i>	2	II
<i>Brachypodium pinnatum</i>	1	II
<i>Centaurea xmoncktonii</i>	1	II
<i>Cirsium arvense</i>	1	II
<i>Cirsium vulgare</i>	1	II
<i>Clematis vitalba</i>	1	II
<i>Dipsacus fullonum</i>	+	II
<i>Echium vulgare</i>	1	II
<i>Elytrigia repens</i>	2	II
<i>Epilobium parviflorum</i>	1	II
<i>Galium mollugo</i>	1	II
<i>Lotus corniculatus</i>	2	II
<i>Myosotis arvensis</i>	+	II
<i>Rubus fruticosus</i>	2	II
<i>Tussilago farfara</i>	1	II

### ► Friche rudérale calcicole méditerranéenne

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq..
<i>Crepis vesicaria</i> subsp. <i>taraxacifolia</i>	1	V
<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	+	V
<i>Onobrychis viciifolia</i>	2	V
<i>Sanguisorba minor</i>	1	V
<i>Arrhenatherum elatius</i>	2	IV
<i>Blackstonia perfoliata</i>	1	IV
<i>Bromus sterilis</i>	+	IV
<i>Carex halleriana</i>	+	IV
<i>Catapodium rigidum</i>	+	IV
<i>Convolvulus arvensis</i>	1	IV
<i>Dactylis glomerata</i>	1	IV
<i>Diplotaxis eruroides</i>	+	IV
<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	1	IV
<i>Dittrichia viscosa</i> subsp. <i>viscosa</i>	1	IV
<i>Euphorbia helioscopia</i>	1	IV
<i>Festuca arundinacea</i>	1	IV
<i>Festuca ovina</i>	2	IV
<i>Foeniculum vulgare</i>	1	IV
<i>Galactites elegans</i>	1	IV
<i>Galium aparine</i>	1	IV
<i>Geranium dissectum</i>	+	IV
<i>Geranium molle</i>	1	IV
<i>Lotus corniculatus</i>	1	IV
<i>Medicago sativa</i>	1	IV
<i>Picris echioides</i>	1	IV
<i>Plantago lanceolata</i>	1	IV
<i>Ranunculus bulbosus</i>	1	IV
<i>Robinia pseudoacacia</i>	1	IV
<i>Rumex crispus</i>	1	IV
<i>Senecio inaequidens</i>	1	IV
<i>Sherardia arvensis</i>	1	IV
<i>Trifolium angustifolium</i>	1	IV
<i>Trifolium campestre</i>	1	IV
<i>Veronica arvensis</i>	1	IV
<i>Vicia hybrida</i>	1	IV
<i>Vicia sativa</i> subsp. <i>nigra</i>	1	IV

La friche rudérale calcicole méditerranéenne s'observe sur les sites calcaires les plus méridionaux de l'échantillon (Midi-Pyrénées, Languedoc-Roussillon).

Elle possède en commun avec la friche rudérale calcicole un cortège d'espèces caractéristique des *Onopordetalia acanthii* et des *Festuco-Brometea*, mais s'en différencie par la présence d'espèces à répartition méditerranéenne. C'est le cas notamment de *Dorycnium pentaphyllum* (caractéristique de garrigue méso-méditerranéenne occidentale des *Rosmarinetalia officinalis*), d'espèces de friche vivace plutôt pionnière, xérophile à mésoxérophile, subméditerranéenne à méditerranéenne, comme *Alcea biennis*, *Allium neapolitanum*, *Conyza sumatrensis*, *Echium aspernum*, *Elytrigia campestris*, *E. repens*, *Foeniculum vulgare*, *Galactites elegans*, et d'espèces de friche annuelle des *Brometalia rubenti-tectorum* comme *Asphodelus fistulosus*, *Avena barbata*, *Bromus diandrus*, *Bromus madritensis*. Des espèces des tonsures annuelles basiphiles méso à subméditerranéennes sont également notées (*Crepis sancta*, *Galium parisiense*, *Gastridium ventricosum*, *Vicia hybrida*), ainsi que des espèces de pelouse basiphile méditerranéenne (*Centaurea aspera*, *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*) et de prairie méditerranéenne du *Trifolio-Cynodontion* (*Cynodon dactylon*). Enfin, de nombreuses autres espèces commensales des cultures basiphiles accompagnent ce groupement. Sur un des trois sites, quelques orchidées du *Mesobromion erecti* (*Ophrys apifera*, *O. aranifera*, *O. insectifera*, *Orchis anthropophora*, *O. purpurea*) et de pelouse basiphile méso-méditerranéenne (*Ophrys ciliata*, *O. scolopax*) sont présentes.

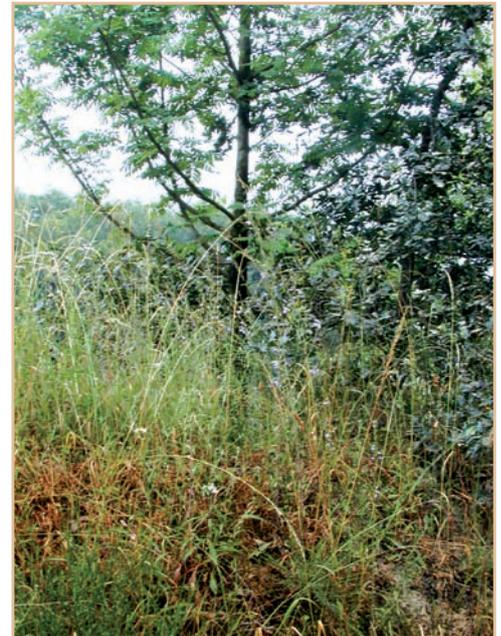
# La végétation herbacée mésophile

## C.7. OURLETS MÉSOPHILES

Nombre de sites	8				
Nombre de relevés	8				
Recouvrement de la végétation par strate (%)	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	0 à 60 Moyenne 10	70 à 100 88	0 à 20 5	-	
Granulométrie (%)	<b>Eléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
	25 à 70 Moyenne 42	5 à 30 15	40 à 50 45	5 à 20 14	0 à 1 <1
Nombre d'espèces	165 (min. 12, max. 41, moy. 25)				
Niveau trophique	Mésotrophe à eutrophe				
Niveau hydrique	Mésophile				
Espèces sensibles	<i>Anacamptis pyramidalis</i> , <i>Lepidium heterophyllum</i>				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>			<b>Code et intitulé directive Habitats</b>	
	34.4 (Lisières forestières thermophiles) 34.42 (Lisières mésophiles)			-	



Ourlet mésophile neutro-calcicole



Ourlet mésophile acidiline

## Description

L'ourlet mésophile a été identifié sur huit sites dont deux carrières éruptives armoricaines et six carrières calcaires des domaines atlantique et continental. Il a été observé au niveau de digues de bassins (en situation de lisière boisée ou à proximité), sur d'anciens talus partiellement boisés, sur des merlons ou des terrains remaniés. Le substrat de nature mésotrophe possède une granulométrie équilibrée entre les éléments fins et grossiers. Deux types d'ourlets mésophiles ont été identifiés : l'ourlet acidiline (carrières éruptives) et l'ourlet neutro-calcicole (carrières calcaires).

### ► Ourlet mésophile acidiline

La végétation qui s'y développe est herbacée ou sous-frutescente (arbrisseaux : *Crataegus monogyna*, *Cytisus scoparius*, *Rosa canina*). La strate arbustive est peu développée mais présente (*Quercus robur*, *Sorbus torminalis*). La flore est surtout héliophile ou de demi-ombre et se compose d'espèces caractéristiques des ourlets forestiers des *Trifolio-Geranietea*, avec *Achillea millefolium*, *Anthoxanthum odoratum*, *Bromus sterilis*, *Campanula rapunculus*, *Cytisus scoparius*, *Dactylis glomerata*, *Fragaria vesca*, *Galium aparine*, *Hedera helix*, *Hypericum perforatum*, *Lonicera periclymenum* et *Teucrium scorodonia*.

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Centaurea gr. nigra</i>	2	V
<i>Crataegus monogyna</i>	1	V
<i>Dactylis glomerata</i>	2	V
<i>Galium aparine</i>	2	V
<i>Hedera helix</i>	1	V
<i>Leucanthemum vulgare</i>	1	V
<i>Quercus robur</i>	1	V
<i>Rubus gr. fruticosus</i>	1	V
<i>Rumex acetosa</i>	+	V
<i>Senecio jacobaea</i>	1	V
<i>Teucrium scorodonia</i>	+	V
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	+	III
<i>Arrhenatherum elatius</i> subsp. <i>bulbosus</i>	2	III
<i>Ranunculus repens</i>	2	III
<i>Sorbus torminalis</i>	+	III
<i>Stellaria holostea</i>	1	III
<i>Vicia hirsuta</i>	3	III

# La végétation herbacée mésophile

## C.7. OURLETS MÉSOPHILES (suite)

### ► Ourlet mésophile neutro-calcicole

Comme pour l'ourlet mésophile acidocline, la végétation se structure autour d'une strate herbacée de 60 à 70 cm de hauteur moyenne. Mais la flore est dominée ici par un ensemble d'espèces neutrophiles ou calcicoles, caractéristiques soit des ourlets des *Origanetalia vulgaris* (*Agrimonia eupatoria*, *Brachypodium pinnatum*, *B. sylvaticum*, *Clinopodium vulgare*, *Galium mollugo*, *Hypericum perforatum*, *Inula conyza*, *Origanum vulgare*, *Rubia peregrina*), soit des pelouses des *Festuco-Brometea* (*Anacamptis pyramidalis*, *Bromus erectus*, *Carlina vulgaris*, *Euphorbia cyparissias*, *Hippocrepis comosa*, *Lotus corniculatus*, *Medicago lupulina*, *Sanguisorba minor*, *Scabiosa columbaria*, *Stachys recta*, *Linum catharticum*). Des espèces de friches et de fourrés sont également notées.

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Daucus carota</i>	1	V
<i>Brachypodium pinnatum</i>	3	IV
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	2	IV
<i>Euphorbia cyparissias</i>	2	III
<i>Festuca arundinacea</i>	1	III
<i>Galium mollugo</i>	2	III
<i>Hippocrepis comosa</i>	2	III
<i>Lotus corniculatus</i>	2	III
<i>Origanum vulgare</i>	1	III
<i>Picris hieracioides</i>	1	III
<i>Poa pratensis</i>	1	III
<i>Sanguisorba minor</i>	2	III
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	1	II
<i>Campanula rapunculus</i>	1	II
<i>Carlina vulgaris</i>	1	II
<i>Clinopodium vulgare</i>	1	II
<i>Festuca ovina</i>	1	II
<i>Hieracium pilosella</i>	1	II
<i>Hypericum perforatum</i>	1	II
<i>Inula conyza</i>	1	II
<i>Leucanthemum vulgare</i>	+	II
<i>Linum catharticum</i>	1	II
<i>Medicago lupulina</i>	1	II
<i>Stachys recta</i>	1	II

# La végétation herbacée mésophile

## C.8. FRICHE LIGNEUSE PIONNIÈRE

Nombre de sites	10				
Nombre de relevés	23				
Recouvrement de la végétation par strate (%) Moyenne	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	0 à 95 17	0 à 70 25	0 à 50 12	0 à 20 1	
Granulométrie (%)	<b>Eléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
	0 à 60 20	0 à 50 13	0 à 75 24	5 à 50 22	0 à 95 30
Nombre d'espèces	159 (min. 1, max. 55, moy. 18)				
Niveau trophique	Oligotrophe				
Niveau hydrique	Mésophile à xérophile				
Espèce sensible	-				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>			<b>Code et intitulé directive Habitats</b>	
	41.5 (Chênaies acidiphiles) ; 41.51 (Bois de chênes pédonculés et de bouleaux) 41.B12 (Bois de bouleaux secs acidiphiles médioeuropéens) 34.4 (Lisières forestières thermophiles) 31.2351 (Landes anglo-armoricaines à <i>Ulex gallii</i> et <i>Erica cinerea</i> ) pp 31.2381 (Landes anglo-normandes à <i>Ulex minor</i> et <i>Erica cinerea</i> ) pp			4030 pp : Landes sèches européennes 4030 pp : Landes sèches européennes	



### Description

Ce groupement se rencontre sur une grande part des sites armoricains, et localement sur un site éruptif de Rhône-Alpes. Il colonise des substrats minéraux plutôt rocailleux, voire rocheux, le plus souvent pauvres en eau et en éléments nutritifs : chaos ou dépôts de blocs, carreaux tassés, remblais secs. Le recouvrement végétal est donc faible.

La flore est constituée d'un mélange d'espèces ligneuses, le plus souvent à l'état de jeunes pousses du fait d'une croissance limitée par les contraintes du substrat, et d'espèces herbacées annuelles ou vivaces, ubiquistes ou issues de groupements divers. Les espèces ligneuses les plus fréquemment rencontrées sont : *Salix acuminata*, *Betula pendula*, *Ulex europaeus*, *Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris*, *Rubus fruticosus*, *Quercus robur*, *Betula alba*, *Buddleja davidii*. Sur les substrats gréseux oligotrophes, le groupement s'apparente à une lande sèche à *Cytisus scoparius*, *Calluna vulgaris*, *Erica cinerea* et *Erica ciliaris*.

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Salix acuminata</i>	2	V
<i>Betula pendula</i>	2	IV
<i>Calluna vulgaris</i>	2	III
<i>Cytisus scoparius</i>	1	III
<i>Erica cinerea</i>	+	III
<i>Holcus lanatus</i>	+	III
<i>Hypochaeris radicata</i>	1	III
<i>Pinus pinaster</i>	1	III
<i>Pinus sylvestris</i>	1	III
<i>Rubus gr. fruticosus</i>	+	III
<i>Ulex europaeus</i>	1	III
<i>Agrostis capillaris</i>	+	II
<i>Agrostis curtisii</i>	1	II
<i>Betula alba</i>	+	II
<i>Conyza canadensis</i>	+	II
<i>Digitalis purpurea</i>	1	II
<i>Dryopteris filix-mas</i>	1	II
<i>Hypericum perforatum</i>	+	II
<i>Quercus robur</i>	+	II
<i>Teucrium scorodonia</i>	1	II

# La végétation herbacée mésophile

## C.9. VÉGÉTATION RUPICOLE

Nombre de sites	2				
Nombre de relevés	2				
Recouvrement de la végétation par strate (%) Moyenne	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	?	0 à 30 15	-	-	
Granulométrie (%) Moyenne	<b>Eléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
	-	-	-	-	100
Nombre d'espèces	13 (min. 3, max. 11, moy. 7)				
Niveau trophique	Oligotrophe				
Niveau hydrique	Mésophile				
Espèces sensibles	<i>Dryopteris affinis</i> , <i>Jasione laevis</i>				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>			<b>Code et intitulé directive Habitats</b>	
	62.2 (Végétation des falaises continentales siliceuses)			8220 pp: Pentes rocheuses siliceuse avec végétations chasmophytiques	



### Description

Cette formation s'observe sur deux sites éruptifs situés en Bourgogne et en région Centre. Sa représentation dans l'échantillon est probablement plus importante mais la difficulté d'accès aux fronts de taille a limité les observations. La végétation rupicole s'installe au niveau des fentes des fronts de taille exposés au Nord (semi-ombragés) ou au sein d'éboulis plus ou moins siliceux et frais dans lesquels se sont formés des fragments de lithosols.

Cet habitat spécifique et pionnier peut être rattaché à la végétation vivace non nitrophile des parois et des murs, de la classe des *Asplenieta trichomanis*. La végétation est clairsemée et se caractérise par la présence de fougères inféodées aux parois rocheuses. *Asplenium adiantum-nigrum*, *A. trichomanes* et *Polypodium vulgare* en sont les espèces caractéristiques. S'y observe également une autre fougère habituellement inféodée aux sous-bois herbacés, *Dryopteris affinis*, ainsi que *Hieracium pictum*, plante basiphile et alpine également caractéristique des *Asplenieta trichomanis*. Des espèces compagnes des dalles rocheuses (*Sedum rupestre*), de pelouse acidiphile (*Jasione laevis*) et de terrain remanié complètent les relevés. Enfin, quelques espèces ligneuses comme *Fraxinus excelsior*, *Populus tremula*, *P. x canescens* et *Robinia pseudoacacia* possèdent un comportement pionnier et colonisent les éboulis enrichis en particules fines.

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Asplenium adiantum-nigrum</i>	1	V
<i>Asplenium trichomanes</i>	1	III
<i>Clematis vitalba</i>	2	III
<i>Dryopteris affinis</i>	1	III
<i>Fraxinus excelsior</i>	1	III
<i>Hieracium pictum</i>	2	III
<i>Jasione laevis</i>	+	III
<i>Polypodium vulgare</i>	+	III
<i>Populus tremula</i>	1	III
<i>Populus x canescens</i>	1	III
<i>Robinia pseudoacacia</i>	2	III
<i>Sedum rupestre</i>	2	III
<i>Senecio vulgaris</i>	1	III

# La végétation herbacée xérophile

## D.1. PELOUSE SILICICOLE XÉROPHILE SUBATLANTIQUE

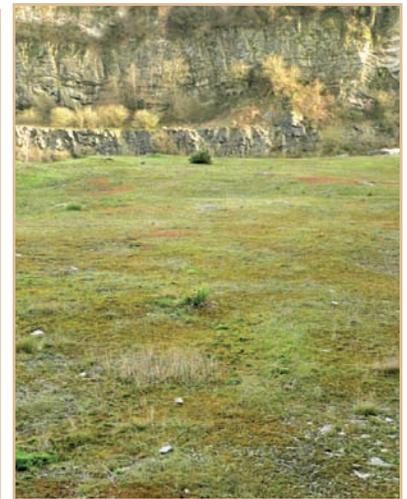
Nombre de sites	8				
Nombre de relevés	9				
Recouvrement de la végétation par strate (%)	Bryophytique	Herbacé	Arbustif	Arboré	
	20 à 80 Moyenne 57	25 à 90 Moyenne 55	0 à 10 Moyenne 1	-	
Granulométrie (%)	Eléments fins	Sables	Graviers	Cailloux	Blocs
	Valeurs limites Moyenne	5 à 60 27	0 à 30 15	20 à 60 41	5 à 50 22
Nombre d'espèces	137 (min. 13, max. 77, moy. 29)				
Niveau trophique	Oligotrophe				
Niveau hydrique	Mésophile à xérophile				
Espèces sensibles	<i>Minuartia hybrida</i> , <i>Montia fontana</i> subsp. <i>chondrosperma</i>				
Habitat	Code et intitulé Corine biotopes			Code et intitulé directive Habitats	
	34.111 (Gazons à orpins)			8230 pp : Roches siliceuses avec végétation pionnière du <i>Sedo-Scleranthion</i> ou du <i>Sedo albi-Veronicion dillenii</i>	
	35.21 (Prairies siliceuses à annuelles naines)				



Pelouse rase sèche des pistes



Faciès à lichens du genre *Cladonia*



Faciès à bryophytes

## Description

La pelouse silicicole xérophile subatlantique se rencontre sur des lithosols plus ou moins riches en silice et plutôt oligotrophes de cinq sites éruptifs armoricains et trois situés en région Centre, Limousin et Lorraine : anciennes pistes, carreaux, remblais de stériles et banquettes. Ces milieux sont riches en éléments grossiers.

La végétation correspond à un stade pionnier avec de fortes contraintes écologiques. De physionomie rase, écorchée et très ouverte, les communautés végétales observées se scindent en deux composantes étroitement imbriquées en mosaïque, qui donnent un aspect unitaire et dont le recouvrement est fortement variable. La première est caractéristique des sols sableux siliceux à annuelles naines du *Thero-Airion* (*Agrostis capillaris*, *Aira caryophylla*, *A. praecox*, *Arenaria serpyllifolia*, *Erodium cicutarium*, *Erophila verna*, *Hieracium pilosella*, *Logfia minima*, *Minuartia hybrida*, *Ornithopus perpusillus*, *Trifolium subterraneum*, *Vulpia bromoides*, *Vulpia myuros*), avec un ensemble d'espèces herbacées annuelles des *Stellarietea mediae* (dont *Cardamine hirsuta*, *Capsella bursa-pastoris*, *Cerastium glomeratum*, *Echium vulgare*, *Geranium dissectum*, *Lamium purpureum*, *Myosotis discolor*, *Scleranthus annuus*, *Senecio vulgaris*, *Veronica arvensis*, *Vicia hirsuta*). La seconde composante est constituée de communautés spécifiques des dalles rocheuses du *Sedo-Scleranthion biennis* où les *Orpins* (*Sedum rupestre*, *S. acre*, *S. album* et *S. anglicum*) forment des taches rougeâtres. D'autres espèces habituelles des prairies des *Agrostio-Arrhenatheretea elatioris* sont fréquemment notées, ainsi que des plantes de friche xérophile et de pelouse vivace des lithosols compacts. Enfin, la strate muscino-lichéniqne est très présente avec un recouvrement qui peut aller jusqu'à 80%.

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Achillea millefolium</i>	1	IV
<i>Agrostis capillaris</i>	1	IV
<i>Holcus lanatus</i>	+	IV
<i>Hypochaeris radicata</i>	1	IV
<i>Lotus corniculatus</i>	1	IV
<i>Rumex acetosella</i>	1	IV
<i>Vulpia bromoides</i>	3	IV
<i>Aira caryophylla</i>	1	III
<i>Festuca rubra</i>	1	III
<i>Hieracium pilosella</i>	2	III
<i>Medicago lupulina</i>	2	III
<i>Plantago coronopus</i>	1	III
<i>Poa annua</i>	1	III
<i>Sanguisorba minor</i>	1	III
<i>Sedum rupestre</i>	1	III
<i>Aira praecox</i>	1	II
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	1	II
<i>Cardamine hirsuta</i>	1	II
<i>Cerastium glomeratum</i>	1	II
<i>Ornithopus perpusillus</i>	2	II
<i>Sedum acre</i>	1	I
<i>Sedum album</i>	1	I
<i>Sedum anglicum</i>	1	I
<i>Sedum telephium</i>	+	I

# La végétation herbacée xérophile

## D.2. PELOUSE SILICICOLE XÉROPHILE MÉDITERRANÉENNE

Nombre de sites	1				
Nombre de relevés	2				
Recouvrement de la végétation par strate (%) Moyenne	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	-	30	-	-	
Granulométrie (%)	<b>Eléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
	Valeurs limites Moyenne	5 à 15 8	5 à 40 18	40 à 90 57	0 à 30 13
Nombre d'espèces	77 (min. 30, max. 46, moy. 36)				
Niveau trophique	Oligotrophe				
Niveau hydrique	Xérophile				
Espèce sensible	-				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>			<b>Code et intitulé directive Habitats</b>	
	35.3 (Pelouses méditerranéennes siliceuses)			-	



### Description

Ce groupement n'est présent que sur un seul site éruptif situé dans le Var où il occupe les secteurs anciennement décapés ainsi que les fonds de carreaux fortement tassés par le passage des engins. Le substrat est dépourvu de carbonate de calcium mais pauvre en silice, donc peu acide à neutre (basalte). Il est dominé par les éléments grossiers, notamment les graviers.

La pelouse silicicole xérophile méditerranéenne est une formation dominée par des thérophytes éphémères et possède une physionomie rase et clairsemée. S'y observe une flore de l'*Helianthemion guttati*, à répartition méditerranéenne (*Erophila verna*, *Logfia gallica*, *Myosotis ramosissima*, *Sedum caespitosum*, *Trifolium arvense* subsp. *arvense*, *T. cherleri*, *T. arvense*, *T. glomeratum*, *Vicia lathyroides*, *Vulpia myuros*), à laquelle s'associent des espèces neutrophiles et xérophiles des sols basiques oligotrophes des *Brachypodietalia distachyae* (dont *Alyssum alyssoides*, *Arenaria serpyllifolia*, *Bombycilaena erecta*, *Catapodium rigidum*, *Cerastium pumilum*, *Crepis sancta*, *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*, *Erodium cicutarium*, *Medicago minima*, *Saxifraga tridactylites*, *Tragopogon angustifolius*, *Trifolium scabrum*). *Cistus monspeliensis*, espèce caractéristique des landes thermophiles des *Cisto-Lavanduletea stoechadis*, est localement bien présent. Ça et là sont observables des espèces de friche rudérale annuelle des *Sisymbrietea officinalis*, de friche vivace xérophile des *Onopordetalia acanthii* et quelques annuelles commensales des cultures des *Stellarietea mediae*.

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Alyssum alyssoides</i>	1	V
<i>Andryala integrifolia</i>	1	V
<i>Avena barbata</i>	1	V
<i>Bromus hordeaceus</i>	1	V
<i>Bromus rubens</i>	1	V
<i>Bromus tectorum</i>	2	V
<i>Cerastium pumilum</i>	1	V
<i>Chondrilla juncea</i>	1	V
<i>Cichorium intybus</i>	1	V
<i>Cistus monspeliensis</i>	1	V
<i>Crepis sancta</i>	2	V
<i>Crepis vesicaria</i> subsp. <i>taraxacifolia</i>	1	V
<i>Daucus carota</i>	+	V
<i>Dittrichia graveolens</i>	1	V
<i>Dittrichia viscosa</i> subsp. <i>viscosa</i>	1	V
<i>Echium vulgare</i>	+	V
<i>Erodium cicutarium</i>	1	V
<i>Geranium molle</i>	+	V
<i>Hypericum perforatum</i>	+	V
<i>Lactuca serriola</i>	+	V
<i>Medicago minima</i>	1	V
<i>Myosotis ramosissima</i>	1	V
<i>Poa annua</i>	1	V
<i>Sedum caespitosum</i>	1	V
<i>Senecio vulgaris</i>	+	V
<i>Trifolium arvense</i> subsp. <i>arvense</i>	1	V
<i>Trifolium cherleri</i>	1	V
<i>Trifolium scabrum</i>	1	V
<i>Vicia lathyroides</i>	1	V
<i>Vulpia myuros</i>	1	V

# La végétation herbacée xérophile

## D.3. PELOUSE CALCICOLE XÉROPHILE À ORPINS

Nombre de sites	1				
Nombre de relevés	1				
Recouvrement de la végétation par strate (%)	Bryophytique	Herbacé	Arbustif	Arboré	
	-	35	20	-	
Granulométrie (%)	Eléments fins	Sables	Graviers	Cailloux	Blocs
	Moyenne	5	5	20	50
Nombre d'espèces	22				
Niveau trophique	Oligotrophe				
Niveau hydrique	Xérophile				
Espèces sensibles	-				
Habitat	Code et intitulé Corine biotopes			Code et intitulé directive Habitats	
	34.111 (Gazons à orpins)			6110* : Pelouses rupicoles calcaires ou basiphiles de l' <i>Alyso-Sedion albi</i>	



### Description

Cette formation n'est présente que sur un seul site calcaire situé en Haute-Savoie, au niveau d'une ancienne zone décapée bordée par une lisière forestière périphérique au site. Le substrat est dominé par les éléments grossiers, notamment les cailloux. Cette pelouse des dalles rocheuses et les pelouses xérophiles associées de l'alliance du *Xerobromion* sont très peu représentées dans l'échantillon. Cette situation résulte soit de caractéristiques propres à l'échantillon, soit d'un véritable déficit des carrières en pelouses xérophiles. La présence quasi constante d'une couche de sédiments fins sur les substrats de carrières pourrait favoriser les végétations de friches et les formations mésophiles au détriment des pelouses xérophiles calcicoles.

La pelouse calcicole xérophile à orpins est une formation pionnière xérothermophile très ouverte et pauvre en espèces, dominée ici par *Sedum album*. La flore associée contient un mélange d'espèces des pelouses et des ourlets calcicoles, en partie à caractère xérophile (*Arabis turrita*, *Galium mollugo* subsp. *erectum*, *Helleborus foetidus*, *Lactuca perennis*, *Saponaria ocymoides* et *Silene nutans*).

Combinaison d'espèces	A/D
<i>Sedum album</i>	2
<i>Agrostis schraderiana</i>	1
<i>Sedum telephium</i>	1
<i>Acer campestre</i>	+
<i>Arabis turrita</i>	+
<i>Campanula trachelium</i>	+
<i>Carex pairae</i>	+
<i>Clematis vitalba</i>	+
<i>Cornus sanguinea</i>	+
<i>Epilobium angustifolium</i>	+
<i>Euphorbia cyparissias</i>	+
<i>Fragaria vesca</i>	+
<i>Fraxinus excelsior</i>	+
<i>Galium mollugo</i> subsp. <i>erectum</i>	+
<i>Helleborus foetidus</i>	+
<i>Lactuca perennis</i>	+
<i>Moehringia muscosa</i>	+
<i>Origanum vulgare</i>	+
<i>Saponaria ocymoides</i>	+
<i>Sedum montanum</i>	+
<i>Silene nutans</i>	+
<i>Verbascum thapsus</i>	+

# La végétation herbacée xérophile

## D.4. PELOUSE CALCICOLE XÉROPHILE MÉDITERRANÉENNE

Nombre de sites	1				
Nombre de relevés	1				
Recouvrement de la végétation par strate (%) Moyenne	Bryophytique	Herbacé	Arbustif	Arboré	
	-	40	10	-	
Granulométrie (%) Moyenne	Eléments fins	Sables	Graviers	Cailloux	Blocs
	20	30	20	30	-
Nombre d'espèces	80				
Niveau trophique	Oligotrophe				
Niveau hydrique	Mésoxérophile à xérophile				
Espèces sensibles	<i>Anacamptis pyramidalis</i> , <i>Arabis auriculata</i> , <i>Arabis nova</i> , <i>Bupleurum rotundifolium</i> , <i>Sedum sediforme</i>				
Habitat	Code et intitulé Corine biotopes			Code et intitulé directive Habitats	
	34.332H ( <i>Xerobromion</i> des Alpes sud-occidentales)			6210 pp : Pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement sur calcaires	



### Description

Ce groupement n'est présent que sur un site calcaire situé en Rhône-Alpes, au niveau de zones anciennement décapées et remises en état par remblaiement de stériles tassés et semis partiel d'espèces prairiales. Il est également présent sur quelques secteurs remaniés comme des talus. Le substrat présente une texture grossière dominée par les sables et cailloux.

La pelouse calcicole xérophile méditerranéenne colonise les secteurs xériques (fortement drainants). Cette formation ouverte et clairsemée présente quelques espèces issues d'un ensemencement mais de nombreuses espèces spontanées l'ont colonisée. Elle peut être rattachée aux pelouses xérophiles du *Xerobromion* par la bonne représentation de *Bromus erectus* et la présence de *Carex halleriana*, *Coronilla minima*, *Festuca marginata* subsp. *gallica*, *Globularia bisnagarica*, *Helianthemum nummularium*, *Hippocrepis comosa*, *Melica ciliata*, *Ononis natrix*, *Polygala comosa*, *P. vulgaris*, *Ranunculus bulbosus*, *Sanguisorba minor*, *Stachys recta*, *Teucrium chamaedrys*. Elle comporte en outre de nombreuses espèces à répartition méridionale, dont des espèces des tonsures basiphiles annuelles (*Crepis foetida*, *Hornungia petraea*, *Kandis perfoliata*, *Nardurus maritimus*, *Saxifraga tridactyles*, *Teucrium botrys*), des espèces de pelouse basiphile (*Arabis auriculata*, *A. nova*, *Linum austriacum* subsp. *collinum*, *Sedum sediforme*) et des espèces de friche vivace rudérale pionnière (*Muscari comosum*, *M. neglectum*). Enfin, diverses espèces à répartition plus atlantique de friche vivace, d'ourlet basiphile et de fourré complètent ce relevé.

Combinaison d'espèces	A/D
<i>Bromus erectus</i>	3
<i>Achnatherum calamagrostis</i>	2
<i>Sanguisorba minor</i>	1
<i>Sedum sediforme</i>	1
<i>Buphthalmum salicifolium</i>	1
<i>Festuca marginata</i> subsp. <i>gallica</i>	1
<i>Festuca ovina</i>	1
<i>Globularia bisnagarica</i>	1
<i>Linum austriacum</i> subsp. <i>collinum</i>	1
<i>Onobrychis vicifolia</i>	1
<i>Origanum vulgare</i>	1

# La végétation herbacée xérophile

## D.5. PELOUSE RUDÉRALE XÉROPHILE MÉDITERRANÉENNE

Nombre de sites	5				
Nombre de relevés	13				
Recouvrement de la végétation par strate (%) Moyenne	Bryophytique	Herbacé	Arbustif	Arboré	
	-	5 à 100 62	0 à 30 6	0 à 10 1	
Granulométrie (%)	Eléments fins	Sables	Graviers	Cailloux	Blocs
	Valeurs limites Moyenne	0 à 80 27	5 à 40 19	0 à 60 28	5 à 50 15
Nombre d'espèces	279 (min. 26, max. 82, moy. 41)				
Niveau trophique	Mésotrophe à eutrophe				
Niveau hydrique	Xérophile				
Espèces sensibles	<i>Coriaria myrtifolia</i> , <i>Dorycnium hirsutum</i> , <i>Medicago arabica</i>				
Habitat	Code et intitulé Corine biotopes			Code et intitulé directive Habitats	
	34.8 (Prairies méditerranéennes subnitrophiles)			-	



### Description

Cette formation est présente sur les cinq sites méditerranéens de l'échantillon. Elle se localise au niveau des talus ou des éboulis enrichis en éléments fins et surtout sur des terrains remaniés comme d'anciens carreaux remblayés. Le substrat y est sec et filtrant, plutôt riche en éléments nutritifs.

La friche xérophile méditerranéenne est une formation complexe et hétérogène qui associe des espèces de groupements végétaux distincts. Elle se compose notamment d'espèces de garrigues et d'ourlets méditerranéens riches en graminées vivaces des *Lygeo-Stipetea tenacissimae* (*Allium polyanthum*, *Bituminaria bituminosa*, *Brachypodium retusum*, *Centaurea aspera*, *Convolvulus cantabrica*, *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*, *Hornungia petraea*, *Lobularia maritima* subsp. *maritima*, *Nardurus maritimus*, *Piptatherum miliaceum*, *Urospermum dalechampii*, *Valerianella eriocarpa*), auxquelles s'adjoignent des espèces de friche vivace xérophile à répartition méditerranéenne (*Conyza sumatrensis*, *Foeniculum vulgare*, *Galactites elegans*, *Ornithogalum umbellatum*, *Sonchus tenerrimus*, *Tyrimnus leucographus*). S'y observent également des espèces de garrigues et formations chaméphytiques méditerranéennes des *Rosmarinetales officinalis* (*Dorycnium pentaphyllum*, *Euphorbia characias*, *Rosmarinus officinalis* subsp. *officinalis*, *Ruta angustifolia*) ainsi que de fourrés (*Calicotome spinosa*, *Juniperus oxycedrus*, *Phillyrea angustifolia*, *P. latifolia*, *Thymus vulgaris*). Quelques plantes des tonsures annuelles basiphiles méditerranéennes sont présentes comme *Coronilla scorpioides*, *Euphorbia exigua*, *Filago pyramidata*, *Galium parisiense*, *Linum strictum*, *Plantago afra*, *Vulpia ciliata*. Enfin, d'autres espèces des *Onopordetalia acanthii*, *Stellarietea mediae* et *Brometalia rubenti-tectorum*, à répartition plus atlantique, sont également observées.

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Avena barbata</i>	1	IV
<i>Crepis sancta</i>	1	IV
<i>Dittrichia viscosa</i> subsp. <i>viscosa</i>	2	IV
<i>Sanguisorba minor</i>	1	IV
<i>Bituminaria bituminosa</i>	+	III
<i>Bromus sterilis</i>	1	III
<i>Carduus pycnocephalus</i>	1	III
<i>Catapodium rigidum</i>	1	III
<i>Cerastium glomeratum</i>	+	III
<i>Euphorbia helioscopia</i>	1	III
<i>Euphorbia segetalis</i>	1	III
<i>Foeniculum vulgare</i>	1	III
<i>Galactites elegans</i>	1	III
<i>Lobularia maritima</i> subsp. <i>maritima</i>	1	III
<i>Medicago sativa</i>	1	III
<i>Piptatherum miliaceum</i>	1	III
<i>Plantago lanceolata</i>	1	III
<i>Veronica arvensis</i>	1	III
<i>Vulpia myuros</i>	1	III

# La végétation herbacée xérophile

## D.6. OURLET XÉROPHILE CALCICOLE

Nombre de sites	1				
Nombre de relevés	1				
Recouvrement de la végétation par strate (%) Moyenne	Bryophytique	Herbacé	Arbustif	Arboré	
	-	50	10	-	
Granulométrie (%) Moyenne	Éléments fins	Sables	Graviers	Cailloux	Blocs
	10	20	30	30	10
Nombre d'espèces	85				
Niveau trophique	Oligotrophe				
Niveau hydrique	Mésoxérophile à xérophile				
Espèces sensibles	<i>Carex montana</i> , <i>Cyclamen purpurascens</i> , <i>Fragaria viridis</i> , <i>Lathyrus vernus</i>				
Habitat	Code et intitulé Corine biotopes			Code et intitulé directive Habitats	
	34.41 (Lisières xéro-thermophiles)			-	



### Description

L'ourlet xérophile calcicole n'est présent que sur un site calcaire de Rhône-Alpes, au niveau d'une zone décapée en haut de front. Le substrat est riche en éléments grossiers et bordé par une formation boisée périphérique au site (hêtraie-charmaie).

Le caractère spécifique de ce groupement réside dans la présence de plusieurs espèces d'ourlets basiphiles xéro-thermophiles du *Geranium sanguinei* : *Arabis turrata*, *Campanula rapunculoides*, *Carex montana*, *Digitalis lutea*, *Fragaria viridis*, *Hypericum montanum* et *Lathyrus vernus*. Un ensemble d'espèces plus mésophiles des ourlets calcicoles des *Origanetalia vulgaris* les accompagnent : *Ajuga reptans*, *Brachypodium sylvaticum*, *Bromus ramosus*, *Campanula rotundifolia*, *Genista tinctoria*, *Laserpitium latifolium*, *Teucrium scorodonia*, *Origanum vulgare* ... S'y observent enfin diverses espèces de sous-bois herbacé (*Carex digitata*, *Convallaria majalis*, *Cyclamen purpurascens*, *Lamium galeobdolon*, *Primula elatior*) et de fourré (*Crataegus monogyna*, *Hippocrepis emerus*, *Rhamnus cathartica*, *Rubus ulmifolius*).

Combinaison d'espèces	A/D
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	1
<i>Campanula rapunculoides</i>	1
<i>Carex flacca</i>	1
<i>Erigeron annuus</i>	1
<i>Fragaria vesca</i>	1
<i>Fragaria viridis</i>	1
<i>Genista tinctoria</i>	1
<i>Poa nemoralis</i>	1
<i>Teucrium scorodonia</i>	1
<i>Tussilago farfara</i>	1

# La végétation herbacée xérophile

## D.7. ÉBOULIS CALCAIRES

Nombre de sites	3				
Nombre de relevés	4				
Recouvrement de la végétation par strate (%) Moyenne	Bryophytique	Herbacé	Arbustif	Arboré	
	-	5 à 20 15	0 à 5 2.5	-	
Granulométrie (%) Valeurs limites Moyenne	Eléments fins	Sables	Graviers	Cailloux	Blocs
	5 à 20 14	5 à 30 19	10 à 30 23	20 à 40 28	0 à 50 18
Nombre d'espèces	71 (min. 4, max. 41, moy. 22)				
Niveau trophique	Oligotrophe à neutre				
Niveau hydrique	Mésoxérophile à xérophile				
Espèces sensibles	<i>Anthericum ramosum</i> , <i>Genista cinerea</i> , <i>Hieracium cymosum</i> , <i>Sedum sediforme</i>				
Habitat	Code et intitulé Corine biotopes			Code et intitulé directive Habitats	
	61.3 (Éboulis ouest-méditerranéens et éboulis thermophiles)			8130 pp : Éboulis ouest-méditerranéens thermophiles	



### Description

Cet habitat pionnier se rencontre sur trois sites calcaires situés dans les Alpes du Sud (Haute-Savoie, Savoie et Isère). Il colonise les éboulis à gros blocs ou les parois rocheuses avec une pente de 5 à 20°. Le substrat est carbonaté (calcaire dur et marneux) et plutôt xérique, la granulométrie variable.

La végétation possède un faible recouvrement et se compose d'une flore des éboulis calcaires plus ou moins mobiles des *Thlaspietea rotundifolii*, avec notamment *Achnatherum calamagrostis*, accompagné localement par *Epilobium collinum*, *Galeopsis angustifolia*, *Gymnocarpium robertianum*. La flore observée est cependant hétérogène. On relève des espèces des pelouses subalpines calcicoles des *Seslerietalia caeruleae* (*Hieracium bifidum*, *Sesleria caerulea* subsp. *caerulea*) des parois et des murs des *Asplenetalia trichomanis* (*Arabis collina*, *Asplenium ruta-muraria*, *A. trichomanes*), des pelouses vivaces des lithosols compacts des *Alyso-Sedetalia albi* (*Campanula rotundifolia*, *Sedum montanum*, *S. sediforme*). S'y observe également un certain nombre d'espèces de fourrés, d'ourlets pré-forestiers et de friches rudérales xérophiles sur les stations enrichies en particules fines. Quelques ligneux sont présents et possèdent un comportement pionnier (*Acer campestre*, *A. opalus*, *A. pseudoplatanus*, *Betula pendula*, *Fraxinus excelsior*, *Salix alba*, *S. caprea*, *S. eleagnos*).

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Achnatherum calamagrostis</i>	+	V
<i>Arabis hirsuta</i>	+	IV
<i>Arabis turrata</i>	+	IV
<i>Campanula trachelium</i>	+	IV
<i>Clematis vitalba</i>	1	IV
<i>Geranium robertianum</i>	+	IV
<i>Hieracium bifidum</i>	+	IV
<i>Hypericum perforatum</i>	+	IV
<i>Lactuca perennis</i>	+	IV
<i>Poa nemoralis</i>	1	IV
<i>Salix caprea</i>	+	IV
<i>Sedum album</i>	+	IV
<i>Tussilago farfara</i>	+	IV

# La végétation ligneuse basse

## E.1. LANDE ATLANTIQUE À ÉRICACÉES

Nombre de sites	3				
Nombre de relevés	6				
Recouvrement de la végétation par strate (%)	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	10 à 70 34	5 à 90 50	0 à 30 7	-	
Granulométrie (%)	<b>Éléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
	4 à 45 23	10 à 20 14	25 à 95 41	1 à 30 19	0 à 15 8
Nombre d'espèces	38 (min. 5, max. 30, moy. 13)				
Niveau trophique	Oligotrophe				
Niveau hydrique	Mésophile à Mésoxérophile				
Espèce sensible	-				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>		<b>Code et intitulé directive Habitats</b>		
	31.2351 (Landes anglo-armoricaines à <i>Ulex gallii</i> et <i>Erica cinerea</i> ) 31.2381 (Landes anglo-normandes à <i>Ulex minor</i> et <i>Erica cinerea</i> )		4030 : Landes sèches européennes 4030 : Landes sèches européennes		



### Description

La lande atlantique à éricacées n'est présente que sur des sites éruptifs armoricains (Morbihan, Finistère, Calvados). Cette formation occupe les remblais tassés et secs présentant une granulométrie dominée par les éléments grossiers, uniquement sur substrat gréseux.

La végétation est pauvre en espèces. Elle est dominée par une strate composée d'arbrisseaux nains (ne dépassant pas un mètre de hauteur) et sempervivents, caractéristiques des landes mésophiles à mésoxérophiles sur sols acides et pauvres en éléments nutritifs de l'*Ulicion minoris* : *Erica cinerea*, *E. ciliaris*, *Calluna vulgaris*, *Ulex gallii*, *U. europaeus*. La flore herbacée contient le plus souvent *Agrostis capillaris*, *A. curtisii*, *Molinia caerulea*. *Ulex europaeus* et *Ulex gallii* colonisent plutôt les secteurs enrichis en terre végétale. Ce groupement s'accompagne le plus souvent d'espèces ligneuses pionnières arbustives comme *Betula pendula* et *Salix acuminata*.

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Betula pendula</i>	1	V
<i>Erica cinerea</i>	1	V
<i>Agrostis curtisii</i>	2	IV
<i>Calluna vulgaris</i>	3	IV
<i>Erica ciliaris</i>	1	IV
<i>Molinia caerulea</i>	+	IV
<i>Salix acuminata</i>	1	IV
<i>Ulex gallii</i>	1	IV
<i>Agrostis capillaris</i>	1	III
<i>Juncus effusus</i>	+	III
<i>Pinus pinaster</i>	+	III
<i>Rubus gr. fruticosus</i>	+	III
<i>Ulex europaeus</i>	2	III

# La végétation ligneuse basse

## E.2. GARRIGUE MÉDITERRANÉENNE

Nombre de sites	3				
Nombre de relevés	4				
Recouvrement de la végétation par strate (%) Moyenne	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	-	20 à 95 67	5 à 80 20	0 à 5 <1	
Granulométrie (%)	<b>Éléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
	Valeurs limites Moyenne	10 à 70 37	5 à 20 12	15 à 60 30	1 à 25 11
Nombre d'espèces	183 (min. 19, max. 63, moy. 38)				
Niveau trophique	?				
Niveau hydrique	Mésoxérophile à xérophile				
Espèce sensible	-				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>			<b>Code et intitulé directive Habitats</b>	
	32.4 (Garrigues calcicoles de l'ouest méso-méditerranéen) 32.431 (Garrigues à <i>Cistus albidus</i> )			-	



Garrigue de recolonisation d'un remblai de stériles



Garrigue à *Cistus albidus*

### Description

La garrigue se rencontre uniquement sur les trois sites calcaires méditerranéens (situés en Languedoc-Roussillon et PACA). Elle colonise principalement les secteurs remaniés tels que les talus, merlons ou remblais de stériles. Le substrat très sec présente une granulométrie équilibrée entre éléments fins et grossiers.

Il s'agit d'une formation buissonnante discontinue (1 à 1,5 m de hauteur) caractéristique des plateaux calcaires méditerranéens. Elle peut être rattachée à l'ordre des *Rosmarinetalia officinalis* avec notamment, comme espèces caractéristiques : *Asparagus acutifolius*, *Asphodelus cerasiferus*, *Dorycnium pentaphyllum*, *Euphorbia characias*, *Euphorbia nicaeensis* subsp. *nicaeensis*, *Genista scorpius*, *Juniperus oxycedrus*, *Osyris alba*, *Rosmarinus officinalis* subsp. *officinalis*, *Ruta angustifolia*. S'y trouve d'autres arbustes typiques du matorral méditerranéen comme *Calicotome spinosa*, *Clematis flammula*, *Pistacia lentiscus*, *Pinus halepensis*, *Phillyrea media*, *Rhamnus alaternus*, *R. lycioides* et *Spartium junceum*. *Cistus albidus* peut être localement dominant. De nombreuses plantes de tonsures annuelles basiphiles et thermophiles méditerranéennes, des pelouses et friches rudérales xéro-thermophiles forment la strate herbacée.

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Dittrichia viscosa</i> subsp. <i>viscosa</i>	1	V
<i>Sanguisorba minor</i>	+	V
<i>Allium roseum</i>	1	IV
<i>Catapodium rigidum</i>	1	IV
<i>Centaurea aspera</i>	1	IV
<i>Centranthus ruber</i>	1	IV
<i>Convolvulus cantabrica</i>	+	IV
<i>Euphorbia characias</i>	1	IV
<i>Foeniculum vulgare</i>	1	IV
<i>Helichrysum stoechas</i>	1	IV
<i>Sisylax atropurpurea</i> subsp. <i>maritima</i>	1	IV
<i>Thymus vulgaris</i>	1	IV
<i>Aegilops ovata</i>	1	III
<i>Bituminaria bituminosa</i>	1	III
<i>Bromus squarrosus</i>	1	III
<i>Centranthus calcitrapae</i>	1	III
<i>Cistus albidus</i>	3	III
<i>Crepis sancta</i>	1	III
<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>hispanica</i>	1	III
<i>Rhamnus alaternus</i>	1	III
<i>Tragopogon porrifolius</i> subsp. <i>australis</i>	1	III
<i>Urospermum dalechampii</i>	+	III
<i>Urospermum picroides</i>	1	III

# La végétation ligneuse basse

## E.3. FOURRÉS MÉSOPHILES ATLANTIQUES ET SUBATLANTIQUES

Nombre de sites	26				
Nombre de relevés	40				
Recouvrement de la végétation par strate (%)	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	0 à 80	5 à 100	40 à 100	0 à 80	
Moyenne	5	43	78	4	
Granulométrie (%)	<b>Éléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
	0 à 95	0 à 40	0 à 80	2 à 50	0 à 10
Valeurs limites	39	15	25	19	5
Moyenne					
Nombre d'espèces	280 (min. 5, max. 37, moy. 18)				
Niveau trophique	Mésotrophe				
Niveau hydrique	Mésoxérophile				
Espèces sensibles	<i>Anacamptis pyramidalis</i> , <i>Centaurea nemoralis</i> , <i>Epipactis atrorubens</i> , <i>Gentianella germanica</i> , <i>Hippophaë rhamnoides</i> , <i>Juniperus communis</i> , <i>Lotus maritimus</i> var. <i>maritimus</i> , <i>Myosotis sylvatica</i> , <i>Ophrys fuciflora</i> , <i>Orchis anthropophora</i> , <i>O. simia</i> , <i>Rosa micrantha</i>				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>			<b>Code et intitulé directive Habitats</b>	
	31.841 (Landes à genêts) ; 31.85 (Landes à ajoncs) ; 31.811 (Fruticées à <i>Prunus spinosa</i> et <i>Rubus fruticosus</i> ) 31.2351 (Landes anglo-armoricaines à <i>Ulex gallii</i> et <i>Erica cinerea</i> ) / 31.2381 (Landes anglo-normandes à <i>Ulex minor</i> et <i>Erica cinerea</i> ) pp. 31.831 (Ronciers) 16.251 (Fourrés dunaires à Argousier) 31.812 (Fruticées à Prunelliers et Troènes)			4030 pp : Landes sèches européennes  2160 pp : Dunes à <i>Hippophaë rhamnoides</i>	

### Description

Ces fourrés sont répertoriés sur près de 70% des carrières étudiées et constituent ainsi la formation la mieux représentée de l'échantillon (en nombre de sites). Ils se rencontrent principalement sur les secteurs remaniés comme les merlons de stériles ou remblais de terre végétale et les éboulis enrichis en particules fines.

Il s'agit de formations ligneuses constituées d'arbrisseaux buissonnants de faible hauteur (quatre mètres maximum) qui appartiennent à la classe des *Crataego monogyna-Prunetea spinosae* (manteaux arbustifs, fruticées et haies). Cinq types de fourré ont été distingués :

#### ► Fourré acidiphile à Ajonc d'Europe et Genêt à balais

Sont regroupés ici le fourré à Ajonc d'Europe (*Ulex europaeus*) et le fourré à Genêt à balais (*Cytisus scoparius*). Ces deux fourrés concernent une douzaine de sites sur roche éruptive. Au sein du premier, *Ulex europaeus*, espèce pionnière, héliophile et acidiphile à large amplitude, est souvent exclusif, parfois accompagné par *Rubus fruticosus*. La diversité spécifique est très faible. Le fourré à Genêt à balais est plus clairsemé. Il s'installe sur des sols plus profonds et des éboulis riches en particules fines. Ce groupement peut évoluer vers une bétulaie ou une chênaie. La strate herbacée de ces deux fourrés est peu développée, plutôt mésophile (*Digitalis purpurea*, *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus*, *Hypochoeris radicata*, *Teucrium scorodonia*) alors que la strate muscinale est occasionnellement bien développée.



Fourré à Genêt à balais



Fourré à Ajonc d'Europe

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Cytisus scoparius</i>	3	V
<i>Rubus fruticosus</i>	2	IV
<i>Teucrium scorodonia</i>	+	IV
<i>Ulex europaeus</i>	4	IV
<i>Dactylis glomerata</i>	1	III
<i>Digitalis purpurea</i>	1	III
<i>Rumex acetosa</i>	+	III
<i>Salix acuminata</i>	1	III
<i>Achillea millefolium</i>	1	II
<i>Centaurea nigra</i>	1	II
<i>Crataegus monogyna</i>	+	II
<i>Holcus lanatus</i>	+	II
<i>Leucanthemum vulgare</i>	1	II
<i>Plantago lanceolata</i>	+	II
<i>Senecio jacobeeae</i>	+	II
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i>	+	II

# La végétation ligneuse basse

## E.3. FOURRÉS MÉSOPHILES ATLANTIQUES ET SUBATLANTIQUES (suite)

### ► Fourré à ronce

Le fourré à ronce (*Rubus fruticosus*) concerne aussi bien les carrières de roches éruptives que de roches calcaires (14 sites). Il se caractérise par une faible diversité floristique car *Rubus fruticosus* forme généralement des peuplements denses. Ce fourré est le plus souvent associé à des fruticées à *Crataegus monogyna*, *Cornus sanguinea*, *Prunus spinosa*, *Rosa canina* et *Sambucus nigra* mais *Rubus fruticosus* domine toujours nettement. De jeunes arbres sont ponctuellement présents (*Betula pendula*, *Quercus robur*, *Populus tremula*, *Fraxinus excelsior* ou *Prunus avium*) et signalent une évolution vers des taillis pionniers. D'autres espèces prairiales, de friches annuelles et vivaces et d'ourlets composent également ce groupement.



Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Rubus fruticosus</i>	4	V
<i>Clematis vitalba</i>	2	III
<i>Cornus sanguinea</i>	1	III
<i>Crataegus monogyna</i>	1	III
<i>Cytisus scoparius</i>	2	III
<i>Galium aparine</i>	+	III
<i>Galium mollugo</i>	1	III
<i>Populus tremula</i>	1	III
<i>Prunus spinosa</i>	1	III
<i>Quercus robur</i>	2	III
<i>Rosa canina</i>	2	III
<i>Rumex acetosa</i>	+	III
<i>Salix acuminata</i>	2	III
<i>Urtica dioica</i>	1	III
<i>Cruciata laevipes</i>	1	II
<i>Digitalis purpurea</i>	+	II
<i>Fraxinus excelsior</i>	2	II
<i>Prunus avium</i>	1	II
<i>Sambucus nigra</i>	+	II
<i>Teucrium scorodonia</i>	1	II
<i>Ulex europaeus</i>	2	II

### ► Fourré littoral à Argousier

Le fourré à Argousier n'est présent que sur seul site calcaire situé dans le Pas-de-Calais, à proximité du littoral, où il colonise des dépressions inondées régulièrement. Il s'agit d'un groupement dense, de faible hauteur (un mètre) et à fort recouvrement, dominé par l'Argousier (*Hippophae rhamnoides*) et par *Calamagrostis epigejos*, de l'alliance du *Ligustro vulgaris-Hippophaion rhamnoidis*. Sa présence sur la carrière témoigne de la transgression d'éléments littoraux sur le site (fourrés d'arrière-dunes plus ou moins humides). Son caractère humide est signalé par la présence d'espèces prairiales hygrophiles (*Carex cuprina* var. *cuprina*, *Epilobium parviflorum*, *Juncus inflexus*, *Pulicaria dysenterica*) et de mégaphorbiaie (*Epilobium hirsutum*, *Eupatorium cannabinum*). Quelques espèces mésophiles de friches et de pelouses sont également notées.



Combinaison d'espèces	A/D
<i>Calamagrostis epigejos</i>	5
<i>Hippophae rhamnoides</i>	4
<i>Bellis perennis</i>	1
<i>Blackstonia perfoliata</i>	1
<i>Carex cuprina</i> var. <i>cuprina</i>	1
<i>Carex flacca</i>	1
<i>Dipsacus fullonum</i>	1
<i>Eupatorium cannabinum</i>	1
<i>Hypericum perforatum</i>	1
<i>Juncus inflexus</i>	1
<i>Pulicaria dysenterica</i>	1
<i>Rubus fruticosus</i>	1
<i>Senecio erucifolius</i>	1
<i>Centaurium erythraea</i>	+
<i>Cornus sanguinea</i>	+
<i>Epilobium hirsutum</i>	+
<i>Epilobium parviflorum</i>	+
<i>Pastinaca sativa</i> subsp. <i>urens</i>	+
<i>Tussilago farfara</i>	+

# La végétation ligneuse basse

## E.3. FOURRÉS MÉSOPHILES ATLANTIQUES ET SUBATLANTIQUES (suite)

### ► Fruticée basiphile

Ce groupement est présent sur six sites calcaires et un site éruptif où le substrat est proche de la neutralité. Il forme des peuplements denses avec une strate herbacée bien présente et une strate buissonnante d'une hauteur moyenne de trois à quatre mètres. Une strate arborescente est occasionnellement présente.

La fruticée basiphile possède une diversité floristique moyenne et les espèces les plus fréquentes sont des espèces de fruticées caractéristiques des *Prunetalia spinosae*, dont *Clematis vitalba*, *Cornus sanguinea*, *Crataegus monogyna*, *Ligustrum vulgare*, *Prunus spinosa* et *Rosa canina*. Diverses espèces des fruticées xérophiles du *Berberidion vulgaris* sont régulièrement observées, même sur les sites septentrionaux : *Amelanchier ovalis*, *Juniperus communis*, *Prunus mahaleb*, *Viburnum lantana*. Un cortège d'espèces de friches, prairies, pelouses et ourlets issues des formations proches est souvent observé au niveau de la strate herbacée.



Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Cornus sanguinea</i>	3	V
<i>Rosa canina</i>	1	V
<i>Crataegus monogyna</i>	2	IV
<i>Rubus fruticosus</i>	2	IV
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1	III
<i>Brachypodium pinnatum</i>	3	III
<i>Galium mollugo</i>	2	III
<i>Ligustrum vulgare</i>	3	III
<i>Origanum vulgare</i>	1	III
<i>Prunus spinosa</i>	2	III
<i>Viburnum lantana</i>	1	III
<i>Carex flacca</i>	1	II
<i>Clematis vitalba</i>	1	II
<i>Fraxinus excelsior</i>	1	II
<i>Geranium robertianum</i>	1	II
<i>Hedera helix</i>	3	II
<i>Hieracium</i> sect. <i>Hieracium</i>	1	II
<i>Juniperus communis</i>	2	II
<i>Prunus mahaleb</i>	2	II

### ► Fourré à *Buddleia*

Ce type de fourré a été distingué sur un site calcaire de Picardie, au niveau de remblais argilo-caillouteux plantés (*Alnus incana*) où *Buddleia davidii* forme des peuplements assez denses d'une hauteur voisine de deux mètres. Quelques autres espèces de fourré sont observées, comme *Clematis vitalba* et *Salix caprea*. La strate herbacée contient diverses espèces plutôt méso-xérophiles de friches, d'ourlets et de prairies.

Remarque : *Buddleia davidii* (l'Arbre à papillons) est une plante ornementale originaire de Chine, largement répandue en France à l'état subspontané et considérée comme invasive (Müller (coord.), 2004). Elle affectionne particulièrement les substrats minéraux secs et remaniés. *Buddleia davidii* n'a été observé que sur 7 sites de l'échantillon, souvent à l'état de pieds isolés. Elle peut être abondante sur certaines carrières, notamment dans le Sud-Ouest de la France.

Combinaison d'espèces	A/D
<i>Buddleia davidii</i>	4
<i>Festuca ovina</i>	4
<i>Clematis vitalba</i>	3
<i>Salix caprea</i>	3
<i>Daucus carota</i>	2
<i>Origanum vulgare</i>	2
<i>Picris hieracioides</i>	2
<i>Salix xreichardtii</i>	2
<i>Solidago virgaurea</i>	2
<i>Tussilago farfara</i>	2
<i>Achillea millefolium</i>	1
<i>Alnus incana</i>	1
<i>Blackstonia perfoliata</i>	1
<i>Hypericum perforatum</i>	1
<i>Inula conyza</i>	1
<i>Lotus corniculatus</i>	1
<i>Pastinaca sativa</i> subsp. <i>urens</i>	1
<i>Plantago lanceolata</i>	1
<i>Salix alba</i> subsp. <i>vitellina</i>	1
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i>	+

# La végétation ligneuse basse

## E.4. FOURRÉ MÉSOPHILE MÉDITERRANÉEN

Nombre de sites	2				
Nombre de relevés	2				
Recouvrement de la végétation par strate (%) Moyenne	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	-	20	100	-	
Granulométrie (%)	<b>Eléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
	Valeurs limites Moyenne	2 à 20 11	8 à 30 19	10 à 30 20	20 à 30 25
Nombre d'espèces	57 (min. 8, max. 50, moy. 29)				
Niveau trophique	Mésotrophe ?				
Niveau hydrique	Mésophile à mésoxérophile				
Espèce sensible	-				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>			<b>Code et intitulé directive Habitats</b>	
	31.89 (Fourrés décidus subméditerranéens sud-occidentaux)			-	



### Description

Ce groupement s'observe sur deux sites méditerranéens, aussi bien sur roche calcaire que sur roche éruptive. Il colonise les merlons, talus en bordure de piste d'accès ou les éboulis enrichis en particules fines.

Cet habitat se rattache au *Pruno-Rubenion ulmifolii*. Deux variantes peuvent être distinguées, chacune correspondant à un relevé. Dans le premier cas, la flore est très pauvre. La strate arbustive est de faible hauteur (un mètre) mais très dense et composée exclusivement de *Rubus ulmifolius*, sous-arbrisseau thermophile, héliophile et à large amplitude écologique. Seules quelques espèces de prairies, pelouses et ourlets préforestiers sont présentes ponctuellement. Dans le second cas (plutôt sur éboulis), on retrouve *Rubus ulmifolius* mais moins abondant. Il s'accompagne d'un cortège floristique relativement important d'espèces ligneuses de matorral méditerranéen (*Calicotome spinosa*, *Spartium junceum*), de bois méditerranéen sempervirent (*Pinus halepensis*) et de lande thermophile (*Cistus monspeliensis*). Des espèces de friches rudérales annuelles plus ou moins nitrophiles des *Sisymbrietalia officinalis* (*Andryala integrifolia*, *Avena barbata*, *Bromus lanceolatus*, *B. tectorum*) et vivaces des *Onopordetalia acanthii* (*Carduus litigiosus* subsp. *litigiosus*, *Daucus carota*, *Echium vulgare*, *Picris hieracioides*) se rencontrent également au niveau de la strate herbacée. Des espèces de tonsure annuelle basiphile ainsi que des annuelles neutrophiles et xérophiles des *Brachypodietalia distachyae* sont enfin observables.

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Rubus ulmifolius</i>	4	V
<i>Andryala integrifolia</i>	1	III
<i>Avena barbata</i>	1	III
<i>Brachypodium rupestre</i>	2	III
<i>Bromus rubens</i>	1	III
<i>Bromus tectorum</i>	1	III
<i>Calicotome spinosa</i>	1	III
<i>Catapodium rigidum</i>	1	III
<i>Centranthus ruber</i>	2	III
<i>Cistus monspeliensis</i>	1	III
<i>Crepis foetida</i>	1	III
<i>Crepis sancta</i>	1	III
<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>hispanica</i>	1	III
<i>Echium vulgare</i>	1	III
<i>Erodium cicutarium</i>	1	III
<i>Euphorbia characias</i>	1	III
<i>Medicago minima</i>	1	III
<i>Pinus halepensis</i>	+	III
<i>Rosa canina</i>	+	III

# La végétation ligneuse arbustive et arborée

## F.1. SAULAIES HYGROPHILES

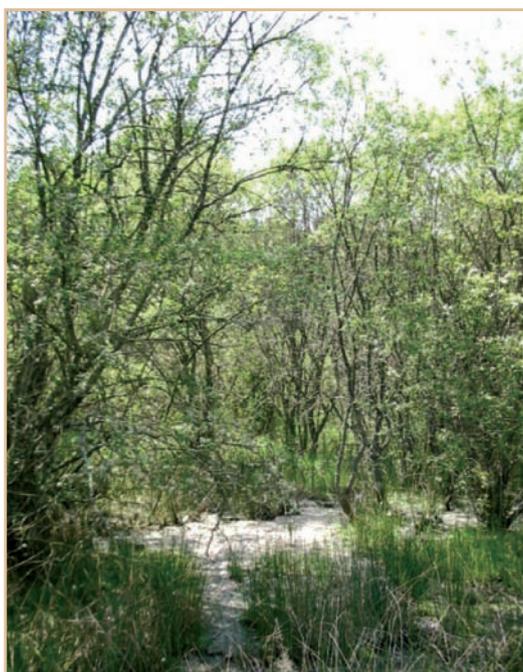
Nombre de sites	13				
Nombre de relevés	25				
Recouvrement de la végétation par strate (%) Moyenne	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	0 à 95 20	15 à 100 68	0 à 100 57	0 à 90 30	
Granulométrie (%)	<b>Éléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
	10 à 100 53	0 à 15 7	0 à 40 13	0 à 90 18	0 à 70 9
Nombre d'espèces	198 (min. 5, max. 59, moy. 19)				
Niveau trophique	Oligotrophe à eutrophe				
Niveau hydrique	Hygrophile à mésohygrophile				
Espèces sensibles	<i>Lathraea clandestina</i> , <i>Lotus maritimus</i> var. <i>maritimus</i> , <i>Phyllitis scolopendrium</i> subsp. <i>scolopendrium</i> , <i>Samolus valerandi</i> , <i>Scirpoides holoschoenus</i>				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>			<b>Code et intitulé directive Habitats</b>	
	44.92 (Sausaies marécageuses) 44.3 (Forêt de Frênes et d'Aulnes des fleuves medio-européens) 44.13 (Forêts galeries de Saules blancs)			91E0* pp : Forêts alluviales à <i>Alnus glutinosa</i> et <i>Fraxinus excelsior</i> ( <i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i> )	

## Description

Les saulaies hygrophiles s'installent au niveau de dépressions sur carreaux ou banquettes longuement inondés (ou périodiquement) et sur les berges de bassins en peuplement linéaire. Le substrat est riche en éléments fins et peut être oligotrophe ou eutrophe suivant les stations. Trois types de saulaies hygrophiles ont été identifiés :

### ► Saulaie acidiphile à neutrophile à Saule roux-cendré

Ce type de saulaie hygrophile est présent sur sept sites éruptifs majoritairement armoricains. Il s'agit d'une formation arbustive à large amplitude trophique et pionnière, dominée par le Saule roux-cendré (*Salix acuminata*), souvent en association avec *Betula pendula* et/ou *B. alba* subsp. *alba* sur substrat oligotrophe ou mésotrophe et légèrement acide. Elle se rattache au *Salicion cinereae*. La strate herbacée conserve une grande partie de la flore aquatique et amphibie originelle et s'enrichit en espèces des *Alnetea glutinosae*, soit à caractère nettement oligotrophe sur substrat gréseux (*Scutellaria minor*, *Osmunda regalis*), soit à caractère plus mésotrophe sur substrat moins siliceux (*Angelica sylvestris*, *Dryopteris filix-mas*, *Geranium robertianum*, *Lonicera periclymenum*, *Phyllitis scolopendrium*).



Saulaie sur dépression de carreau

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Juncus effusus</i>	2	V
<i>Salix acuminata</i>	4	V
<i>Rubus fruticosus</i>	2	IV
<i>Betula alba</i> subsp. <i>alba</i>	1	III
<i>Betula pendula</i>	1	III
<i>Cirsium palustre</i>	+	III
<i>Cytisus scoparius</i>	1	III
<i>Holcus lanatus</i>	1	III
<i>Lotus pedunculatus</i>	+	III
<i>Teucrium scorodonia</i>	+	III
<i>Ulex europaeus</i>	1	III
<i>Agrostis capillaris</i>	+	II
<i>Digitalis purpurea</i>	+	II
<i>Dryopteris dilatata</i>	+	II
<i>Hedera helix</i>	1	II
<i>Molinia caerulea</i>	2	II
<i>Senecio jacobaeae</i>	+	II

# La végétation ligneuse arbustive et arborée

## F.1. SAULAIES HYGROPHILES (suite)

### ► **Saulaie-Aulnaie eutrophe**

Cette formation se rencontre sur quatre sites éruptifs (régions Centre, Limousin, Lorraine et Pays de la Loire) au niveau de stations humides eutrophes susceptibles de s'assécher en période estivale.

La strate arborescente est généralement dominée par *Alnus glutinosa*, parfois en association avec *Fraxinus excelsior*, *Populus tremula* ou *Betula pendula*. La strate arbustive abrite souvent *Salix cinerea*, *Cornus sanguinea* et, plus occasionnellement, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Salix purpurea*.

La flore herbacée est hétérogène, souvent à caractère sciaphile. Elle contient quelques espèces des aulnaies-frênaies de l'*Alnion incanae* (*Angelica sylvestris*, *Athyrium filix-femina*, *Cardamine pratensis*, *Carex remota*, *Eupatorium cannabinum*, *Lysimachia nummularia*, *Urtica dioica*) qui sont accompagnées par des espèces hygrophiles à mésophiles plus ubiquistes de roselières, de prairies ou de friches (*Filipendula ulmaria*, *Galium palustre*, *Iris pseudacorus*, *Lycopus europaeus*, *Lythrum salicaria*, *Mentha aquatica*).



Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Rubus fruticosus</i>	1	V
<i>Alnus glutinosa</i>	3	IV
<i>Salix cinerea</i>	2	IV
<i>Betula pendula</i>	1	III
<i>Cornus sanguinea</i>	2	III
<i>Urtica dioica</i>	1	III
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1	III
<i>Crataegus monogyna</i>	1	III
<i>Eupatorium cannabinum</i>	2	III
<i>Fraxinus excelsior</i>	2	III
<i>Juncus conglomeratus</i>	1	III
<i>Lysimachia nummularia</i>	1	III
<i>Phragmites australis</i>	1	III
<i>Populus tremula</i>	2	III

### ► **Saulaie neutrophile à calcicole à Saule blanc**

Ce type de saulaie se rencontre sur quatre sites calcaires du domaine atlantique.

La strate arbustive est dense. Elle est dominée par *Salix alba*, souvent associé à *Salix acuminata* ou *Salix caprea*. S'y rencontrent localement *Salix purpurea*, *S. repens*, *S. viminalis* et divers hybrides. La strate herbacée est très variable dans sa structure (hauteur et recouvrement) et sa composition floristique, hormis *Phragmites australis* qui est souvent associé à cette saulaie relevant du *Salicion albae*.



Saulaie à Saule blanc en bordure de bassin

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Phragmites australis</i>	3	IV
<i>Salix alba</i>	4	IV
<i>Salix acuminata</i>	2	III
<i>Cornus sanguinea</i>	2	II
<i>Crataegus monogyna</i>	+	II
<i>Epilobium parviflorum</i>	1	II
<i>Eupatorium cannabinum</i>	+	II
<i>Lythrum salicaria</i>	1	II
<i>Picris hieracioides</i>	1	II
<i>Populus nigra</i>	1	II
<i>Rorippa amphibia</i>	+	II
<i>Rubus caesius</i>	2	II
<i>Rubus fruticosus</i>	1	II

# La végétation ligneuse arbustive et arborée

## F.2. BOISEMENTS PIONNIERS MÉSOPHILES ACIDIPHILES À NEUTROPHILES

Nombre de sites	10				
Nombre de relevés	19				
Recouvrement de la végétation par strate (%) Moyenne	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	0 à 90 30	0 à 100 51	0 à 90 57	0 à 90 34	
Granulométrie (%)	<b>Eléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
	0 à 80 41	0 à 35 7	5 à 70 26	0 à 30 16	0 à 50 10
Nombre d'espèces	139 (min. 6, max. 39, moy. 17)				
Niveau trophique	Oligotrophe à mésotrophe				
Niveau hydrique	Mésophile				
Espèce sensible	<i>Lepidium heterophyllum</i>				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>		<b>Code et intitulé directive Habitats</b>		
	41.B1 (Bois de bouleaux de plaine et colline) 41.4 (Forêts mixtes de pentes et ravins) 41.5 (Chênaies acidiphiles) 41.H (Autres bois caducifoliés)		9180* pp : Forêts de pentes, éboulis ou ravins du <i>Tilio-Acerion</i>		

### Description

Cette formation se rencontre sur une dizaine de carrières, toutes de roches éruptives et situées dans la moitié Nord de la France. Elle colonise des milieux oligotrophes (grès armoricains) à mésotrophes, mésophiles à secs, assez souvent au niveau de pentes moyennes ou fortes (éboulis rocheux, anciens fronts de taille, merlons, remblais, carreaux et zones d'atterrissement de plan d'eau). Il s'agit de boisements pionniers des chênaies acidiphiles à neutrophiles de l'alliance du *Quercion roboris*. On distingue deux types en fonction du niveau trophique du substrat :

#### ► **Boisement pionnier oligotrophe**



Bétulaie sur un merlon et une banquette

Ce boisement des substrats gréseux armoricains se caractérise par une strate arbustive ou arborée assez dense, généralement dominée par *Betula pendula*, rarement par *Betula alba* subsp. *alba*. *Salix acuminata* et *Quercus robur* sont souvent présents, ce dernier pouvant être localement abondant. On observe de façon plus sporadique *Fagus sylvatica*, *Pinus pinaster*, *Prunus avium*, *Populus tremula*, *Sorbus aucuparia*

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Betula pendula</i>	3	V
<i>Quercus robur</i>	2	V
<i>Rubus fruticosus</i>	1	V
<i>Salix acuminata</i>	2	V
<i>Ulex europaeus</i>	+	V
<i>Cytisus scoparius</i>	1	IV
<i>Hedera helix</i>	1	IV
<i>Teucrium scorodonia</i>	1	IV
<i>Betula alba</i> subsp. <i>alba</i>	3	III
<i>Calluna vulgaris</i>	1	III
<i>Crataegus monogyna</i>	+	III
<i>Dactylis glomerata</i>	+	III
<i>Digitalis purpurea</i>	+	III
<i>Holcus lanatus</i>	1	III
<i>Rumex acetosa</i>	+	III
<i>Agrostis curtisii</i>	+	II
<i>Dryopteris dilatata</i>	+	II
<i>Dryopteris filix-mas</i>	+	II
<i>Pteridium aquilinum</i>	+	II
<i>Vaccinium myrtillus</i>	+	II

Les strates herbacée et bryophytique sont bien développées sous le couvert léger. La flore herbacée conserve une partie des espèces de pelouse et de friche mésophile des milieux ouverts d'origine. Quelques espèces signalent une évolution du peuplement vers une chênaie acidiphile : *Blechnum spicant*, *Luzula sylvatica*, *Pteridium aquilinum*, *Teucrium scorodonia*, *Vaccinium myrtillus*...

# La végétation ligneuse arbustive et arborée

## F.2. BOISEMENTS PIONNIERS MÉSOPHILES ACIDIPHILES À NEUTROPHILES (suite)

### ► Boisement pionnier mésotrophe

Sur des roches moins riches en silice, *Betula pendula* est moins abondant. *Salix cinerea* remplace *Salix acuminata* sur le domaine continental et *Quercus robur* reste bien présent. Un ensemble d'espèces ligneuses signalent un substrat plus eutrophe : *Fraxinus excelsior*, *Populus nigra*, *P. tremula*, *Prunus spinosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Sambucus nigra*. La strate herbacée est pauvre.



Boisement mixte de pentes et ravins

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Salix cinerea</i>	2	V
<i>Populus tremula</i>	2	IV
<i>Betula pendula</i>	2	IV
<i>Corylus avellana</i>	1	IV
<i>Rubus fruticosus</i>	2	III
<i>Cytisus scoparius</i>	1	III
<i>Prunus spinosa</i>	2	III
<i>Robinia pseudoacacia</i>	1	III
<i>Prunus avium</i>	1	III
<i>Fraxinus excelsior</i>	1	III
<i>Sambucus nigra</i>	1	III
<i>Quercus robur</i>	1	II
<i>Clematis vitalba</i>	1	II
<i>Populus nigra</i>	1	II

# La végétation ligneuse arbustive et arborée

## F.3. BOISEMENTS PIONNIERS MÉSOPHILES BASIPHILES

Nombre de sites	6				
Nombre de relevés	9				
Recouvrement de la végétation par strate (%) Moyenne	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	?	5 à 80 28	5 à 80 40	0 à 90 38	
Granulométrie (%)	<b>Eléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
	Valeurs limites Moyenne	0 à 100 42	0 à 30 20	0 à 30 10	0 à 20 15
Nombre d'espèces	118 (min. 7, max. 46, moy. 21)				
Niveau trophique	Mésotrophe à eutrophe				
Niveau hydrique	Mésophile à mésoxérophile				
Espèce sensible	<i>Centaurea nemoralis</i> , <i>Epipactis atrorubens</i> , <i>Orchis anthropophora</i> , <i>O. simia</i> , <i>Ophrys insectifera</i> , <i>Seseli libanotis</i>				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>			<b>Code et intitulé directive Habitats</b>	
	41.2 (Chênaies-Charmaies) 41.4 (Forêts mixtes de pentes et ravins) 41.F (Bois d'Ormes) 41.H (Autres bois caducifoliés)			-	



## Description

Cette formation pionnière se rencontre sur six carrières (cinq sur roche calcaire et une sur roche éruptive pauvre en silice) de la moitié nord de la France, aussi bien en zone atlantique que continentale. Elle est constituée de différents boisements pionniers des forêts non acidiphiles des *Fagetalia sylvaticae* et colonise les milieux plutôt secs et drainants, au niveau d'éboulis rocheux, de pentes plus ou moins abruptes, de talus, de carreaux sur substrat meuble (calcaire marneux).

La composition floristique varie selon les stations. Les strates arbustive ou arborée sont assez denses et abritent de nombreuses essences d'arbres, le plus souvent en mélange (*Acer campestre*, *A. pseudoplatanus*, *A. opalus*, *Betula pendula*, *Carpinus betulus*, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus excelsior*, *Populus tremula*, *P. nigra*, *Prunus avium*, *Quercus robur*, *Salix caprea*, *Tilia cordata*...). *Ulmus minor* ou *Robinia pseudoacacia* dominant sur les substrats eutrophes. La strate buissonnante est également diversifiée (*Clematis vitalba*, *Crataegus monogyna*, *Cornus sanguinea*, *Corylus avellana*, *Ligustrum vulgare*, *Lonicera xylosteum*, *Prunus mahaleb*, *Prunus spinosa*, *Rosa canina*, *Rubus caesius*, *Sambucus nigra*...). La strate herbacée est toujours présente mais également variable en composition. Les espèces nitrophiles sont bien représentées : *Brachypodium sylvaticum*, *Geranium robertianum*, *Galium aparine*. Un site du nord de la France abrite un peuplement diversifié d'orchidées : *Dactylorhiza fuchsii*, *Epipactis atrorubens*, *Listera ovata*, *Ophrys insectifera*, *Orchis anthropophora*, *O. purpurea* et *O. simia*.

Combinaison d'espèces	A/D	Fréq.
<i>Clematis vitalba</i>	2	IV
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	1	III
<i>Crataegus monogyna</i>	1	III
<i>Ligustrum vulgare</i>	2	III
<i>Origanum vulgare</i>	1	III
<i>Acer pseudoplatanus</i>	3	III
<i>Cornus sanguinea</i>	1	III
<i>Euphorbia cyparissias</i>	+	III
<i>Geranium robertianum</i>	+	III
<i>Hedera helix</i>	3	III
<i>Robinia pseudoacacia</i>	4	III
<i>Rubus fruticosus</i>	2	III
<i>Salix caprea</i>	2	III
<i>Arabis hirsuta</i>	+	II
<i>Carpinus betulus</i>	1	II
<i>Fraxinus excelsior</i>	1	II
<i>Galium aparine</i>	2	II
<i>Galium mollugo</i>	+	II
<i>Populus tremula</i>	1	II
<i>Quercus robur</i>	3	II
<i>Rosa canina</i>	2	II
<i>Rubus caesius</i>	1	II
<i>Sanguisorba minor</i>	+	II
<i>Urtica dioica</i>	1	II

# La végétation ligneuse arbustive et arborée

## F.4. PEUPELEMENT DE PIN SYLVESTRE

Nombre de sites	1				
Nombre de relevés	1				
Recouvrement de la végétation par strate (%)	<b>Bryophytique</b>	<b>Herbacé</b>	<b>Arbustif</b>	<b>Arboré</b>	
	0	40	30	95	
Granulométrie (%)	<b>Éléments fins</b>	<b>Sables</b>	<b>Graviers</b>	<b>Cailloux</b>	<b>Blocs</b>
	20	15	35	25	5
Nombre d'espèces	15				
Niveau trophique	Oligotrophe à mésotrophe				
Niveau hydrique	Mésophile à méso-xérophile				
Espèce sensible	-				
Habitat	<b>Code et intitulé Corine biotopes</b>			<b>Code et intitulé directive Habitats</b>	
	41.5 (Chênaies acidiphiles)			-	



### Description

Cette formation boisée n'a été observée que sur un site éruptif du Massif armoricain, au niveau des pentes d'un ancien remblai de matériaux stériles, sur substrat gréseux. La granulométrie est équilibrée entre éléments fins, graviers et cailloux.

Le peuplement est une futaie de Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) d'une quinzaine d'années. Le Bouleau verruqueux (*Betula pendula*) et le Chêne pédonculé (*Quercus robur*) sont peu abondants dans la strate arbustive. La strate herbacée est pauvre du fait du caractère très oligotrophe du substrat. Hormis la *Callune* (*Calluna vulgaris*) qui est assez bien représentée, sont observables quelques espèces acidiphiles des chênaies du *Quercion roboris* (*Agrostis capillaris*, *Cytisus scoparius*, *Pteridium aquilinum*, *Vaccinium myrtillus*) ou ubiquistes (*Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus*).

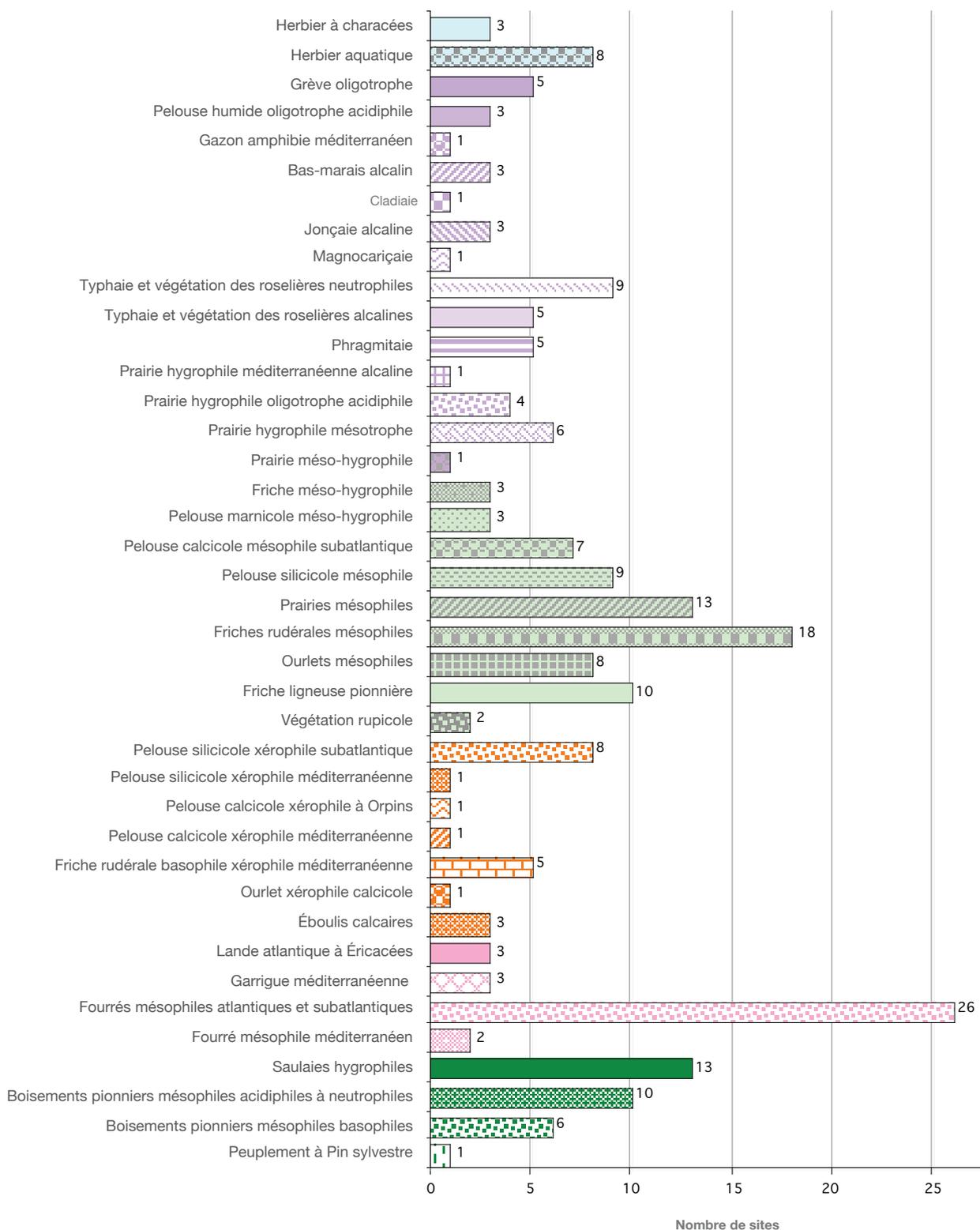
Combinaison d'espèces	A/D
<i>Pinus sylvestris</i>	5
<i>Betula pendula</i>	2
<i>Calluna vulgaris</i>	2
<i>Agrostis capillaris</i>	1
<i>Dactylis glomerata</i>	1
<i>Pteridium aquilinum</i>	1
<i>Quercus robur</i>	1
<i>Cytisus scoparius</i>	+
<i>Holcus lanatus</i>	+
<i>Pinus pinaster</i>	+
<i>Rubus fruticosus</i>	+
<i>Salix acuminata</i>	+
<i>Teucrium scorodonia</i>	+
<i>Ulex europaeus</i>	+
<i>Vaccinium myrtillus</i>	+

## 1.3.2 DONNÉES GÉNÉRALES ET BILANS

### 1.3.2.1 Fréquence des formations végétales au sein de l'échantillon

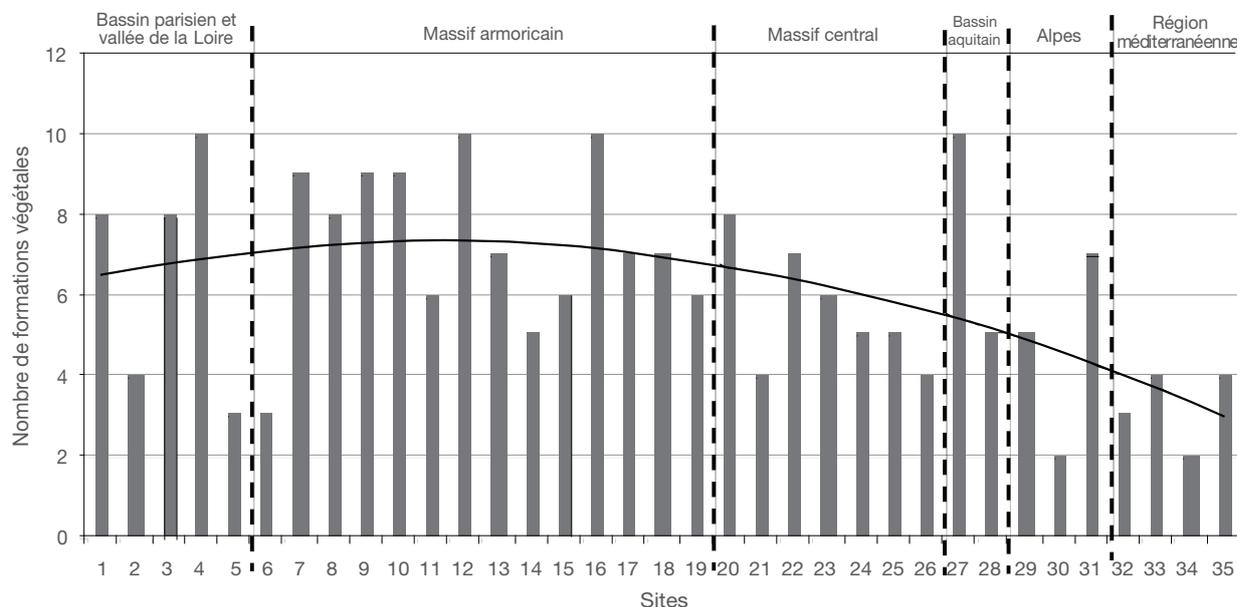
Deux formations seulement sont présentes sur plus de la moitié des sites : les fourrés mésophiles (atlantiques et subatlantiques) et les friches rudérales mésophiles (Figure 19). Par contre, 21 formations (soit 52%) n'ont été identifiées que sur trois sites ou moins. Ces valeurs expriment, comme pour les espèces végétales, la grande variabilité des conditions stationnelles rencontrées au sein de l'échantillon.

**Figure 19** Fréquence des 40 formations végétales sur les 35 sites



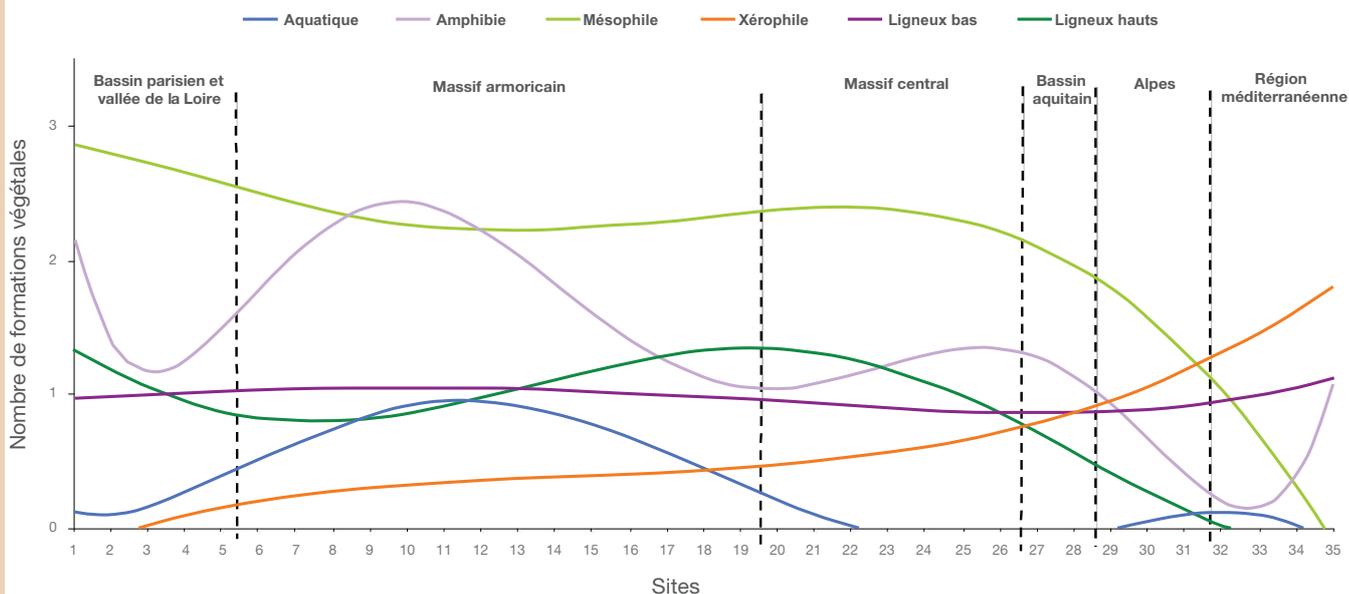
1.3.2.2 Répartition géographique des formations végétales

**Figure 20** Diversité des formations végétales en fonction de la répartition géographique des sites



La Figure 20 montre qu'il existe une forte hétérogénéité de la diversité des formations végétales entre les sites. La tendance exprimée par la courbe, qui indique une réduction du nombre des habitats dans la partie sud du territoire d'étude, est expliquée par la Figure 13 qui représente la part de chaque grand type de formation (aquatique, amphibie...) dans chaque région phytoécologique.

**Figure 21** Représentation des formations végétales en fonction de la répartition géographique des sites (courbes polynomiales exprimant des tendances)



Les constats suivants peuvent être faits :

- les formations aquatiques sont quasi exclusivement armoricaines. Il s'agit uniquement d'une caractéristique de l'échantillon car cet habitat est présent dans les carrières sur tout le territoire national, avec cependant une régression nette dans le sud-est (source ENCEM) ;
- les formations amphibies sont abondantes à assez abondantes dans les domaines atlantique et continental mais régressent fortement dans le domaine méditerranéen. Elles sont probablement sur-représentées dans l'échantillon dans la mesure où il s'agit de milieux potentiellement riches qui ont fait l'objet d'une attention particulière lors de la définition des périmètres d'étude ;
- les formations mésophiles herbacées dominent de façon constante toutes les formations, avec une régression logique dans le sud-est ;
- les formations xérophiles herbacées suivent le schéma inverse : faible représentation constante et augmentation dans le sud-est. Elles sont probablement sous-représentées sur les domaines atlantique et continental où elles ont peut-être été partiellement associées à des formations mésophiles ;
- les formations ligneuses basses sont assez abondantes et réparties également dans l'échantillon ;
- les formations ligneuses hautes présentent une représentation similaire mais sont quasiment absentes de la région méditerranéenne.

### 1.3.2.3 Formations végétales à forte contrainte écologique

Toute formation végétale est étroitement dépendante des caractères du substrat (acidité, sécheresse, granulométrie...) et du climat (pluviométrie, température, ensoleillement...). Sont présentées ci-après les formations associées à des caractéristiques abiotiques particulièrement contraignantes :

#### - Formations aquatiques

**Herbier à characées** : les characées sont des algues pionnières des eaux douces qui forment des tapis denses dans les milieux neufs et sont souvent éliminées par les plantes vasculaires aquatiques qui colonisent progressivement ces milieux. Elles sont très dépendantes des facteurs physiques et chimiques, et ne supportent pas la pollution (phosphates notamment). Il s'agit d'une formation végétale assez fréquente dans les carrières, qui n'a cependant été observée que sur trois sites de l'échantillon, probablement du fait d'un défaut de prospection.

#### - Formations amphibies

Toutes les formations amphibies sont dépendantes des variations saisonnières du niveau de l'eau qui permettent une exondation partielle ou totale du milieu durant la période de végétation. Certaines sont étroitement associées à un substrat particulier :

**Formations amphibies oligotrophes acidiphiles** : elles sont propres aux carrières de grès du Massif armoricain, roche très riche en silice sur laquelle les eaux sont nettement acides (pH voisin de 5) et pauvres en éléments minéraux. La formation la plus caractéristique est la **grève oligotrophe**, localisée le plus souvent au niveau de dépressions sur carreaux. La **pelouse hygrophile oligotrophe** se situe à un niveau topographique légèrement supérieur.

**Gazon amphibie méditerranéen** : cette formation typiquement méditerranéenne n'a été observée que sur un site de roche éruptive volcanique (basalte), substrat suffisamment imperméable pour conserver des dépressions en eau jusqu'au milieu du printemps. La flore est dominée par des plantes annuelles qui réalisent leur cycle biologique sur une courte période (avril à juin) et disparaissent quand la mare s'assèche en période estivale.

**Bas-marais alcalin** : trois conditions sont nécessaires pour permettre le développement de cette formation : des sols gorgés d'eau en permanence (ce qui favorise la formation d'un sol organique, proche d'un sol tourbeux, par accumulation de débris végétaux lentement dégradés), des eaux neutro-alcalines (pH de 6 à 8) et oligotrophes à mésotrophes. Des formations voisines (par leur composition floristique et leur proximité topographique) nécessitent des conditions similaires : **la cladiaie** (caractérisée par la dominance du marisque), **la jonçaille basiphile**, **la typhaie basiphile** et **la prairie hygrophile méditerranéenne basiphile** (qui demandent des sols moins engorgés).

### - Formations mésophiles

**Pelouse calcicole mésophile** : cette pelouse est associée à des substrats calcaires assez secs et plutôt oligotrophes. Elle est encore largement répandue en France, sur des sols superficiels ou rocailleux, mais tend à disparaître par enrichissement du fait de l'abandon du pastoralisme. En carrière, elle est observée surtout sur des carreaux anciens, probablement à la faveur de la formation progressive et lente d'un sol partiellement organique. **La pelouse marnicole** est proche de cette formation.

**Végétation rupicole** : la végétation des parois rocheuses n'apparaît que sur des fronts ou des éboulis anciens où elle reste très éparse et pauvre en espèces, les conditions écologiques étant particulièrement contraignantes. Cette formation est assez rare en plaine.

### - Formations xérophiles

**Pelouses silicoles (subatlantique et méditerranéenne)** : la sécheresse et le caractère peu fracturé du substrat minéral siliceux favorisent les espèces annuelles, à floraison surtout printanière. Sous climat océanique, deux types de végétaux bien adaptés aux conditions xérophiles s'associent aux plantes annuelles : les mousses et lichens, qui peuvent être dominants, et les plantes crassulescentes de la famille des orpins (*Sedum*).

**Pelouses calcicoles** : à la différence des pelouses silicoles, les pelouses calcicoles xérophiles sont dominées par des plantes vivaces qui présentent divers types d'adaptation à la sécheresse (floraison printanière, enracinement profond dans la roche fracturée, feuilles réduites...).

**Eboulis calcaires** : cette formation se rencontre sur des substrats calcaires fins à grossiers (blocs), plus ou moins mobiles, issus de l'altération des falaises en milieu naturel et liés à la création de talus en carrière. La sécheresse, la pente et la mobilité du substrat limitent fortement sa colonisation et la dynamique de la végétation.

La grande majorité de ces formations correspond à des habitats d'intérêt communautaire (cf. tableaux 4 et 5). Il s'agit en effet d'habitats qui, étant dépendants de conditions écologiques particulières, tendent progressivement à disparaître du fait de l'uniformisation directe ou indirecte des espaces naturels et agricoles (drainage et amendement agricoles, eutrophisation des eaux douces, enrichissement des milieux naturels abandonnés, etc.)

#### 1.3.2.4 Autres facteurs de diversité

L'âge des sites, leur morphologie et leur superficie ne semblent pas avoir d'influence sur la diversité des habitats présents en carrières.

### 1.3.3 FORMATIONS VÉGÉTALES SENSIBLES

Une hiérarchisation de la sensibilité biologique et écologique des formations végétales a été réalisée sur la base de quatre critères (cf. Tableau 4) :

1. **le nombre total d'espèces déterminantes de chaque formation.** Ce classement surévalue les formations les mieux représentées, donc les plus riches en espèces ;
2. **le nombre moyen d'espèces déterminantes par site concerné de chaque formation.** À l'inverse, ce classement tend à surévaluer les formations les moins représentées dans l'échantillon ;
3. **les habitats d'intérêt communautaire de la directive Habitats (92/43 CE).** Plusieurs formations sont apparentées à des habitats naturels reconnus d'intérêt communautaire, principalement du fait de leur régression à l'échelon européen. Sur les 21 formations concernées par un ou plusieurs de ces habitats, seules onze semblent bien correspondre aux habitats naturels de la directive (Tableau 5) ;
4. **les habitats d'intérêt communautaire prioritaires.** Ce sont les habitats les plus sensibles de la directive. Sur les onze formations retenues, trois sont concernées par ce niveau de priorité.

L'attribution d'une valeur de un point aux formations classées simultanément entre 10 et 18 dans les critères un et deux, ainsi qu'aux habitats d'intérêt communautaire non prioritaires, et de deux points aux formations classées entre un et neuf, ainsi qu'aux habitats d'intérêt communautaire prioritaires, permet d'obtenir pour chaque formation une note comprise entre zéro et trois.

Cette note permet donc de classer les formations selon quatre niveaux de sensibilité :

1. Les habitats les plus sensibles de l'échantillon (trois points) sont des habitats ouverts, liés à des conditions abiotiques très spécifiques et plutôt contraignantes (cf. *supra*), d'où la présence d'espèces spécialisées peu communes. Trois des six espèces végétales protégées au niveau national ont été repérées sur ces formations :
  - **le bas-marais alcalin,**
  - **la pelouse calcicole mésophile subatlantique,**
  - **la grève oligotrophe** (deux espèces protégées au niveau national),
  - **le gazon amphibie méditerranéen** (une espèce protégée au niveau national).
2. Les habitats de sensibilité « assez forte » (deux points) sont également, en majorité, des habitats spécialisés, hygrophiles ou xérophiles, de milieux ouverts. Sur neuf formations, sept n'ont été observées que sur un à trois sites.
3. La classe des seize habitats à sensibilité « moyenne » (un point) contient les habitats les plus fréquents de l'échantillon (neuf sont présents sur 8 à 26 sites). C'est également la classe la plus riche en habitats mésophiles et en habitats semi-ouverts à fermés (landes, fourrés et boisements).
4. Enfin, les onze habitats à sensibilité « faible » (zéro point) sont souvent pauvres en espèces et peu fréquents dans l'échantillon. Certains s'expriment difficilement sur les carrières alors que les conditions d'accueil semblent favorables : magnocariçaie, phragmitaie, pelouse silicicole xérophile.

**Tableau 4** Valeur patrimoniale des formations végétales

	Formations végétales	Nombre de sites	Nombre d'espèces sensibles par formation	Classement 1		Classement 2		Habitat d'intérêt communautaire	Classement final	Sensibilité biologique et écologique	
				Nombre moyen d'espèces sensibles par site							
B.4	Bas-marais alcalin	3	8	6	2,7	5			3	Forte	
C.3	Pelouse calcicole mésophile subatlantique	7	15	2	2,1	6			3		
B.1	Grève oligotrophe	5	6	7	1,2	8			3		
B.3	Gazon amphibie méditerranéen	1	2	11	2	9			3		
D.4	Pelouse calcicole xérophile méditerranéenne	1	5	8	5	1			2	Assez forte	
C.2	Pelouse maricole méso-hygrophile	3	13	3	4,3	2			2		
D.6	Ourllet xérophile calcicole	1	4	9	4	3			2		
B.11	Prairie hygrophile méditerranéenne basiphile	1	3	10	3	4			2		
D.7	Éboulis calcaires	3	4	9	1,3	7			2		
F.3	Boisements pionniers mésophiles basiphiles	6	6	7	1	9			2		
C.1	Herbier à characées	3	2	11	0,7	12			2		
C.2	Herbier aquatique	8	2	11	0,3	16			2		
B.5	Cladiaie	1	0	0	0	0			2		
B.6	Jonçaie basiphile	3	3	10	1	9			1	Moyenne	
C.9	Végétation rupicole	2	2	11	1	9			1		
C.6	Friches rudérales mésophiles	18	17	1	0,9	10			1		
C.5	Prairies mésophiles	13	10	5	0,8	11			1		
B.9	Typhaie et végétation des roselières alcalines	5	4	9	0,8	11			1		
C.4	Pelouse silicicole mésophile	9	5	8	0,6	13			1		
D.5	Friche rudérale basiphile xérophile méditerranéenne	5	3	10	0,6	13			1		
E.3	Fourrés mésophiles atlantiques et subatlantiques	26	12	4	0,5	14			1		
F.1	Saulaies hygrophiles	13	5	8	0,4	15			1		
C.7	Ourllets mésophiles	8	2	11	0,3	16			1		
D.1	Pelouse silicicole xérophile subatlantique	8	2	11	0,3	16			1		
B.8	Typhaie et végétation des roselières neutrophiles	9	2	11	0,2	17			1		
F.2	Boisements pionniers mésophiles acidiphiles à neutrophiles	10	1	12	0,1	18			1		
B.12	Prairie hygrophile oligotrophe acidiphile	4	0	0	0	0			1		
D.3	Pelouse calcicole xérophile à Orpins	1	0	0	0	0			1		
E.1	Lande atlantique à Éricacées	3	0	0	0	0			1		
B.2	Pelouse hygrophile oligotrophe acidiphile	3	0	0	0	0			0		Faible
B.7	Magnocariçaie	1	0	0	0	0			0		
B.10	Phragmitaie	5	0	0	0	0			0		
B.13	Prairie hygrophile mésotrophe	6	0	0	0	0			0		
B.14	Prairie méso-hygrophile	1	0	0	0	0			0		
C.1	Friche méso-hygrophile	3	0	0	0	0			0		
C.8	Friche ligneuse pionnière	10	0	0	0	0			0		
D.2	Pelouse silicicole xérophile méditerranéenne	1	0	0	0	0			0		
E.2	Garrigue méditerranéenne	3	0	0	0	0			0		
E.4	Fourré mésophile méditerranéen	2	0	0	0	0			0		
F.4	Peuplement de Pin sylvestre	1	0	0	0	0			0		

 1 point : formation classée entre la 10e et la 18e place dans les classements 1 et 2  
 2 points : formation classée entre la 1ère et la 9e place dans les classements 1 et 2  
 1 point : formation apparentée à un habitat d'intérêt communautaire non prioritaire  
 2 points : formation apparentée à un habitat d'intérêt communautaire prioritaire

**Tableau 5** Les formations apparentées à des habitats d'intérêt communautaire

Intitulé directive Habitats	Intitulé de l'étude
3110 : Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses ( <i>Littorelletalia uniflorae</i> )	> Grève oligotrophe (B.1)
3130 : Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes des <i>Littorelletalia uniflorae</i> et/ou des <i>Isoeto-Nanojuncetea</i>	> Grève oligotrophe (B.1)
3140 : Eaux oligo-mésotrophe calcaires avec végétation benthique à <i>Chara</i> spp.	> Herbier à Characées (A.1)
3150 : Lacs eutrophes naturels avec végétation du <i>Magnopotamion</i> ou de l' <i>Hydrocharition</i>	> Herbier aquatique (A.2)
<b>3170-2* : Gazons méditerranéens amphibies longuement inondés (<i>Preslion</i>)</b>	<b>&gt; Gazon amphibie méditerranéen (B.3)</b>
4030 : Landes sèches européennes	> Lande atlantique à Éricacées (E.1)
<b>6110* : Pelouses rupicoles calcaires ou basiphiles de l'<i>Alyso-Sedion albi</i></b>	<b>&gt; Pelouse calcicole xérophile à Orpins (D.3)</b>
6210 : Pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement sur calcaires	> Pelouse calcicole mésophile subatlantique (C.3)
6410 : Prairies à <i>Molinia</i> sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux ( <i>Molinion caeruleae</i> )	> Grève oligotrophe (B.1) > Prairie hygrophile oligotrophe acidiphile (B.12)
6420-2 : Prairies humides méditerranéennes à grandes herbes de <i>Molinio-Holoschoenion</i>	> Prairie hygrophile méditerranéenne basiphile (B.11)
7210* : <b>Marais calcaires à <i>Cladium mariscus</i> et espèces du <i>Caricion devallianae</i></b>	<b>&gt; Cladiaie (B.5)</b>
7230 : Végétation des bas-marais neutro-alcalins	> Bas-marais alcalin (B.4)

**Tableau 6** Les formations potentiellement ou partiellement d'intérêt communautaire

Intitulé directive Habitats	Intitulé de l'étude
2160 pp : Dunes à <i>Hippophae rhamnoides</i>	> Fourré à Argousier (E.3)
3130 pp : Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes des <i>Littorelletalia uniflorae</i> et/ou des <i>Isoeto-Nanojuncetea</i>	> Pelouse hygrophile oligotrophe acidiphile (B.2)
<b>6210 (*) Pelouses sèches semi-naturelles et faciès pp : d'embuissonnement sur calcaires</b>	<b>&gt; Pelouse marnicole méso-hygrophile (C.2) &gt; Pelouse calcicole xérophile méditerranéenne (D.4)</b>
6510 pp : Pelouses maigres de fauche de basse altitude	> Prairie méso-hygrophile (B.14) > Prairies mésophiles (C.5)
8130 pp : Éboulis ouest-méditerranéens thermophiles	> Éboulis calcaires (D.7)
8220 pp : Pentas rocheuses siliceuses avec végétations chasmophytiques	> Végétation rupicole (C.9)
<b>9180* pp : Forêts de pentes, éboulis ou ravins du <i>Tilio-Acerion</i></b>	<b>&gt; Boisements pionniers mésophiles acidiphiles à neutrophiles (F.2)</b>
<b>91E0* pp : Forêts alluviales à <i>Alnus glutinosa</i> et <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i>, <i>Alnion incanae</i>, <i>Salicion albae</i>)</b>	<b>&gt; Saulaies hygrophiles (F.1)</b>

pp : pour partie

\* et caractère gras : habitat prioritaire

(\*) : Habitat prioritaire sous certaines conditions

### 1.3.4 BILAN DE L'ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES

Une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée à partir d'une base de données brutes des relevés (418) effectués sur les 35, sur la base de l'absence/présence des espèces dans chaque relevé (sans regroupement initiale de relevés). Afin d'améliorer l'efficacité de l'analyse, les espèces présentes sur un seul relevé n'ont pas été prises en compte.

La carte factorielle (Figure 22) met en évidence la répartition des relevés en fonction de leur localisation biogéographique. Ceux concernant le Massif armoricain se démarquent nettement des autres (à droite et en bas de l'axe 2) ainsi que ceux de la région méditerranéenne (en haut à gauche), mais dans une moindre mesure. La zone centrale de chevauchement (des limites géographiques) des relevés correspondraient à un lot d'habitats communs aux 35 carrières. Il est également possible de distinguer des relevés correspondant à des habitats plus ou moins spécifiques des régions géographiques considérées.

Après analyse approfondie des relevés, l'information expliquée par le deuxième plan factoriel semble correspondre à l'acidité du substrat. Ainsi, les formations calcicoles et basiphiles se situent dans la partie haute de l'axe 2 et les formations acidiphiles, dans la partie basse.

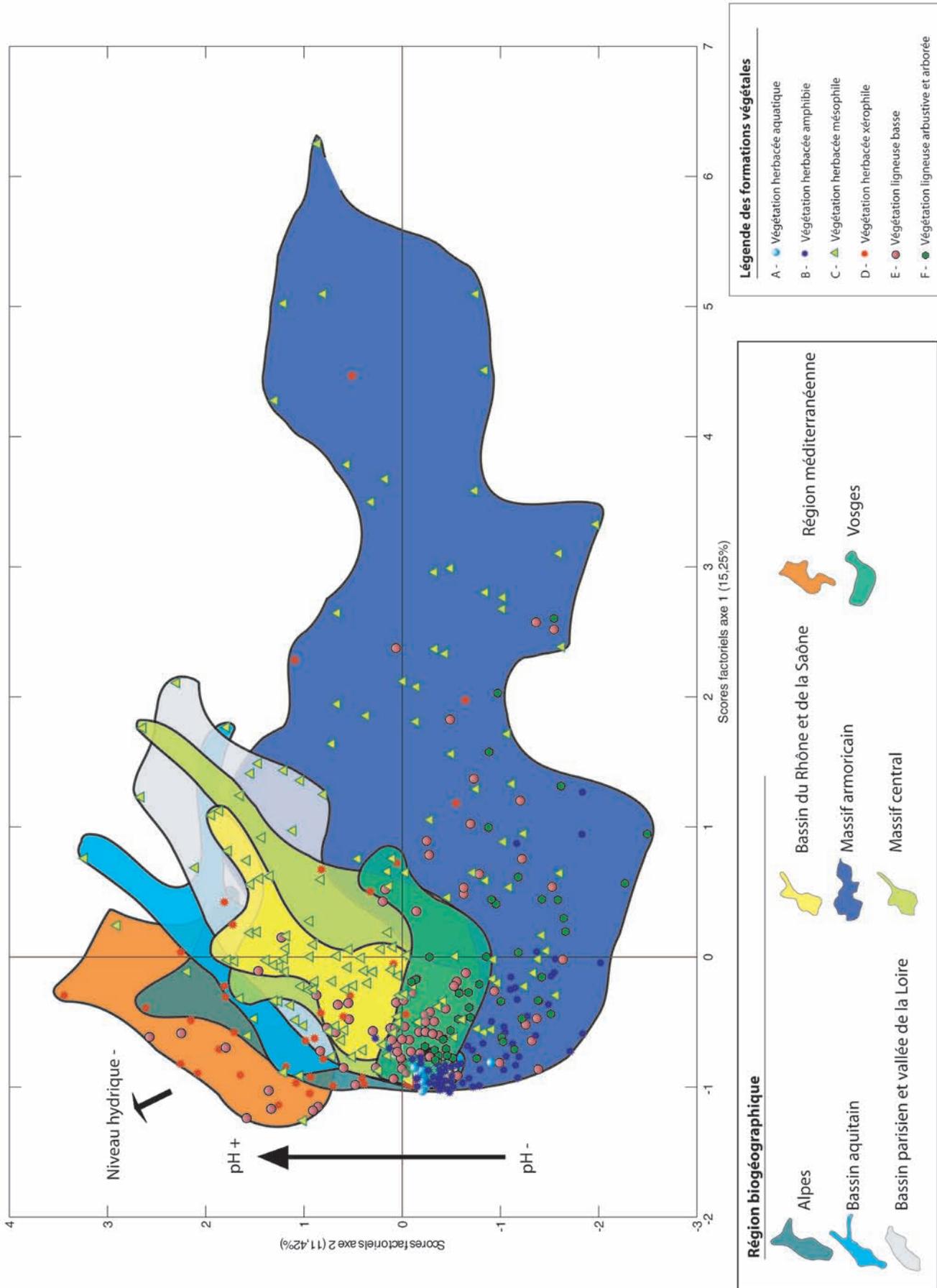
Il semble exister un troisième plan factoriel (non représenté) correspondant au gradient hydrique des différentes formations végétales. Les groupements aquatique et amphibie se situeraient à proximité de 0 et les groupements mésophile et xérophiles s'en éloigneraient.

**L'analyse multifactorielle fait donc apparaître l'influence de trois facteurs principaux : la répartition géographique, l'acidité du substrat (lié au type de roche) et le gradient hydrique.**

L'AFC seule est ici insuffisante pour effectuer une typologie des formations végétales de carrières. Ceci pour plusieurs raisons :

- le nombre important de relevés et de formations végétales ;
- en carrière, la composition floristique d'un même groupement est souvent hétérogène, ce qui rapproche sur la carte factorielle certains relevés de formations distinctes ;
- l'étude porte sur un échantillon de sites hétérogènes (avec des caractéristiques propres et dans des régions géographiques différentes) ;
- cette analyse est basée sur l'absence/présence des espèces : des relevés pauvres en espèces peuvent être rapprochés alors qu'ils ont une composition floristique totalement différente ;
- la méthodologie employée est différente selon les prestataires, certains ayant réalisé des relevés synthétiques souvent riches en espèces, d'autres ayant multiplié les relevés avec un nombre plus réduit d'espèces.

Figure 22 Carte factorielle des relevés de végétation des 35 carrières





## **Insectes et autres invertébrés**

## 2 INSECTES ET AUTRES INVERTÉBRÉS

### 2.1 ODONATES

40 espèces reproductrices (sur 42 contactées) - 45% de l'odonatofaune française

10 espèces en moyenne par site - 1 (minimum) à 18 espèces (maximum) sur 74% des sites

258 « occurrences-site »

19% de ces occurrences sont des espèces déterminantes ZNIEFF (45 occurrences)

#### 2.1.1 ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES : RELEVÉS, NOMENCLATURE

##### 2.1.1.1 Relevés

L'étude de l'odonatofaune a essentiellement consisté en une **estimation semi-quantitative**, selon un protocole standardisé, des peuplements de chaque espèce d'odonate observée sur les périmètres d'étude et susceptible de s'y reproduire.

- ▶ Des **placettes d'échantillonnage** ont été préalablement définies afin de réaliser un échantillonnage pertinent et représentatif des différents milieux de reproduction potentiels présents sur les sites étudiés (en fonction de la profondeur d'eau et de ses fluctuations, des profils des berges, de la qualité apparente de l'eau, de la végétation aquatique, etc.). En moyenne, trois stations d'échantillonnage ont été sélectionnées par site de carrière (soient **79 placettes inventoriées sur 26 sites**, neuf sites ne comportant pas de milieu aquatique susceptible d'être utilisé par les odonates). Chaque station représente une surface unitaire d'environ 100 m<sup>2</sup> ;
- ▶ Deux méthodes de relevés complémentaires ont été utilisées sur chaque placette :
  - observation et évaluation, selon trois classes d'effectifs (un individu seul, 2 à 10 individus et plus de 10 individus), des individus territoriaux, des individus accouplés, des femelles en ponte, des émergences en cours...
  - recherche et détermination des exuvies d'anisoptères, menée pendant 20 minutes lors de chaque mission de terrain.

En moyenne, chacune des stations a été inventoriée deux fois au cours de l'année des inventaires. Les conditions des relevés ont été systématiquement informées (heure, date, météo...) ; on retiendra que les observations ont globalement été faites entre 12h00 et 16h30 (heure solaire).

En outre, un inventaire complémentaire uniquement qualitatif de toutes les espèces présentes sur l'ensemble du périmètre d'étude a été réalisé. Tous les moyens classiquement employés ont alors été utilisés (détermination à distance des imagos avec ou sans jumelles, capture au filet, prélèvement d'exuvies, de larves...). Ce complément d'inventaire a été mené après les observations et recherches précédentes, du fait des perturbations et des biais possibles qu'il pouvait engendrer.

##### 2.1.1.2 Analyse des données

- ▶ Les analyses développées dans ce chapitre se basent sur les individus dont la **reproduction au niveau des stations d'échantillonnage est** :
  - certaine : présence d'exuvies (Figure 23) ;
  - probable : ponte ;
  - possible<sup>9</sup> : accouplements, émergences, comportements territoriaux de plusieurs individus...

<sup>9</sup> Nous avons estimé utile d'intégrer les individus reproducteurs possibles dans nos analyses, le but de notre étude étant d'identifier les potentialités d'accueil des carrières de roches massives.

**Figure 23**

Exuvies sur la chaîne d'une pompe flottante



Pour simplifier la lecture, dans les paragraphes qui suivent, on parlera d'individus « reproducteurs » pour désigner un individu appartenant à l'une de ces trois classes.

Les individus estimés « non reproducteurs » (passage, alimentation...) ont été exclus de l'analyse en raison du caractère trop incertain de leur lien avec le site. En effet, la plupart des odonates ont de bonnes capacités de dispersion et peuvent être observés à des distances importantes de leur site de reproduction.

**Remarque :** Il sera systématiquement précisé dans les paragraphes qui suivent si le terme d'occurrence fait référence à :

- une « **occurrence-site** » qui correspond à la présence d'un ou plusieurs individus d'une espèce sur une ou plusieurs stations d'échantillonnage **d'un même site** ;
- une « **occurrence-station** » : la présence d'un ou plusieurs individus d'une même espèce **sur une même station**. Plusieurs stations peuvent correspondre à un même milieu si ce milieu présente des faciès différents. Par exemple, deux stations différentes peuvent être situées sur un même bassin de décantation : l'une dans une zone atterrie peu profonde avec une épaisseur de sédiments importante, l'autre dans une zone profonde très chargée en matières en suspension

- Pour les peuplements d'odonates, l'**indice de diversité de Shannon-Weaver** a été utilisé pour l'analyse semi-quantitative

$$H' = -\sum p_i \cdot \log_2 p_i$$

où  $p_i$  = proportion de l'espèce  $i = N_i/N$ , avec  $N$  désignant l'effectif total ( $N = \sum N_i$ ).

$H'$  est minimale (= 0) si tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même espèce ou si, dans un peuplement, chaque espèce est représentée par un seul individu, excepté une espèce qui est représentée par tous les autres individus du peuplement.

Cet indice est souvent accompagné d'un calcul de l'équitabilité qui correspond au rapport de H' à l'indice maximal théorique dans un peuplement (Hmax). Cet indice est appréciable dans la mesure où il est insensible à la richesse spécifique et permet de comparer des échantillons assez dissemblables à ce niveau. Cependant, dans le cas présent, les effectifs sont évalués sous la forme de quelques classes semi-quantitatives. Il s'ensuit des indices d'équitabilité très proches et importants (compris pour la plupart entre 0,95 et 0,98), ne variant pas significativement d'une station à l'autre. L'utilisation de l'équitabilité n'apporte donc aucun éclairage évident dans le cas présent.

### 2.1.1.3 Limites de l'analyse

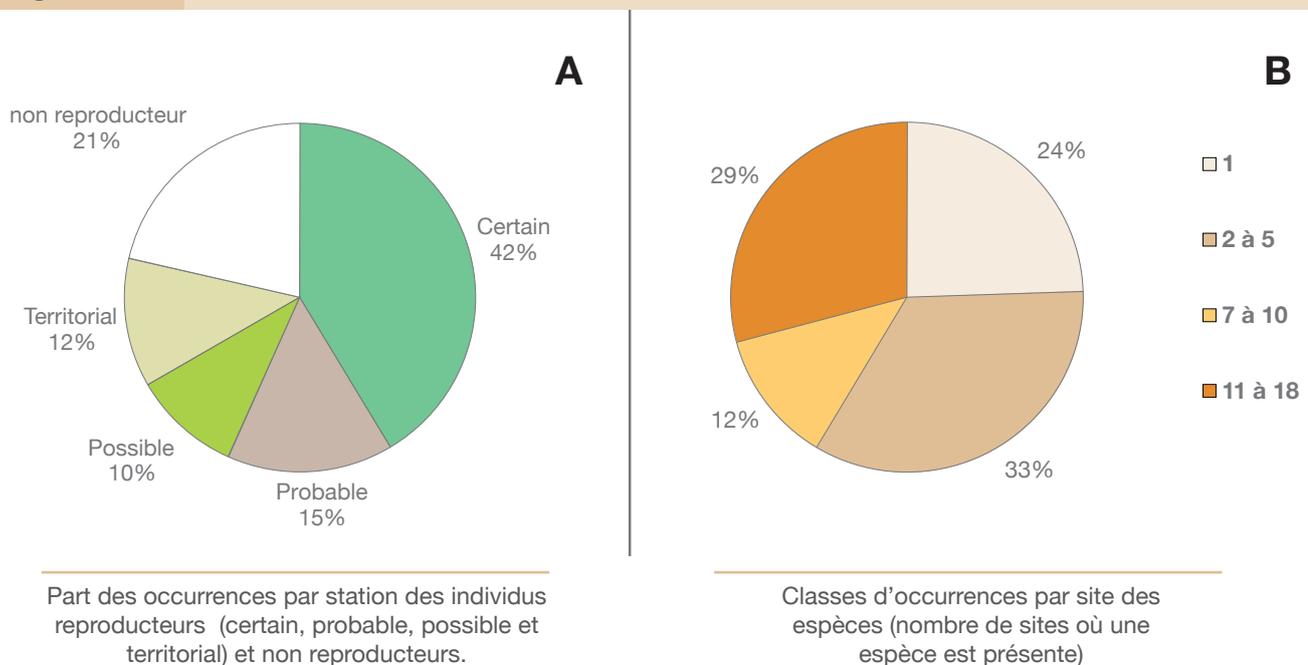
Deux limites mineures sont en prendre en compte lors de la lecture des résultats des analyses développés ci-après :

- ▶ neuf sites n'accueillent aucune espèce d'odonates reproducteurs en raison de l'absence de milieux aquatiques propices aux exigences écologiques de ce groupe. À noter que des milieux temporaires où la végétation est absente sont utilisés par certaines espèces d'amphibiens mais se révèlent trop contraignant pour les odonates ;
- ▶ comme évoqué précédemment, les analyses sont semi-quantitatives (classes d'abondance) et non quantitatives (effectifs). Hormis l'impossibilité d'utiliser les indices d'équitabilité, le biais lors de l'analyse des données reste mineur.

### 2.1.2 DONNÉES GÉNÉRALES

Sur les 655 occurrences-stations recueillies, près de **80% ont été attribuées à des individus reproducteurs et utilisées lors de l'analyse des données** (Figure 24 A). Ainsi, plus de 20% de ces occurrences se rapportent à des individus dont le lien avec le site reste indéterminé. Toutefois, seules 42% des occurrences-stations ont été attribuées à des individus reproducteurs **certain**.

**Figure 24** Nature des occurrences-stations et occurrences-sites des observations d'odonates



**258 occurrences-sites** avec des individus reproducteurs ont été réalisées (Figure 24 B) :

- un quart des espèces ne sont présentes que sur un seul site (essentiellement des espèces rares ou d'eaux courantes) ;
- les trois quart des espèces sont présentes deux fois ou plus sur les 26 sites (notamment des espèces plus communes ou ayant une affinité particulière pour les sites de carrières).

### 2.1.2.1 Les espèces

Le Tableau 7 recense les **40 espèces d'odonates** qui se reproduisent sur au moins un site de l'étude. Il existe un **gradient décroissant et régulier de la fréquence des espèces**, soulignant l'absence de dominance de certaines espèces par rapport à d'autres. Ceci est le signe que des milieux aux caractéristiques diverses, permettant l'accueil d'espèces aux écologies variées, sont représentés au sein de l'échantillon.

Ces 40 espèces représentent **45% de l'odonatofaune française**, qui compte environ 90 espèces (Dommanget, 1987).

Dans le Tableau 7 figure également une appréciation de la fréquence des espèces au niveau national (Dommanget, 1987). Cette fréquence est exprimée par une note variant de 1 (espèce connue anciennement mais non confirmée récemment) à 10 (espèces excessivement communes). Les espèces observées lors de l'étude ont des cotations de rareté qui vont de 4 à 10, avec les significations suivantes :

- 4 = espèce très localisée ou peu fréquente en plaine, mais présentant des effectifs nettement plus importants à moyenne et haute altitude ;
- 5 = espèce localisée ou disséminée dont les effectifs sont en général assez faibles ;
- 6 = espèce fréquemment localisée mais pouvant présenter des populations importantes ;
- 7 = espèce assez fréquente en général ;
- 8 = espèce répandue dans notre pays ;
- 9 = espèce très répandue dans notre pays ;
- 10 = espèce excessivement commune.

Tableau 7 Liste des espèces d'odonates reproductrices contactées, occurrence et abondance nationale (une liste par ordre alphabétique de nom scientifique figure en annexe III)				
Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre d'occurrences-sites	Nombre d'occurrences-stations	Abondance nationale (Dommanget, 1987)
Le Sympétrum fascié	<i>Sympetrum striolatum</i>	18	36	10
L'Anax empereur	<i>Anax imperator</i>	17	43	9
L'Agrion porte-coupe	<i>Enallagma cyathigerum</i>	16	35	9
L'Agrion élégant	<i>Ischnura elegans</i>	14	43	10
L'Orthétrum réticulé	<i>Orthetrum cancellatum</i>	14	32	9
L'Agrion jouvencelle	<i>Coenagrion puella</i>	13	28	10
La Libellule déprimée	<i>Libellula depressa</i>	12	23	10
L'Orthétrum bleuissant	<i>Orthetrum coerulescens</i>	12	27	7
L'Agrion délicat	<i>Ceragrion tenellum</i>	11	28	6
L'Agrion à larges pattes	<i>Platycnemis pennipes</i>	11	19	9
La Petite nymphe au corps de feu	<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	11	24	9
Le Leste vert	<i>Chalcolestes viridis</i>	10	18	9
Le Crocothémis écarlate	<i>Crocothemis erythraea</i>	9	19	7 (9 ou 10 en région médit.)
La Libellule à quatre taches	<i>Libellula quadrimaculata</i>	9	21	10
L'Agrion mignon	<i>Coenagrion scitulum</i>	8	14	5
L'Orthétrum brun	<i>Orthetrum brunneum</i>	8	18	7
L'Agrion nain	<i>Ischnura pumilio</i>	7	11	5
L'Agrion de Vander Linden	<i>Erythromma lindeni</i>	6	10	7
L'Aeschne bleue	<i>Aeshna cyanea</i>	5	9	9
Le Leste sauvage	<i>Lestes barbarus</i>	5	5	6
Le Sympétrum rouge sang	<i>Sympetrum sanguineum</i>	4	5	10
L'Aeschne mixte	<i>Aeshna mixta</i>	3	3	8
La Cordulie bronzée	<i>Cordulia aenea</i>	3	5	8
Le Gomphe joli	<i>Gomphus pulchellus</i>	3	7	8
Le Sympétrum méridional	<i>Sympetrum meridionale</i>	3	5	8
Le Caloptéryx vierge	<i>Calopteryx virgo</i>	2	3	7
L'Agrion de Mercure	<i>Coenagrion mercuriale</i>	2	3	5

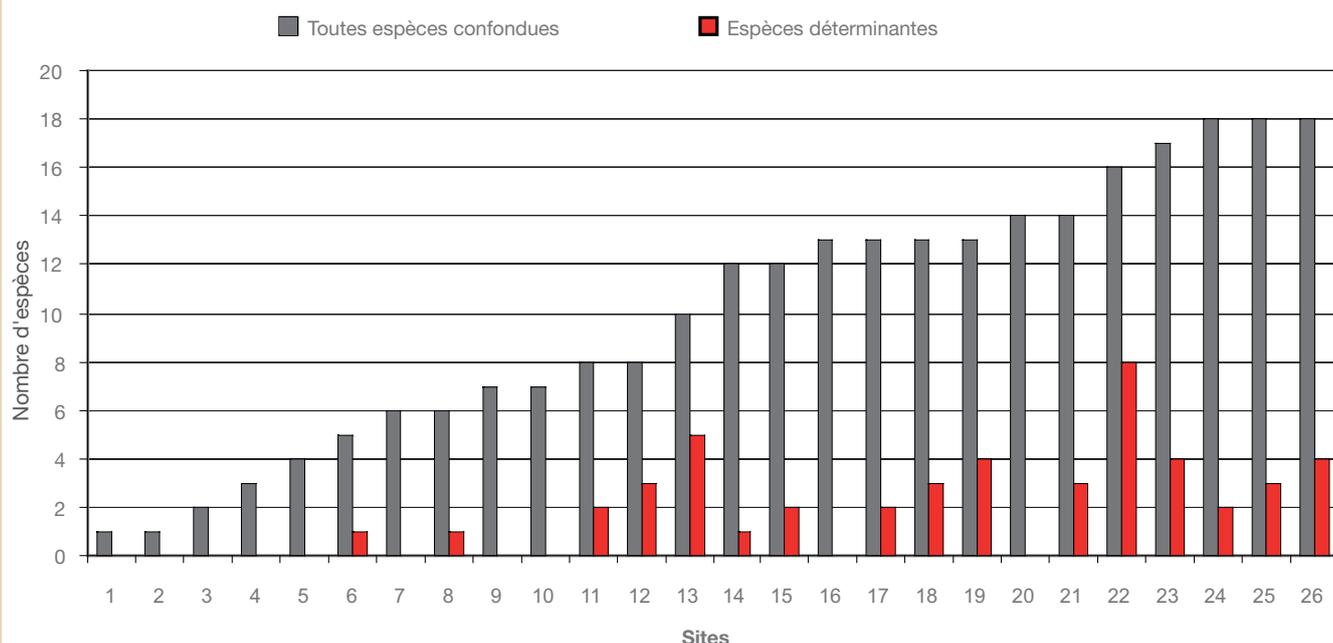
Nom commun	Nom scientifique	Occurrence	Abondance	Abondance nationale
Le Leste verdoyant	<i>Lestes virens</i>	2	3	7
Le Gomphe à pinces	<i>Onychogomphus forcipatus</i>	2	2	8
L'Agriion orangé	<i>Platycnemis acutipennis</i>	2	2	6
Le Sympétrum de Fonscolombe	<i>Sympetrum fonscolombei</i>	2	4	7
Le Caloptéryx éclatant	<i>Calopteryx splendens</i>	1	1	8
Le Caloptéryx méridional	<i>Calopteryx virgo meridionalis</i>	1	1	-
Le Cordulégastré annelé	<i>Cordulegaster b. boltonii</i>	1	1	5
La Naïade au corps vert	<i>Erythromma viridulum</i>	1	4	6
La Libellule fauve	<i>Libellula fulva</i>	1	1	6
L'Orthétrum à stylets blancs	<i>Orthetrum albostylum</i>	1	1	6
La Cordulie à corps fin	<i>Oxygastra curtisii</i>	1	3	6
La Cordulie métallique	<i>Somatochlora metallica</i>	1	1	4
Le Leste brun	<i>Sympetrum fusca</i>	1	1	7

Sur la base de ces cotations, nous avons distingué trois groupes d'espèces, signalés par des couleurs distinctes dans le **Tableau 7** :

- en vert : un groupe de douze espèces **fréquemment contactées**, en termes d'occurrences-sites, qui sont des **espèces très communes** en France et qui peuvent être qualifiées d'ubiquistes (*Anax imperator*, *Ischnura elegans*...) ;
- en bleu : un groupe de six **espèces moins communes au niveau national mais qui ont été fréquemment contactées**. Ces espèces qui semblent plus fréquentes dans notre échantillon que sur le reste du territoire national trouvent en carrière des conditions idéales à leur reproduction (*Ischnura pumilio*, *Orthetrum coerulescens*...) : milieux oligotrophes, pionniers, bien exposés... Elles sont souvent déterminantes ZNIEFF (**Tableau 8**) ;
- en blanc : les 22 espèces restantes sont des espèces qui ont été **relativement peu contactées** lors de l'étude pour différentes raisons. Il s'agit d'espèces :
  - soit particulièrement rares (*Somatochlora metallica*...),
  - soit inféodées à des milieux peu communs en carrières, comme les milieux d'eaux courantes (*Coenagrion mercuriale*, *Calopteryx splendens*...) ou eutrophes (*Aeshna mixta*...),
  - soit aux aires de distribution restreintes (*Sympetrum fonscolombei*...).

### 2.1.2.2 Approche par sites

- Le nombre d'espèces par site est très variable (Figure 25). On observe en effet :
  - 10 espèces en moyenne par site ;
  - une seule espèce sur les deux sites les moins peuplés ;
  - 18 espèces sur les trois sites les plus peuplés.
- Certains sites n'accueillent qu'une très faible proportion des espèces rencontrées au cours de l'étude alors que d'autres en accueillent plus du tiers. Ces résultats reflètent bien l'hétérogénéité qui existe entre les sites, qui se retrouve par ailleurs au niveau des stations. De plus :
  - seuls quatre des douze sites accueillant moins de dix espèces abritent des espèces déterminantes ;
  - douze des quatorze sites accueillant plus de dix espèces abritent des espèces déterminantes.

**Figure 25** Nombre d'espèces et d'espèces déterminantes d'odonates par site (par ordre croissant)


La valeur patrimoniale des peuplements (nombre d'espèces déterminantes ZNIEFF) n'est donc pas strictement en rapport avec leur diversité (nombre d'espèces totale sur un site). Toutefois, il semble que **la plupart des sites accueillant des peuplements diversifiés accueillent également des espèces sensibles**, probablement car ces sites présentent des habitats diversifiés et de qualité.

### 2.1.2.3 Espèces sensibles

**Tableau 8** Liste des espèces d'odonates sensibles (espèces reproductrices)

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre d'occurrences-sites déterminantes	Occurrences déterminantes / occurrences totales (%)	Liste rouge (Dommanget, 1987)
L'Orthétrum bleuissant	<i>Orthetrum coerulescens</i>	10	83	
L'Agrion délicat	<i>Ceriagrion tenellum</i>	5	45	
L'Orthétrum brun	<i>Orthetrum brunneum</i>	5	63	
L'Agrion mignon	<i>Coenagrion scitulum</i>	5	63	Statut 5
L'Agrion nain	<i>Ischnura pumilio</i>	5	71	Statut 5
Le Leste sauvage	<i>Lestes barbarus</i>	2	40	
L'Agrion de Mercure	<i>Coenagrion mercuriale</i>	2	100	Statut 5
L'Agrion orangé	<i>Platycnemis acutipennis</i>	2	100	
Le Cordulégastré annelé	<i>Cordulegaster b. boltonii</i>	1	100	Statut 5
L'Agrion à larges pattes	<i>Platycnemis pennipes</i>	1	9	
La Libellule à quatre taches	<i>Libellula quadrimaculata</i>	1	11	
Le Crocothémis écarlate	<i>Crocothemis erythraea</i>	1	11	
L'Agrion de Vander Linden	<i>Erythromma lindenii</i>	1	17	
La Cordulie bronzée	<i>Cordulia aenea</i>	1	33	
Le Sympétrum méridional	<i>Sympetrum meridionale</i>	1	33	
Le Sympétrum de Fonscolombe	<i>Sympetrum fonscolombeii</i>	1	50	
La Cordulie à corps fin	<i>Oxygastra curtisii</i>	1	100	
La Cordulie métallique	<i>Somatochlora metallica</i>	1	100	Statut 4

**Cinq espèces figurent sur la liste rouge** nationale (Dommanget, 1987) : quatre avec le statut 5<sup>10</sup> qui cumulent 18 occurrences sites et une avec le statut 4<sup>11</sup> (une seule occurrence site). En outre deux espèces bénéficient d'une protection nationale et sont considérées comme vulnérables : la Cordulie à corps fin et l'Agrion de Mercure (considéré comme en danger dans la moitié nord de la France).

<sup>10</sup>Espèces localisées ou disséminées dont les effectifs sont, en général, assez faibles.

<sup>11</sup>Espèces très localisées ou peu fréquentes en plaine, mais présentant des effectifs nettement plus importants à moyenne et haute altitude.

**18 espèces sont déterminantes** dans au moins une des régions où elles ont été contactées. Le cumul des occurrences-sites de ces espèces atteint 45, ce qui représente 19% du total de ces occurrences.

Ces chiffres montrent que les carrières de roches massives offrent un potentiel d'accueil certain pour les espèces à forte valeur patrimoniale. Comme évoqué précédemment, ce potentiel est net pour les espèces peu communes des milieux oligotrophes et pionniers (*Orthetrum coerulescens*, *Coenagrion scitulum* et *Ischnura pumilio* cumulent à elles trois 20 des 47 occurrences déterminantes...). Le potentiel des milieux plus évolués, plus végétalisés, se traduit également par les occurrences d'espèces déterminantes comme *Ceriagrion tenellum* (5), lequel présente une certaine affinité pour les milieux oligo à mésotrophes. En revanche, il est plus anecdotique pour d'autres espèces, dont l'écologie correspond assez peu aux milieux présents dans les carrières. L'observation de ces espèces est généralement liée à la présence de milieux atypiques sur certains sites (qui s'apparentent à des milieux courants par exemple pour *Coenagrion mercuriale*, *Oxygastra curtisii*...) ou peut être considérée comme accidentelle.

**Figure 26** Exemple d'espèces déterminantes d'odonates



## 2.1.3 DONNÉES GÉNÉRALES SUR LES PEUPELEMENTS ET PARAMÈTRES LES INFLUENÇANT

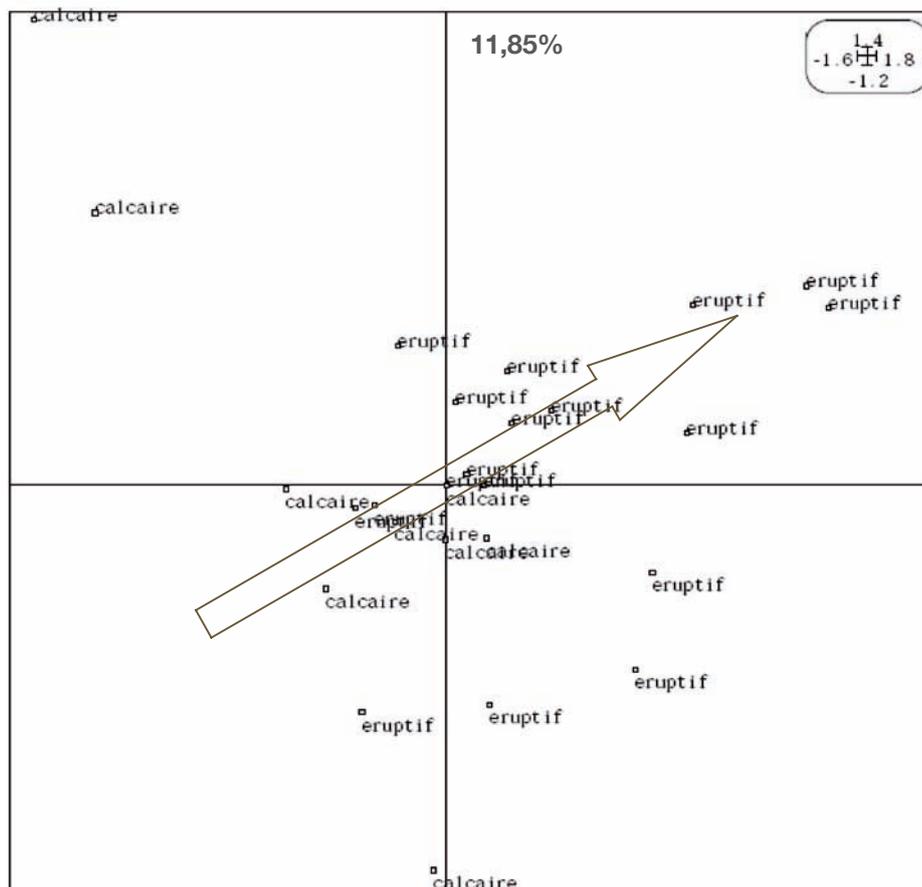
### 2.1.3.1 Analyse multifactorielle

Des analyses multifactorielles ont été conduites préalablement aux autres analyses. Seuls les résultats les plus « parlants » sont présentés ici. Rappelons brièvement la méthode utilisée pour ce groupe : toutes les analyses comparatives ont été réalisées en considérant chaque station comme une entité statistique. Du fait de la nature même des données en absence-présence, les analyses relèvent ici de l'AFC<sup>12</sup>. Trois projections sont ici présentées :

- La projection des sites obtenue par rapport aux données relatives aux peuplements des odonates. Dans cette analyse la position de chaque site est relevée en fonction de son cortège d'espèces (Figure 27).

**Figure 27**

Odonates : projection des sites dans le plan F1xF2 de l'AFC.  
Chaque site est caractérisé par son type de roche (éruptif ou calcaire).  
La flèche indique le sens du gradient.



À première vue, il semble que l'analyse oppose les sites calcaires et éruptifs sur un gradient. Il pourrait alors en être déduit que l'acidité de l'eau joue un rôle dans la mise en place des peuplements d'odonates. Pourtant, les relevés montrent que le pH des milieux colonisés est faiblement dépendant du type de roche.

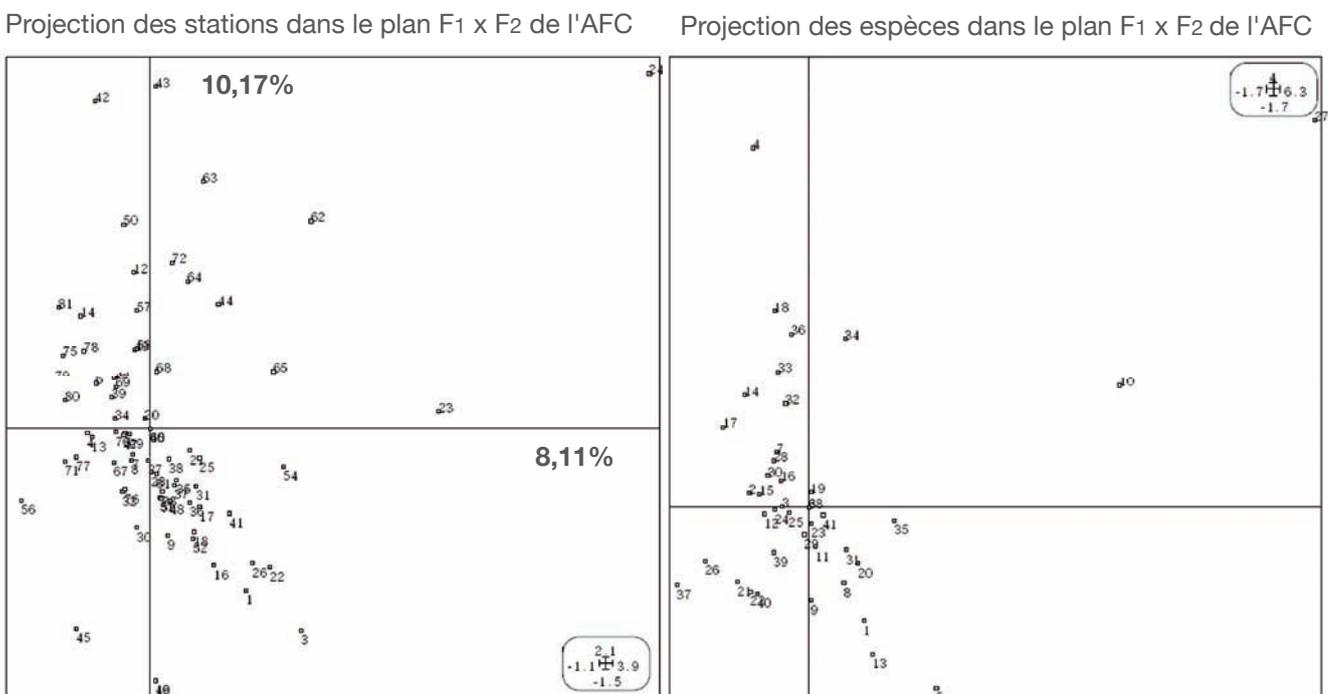
Ce gradient pourrait être principalement lié aux positions géographiques des sites, certaines espèces d'odonates montrant des exigences quant aux conditions climatiques (et les peuplements des sites les plus septentrionaux, bien qu'ayant parfois un lot d'espèces communes avec ceux méridionaux, diffèrent généralement de ces derniers).

<sup>12</sup> Analyse factorielle des correspondances

L'influence de la localisation géographique des sites est toutefois perturbée par les conditions locales sur les sites : certains facteurs favorisent par exemple la remontée d'espèces méridionales, certaines carrières méridionales sont dépourvues de milieux aquatiques favorables... En réalité, il semble que **l'AFC ne permette pas d'appréhender de facteur déterminant dans la composition des peuplements** qui sont conditionnés par de nombreux éléments complexes interagissant entre eux.

- ▶ Selon la même méthodologie utilisée pour analyser le positionnement des sites est présentée ci-après la projection des placettes, obtenue par rapport aux données relatives aux peuplements des odonates. Sur la **Figure 28**, représentative de l'analyse, les numéros correspondent d'une part aux stations sur l'un des sites (à gauche) et d'autre part aux espèces (à droite).

**Figure 28** Projection des stations et des espèces d'odonates



Comme précédemment, il n'est pas possible d'identifier de gradient ou de regroupement des placettes ou des espèces. L'examen des caractéristiques de chaque station (nature du milieu, végétalisation...) ou des espèces (espèces d'eaux courantes, pionnières...), ne montre pas de déterminisme strict. Des facteurs complexes agissent entre eux, définissant pour chaque station des conditions uniques et parfois atypiques, qui ne permettent pas d'identifier de facteur propre à caractériser les peuplements.

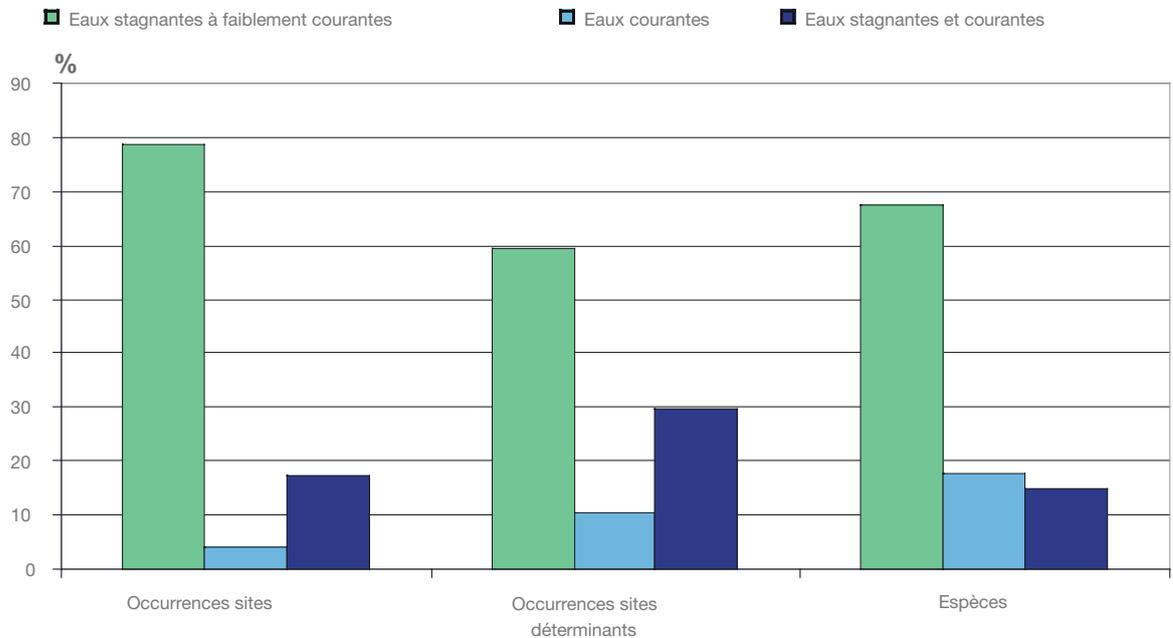
### 2.1.3.2 Données générales

Au niveau national, 62 espèces sont susceptibles d'effectuer leur reproduction dans des milieux d'eaux stagnantes non compris dans des zones de montagnes. Les 33 espèces de milieux stagnants de l'étude représentent près de **54% de l'odonatofaune française présente dans ce type de milieux en plaine** (à comparer aux 45% de l'odonatofaune française que représente la totalité de l'échantillon).

Sans surprise, près de 80% des occurrences et 70% des espèces (soit 27 espèces) sont inféodées aux milieux stagnants à faiblement courants.

**Figure 29** Proportion des peuplements d'odonates d'eaux stagnantes, courantes et indifférents

	Occurrences-sites (%)	Occurrences-sites déterminants (%)	Espèces (%)
Eaux stagnantes à faiblement courantes	79	60	68
Eaux courantes	4	11	18
Eaux stagnantes et courantes	17	30	15



**Figure 30** Le Cordulégraste annelé et la Cordulie à corps fin



Le Cordulégraste annelé (*Cordulegaster boltonii*) se développe d'ordinaire en eau courante : petites rivières ou ruisseaux, fossés alimentés, même à assèchement temporaire (à condition que la larve puisse se réfugier dans des vases, sous des cailloux ou des refuges sous berges restant humides). Il faut néanmoins que, pendant ses périodes de croissance, l'oxygénation de l'eau soit suffisante et sa qualité correcte. Cette espèce reste donc assez fréquente dans les régions collinéennes et montagnardes et devient plus rare dans les régions de plaine.



La Cordulie à corps fin (*Oxygastra curtisii*) a été contactée sur une carrière de Haute-Vienne. Il s'agit d'une espèce se reproduisant généralement dans les rivières lentes. Sa reproduction en milieu stagnant est très rare. A notre connaissance, elle n'a été prouvée, en France, que sur un nombre extrêmement réduit de sites (Lac du Bourget), quoique quelques exuvies aient aussi été découvertes en 2004 dans une sablière de Loire-Atlantique (Franck Herbrecht, communication orale). Sa reproduction sur une carrière de roche massive est liée à la présence d'un bassin d'exhaure aux eaux bien oxygénées, comportant, qui plus est, une belle ripisylve.

Bien que les carrières ne semblent pas, *a priori*, constituer un environnement qui favorise les espèces d'eaux courantes, plusieurs observations ont néanmoins été réalisées. Elles sont à rattacher à deux phénomènes :

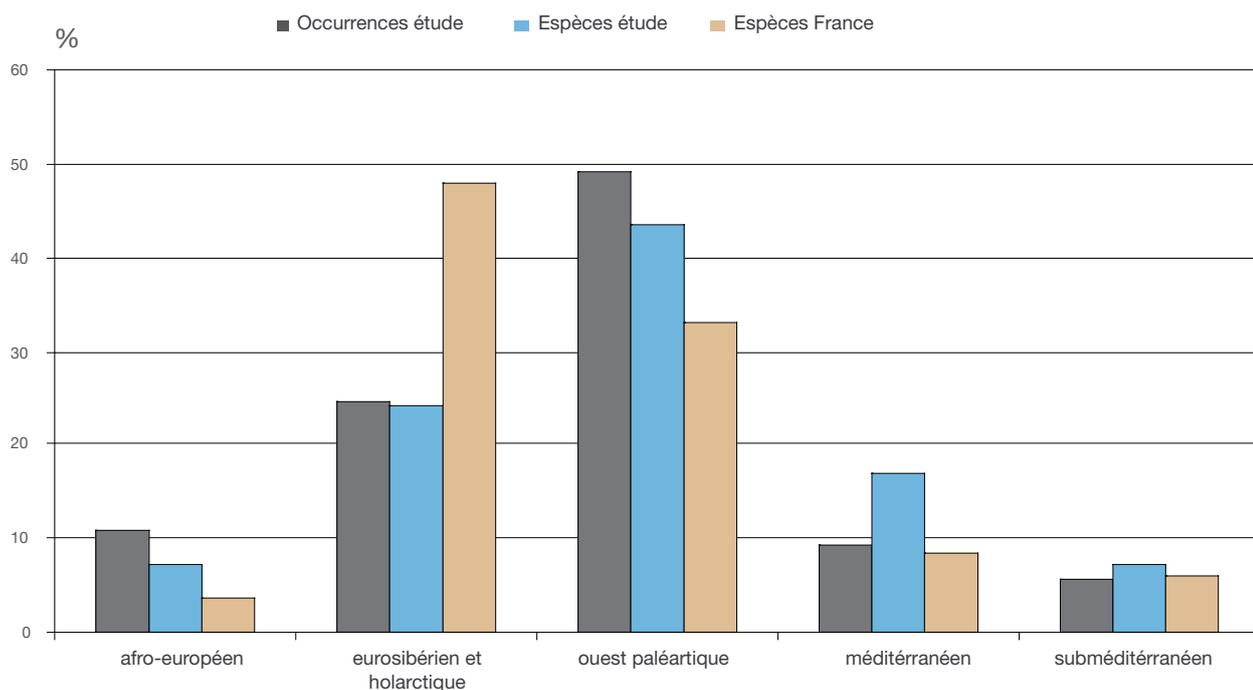
- la présence de **milieux atypiques** : on peut citer l'exemple d'une trentaine de bassins de décantation en série sur une carrière où une espèce rhéophile, *Cordulegaster boltonii* (Figure 30), se reproduit. En effet, avec la pente, l'eau ruisselle de bassins en bassins, créant ainsi un milieu « courant » ;
- la présence de **milieux d'eaux courantes en périphérie des exploitations**. Il est alors probable que les espèces prospectent les alentours et puissent, dans certains cas, s'adapter à un milieu qui présente un minimum de caractéristiques favorables (une eau assez fraîche, claire, ombragée, bien oxygénée...). C'est par exemple le cas de *Coenagrion mercuriale*, qui a été observé dans une mare permanente en pied de front (piège à cailloux).

Ces observations sont toutefois ponctuelles et restent plus anecdotiques que typiques des potentialités d'accueil des carrières.

### 2.1.3.3 Classification biogéographique

La **Figure 31** permet de comparer les préférences biogéographiques des espèces contactées lors de l'étude avec des données nationales (Grand, 2006).

**Figure 31** Répartition biogéographique des odonates de l'échantillon



Les **espèces méditerranéennes** (principalement en termes d'espèces) et afro-européennes (en termes d'occurrences) sont légèrement sur-représentées. Ceci s'explique probablement par les **conditions thermophiles** souvent rencontrées en carrières. Citons l'exemple d'une population d'Orthétrum brun (*Orthetrum brunneum*), espèce à tendance méridionale contactée dans une carrière normande à la limite de son aire de répartition. Pour les mêmes raisons, les espèces plus septentrionales sont à l'inverse sous-représentées.

### 2.1.3.4 Analyse par milieu

Le tableau suivant récapitule les observations effectuées sur les différents milieux identifiés :

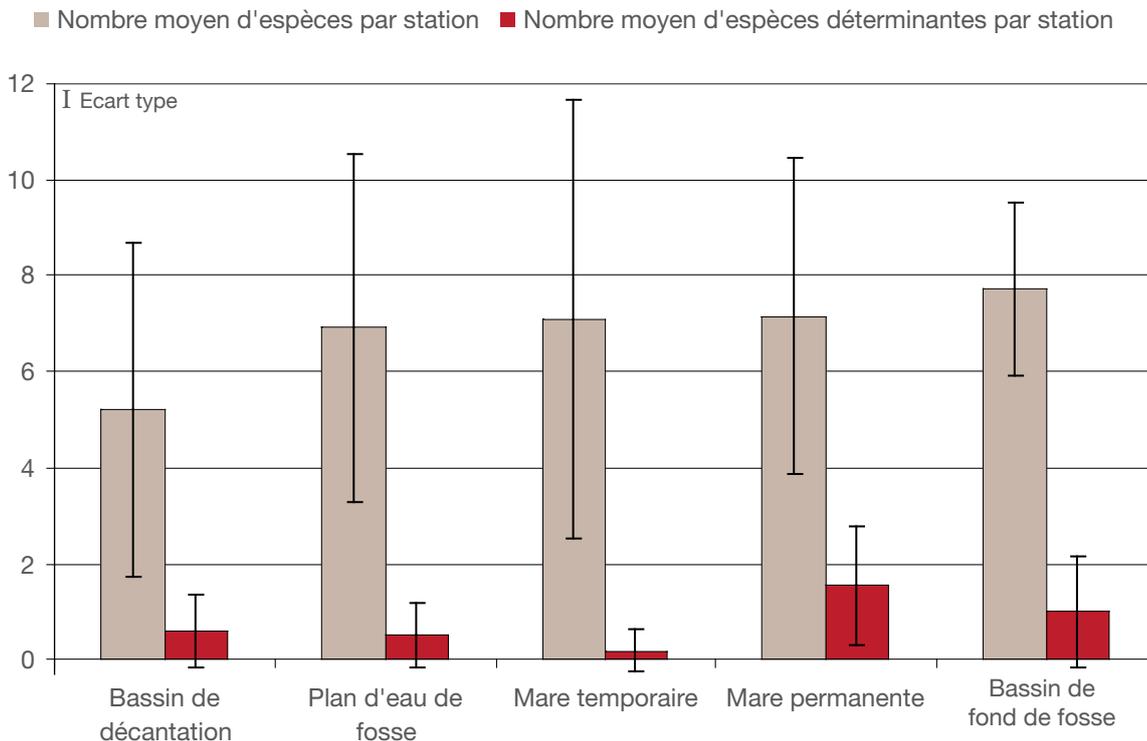
- bassins de décantation ;
- bassins de fond de fosse ;
- mares permanentes ;
- mares temporaires ;
- plans d'eau de fosse.

Les nombres portés en face de chaque espèce représentent le nombre de stations d'un type de milieu donné où l'espèce a été observée. Le code de couleur utilisé symbolise le pourcentage d'occurrences-stations sur chaque milieu pour une espèce considérée (entre y et z% des observations de l'espèce x eurent lieu sur ce milieu) :



Espèces	Total bassin de décantation	Total bassin de fond de fosse	Total mare permanente	Total mare temporaire	Total plan d'eau de fosse
<i>Aeshna cyanea</i>	2	0	5	2	0
<i>Aeshna mixta</i>	0	1	0	1	1
<i>Anax imperator</i>	6	6	15	6	10
<i>Calopteryx splendens</i>	1	0	0	0	0
<i>Calopteryx virgo</i>	0	1	0	0	0
<i>Calopteryx virgo meridionalis</i>	2	0	0	0	0
<i>Ceragrion tenellum</i>	4	4	22	0	0
<i>Chalcolestes viridis</i>	4	2	9	3	0
<i>Coenagrion mercuriale</i>	0	0	3	0	0
<i>Coenagrion puella</i>	3	4	15	6	1
<i>Coenagrion scitulum</i>	1	0	7	1	5
<i>Cordulegaster b. boltonii</i>	1	0	0	0	1
<i>Cordulia aenea</i>	0	1	0	0	4
<i>Crocothemis erythraea</i>	4	2	3	5	5
<i>Enallagma cyathigerum</i>	7	2	16	2	10
<i>Erythromma lindeni</i>	2	2	5	2	3
<i>Erythromma viridulum</i>	0	0	0	0	4
<i>Gomphus pulchellus</i>	6	0	0	0	1
<i>Ischnura elegans</i>	10	4	22	3	4
<i>Ischnura pumilio</i>	0	0	6	0	0
<i>Lestes barbarus</i>	1	0	2	2	0
<i>Lestes virens</i>	0	0	3	0	0
<i>Libellula depressa</i>	1	1	9	6	4
<i>Libellula fulva</i>	0	1	0	0	0
<i>Libellula quadrimaculata</i>	0	2	10	3	6
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	0	0	0	1	0
<i>Orthetrum albystilum</i>	0	1	0	0	0
<i>Orthetrum brunneum</i>	0	2	9	3	3
<i>Orthetrum cancellatum</i>	5	3	12	5	7
<i>Orthetrum coerulescens</i>	4	3	18	3	0
<i>Oxygastra curtisii</i>	0	0	0	1	2
<i>Platycnemis acutipennis</i>	0	1	0	0	1
<i>Platycnemis pennipes</i>	8	2	4	1	5
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	4	4	13	2	2
<i>Somatochlora metallica</i>	1	0	0	0	0
<i>Sympecma fusca</i>	0	0	1	0	0
<i>Sympetrum fonscolombeii</i>	0	0	0	2	2
<i>Sympetrum meridionale</i>	2	0	3	0	0
<i>Sympetrum sanguineum</i>	0	0	1	4	0
<i>Sympetrum striolatum</i>	2	4	20	6	4
Total des observations	81	53	233	70	85
Nombre de stations concernées	15	7	34	10	12
Ratio	5,4	7,6	6,9	7,0	7,1
Nombre d'espèces	23	22	25	22	22

Préalablement à l'analyse fine des différents facteurs pouvant influencer la mise en place des peuplements, le Tableau 9 et la Figure 32 permettent de s'intéresser aux relations peuplements / milieux de carrière.

**Figure 32** Nombre moyen (et écart type) d'espèces reproductrices d'odonates par type de milieu

Hormis les bassins de décantation, les différents milieux aquatiques de carrières semblent comparables en termes de diversité spécifique. Les constats suivants peuvent cependant être faits :

- **Les mares permanentes** semblent constituer les milieux privilégiés de reproduction pour un grand nombre d'espèces du fait de la diversité des faciès rencontrés et du nombre important de milieux de ce type inventoriés.

Avec une moyenne de sept espèces reproductrices par station, elles offrent la meilleure potentialité pour ce groupe (après les bassins de fond de fosse, beaucoup moins nombreux). Pour un grand nombre d'entre elles, leur caractère oligotrophe, en font des milieux particulièrement favorables aux espèces pionnières (*Ischnura pumilio*, *Orthetrum coerulescens*, *O. brunneum*...) qui y sont très bien représentées. De plus, le **développement d'une végétation aquatique** permet également la reproduction des espèces à ponte endophyte.

- **Les mares temporaires** peuvent constituer des biotopes intéressants pour certaines espèces, notamment pour les espèces méditerranéennes qui sont adaptées à une exondation estivale et qui requièrent un milieu se réchauffant rapidement (*Chalcolestes viridis*, *Lestes barbarus*...), ou pour des espèces pouvant pondre dans des milieux peu végétalisés (certains *Sympetrum* comme *S. fonscolombi*...), voire dans le substrat vaseux (*Orthetrum brunneum*, *O. cancellatum*, *Libellula depressa*...). Bien que la moyenne des espèces reproductrices dans ce type de milieu soit assez élevée, l'écart type est très important ; en effet, si les milieux sont en eau pendant des périodes courtes, comme c'est le cas pour certaines des mares inventoriées, très peu d'espèces sont susceptibles de pouvoir y accomplir la totalité de leur cycle de reproduction.
- **Les bassins de fond de fosse** possèdent globalement les mêmes caractéristiques que les mares permanentes. La moyenne d'espèces par station y est la plus élevée, mais sept stations seulement ont pu être inventoriées, ce qui ne permet pas de caractériser des peuplements spécifiques.
- **Les plans d'eau de fosse**, avec en moyenne sept espèces reproductrices par station sont, sous certaines conditions, relativement favorables aux odonates. L'écart type est important car les plans d'eau de fosse présentent globalement des potentialités limitées : grandes profondeurs, berges hautes subverticales... Ces milieux, en général peu peuplés, révèlent toutefois de bonnes potentialités lorsque ces contraintes sont compensées par la présence d'anciennes pistes ou de banquettes subaffleurantes qui permettent le développement de la végétation dans des zones peu profondes.

- Ces potentialités sont d'autant plus nettes que ces surfaces de faible profondeur et colonisées par la végétation sont importantes. S'y observe alors des populations, parfois importantes, d'espèces inféodées aux milieux à végétation herbacée aquatique et amphibie : *Enallagma cyathigerum*, *Erythromma viridulum*, *Coenagrion scitulum* ...

**Les bassins de décantation** abritent la plus faible diversité spécifique. L'écart type est toutefois très important, ces milieux pouvant présenter des caractéristiques très variables (Figure 33). Ils peuvent :

- être défavorables au groupe quand ils sont très chargés en matières en suspension et sans végétation. Ils n'accueillent alors généralement que des espèces peu exigeantes et très communes (*Enallagma cyathigerum*, *Ischnura elegans*, *Platycnemis pennipes*...);
- présenter de bonnes potentialités lorsqu'ils ne sont plus utilisés ou qu'ils sont les derniers d'une série de bassins (donc moins chargés) et qu'ils sont colonisés par la végétation (*Sympetrum meridionale*...); c'est par exemple le cas d'un bassin où s'est développée une roselière qui a permis l'accueil d'une population de *Somatochlora metallica* (Statut 4 sur liste rouge);
- être atypiques et accueillir des espèces peu rencontrées en carrière comme décrit précédemment (*Calopteryx sp.*, *Cordulegaster boltonii*...).

**Figure 33** Deux bassins de décantation avec des potentiels différents pour les odonates



Premier bassin d'eau de process



Bassin de décantation d'eau d'exhaure

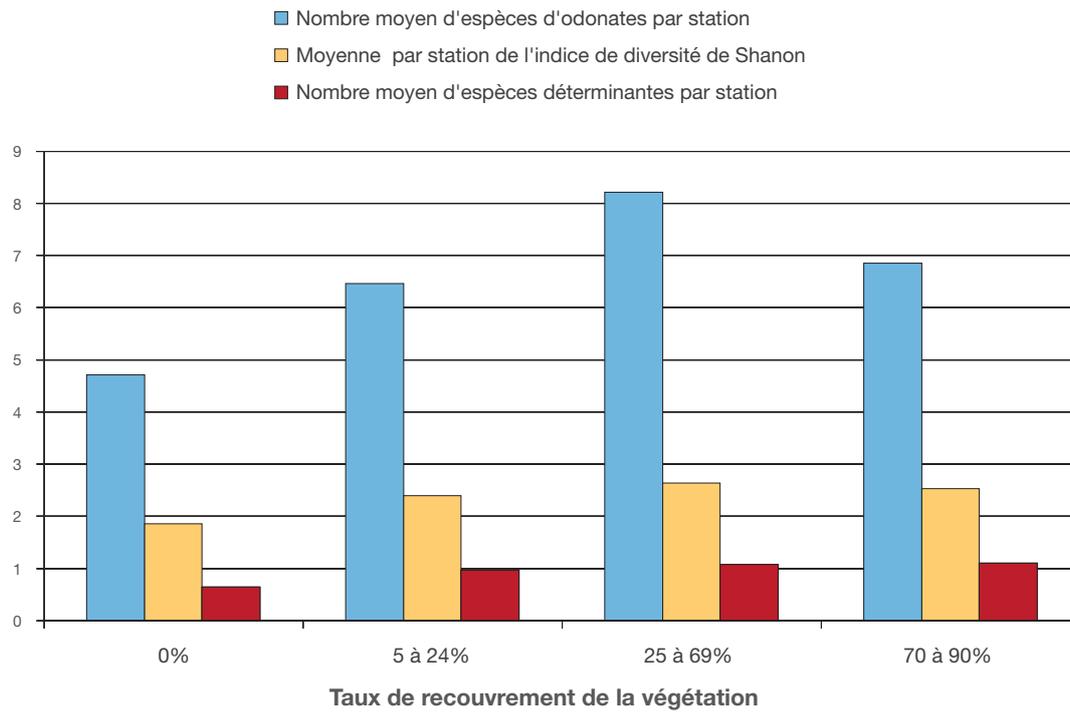
### 2.1.3.5 Influences de différents paramètres

Les différents milieux humides de carrières ont des faciès plus ou moins homogènes et s'y observe des peuplements qui leur sont parfois spécifiques. Cette homogénéité reste toutefois relative et il semble que plusieurs paramètres soient à l'origine de la mise en place des peuplements.

#### 2.1.3.5.1 Recouvrement de la végétation

En termes de nombre moyen d'espèces, d'indice de diversité moyen ou de nombre moyen d'espèces déterminantes par station (Figure 32), le taux optimal de recouvrement par la végétation semble se situer autour de 50%. Ceci s'explique par le nombre important d'espèces à ponte endophyte ou qui pondent sur la végétation et par les conditions favorables induites par celle-ci : protection des larves contre les prédateurs, postes d'affût pour la chasse...

**Figure 34** Influence du taux de recouvrement de la végétation sur les odonates



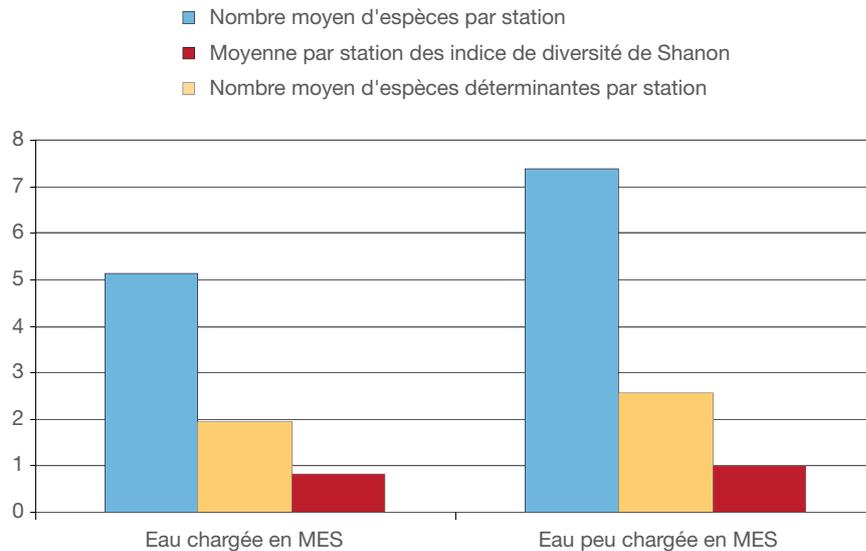
L'absence totale ou un faible recouvrement de végétation permettent cependant l'installation de communautés plus spécialisées d'espèces dont les larves peuvent s'abriter dans le substrat (*Orthetrum coerulescens*, *O. brunneum*, *O. cancellatum*, *Libellula quadrimaculata*...).

**Figure 35** Exemple de milieu peu végétalisé favorable aux peuplements pionniers d'odonates



### 2.1.3.5.2 Charge en matières en suspension (MES)

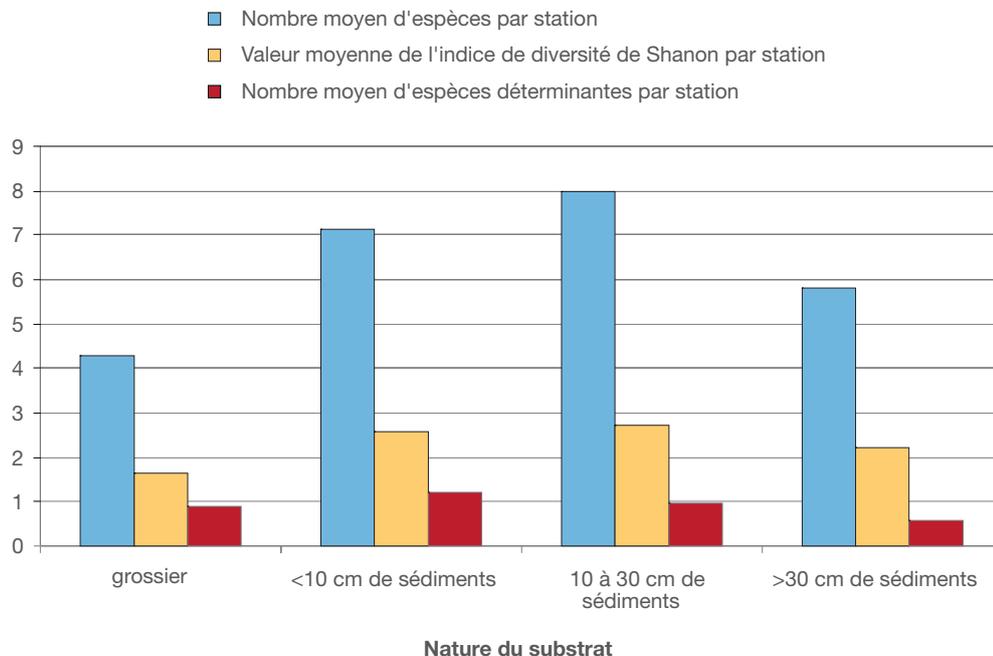
**Figure 36** Influence de la charge en MES sur les odonates



La charge en MES est un facteur particulièrement déterminant dans l'installation des peuplements d'odonates (Figure 36). Une charge trop importante peut, entre autres, gêner le développement larvaire, comme c'est le cas dans certains bassins de décantations. Dans les milieux les plus chargés se rencontrent le plus souvent des espèces avec peu d'exigences écologiques et très communes (*Anax imperator*, *Ischnura elegans*...). À l'inverse, les milieux moyennement ou peu chargés favorisent l'installation de peuplements diversifiés et parfois d'espèces à forte valeur patrimoniale.

### 2.1.3.5.3 Épaisseur de sédiment

**Figure 37** Influence de l'épaisseur du substrat sur les odonates



La charge en MES et l'épaisseur de sédiments du substrat sont deux facteurs liés (plus la charge en MES est importante, plus la sédimentation est importante), qui n'agissent pourtant pas exactement de la même façon. La classe la plus intéressante à observer est celle des milieux à substrat grossier pauvres en sédiments fins. Ces milieux demandent une très bonne adaptation des espèces à ces conditions et, en conséquence, sont en moyenne les moins peuplés et les moins diversifiés. Bien que très contraignants, ils accueillent tout de même des peuplements à forte valeur patrimoniale (*Ischnura pumilio* (Figure 38), *Orthetrum coerulescens*, *O. brunneum*...).

**Figure 38** *Ischnura pumilio* et exemple d'une station à substrat grossier où il a été contacté



*Ischnura pumilio*, l'**Agrion nain**, est une petite demoiselle qui affectionne les milieux oligotrophes (mares tourbeuses, mares de sources, pièces d'eau en terrains argileux ou sableux...). Elle a aussi et surtout une réputation d'espèce pionnière, particulièrement liée aux collections d'eaux récentes. Les mares de carrières lui sont donc particulièrement favorables.

Toutefois, les conditions les plus favorables à la majorité des espèces sont une couche de sédiments fins allant de 10 à 30 cm d'épaisseur qui permet le développement de la végétation et la protection des larves. Une épaisseur plus importante paraît moins favorable, peut-être du fait d'un taux élevé de MES.

#### 2.1.3.5.4 Autres facteurs étudiés

L'influence d'un certains nombre d'autres facteurs sur les odonates a été étudiée. Ils sont rapidement évoqués ici en raison de leur absence d'influence ou de l'impossibilité de conclure précisément sur leur rôle.

##### ► Les facteurs chimiques

- les variations de pH ne semblent pas influencer sur les peuplements ;
- comme évoqué dans l'introduction, les taux de nitrates et de phosphates varient peu et correspondent à des eaux de bonne qualité ; cette situation favorise probablement la mise en place des peuplements, notamment des espèces oligotrophes.

##### ► Les facteurs physiques

Trois facteurs ont été étudiés : la profondeur, la surface et le profil des berges. La variation de ces facteurs ne semble pas jouer de rôle prépondérant. Toutefois, les milieux qui paraissent les moins favorables sont :

- les milieux de très petite surface (<100 m<sup>2</sup>) ;
- les milieux profonds (>1,50 m) ou aux berges abruptes. Cependant, il est probable que ces caractéristiques soient surtout celles des bassins de décantation chargés en MES ou des plans d'eau de fosse non végétalisés.

### ► Facteurs défavorables

Outre l'assèchement précoce des milieux, en l'absence de gestion, sur le long terme, l'atterrissement des milieux aquatiques fait partie des processus de vieillissement défavorables à ce groupe : petit à petit la végétation peut envahir les milieux et les combler, surtout dans le cas de milieux de profondeur réduite, pourtant très favorables lors de leur création.

Un effet puits\* pourrait également affecter différents milieux faisant l'objet de remaniements réguliers dans les carrières en activité : mares pionnières créées involontairement (pièges à cailloux, ornières...), bassins de décantation (apports irréguliers de MES, curage)... Toutefois, ce phénomène n'a pas fait l'objet d'une attention particulière dans cette étude et il est impossible de conclure sur son importance.

## 2.1.4 SYNTHÈSE DES PARAMÈTRES INFLUENÇANT LA RÉPARTITION DES ODONATES

Sur la base des observations précédentes, il est évident que les carrières peuvent être à l'origine de la **création d'habitats aux caractéristiques variées**, favorables à différents peuplements d'odonates. Les milieux âgés, végétalisés, comme les anciens bassins de décantation ou certains plans d'eau de fosse, se révèlent notamment être des milieux d'intérêt pour ce groupe. Toutefois, l'élément le plus typique des carrières est probablement la création de **milieux pionniers et oligotrophes** qui favorisent l'installation de peuplements spécifiques avec de nombreuses espèces déterminantes ou inscrites sur liste rouge : *Ceriagrion tenellum*, *Ischnura pumilio*, *Lestes virens*, *Orthetrum brunneum*, *Orthetrum coerulescens*... Ces milieux variés ont un potentiel d'autant plus marqué qu'ils sont en raréfaction et qu'ils sont l'objet d'une pollution chronique dans de nombreuses zones agricoles.

Le groupe des odonates apparaît globalement plus exigeant que celui des amphibiens. En effet, peu d'espèces d'odonates sont susceptibles de s'adapter à l'absence totale de végétation ou à des substrats très grossiers. De même, les espèces sont généralement plus sensibles à l'assèchement des milieux ou à la charge en MES.

Tableau 10 Bilan des facteurs influençant les peuplements d'odonates	
Surface, profondeur	Pas de paramètre idéal. Les milieux de surface inférieure à 100 m <sup>2</sup> ou très profonds semblent moins favorables
Paramètres chimiques	Eaux généralement de bonne qualité, pas d'influence du pH
Épaisseur du substrat et recouvrement de la végétation	L'absence de sédiments ou l'absence de végétation rend les milieux moins accueillants mais permet l'installation de peuplements spécialisés
MES	Un taux élevé de MES est défavorable aux peuplements
<b>Facteurs favorables</b>	
Création de milieux aquatiques absents en périphérie	
Création de milieux aquatiques non soumis aux perturbations agricoles	
Hétérogénéité des milieux aquatiques et terrestres : diversité des niches écologiques	
<b>Facteurs défavorables</b>	
Effet puits (assèchements précoces, perturbations importantes...)	
Absence de gestion écologique (atterrissement...)	
Présence de poissons	

## 2.2 ORTHOPTÈRES

84 espèces contactées - 41% de l'orthoptérofaune française

19 espèces par site en moyenne (10 au minimum, 31 au maximum)

1275 occurrences sur 154 stations inventoriées

31 espèces déterminantes localement - 13% des occurrences totales

Deux facteurs principaux structurent les peuplements : le couvert végétal et l'humidité édaphique

### 2.2.1 ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES

#### 2.2.1.1 Relevés

Comme pour les odonates, l'étude des orthoptères a été menée sous un angle semi-quantitatif puis sur la base d'un complément d'inventaire qualitatif. L'évaluation des densités relatives des différents taxons a été faite au travers d'un **échantillonnage standardisé** : un relevé par milieu représentatif sur une surface homogène (au sens orthoptéroécotique du terme) de l'ordre de 100 m<sup>2</sup>. Sur chaque site, 4,5 stations d'échantillonnage en moyenne ont été distinguées (154 stations au total sur les 35 sites).

Chaque relevé comprenait :

- une description de la physionomie, de la nature et du taux de recouvrement des différentes strates de végétation (arborescente, arbustive, herbacée et bryolichénique) et de la part de sol nu ;
- une estimation de l'hygrotophie édaphique apparente ;
- une estimation de la granulométrie du substrat.

En parcourant les stations virtuellement délimitées pendant au moins une demi-heure, les observateurs ont identifié tous les orthoptères présents. Pour chaque espèce, un indice d'abondance a été attribué sur la base des contacts auditifs et visuels. Quatre classes d'effectifs ont été distinguées (1 individu, 2 à 5, 6 à 20 et plus de 20). Les stades juvéniles (avec détermination au moins jusqu'au genre) furent comptabilisés à part dans les relevés. À la fin de chaque relevé, la station d'échantillonnage a fait l'objet d'une chasse au filet-fauchoir, de manière à affiner les évaluations d'abondance et à prendre en compte le mieux possible les espèces discrètes (*Phaneropterinae*, *Gryllidae*, *Tetrigidae*...). Chaque placette retenue a fait l'objet de deux sessions d'échantillonnage l'année des inventaires.

Un **inventaire qualitatif complémentaire** a également été réalisé, avec pour but de détecter la présence éventuelle de taxons en dehors des stations d'échantillonnage. Les méthodes classiquement employées pour cet ordre furent alors mises en œuvre : contacts visuels ou auditifs, battage des strates buissonnantes et arbustives, fauchage au filet...

Dans l'étude de ce groupe sont également prises en compte trois espèces de *Mantidae* (*Ameles decolor*, *A. spallanziana* et *Mantis religiosa*), qui ne sont pas des orthoptères à proprement parler mais des Dictyoptères. Elles ont été retenues pour les analyses en raison de leur recherche systématique par tous les prestataires et de leur proximité écologique avec les orthoptères. Pour faciliter la lecture, on se référera à la totalité des espèces étudiées comme à des orthoptères.

#### 2.2.1.2 Analyse des données

Les individus contactés lors des échantillonnages ont quasi systématiquement été considérés comme inféodés aux milieux où ils ont été observés. Contrairement à un groupe comme celui des odonates, la distinction entre individus dits « non reproducteurs » et « reproducteurs » n'a pas été faite. Toutefois, n'ont pas été retenus lors des analyses :

- les espèces observées dans des milieux fondamentalement incompatibles avec leur écologie ;
- les individus isolés dans des milieux leur étant défavorables ;
- les espèces qui n'ont pu être déterminées avec certitude (*Chortipus sp.*...).

Comme pour les odonates, considérant les méthodes décrites précédemment, il sera systématiquement précisé dans les paragraphes qui suivent si le terme d'occurrence fait référence à :

- l' « occurrence-site » : la présence d'un ou plusieurs individus d'une espèce sur une ou plusieurs stations d'échantillonnage d'un même site correspond à une occurrence ;
- l' « occurrence-station » : la présence d'un ou plusieurs individus d'une même espèce sur une même station correspond à une occurrence.

L'indice de diversité de Shannon-Weaver a été calculé pour chaque station. Toutefois, cet indice, comme le calcul de l'équitabilité, n'ont apporté aucune information pertinente lors des analyses. Pour cette raison, l'influence des différents facteurs et la structure des peuplements sont abordées sous l'angle du nombre d'espèces, du nombre d'espèces déterminantes et de la composition spécifique.

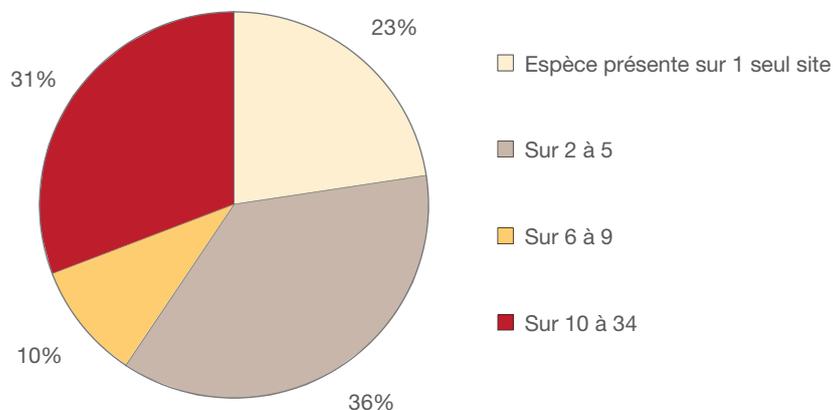
### 2.2.1.3 Limites de l'analyse

La principale limite propre à l'analyse de ce groupe est la suivante : afin de contacter plus particulièrement les ensifères (sauterelles et grillons), surtout actifs la nuit, des relevés nocturnes ou crépusculaires sont recommandés. De plus, la plupart de ces espèces émettant dans les hautes fréquences, leur localisation nécessite l'utilisation d'un équipement de détection ultrasonore. Seuls certains prestataires ont retenu cette approche. Il est donc possible que les occurrences de certaines espèces aient été sous-estimées sur les sites où cette méthodologie d'inventaire n'a pas été appliquée.

### 2.2.2 DONNÉES GÉNÉRALES

Au total, 653 occurrences sur les 35 sites et 1275 occurrences sur les 154 stations ont été totalisées lors des relevés.

**Figure 39** Classes d'occurrences par site des espèces d'orthoptères (nombre de sites où une espèce est présente)



En termes d'occurrences par site (**Figure 39**) :

- un quart (23%) des espèces ne sont présentes que sur un seul site ;
- 36% des espèces sont présentes sur 2 à 5 sites ;
- plus de 40% des espèces sont retrouvées sur 10 sites ou plus.

Globalement, **près de la moitié des espèces contactées lors de l'étude sont peu représentées en carrière.** Trois phénomènes expliquent cela :

- les conditions parfois très contraignantes qui sont rencontrées en carrières (faible recouvrement de la végétation, xéricité...) qui permettent toutefois l'installation d'espèces spécialisées ;
- l'échantillonnage national qui limite les contacts avec des espèces aux aires de répartition restreintes (espèces strictement méditerranéennes...) ;
- le protocole d'inventaires qui ne permet pas la détection systématique d'espèces aux mœurs essentiellement nocturnes, notamment dans les milieux à végétation dense.

L'autre moitié des espèces est plus fréquente en carrière. Il s'agit soit d'espèces communes ou ubiquistes, soit d'espèces plus spécialisées, qui trouvent en carrière des conditions particulièrement favorables à leur développement.

### 2.2.2.1 Les espèces

84 espèces ont été contactées lors de l'étude, dont trois mantidae (Tableau 11).

Ces 84 espèces représentent 41% de l'orthoptérofaune française, qui compte environ 205 espèces. Ces proportions sont assez importantes quand on sait qu'une part des espèces françaises ne pouvait guère être observée dans le cadre de l'étude, les sites étudiés ne leur offrant pas d'habitats appropriés (espèces littorales, alpines...).

Préalablement à l'analyse plus fine qui est réalisée ci-après, notons que parmi les espèces les plus fréquentes se trouvent des espèces relativement ubiquistes (*Tettigonia viridissima*, *Mantis religiosa*...) mais également des espèces nettement thermophiles ou xérophiles (*Chorthippus brunneus*, *C. biguttulus*, *Oedipoda caerulescens*...).

Tableau 11 Liste des espèces d'orthoptères contactées, occurrences-sites et stations (une liste par ordre alphabétique de nom scientifique figure en annexe IV)					
Nom scientifique	Nombre d'occurrences-sites	Nombre d'occurrences-stations	Nom scientifique	Nombre d'occurrences-sites	Nombre d'occurrences-stations
<i>Chorthippus brunneus</i>	34	122	<i>Chrysochraon dispar</i>	4	7
<i>Chorthippus biguttulus</i>	32	123	<i>Pteronemobius heydeni</i>	4	4
<i>Tettigonia viridissima</i>	32	34	<i>Chorthippus vagans</i>	4	8
<i>Oedipoda caerulescens</i>	26	69	<i>Empusa pennata</i>	4	4
<i>Chorthippus parallelus</i>	25	67	<i>Metrioptera bicolor</i>	3	8
<i>Calliptamus italicus</i>	23	52	<i>Paratettix meridionalis</i>	3	2
<i>Nemobius sylvestris</i>	23	22	<i>Euthystira brachyptera</i>	3	2
<i>Mantis religiosa</i>	21	47	<i>Stethophyma grossum</i>	3	3
<i>Platycleis tessellata</i>	20	35	<i>Anacridium aegyptium</i>	3	3
<i>Platycleis albopunctata</i>	19	46	<i>Doclostaurus jagoi</i>	3	9
<i>Conocephalus fuscus</i>	19	36	<i>Omocestus raymondi</i>	3	4
<i>Omocestus rufipes</i>	19	55	<i>Platycleis intermedia</i>	3	11
<i>Pholidoptera griseoaptera</i>	18	18	<i>Tylopsis lilifolia</i>	3	8
<i>Oecanthus pellucens</i>	16	24	<i>Decticus verrucivorus</i>	2	2
<i>Tetrix ceperoi</i>	15	27	<i>Chorthippus mollis</i>	2	7
<i>Euchorthippus declivus</i>	15	42	<i>Metrioptera saussuriana</i>	2	3
<i>Leptophyes punctatissima</i>	14	19	<i>Pteronemobius lineolatus</i>	2	3
<i>Tetrix undulata</i>	14	25	<i>Ameles spallanziana</i>	2	2
<i>Sphingonotus caerulans</i>	13	19	<i>Ameles decolor</i>	2	5
<i>Gryllus campestris</i>	13	9	<i>Gryllus bimaculatus</i>	2	1
<i>Metrioptera roeselii</i>	12	15	<i>Pholidoptera femorata</i>	2	3
<i>Melanogryllus desertus</i>	11	1	<i>Platycleis affinis</i>	2	5
<i>Chorthippus albomarginatus</i>	11	24	<i>Stauroderus scalaris</i>	2	3
<i>Phaneroptera falcata</i>	11	15	<i>Mecosthetus parapleurus</i>	1	2
<i>Ephippiger ephippiger</i>	10	12	<i>Oedipoda charpentieri</i>	1	2
<i>Euchorthippus pulvinatus</i>	10	29	<i>Saga pedo</i>	1	1
<i>Oedipoda germanica</i>	8	17	<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>	1	1
<i>Calliptamus barbarus</i>	8	23	<i>Doclostaurus maroccanus</i>	1	5
<i>Eumodicogryllus bordigalensis</i>	7	3	<i>Acrotylus insubricus</i>	1	1
<i>Gomphocerippus rufus</i>	7	10	<i>Antaxius pedestris</i>	1	0
<i>Conocephalus dorsalis</i>	7	8	<i>Barbitistes fischeri</i>	1	1
<i>Stenobothrus lineatus</i>	6	7	<i>Calliptamus wattenwylanus</i>	1	4
<i>Meconema thalassinum</i>	6	1	<i>Chorthippus apricarius</i>	1	0
<i>Ruspolia nitidula</i>	6	4	<i>Chorthippus dorsatus</i>	1	0
<i>Aiolopus thalassinus</i>	5	10	<i>Euchorthippus chopardi</i>	1	1
<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	5	10	<i>Eupholidoptera chabrieri</i>	1	1
<i>Aiolopus strepens</i>	5	10	<i>Mogoplistes brunneus</i>	1	0
<i>Decticus albifrons</i>	5	17	<i>Oedaleus decorus</i>	1	2
<i>Pezotettix giornae</i>	5	14	<i>Platycleis falx</i>	1	2
<i>Phaneroptera nana</i>	5	7	<i>Sepiana sepium</i>	1	1
<i>Tetrix subulata</i>	5	7	<i>Tettigonia cantans</i>	1	2
<i>Tetrix tenuicornis</i>	5	6	<i>Yersinella raymondi</i>	1	1

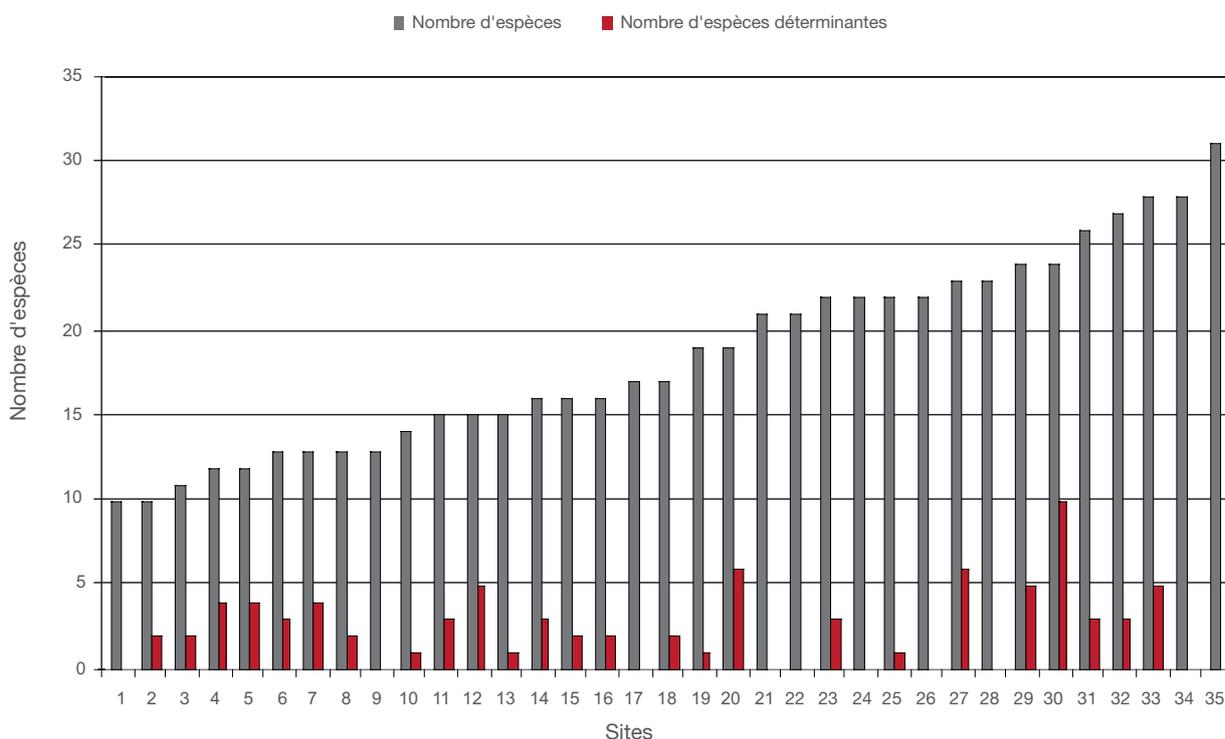
N.B. : compte tenu de la prise en compte des données obtenues lors des inventaires qualitatifs complémentaires dans le calcul de l'occurrence-site, certaines espèces ont une occurrence-site supérieure à leur occurrence-station.

### 2.2.2.2 Approche par sites

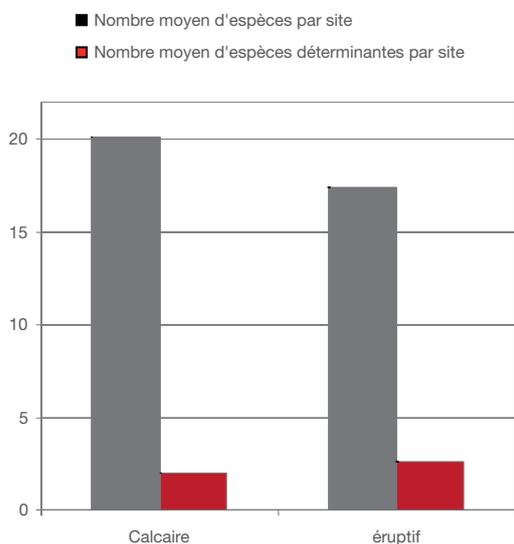
En moyenne, **19 espèces ont été contactées par site**. La carrière la moins peuplée accueille dix espèces tandis que la plus peuplée en accueille 31. Les sites inventoriés présentent donc des potentialités relativement hétérogènes, pour diverses raisons analysées ci-après.

**Le nombre d'espèces déterminantes par site semble indépendant du nombre global d'espèces sur le site (Figure 40)**. Des sites avec des peuplements peu diversifiés accueillent parfois un nombre significatif d'espèces déterminantes (13 espèces, dont quatre déterminantes par exemple). L'hypothèse que, sur ces sites, des conditions contraignantes limitent la diversité des peuplements mais favorisent l'installation d'espèces spécialisées peut être émise.

**Figure 40** Nombre d'espèces d'orthoptères par site (par ordre croissant)



**Figure 41** Répartition des occurrences-sites d'orthoptères entre roches calcaires et éruptives



La Figure 41 montre que les sites calcaires accueillent plus d'espèces en moyenne, mais un peu moins d'espèces déterminantes que les sites éruptifs. Cela s'explique par la méridionalité de la plupart des sites calcaires. Dans ces régions, la diversité spécifique est plus riche mais les milieux de carrières (notamment xérophiles) y sont moins originaux (cf. chapitre 4.2).

## 2.2.2.3 Espèces sensibles

Tableau 12 Listes des espèces d'orthoptères sensibles				
Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre d'occurrences-sites déterminantes	Occurrences déterminantes / occurrences totales (%)	Liste rouge nationale (Sardet, 2004)
Tétrix des vasières	<i>Tetrix ceperoi</i>	11	73	
Oedipode aigue-marine	<i>Sphingonotus caeruleus</i>	9	69	
Conocéphale des roseaux	<i>Conocephalus dorsalis</i>	7	100	Statut 3
Caloptène d'Italie	<i>Calliptamus italicus</i>	7	30	
Ephippigère des vignes	<i>Ephippiger ephippiger</i>	5	50	
Gomphocère tacheté	<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	4	80	
Grillon des marais	<i>Pteronemobius heydeni</i>	4	100	
Criquet de la Palène	<i>Stenobothrus lineatus</i>	3	50	
Criquet ensanglanté	<i>Stethophyma grossum</i>	3	100	
Criquet de Barbarie	<i>Calliptamus barbarus</i>	3	38	
Oedipode émeraude	<i>Aiolopus thalassinus</i>	2	40	
Gomphocère roux	<i>Gomphocerippus rufus</i>	2	29	
Oedipode turquoise	<i>Oedipoda caerulescens</i>	2	8	
Grillon d'Italie	<i>Oecanthus pellucens</i>	2	13	
Grillon des torrents	<i>Pteronemobius lineolatus</i>	2	100	
Tétrix des plages	<i>Paratettix meridionalis</i>	2	67	
Decticelle des alpages	<i>Metrioptera saussuriana</i>	2	100	
Criquet des genévriers	<i>Euthystira brachyptera</i>	2	67	
Oedipode occitane	<i>Oedipoda charpentieri</i>	1	100	Statut 3
Grillon noirâtre	<i>Melanogryllus desertus</i>	1	9	Statut 3
Magicienne dentelée	<i>Saga pedo</i>	1	100	Statut 3
Criquet des jachères	<i>Chorthippus mollis</i>	1	50	
Criquet des clairières	<i>Chrysochraon dispar</i>	1	25	
Criquet des roseaux	<i>Mecosthetus parapleurus</i>	1	100	
Oedipode rouge	<i>Oedipoda germanica</i>	1	13	
Courtilière commune	<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>	1	100	
Dectique verrucivore	<i>Decticus verrucivorus</i>	1	50	
Decticelle bicolore	<i>Metrioptera bicolor</i>	1	33	
Decticelle chagrinée	<i>Platycleis albopunctata</i>	1	5	
Decticelle carroyée	<i>Platycleis tessellata</i>	1	5	
Grillon Bordelais	<i>Eumodicogryllus burdigalensis</i>	1	14	

**31 espèces déterminantes** totalisent 85 occurrences, soit **13% des occurrences-sites totales**.

**Figure 42** La Magicienne dentelée (*Saga pedo*)

■ Trois espèces d'orthoptères bénéficient d'une protection nationale. **La magicienne dentelée, seule espèce inscrite à l'annexe IV de la directive Habitats, est la seule à avoir été contactée lors de l'étude.** La plus grande sauterelle d'Europe occidentale est exclusivement prédatrice et se nourrit principalement de sauterelles. Elle affectionne les zones de garrigues, les maquis lâches, les vignes, les pelouses steppiques... D'une manière générale, elle recherche des habitats bien exposés lui offrant abris, postes d'affût et proies en



abondance. La discrétion de ses mœurs (activité nocturne l'été en plaine, souvent cachée dans les ronciers pendant la journée) et les faibles densités des populations en font une espèce difficile à rencontrer. En France, elle est assez rare, sauf dans certains départements littoraux méridionaux, où elle est assez commune dans ses habitats de prédilection, mais souvent en densité faible. Sa discrétion explique grandement que l'espèce ait longtemps été considérée comme rare. L'enjeu de conservation pour l'espèce est modéré. Lors de l'étude, un seul individu a été observé. Encore au stade larvaire (dernier stade) et observée à 300 mètres des habitats naturels les plus proches, dans des habitats favorables, il est fort probable qu'elle se reproduise dans la carrière (espèce colonisatrice, pouvant se déplacer sur plusieurs centaines de mètres au stade adulte).

Quatre espèces sont également inscrites sur la liste rouge nationale (Sardet et Defaut (coord.), 2004). Ces espèces ont le statut 3<sup>14</sup>, qui correspond aux espèces menacées « à surveiller ».

*NB* : la liste rouge coordonnée par Sardet et Defaut comporte, outre une liste rouge nationale, une liste rouge par domaine biogéographique. Dans un souci de cohérence, nous avons retenu, pour estimer la valeur patrimoniale des espèces d'orthoptères, le même critère que celui utilisé pour les autres groupes : la déterminance au niveau régional. En tout état de cause, les deux approches ne sont pas très éloignées puisqu'elles prennent en compte le statut d'une espèce à un niveau régional.

Sept espèces cumulent à elles seules plus de la moitié des occurrences déterminantes. Elles sont globalement associées à deux types de faciès :

- les milieux xérothermophiles ;
- les milieux humides nus ou végétalisés.

Plusieurs causes expliquent la fréquence moins importante des autres espèces déterminantes :

- il peut s'agir d'espèces relativement fréquentes, qui ne sont déterminantes que dans une ou deux régions ;
- d'espèces particulièrement rares ou à répartition limitée ;
- d'espèces n'ayant que peu d'affinité pour les milieux présents en carrière et observées de façon anecdotique ou dans des milieux atypiques.

Globalement, le nombre relativement important d'occurrences d'espèces déterminantes (près de 2,5 par site) semble montrer que les carrières offrent un réel potentiel d'accueil pour des espèces spécialisées à forte valeur patrimoniale.

<sup>14</sup> Les quatre statuts de cette liste sont : priorité 1 (espèces proches de l'extinction ou déjà éteintes), priorité 2 (espèces fortement menacées d'extinction), priorité 3 (espèces menacées, à surveiller) et priorité 4 (espèces non menacées en l'état actuel des connaissances).

**Figure 43** Les quatre espèces déterminantes d'orthoptères les plus fréquemment contactées



*Tetrix ceperoi*

Le **Tétrix des vasières** se développe au niveau des zones humides. Il recherche les zones à végétation clairsemée, voire totalement dénudée, se nourrissant, comme les autres Tétrix, d'algues, de mousses ou de débris végétaux.



*Calliptamus italicus*

Le **Caloptène d'Italie** est un orthoptère nettement xérophile : il recherche avant tout les endroits bien exposés et à végétation clairsemée, voire écorchée.



*Conocephalus dorsalis*

Le **Conocéphale des roseaux** est une espèce septentrionale, qui se raréfie nettement en progressant vers le sud de la France. C'est une sauterelle exigeante quant à la qualité des biotopes qu'elle colonise : il s'agit d'une espèce hygrophile, qui recherche les milieux à humidité permanente. Elle souffre de la régression généralisée des zones humides dans notre pays.



*Spingonotus caeruleus*

L'**Oedipode aigue-marine** est une espèce xérophile et géophile qui a impérativement besoin de vastes milieux dénudés pour s'établir. Volontiers psammophile, c'est un élément caractéristique des milieux alluviaux pionniers générés par la dynamique fluviale, qui a considérablement régressé dans la partie septentrionale de son aire de répartition.

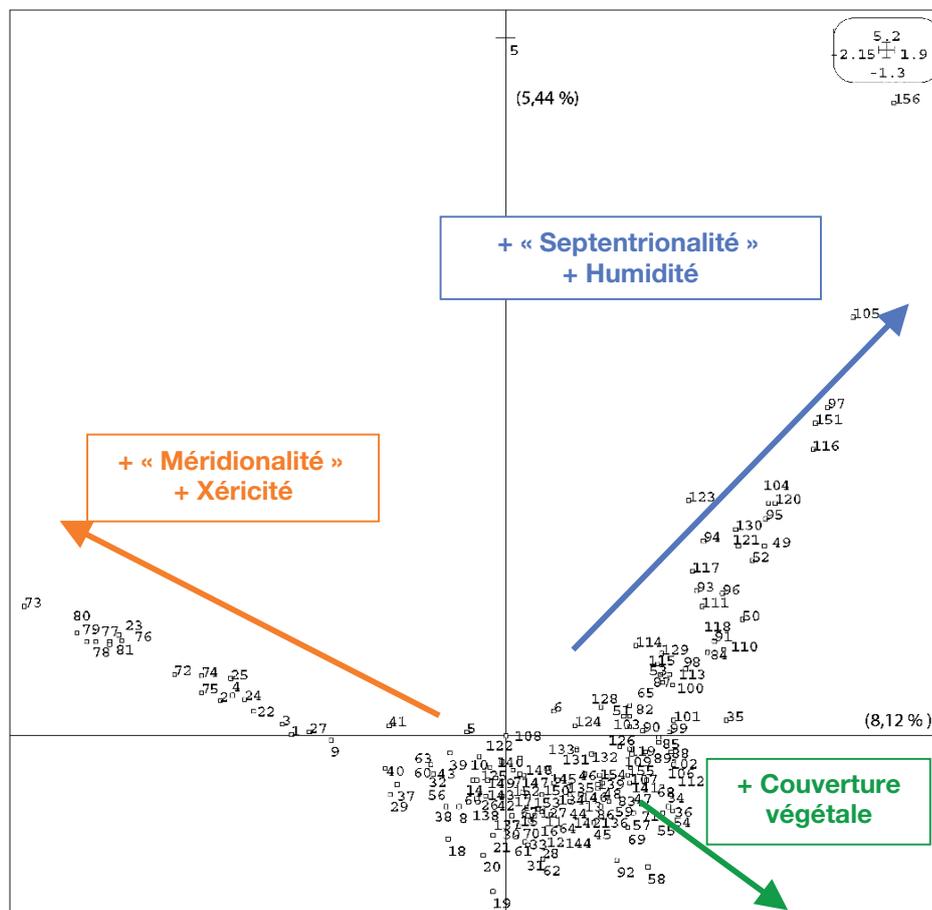
## 2.2.3 DONNÉES GÉNÉRALES SUR LES PEUPELEMENTS ET PARAMÈTRES LES INFLUENÇANT

Il s'agit ici de tenter de comprendre l'organisation des peuplements orthoptériques en carrière et les facteurs qui conditionnent leur mise en place.

### 2.2.3.1 Analyse multifactorielle

En premier lieu, dans le but de dégager les paramètres qui structurent les peuplements observés dans les carrières, le jeu des 154 relevés a été soumis à une analyse factorielle des correspondances (**Figure 44**).

**Figure 44** Projection des placettes d'échantillonnage des orthoptères dans le plan F1xF2 de l'AFC

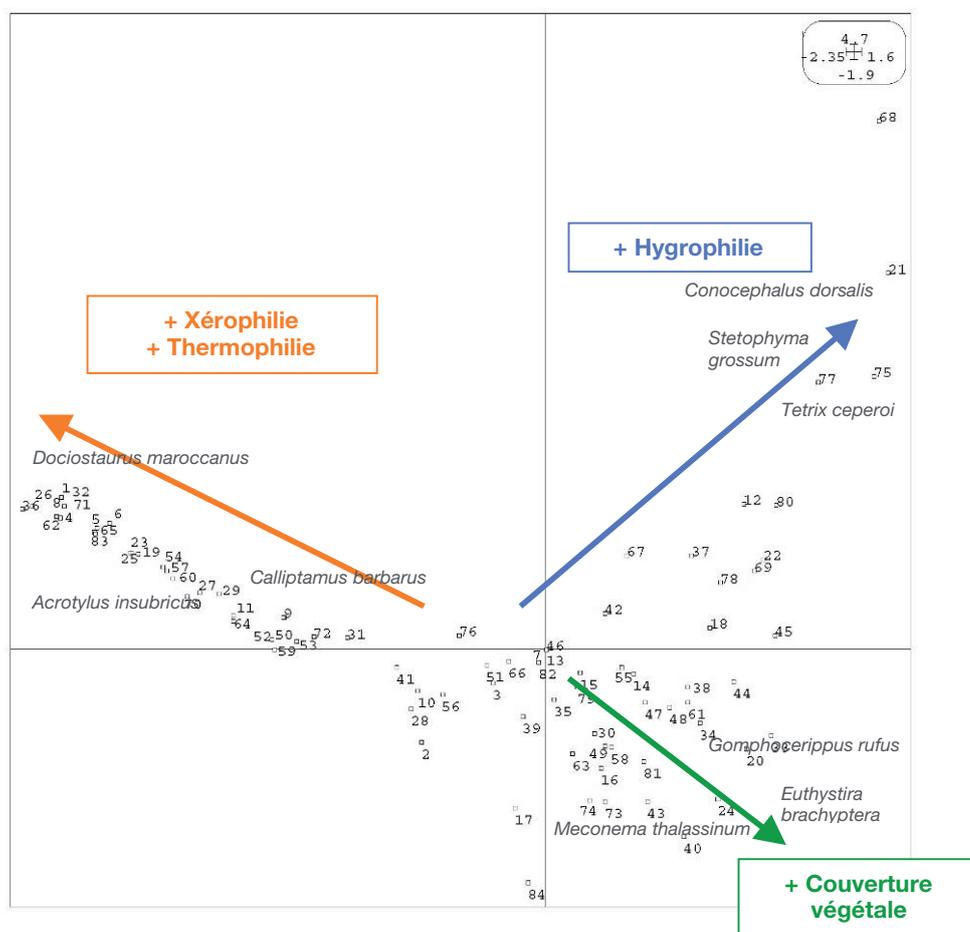


Les Figure 44 et Figure 45 représentent respectivement la projection des placettes selon les espèces qui y ont été contactées et la projection des dites espèces<sup>15</sup>. Les nuages de points sont relativement bien structurés. Il semble donc que l'influence prépondérante de plusieurs facteurs écologiques organise les peuplements.

Le peuplement s'organise en premier lieu en fonction de la localisation géographique des relevés. La couverture géographique de l'étude étant très vaste, cette structuration brouille un peu la structuration écologique de l'orthoptéroécénose. Cela se traduit, entre autres, par le fait que la totalité des placettes des sites les plus méridionaux soient toutes regroupées à la gauche du graphique. Il existe un **gradient évident de « méridionalité »** avant même que la structuration soit d'ordre écologique, puisque des espèces hygrophiles et xérophiles sont regroupées. Retenons toutefois que le nuage est étiré dans trois directions principales :

- La première direction allonge le nuage selon un gradient de « septentrionalité » et d'humidité et ce, indépendamment de la couverture végétale. Se retrouvent aussi bien des espèces géophiles adeptes d'une végétation lacunaire ou absente sur sol mouillé (*Tetrix ceperoi*, *T. undulata*, *T. subulata*...) que des espèces hygrophiles de végétation herbacée (*Conocephalus dorsalis*, *Ruspolia nitidula*, *Phanoptera falcata*, *Stetophyma grossum*...).

<sup>15</sup> Pour des raisons de lisibilité, seules quelques espèces aux caractéristiques écologiques très marquées figurent sur le schéma. Chaque point numéroté correspond toutefois à une espèce distincte.

**Figure 45** Projection des espèces d'orthoptères dans le plan F1xF2 de l'AFC


- ▶ La deuxième direction correspond, comme évoqué précédemment, à un gradient de « méridionalité » mais également, de façon marquée, à **un gradient de thermophilie ou de xérophilie**. On trouve ainsi des espèces de végétation absente, lacunaire ou herbacée sur sol sec à très sec (*Calliptamus italicus*, *C. barbarus*, *Dociopterus maroccanus*, *Euchorthippus chopardi*, *Omocestus raymondi*, *Phaneroptera nana*, *Oedipoda caerulescens*, *Myrmeleotettix maculatus*...).
- ▶ Un troisième gradient, moins marqué que les précédents peut être identifié (l'axe un représente 8,12% de l'inertie du nuage et l'axe deux 5,44%). Il semble être lié au regroupement d'espèces inféodées à des milieux plus matures, où la couverture herbacée est dense avec parfois une strate buissonnante développée (*Pholidoptera griseoptera*, *Oecanthus pellucens*, *Nemobius sylvestris*, *Gomphocerippus rufus*...), voire une strate arborescente (*Meconema thalassinum*...).

Contrairement au groupe des odonates, l'analyse multifactorielle fait ici apparaître l'influence de facteurs écologiques qui structurent les peuplements d'orthoptères. Ces facteurs semblent principalement être liés à l'humidité stationnelle et au couvert végétal. Leur influence est clairement identifiée malgré une importance prépondérante de la localisation géographique des stations.

### 2.2.3.2 Influence de la couverture végétale sur les peuplements

Afin d'évaluer l'influence de la couverture végétale sur les peuplements d'orthoptères, nous avons défini trois grandes classes de milieux selon le recouvrement de chaque strate :

- ▶ **les stations à végétation rase discontinue où la surface de sol nu (terre ou roche) est supérieure à 50%**. Il s'agit généralement de milieux pionniers sur des surfaces récemment délaissées par l'activité extractive ou soumises à des perturbations régulières (banquettes, carreaux, éboulis, bords de pistes, de bassins...). 21% des stations s'apparentent à ce type de milieu ;

- ▶ les **stations à végétation basse et continue** ou presque (sol nu inférieur à 50%), où la strate dominante est la strate herbacée (strate ligneuse inférieure à 10%). Il s'agit par exemple de friches herbacées, de prairies... qui s'installent généralement avec le vieillissement de la végétation sur les carreaux, banquettes, terrils... (**Figure 46**). 54% des stations s'apparentent à ce type de milieu ;
- ▶ les **stations à végétation haute et continue**. La strate dominante est généralement la strate buissonnante, voire arborescente (couvert supérieur à 10%), les surfaces herbacées étant fragmentées. Il s'agit de milieux où la dynamique végétale est généralement vive, en raison de leur ancienneté ou de l'apport de terre végétale (**Figure 46**). 25% des stations s'apparentent à ce type de milieu.

**Figure 46**

Exemple de milieux à la végétation herbacée continue (gauche) et avec une strate buissonnante dominante



La lecture de la **Figure 47** permet de voir que ces milieux ont des potentiels différents :

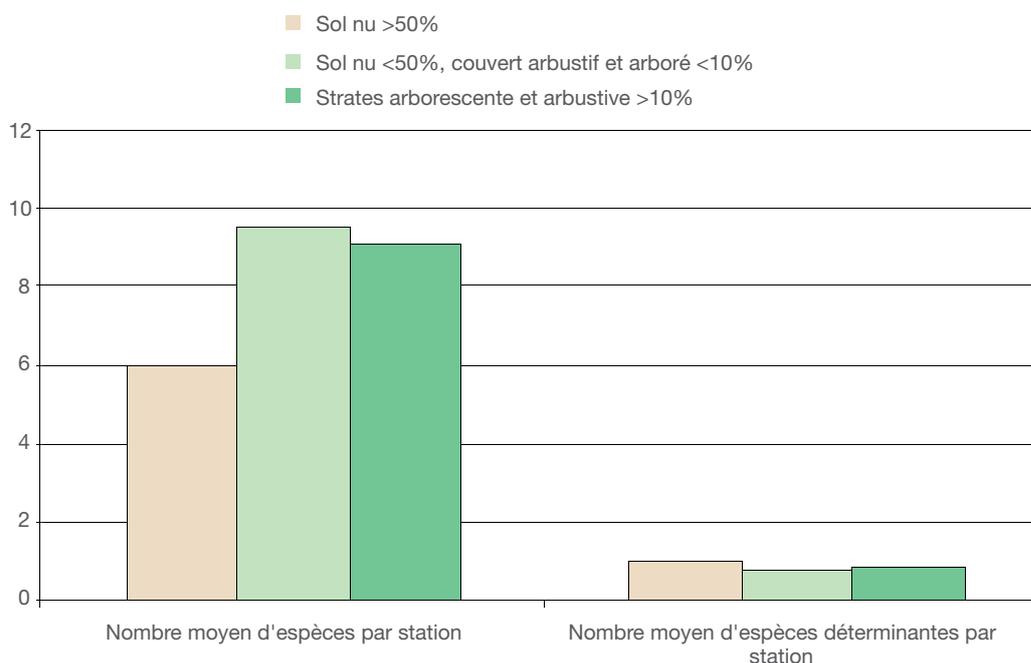
- les milieux peu végétalisés ont une diversité spécifique nettement plus faible que les autres milieux (six espèces en moyenne contre neuf environ sur les autres types de stations) ;
- à l'inverse, ces milieux pionniers sont ceux qui accueillent en moyenne le plus d'espèces déterminantes (une espèce par station en moyenne, contre 0,7 à 0,8 dans les autres types de milieux).

Plus précisément, selon la structure de la végétation, trois types de peuplements sont observés :

- ▶ sur les **milieux pionniers oligotrophes** ont été contactées des **espèces géophiles**<sup>16</sup> (**Figure 48**), qu'elles soient inféodées à des milieux secs (*Oedipoda caerulescens*, *Sphingonotus caerulans*, *Calliptamus italicus*...) ou humides (*Tetrix ceperoi*) ;
- ▶ sur les milieux à dominance herbacée, ont été observées des espèces très variées, qui ont généralement en commun de rechercher (ou tolérer) cette végétation herbacée comportant des accès faciles au sol. On trouve, selon l'humidité édaphique et l'exposition des stations, des espèces :
  - **euryèces**<sup>17</sup> (*Omocestus rufipes*...) ;
  - plutôt **hygrophiles** (*Aiolopus thalassinus*, *Chorthippus albomarginatus*, *Mecosthetus parapleurus*...) ;
  - **mésoxérophiles**, voire **xérophiles** (*Chorthippus biguttulus*, *Calliptamus barbarus*, *Euchorthippus pulvinatus*...) ;

<sup>16</sup> Géophile : Qui aime les sols nus

<sup>17</sup> Euryèce : Qui s'accommode de conditions biocoénotiques variées ; tolérant vis-à-vis du milieu naturel.

**Figure 47** Influence du couvert végétal sur le nombre moyen d'espèces et d'espèces déterminantes d'orthoptères par station


	Nombre de stations	Nombre moyen d'espèces par station	Nombre moyen d'espèces déterminantes par station
Sol nu > 50%	32	6	1
Sol nu < 50%, couvert arbustif et arboré < 10%	83	9,54	0,73
Strates arborescente et arbustive > 10%	39	9,13	0,85

- les espèces rencontrées dans le troisième type de milieu apprécient généralement une végétation continue de hauteur basse à moyenne (*Platycleis tessellata*, *Mantis religiosa*, *Chorthippus parallelus*...).

En outre, on constate que :

- les milieux avec une **productivité végétale faible** sont très peu porteurs du point de vue trophique. Si la diversité y est plus faible qu'ailleurs, ils n'en constituent pas moins des habitats originaux pour des **espèces hautement spécialisées** d'un point de vue écologique : ce sont des espèces de milieux extrêmes, adaptées à un environnement particulier. Elles ont, pour certaines, une forte valeur patrimoniale (*Myrmeleotettix maculatus*, *Sphingonotus caerulans*...) et sont fréquemment retrouvées dans les sites de l'échantillon. Soulignons à ce titre que les carrières permettent notamment à ces espèces de s'établir dans la moitié nord de la France alors qu'elles sont généralement d'affinité méridionale *sensu lato* ;
- les **peuplements les plus diversifiés** sont ceux rencontrés sur les milieux qui comportent une **végétation herbacée suffisamment développée**. Cela favorise bien sûr de nombreux acridiens (orthoptères essentiellement graminivores) mais également des ensifères entomophages ou omnivores, dont beaucoup apprécient les formations relativement élevées (*Platycleis albopunctata* par exemple).

Les peuplements se répartissent donc le long du **gradient végétal** où chaque espèce est positionnée. Remarquons toutefois que certaines espèces, pourtant très spécialisées (comme *Oedipoda caerulescens*, espèce géophile et xérophile, ou *Calliptamus italicus*, espèce thermophile), ont des fréquences élevées dans des milieux qui ne sont pas les leurs (notamment dans les milieux à végétation plus développée). L'explication la plus probable est que les carrières étudiées permettent à une faune d'espèces qui recherchent la chaleur et l'humidité édaphique de s'installer et de réaliser des fréquences élevées au point qu'elles transgressent (ou « débordent ») dans des milieux qui ne sont habituellement pas les leurs.

**Figure 48** Exemple d'espèces d'orthoptères géophiles et de milieux pionniers où elles ont été contactées



*Oedipoda caerulea*

*Myrmeleotettix maculatus*

Minuscule espèce géophile, le Gomphocère tacheté (*Myrmeleotettix maculatus*) est une espèce éminemment xérophile, qui recherche les biotopes minéraux, peu ou non pourvus de végétation. C'est, en ce sens, une espèce véritablement pionnière, qui se montre généralement abondante dans ses biotopes, mais qui peut souffrir, localement, de l'artificialisation des milieux naturels.

### 2.2.3.3 Influence de l'humidité stationnelle sur les peuplements

Afin d'évaluer l'influence de l'humidité édaphique sur les peuplements d'orthoptères, l'humidité stationnelle a été évaluée selon les préconisations de Defaut (1994). De la sorte, les stations sont catégorisées en six classes :

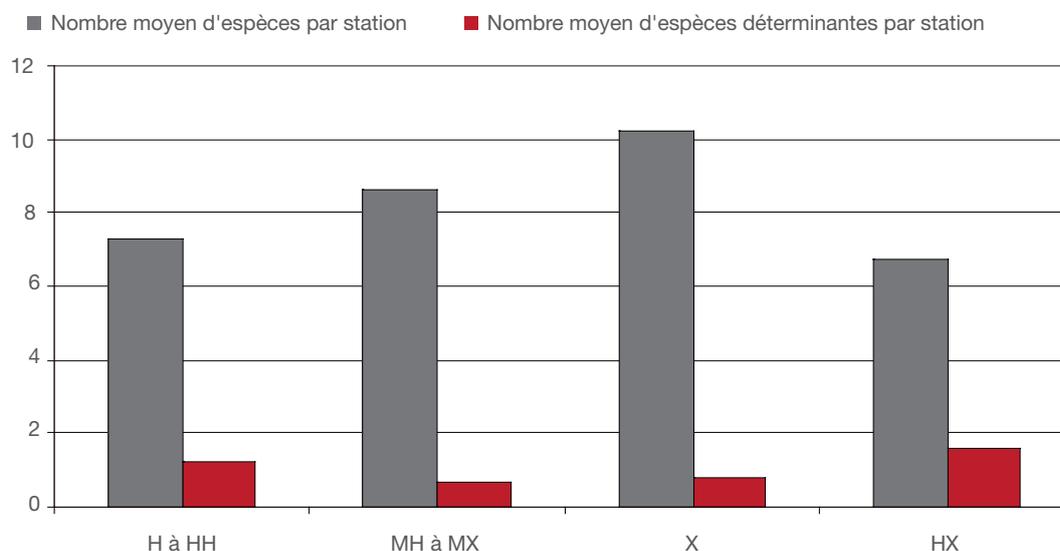
- HH hyperhygrophile (classe 1) ;
- H hygrophile (classe 2) ;
- MH mésohygrophile (classe 3) ;
- MX mésoxérique (classe 4) ;
- X xérique (classe 5) ;
- HX hyperxérique (classe 6).

Sur les 154 stations :

- 47 (31%) sont à tendance hygrophile (MH à HH) ;
- 19 (12%) sont mésophiles (MH à MX) ;
- 88 (57%) sont à tendance xérophile (MX à HX).

Bien que les stations sèches, rencontrées sur les carreaux secs, les terrils ou encore les banquettes, représentent plus de la moitié des stations, il n'en reste pas moins que les stations humides (sur les carreaux et banquettes humides, en bordure des bassins artificiels et des plans d'eau de fosse...) sont également bien représentées (près d'un tiers des stations). Il semble également que les stations mésophiles soient sous-représentées.

**Figure 49** Influence de l'humidité stationnelle sur la diversité et la valeur patrimoniale des peuplements d'orthoptères



Degré d'humidité de la station	Nombre de stations	Nombre moyen d'espèces par station	Nombre moyen d'espèces déterminantes par station
Hygrophile à hyperhygrophile (H à HH)	23	7,30	1,22
Mésogyrophile à Mésoxérophile MH à MX	43	8,65	0,67
Xérophile (X)	39	10,23	0,77
Hyperxérophile (HX)	7	6,71	1,57

La lecture de la **Figure 49** permet d'illustrer l'importance de l'humidité dans la structuration des peuplements :

- les stations très humides (HH et H) et hyperxérophiles (HX) accueillent en moyenne des peuplements moins diversifiés, avec moins d'espèces que les autres types de milieux. Cependant elles accueillent le plus d'espèces déterminantes (près de deux fois plus en moyenne que les autres stations) ;
- les stations xérophiles accueillent les peuplements les plus diversifiés. Elles sont suivies par les stations mésophiles.

Plusieurs phénomènes expliquent ces résultats :

- Une grande partie des orthoptères européens est originaire de régions chaudes (notamment du bassin méditerranéen) et, de plus, les **milieux xérophiles** sont réputés pour être favorables à de nombreuses espèces (Bellman, 1995). Il n'est donc pas surprenant que ces milieux, fréquents en carrières, soient ceux qui accueillent le plus grand nombre d'espèces en moyenne. Ils permettent d'ailleurs à certaines espèces de coloniser des sites au nord de leur aire de répartition traditionnelle.
- Les **milieux hyperxérophiles (Figure 50)** sont des milieux extrêmement contraignants. Il s'agit des milieux à la couverture végétale discontinue décrits précédemment. Pour cette raison, les peuplements y sont peu diversifiés mais souvent à forte valeur patrimoniale.

Figure 50

Exemple de stations hyperxérophile et xérophile utilisées par les orthoptères dans l'ouest de la France



Station hyperxérophile dans l'ouest de la France. Quatre des cinq espèces contactées y sont déterminantes.



Station xérophile en Mayenne où 18 espèces d'orthoptères ont été contactées, dont plusieurs sont d'affinité plutôt méridionale et deux sont déterminantes.

► Suivant la même logique, les **milieux très humides** sont à l'origine de la mise en place de biotopes qui accueillent une orthoptérofaune spécialisée, riche en espèces à forte valeur patrimoniale. Deux types de peuplements sont identifiés en fonction de la couverture végétale :

- les **milieux peu végétalisés** accueillent des espèces plus thermophiles (**Figure 52**), susceptibles de s'alimenter dans ces milieux oligotrophes (*Tetrix ceperoi*...). Ils sont relativement contraignants et, pour cette raison, ont souvent une diversité spécifique plus faible ;
- les **milieux plus végétalisés** sont également favorables à des espèces spécialisées, parfois à forte valeur patrimoniale ; plus productifs, ils accueillent souvent des peuplements plus diversifiés (**Figure 51**).

Figure 51

Exemple de station hyperhygrophile sur substrat nu dans une ancienne carrière armoricaine accueillant quatre espèces d'orthoptères, dont deux déterminantes.



*Pteronemobius lineolatus*

Le Grillon des torrents est une petite espèce particulièrement thermohygrophile liée aux zones rivulaires sur substrat graveleux à caillouteux.

Figure 52

Exemple de station hyperhygrophile végétalisée dans le sud de l'Indre où trois des six espèces d'orthoptères contactées sont déterminantes



Notons que les deux types de milieux sont parfois rencontrés sur les mêmes sites. Les deux types de peuplements sont alors souvent présents et peu différenciables, les espèces transgressant d'un milieu à l'autre.

#### 2.2.3.4 Colonisation des sites

Les données de l'étude laissent supposer que plusieurs modes de colonisation des sites sont mis en œuvre par les orthoptères pour coloniser les sites de carrières.

- ▶ La colonisation des sites de carrière peut se faire à **partir de milieux périphériques non remaniés** (friches, pelouses...).
- ▶ De nombreuses espèces disposent de **bonnes capacités de dispersion**. C'est le cas du groupe des criquets Oedipodinae, connus pour leur faculté développée de vol et leur caractère géophile, ce qui leur permet de coloniser les milieux pionniers créés par l'exploitation de carrières.
- ▶ Certains sites ont été colonisés par des espèces peu mobiles, sans qu'il y ait de population connue dans les environs ; dans plusieurs cas, nous suspectons que la colonisation s'est probablement faite par **transport passif** (apports de remblais, de stériles...).

### 2.2.3.5 Autres paramètres

Plusieurs autres paramètres et leur influence sur les communautés orthoptériques ont été abordés lors des analyses. Les résultats obtenus sont présentés ici succinctement.

- ▶ **Répartition géographique** : les analyses multifactorielles ont montré l'influence de la localisation géographique des sites sur les peuplements orthoptériques. Cette influence reste relative, en raison notamment de la présence sur des sites relativement septentrionaux d'un certain nombre d'espèces plutôt méridionales. N'oublions également la **particularité de la région méditerranéenne** : le nombre moyen d'occurrences par station y est proche de treize espèces (un peu plus de huit dans les autres domaines biogéographiques). Le nombre d'occurrences déterminantes y est à l'inverse nettement plus faible. En effet, le sud de la France étant favorable à un grand nombre d'espèces d'orthoptères, les critères retenus pour le choix des espèces déterminantes y sont plus strictes. Les carrières situées en région méditerranéenne sont donc globalement favorables aux orthoptères, mais les milieux créés y sont moins originaux car plus proches des milieux xériques abondants dans cette région.
- ▶ **Nature de la roche** : les peuplements orthoptériques semblent peu influencés par la nature de la roche ; globalement, des peuplements similaires en terme de composition spécifique et d'espèces déterminantes se retrouvent sur les sites éruptifs et calcaires. Il est probable cependant que les substrats calcaires, à caractère drainant et « chaud », soient plus favorables que les substrats éruptifs (cf. bilan au chapitre 4.2).
- ▶ **Granulométrie du substrat** : la granulométrie du substrat ne semble influencer les peuplements d'orthoptères que dans la mesure où elle est liée à la mise en place de la végétation. Les substrats les plus grossiers (éboulis, chaos rocheux...) étant colonisés plus lentement par la végétation, les milieux pionniers, ainsi que les cortèges orthoptériques associés, y perdurent plus longtemps.
- ▶ **Facteurs défavorables** : comme pour les autres groupes, le risque d'un effet puits\* peut survenir dans certains milieux de carrières en activité. Citons par exemple les milieux pionniers, favorables à des communautés spécialisées, créées lors du décapage des terrains avant exploitation. Ces milieux étant évidemment temporaires, selon leur durée de vie, ils sont théoriquement<sup>18</sup> susceptibles :
  - soit de n'accueillir aucune espèce ;
  - soit d'attirer des espèces qui ne pourront pas se reproduire efficacement si le délai entre le décapage et l'exploitation est très réduit (effet puits) ;
  - soit d'attirer des espèces et de perdurer suffisamment longtemps pour permettre une reproduction qui rendra éventuellement possible la dispersion des individus vers de nouveaux milieux.
- ▶ **Diversité et complémentarité des milieux** : comme vu précédemment, les peuplements d'orthoptères varient selon les milieux. Il n'est donc pas surprenant que les sites accueillant le plus grand nombre d'espèces soient aussi ceux qui possèdent la plus grande diversité de biotopes. Des milieux complémentaires sont également nécessaires à certaines espèces dont les exigences écologiques des juvéniles diffèrent de celles des adultes. En outre, des milieux similaires dans des secteurs différents d'une carrière (une pelouse sur une surface décapée et une autre semblable sur carreau par exemple) peuvent permettre aux espèces de trouver un refuge si l'un des biotopes est détruit.

<sup>18</sup> Ce phénomène n'a pas fait l'objet d'étude spécifique.

## 2.2.4 SYNTHÈSE DES PARAMÈTRES INFLUENÇANT LA RÉPARTITION DES ORTHOPTÈRES

Hormis la localisation géographique, les gradients d'humidité du substrat et de couverture végétale sont les deux facteurs prépondérants qui structurent les peuplements orthoptériques. Les peuplements observés sont assez diversifiés, principalement dans les milieux xériques thermophiles (de type prairies, friches...), fréquents sur les sites de carrière. Schématiquement, les espèces à forte valeur patrimoniale sont essentiellement liées aux milieux pionniers sur substrats secs et aux stations humides, quelque soit la couverture végétale de ces dernières. Ainsi, les carrières inventoriées lors de cette étude semblent pouvoir constituer des milieux de substitution, voire des refuges pour ces espèces qui, pour certaines, ont considérablement régressé, notamment dans la partie septentrionale de leur aire de répartition.

<b>Tableau 13</b> Bilan des facteurs influençant les peuplements d'orthoptères	
<b>Recouvrement végétal</b>	Structure les peuplements : - un couvert quasi continu (prairies, friches...) favorise l'installation de peuplements diversifiés ; - les milieux « écorchés » favorisent l'installation de peuplements spécialisés à forte valeur patrimoniale.
<b>Humidité stationnelle</b>	Structure les peuplements Les milieux très xériques ou très humides favorisent l'installation de peuplements spécialisés à forte valeur patrimoniale.
<b>Localisation géographique</b>	Conditionne la présence de certaines espèces
<b>Facteurs favorables</b>	
Création de milieux en voie de raréfaction (milieux pionniers, zones humides)	
Existence de milieux complémentaires, dans différents secteurs de l'exploitation	
Diversité des milieux	
<b>Facteurs défavorables</b>	
Effet puits (perturbations importantes, destruction de milieux...)	
Vieillesse des milieux, fermeture	

## 2.3 LÉPIDOPTÈRES

85 espèces de rhopalocères contactées – 35% de la rhopalofaune française  
(30 espèces d'hétérocères)

21 espèces par site en moyenne (3 au minimum, 38 au maximum)

715 occurrences sur 34 sites inventoriés

34 espèces déterminantes localement = 9,5% des occurrences totales

### 2.3.1 ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES

#### 2.3.1.1 Relevés

Le groupe des lépidoptères ne constituait pas un groupe prioritaire de cette étude. Sur la majorité des sites, seuls les rhopalocères et les hétérocères à activité diurne (Zygaenidés et certains Sphingidés notamment) ont été recensés, sur la base d'**inventaires purement qualitatifs** des espèces observées. Les relevés ont été faits les mêmes journées que celles dédiées aux orthoptères et aux odonates. Les prestataires se sont attachés, dans la mesure du possible, à proposer un statut pour les taxons observés (passage, refuge, zone trophique, habitat de développement...) en fonction des milieux existant sur la carrière, de la présence ou non des plantes-hôtes, des conditions d'observation, des stades et comportements observés. L'effort de prospection a avoisiné les trois à quatre heures de prospection cumulées. En moyenne, trois sessions de relevés de terrain ont eu lieu la première quinzaine de juin, deuxième quinzaine de juillet et entre la mi-août et la mi-septembre. Aucun passage spécifique pour les espèces et générations plus précoces n'a été réalisé.

Sur sept sites, à l'initiative du prestataire, une approche différente a été retenue pour les inventaires. Des **relevés standardisés quantitatifs** ont été réalisés le long d'un transect, lors de trois passages saisonniers. Pour cette technique, l'observateur progresse lentement et identifie tous les lépidoptères présents sur une distance de 2,5 m de part et d'autre de son tracé, soit sur une bande de 5 m.

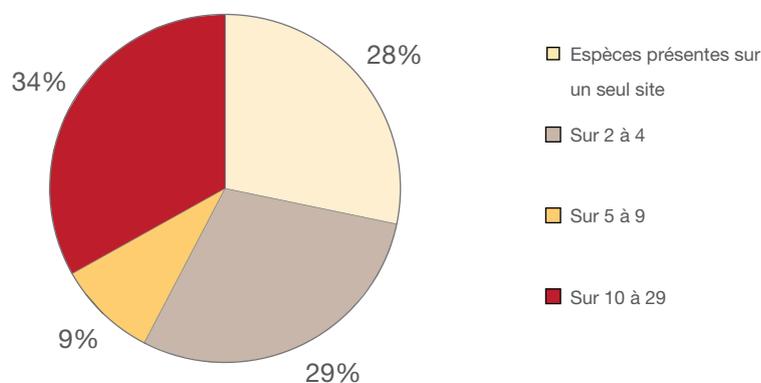
#### 2.3.1.2 Appréciation des données

Quelques limites sont à prendre en compte pour l'analyse des données :

- ▶ En raison du caractère non prioritaire du groupe, les inventaires ne peuvent être exhaustifs (absence de relevés en mai). Par ailleurs, les pressions et les techniques d'inventaires ont varié selon les sites, ce qui induit des variations dans les résultats :
  - sept sites ont fait l'objet d'inventaires quantitatifs. Il a été possible de mener sur ces données des analyses complémentaires spécifiques qui ont pu être généralisées ;
  - un site n'a pas fait l'objet d'inventaire. Les données ont donc été collectées sur 34 et non 35 sites ;
  - en moyenne, trois sessions de relevés ont eu lieu par site. Cependant, sur quelques sites, un seul passage a pu être réalisé.
- ▶ **Le statut des individus observés sur les sites** est délicat à déterminer, les indices étant parfois insuffisants (présence de la plante hôte pour la ponte, comportements...). En outre, la biologie de la plupart des espèces les contraint à utiliser plusieurs milieux complémentaires (pour la ponte, l'alimentation...) ; il n'a pas toujours été possible de déterminer dans quelle mesure les espèces pouvaient accomplir au sein de la carrière, sinon la totalité de leur cycle biologique, du moins l'essentiel.
- ▶ Enfin, les lépidoptères sont particulièrement sensibles aux conditions climatiques. Le cahier des charges demandait que les relevés soient effectués lors de bonnes conditions météorologiques (température sous abri supérieure à 17°C et vent nul à faible). Cependant, les contraintes de l'étude (distance entre les sites) ont amené les prestataires à réaliser certains de leurs inventaires dans des conditions parfois moyennes de vent et de température. En outre, les différentes espèces peuvent émerger à des périodes différentes les unes des autres et il est probable que la diversité sur certains sites soit sous-estimée.

## 2.3.2 DONNÉES GÉNÉRALES

Figure 53

 Classes d'occurrences par site des espèces de rhopalocères  
(nombre de sites où une espèce est présente)


La Figure 53 montre que :

- plus d'un quart des espèces n'ont été contactées que sur un seul site ;
- 43% des espèces ont été contactées sur au moins cinq sites (dont 34% sur plus de dix sites) ;
- 29% des espèces sont présentes sur deux à quatre sites.

La lépidoptérofaune de notre échantillon se compose donc :

- d'un lot d'espèces fréquemment observées, composés d'espèces ayant une affinité particulière pour les carrières ou relativement communes et ubiquistes,
- plus d'un tiers d'espèces peu fréquentes, localisées.

## 2.3.2.1 Les espèces

- **85 espèces de rhopalocères** ont été recensées lors des inventaires (**Tableau 14**). Elles représentent près de 35% des rhopalocères connus sur le territoire national<sup>19</sup>.

Tableau 14 Espèces de rhopalocères et nombre de sites où elles ont été contactées (une liste par ordre alphabétique de nom scientifique figure en annexe V)					
Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre d'occurrences-sites	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre d'occurrences-sites
Le Myrtil	<i>Maniola jurtina</i>	29	Le Nacré de la ronce	<i>Brenthis daphne</i>	3
L'Argus bleu	<i>Polyommatus icarus</i>	28	L'Agreste	<i>Hipparchia semele</i>	3
La Piéride de la rave	<i>Pieris rapae</i>	25	L'Argus myope	<i>Lycanea tityrus</i>	3
L'Amaryllis	<i>Pyronia tithonus</i>	25	La Mélitée du mélampyre	<i>Mellicta athalia</i>	3
La Piéride du chou	<i>Pieris brassicae</i>	24	Le Grand Mars changeant	<i>Apatura iris</i>	2
Le Procris	<i>Coenonympha pamphilus</i>	22	L'Argus vert	<i>Callophrys rubi</i>	2
Le Demi-deuil	<i>Melanargia galathea</i>	22	Le Céphale	<i>Coenonympha arcania</i>	2
Le Paon-du-jour	<i>Inachis io</i>	21	Le Fadet des garrigues	<i>Coenonympha dorus</i>	2
Le Machaon	<i>Papilio machaon</i>	19	L'Azuré de la faucille	<i>Everes alcetas</i>	2
Le Souci	<i>Colias crocea</i>	18	Le Citron de Provence	<i>Gonepteryx cleopatra</i>	2
Le Citron	<i>Gonepteryx rhamni</i>	17	Le Miroir	<i>Heteropterus morpheus</i>	2
La Mégère	<i>Lasiommata megera</i>	17	Le Bel-Argus	<i>Lysandra bellargus</i>	2
Le Bronzé	<i>Lycaena phlaeas</i>	17	L'Echiquier d'Occitanie	<i>Melanargia occitanica</i>	2
L'Azuré des nerpruns	<i>Celastrina argiolus</i>	16	La Thécla du chêne	<i>Neozephyrus quercus</i>	2

<sup>19</sup> Les taxons de rangs infra-spécifiques ne sont pas pris en compte.

Tableau 14 Espèces de rhopalocères et nombre de sites où elles ont été contactées					
Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre
La Piéride du navet	<i>Pieris napi</i>	16	L'Azuré de l'ajonc	<i>Plebejus argus</i>	2
La Bande noire	<i>Thymelicus sylvestris</i>	16	Le Marbré-de-vert	<i>Pontia daplidice</i>	2
Le Collier de corail	<i>Aricia agestis</i>	15	La Thécla du kermès	<i>Satyrrium esculi</i>	2
Le Point-de-Hongrie	<i>Erynnis tages</i>	15	La Thécla de l'orme	<i>Satyrrium w-album</i>	2
Le Vulcain	<i>Vanessa atalanta</i>	15	Le Cardinal	<i>Argynnis pandora</i>	1
Le Flambé	<i>Iphiclides podalirius</i>	14	L'Hespérie de l'épiaire	<i>Carcharodus lavatherae</i>	1
La Sylvaine	<i>Ochlodes venatus</i>	14	Le Petit Collier argenté	<i>Clossiana selene</i>	1
Le Tabac d'Espagne	<i>Argynnis paphia</i>	13	L'Iphis	<i>Coenonympha glycerion</i>	1
L'Hespérie du dactyle	<i>Thymelicus lineolus</i>	13	Le Soufré	<i>Colias hyale</i>	1
La Petite Tortue	<i>Aglais urticae</i>	12	L'Argus frère	<i>Cupido minimus</i>	1
Le Tircis	<i>Pararge aegeria</i>	11	La Piéride des biscutelles	<i>Euchloe crameri</i>	1
Le Petit Nacré	<i>Issoria lathonia</i>	10	L'Azuré des cytises	<i>Glaucopteryx alexis</i>	1
La Piéride de la moutarde	<i>Leptidea sinapis</i>	10	L'Azuré de la badasse	<i>Glaucopteryx melanops</i>	1
Le Robert-le-diable	<i>Polygonia c-album</i>	10	La Virgule	<i>Hesperia comma</i>	1
La Carte géographique	<i>Araschnia levana</i>	8	Le Petit Sylvandre	<i>Hipparchia alcyone</i>	1
Le Silène	<i>Brintesia circe</i>	8	Le Sylvandre	<i>Hipparchia fagi</i>	1
La Belle-Dame	<i>Vanessa cardui</i>	8	Le Faune	<i>Hipparchia statilinus</i>	1
Le Petit Sylvain	<i>Limenitis camilla</i>	6	L'Azuré porte-queue	<i>Lampides boeticus</i>	1
La Mélitée du plantain	<i>Melitaea cinxia</i>	6	L'Echancré	<i>Libythea celtis</i>	1
L'Aurore	<i>Anthocharis cardamines</i>	5	L'Azuré du serpolet	<i>Maculinea arion</i>	1
Le Gazé	<i>Aporia crataegi</i>	5	Le Grand Damier	<i>Melitaea phoebe</i>	1
La Grisette	<i>Carcharodus alceae</i>	5	La Mélitée des scabieuses	<i>Melicta parthenoides</i>	1
Le Tristan	<i>Aphantopus hyperanthus</i>	4	La Grande Tortue	<i>Nymphalis polychloros</i>	1
Le Fluoré	<i>Colias alfajariensis</i>	4	L'Azuré de l'esparcette	<i>Polyommatus thersites</i>	1
L'Azuré du trèfle	<i>Everes argiades</i>	4	Le Tacheté	<i>Pyrgus malvae</i>	1
L'Ariane	<i>Lasiommata maera</i>	4	L'Ocelle rubané	<i>Pyronia bathseba</i>	1
Le Sylvain azuré	<i>Limenitis reducta</i>	4	La Grande Coronide	<i>Satyrus ferula</i>	1
La Mélitée orangée	<i>Melitaea didyma</i>	4	L'Hespérie des sanguisorbes	<i>Spialia sertorius</i>	1
L'Actéon	<i>Thymelicus acteon</i>	4			

Ainsi, comme pour les odonates et les orthoptères, les sites étudiés s'avèrent receler une richesse spécifique globale tout à fait intéressante.

► **30 espèces d'hétérocères** ont été contactées lors de cette étude (**Tableau 15**).

Tableau 15 Espèces d'hétérocères et nombre de sites où elles ont été contactées (une liste par ordre alphabétique de nom scientifique figure en annexe V)					
Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre d'occurrences-sites	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre d'occurrences-sites
Le Moro-sphinx	<i>Macroglossum stellatarum</i>	12	L'Hydrocampe du potamot	<i>Elophila nymphaeata</i>	1
La Zygène de la spirée	<i>Zygaena filipendulae</i>	11	La Laineuse du cerisier	<i>Eriogaster lanestrus</i>	1
La Goutte de sang	<i>Tyria jacobaea</i>	8	La Doublure jaune	<i>Euclidia glyphica</i>	1
L'Ecaille chinée	<i>Euplagia quadripunctaria</i>	7	Le Sphinx de l'euphorbe	<i>Hyles euphorbiae</i>	1
La Zygène de la Carniole	<i>Zygaena carniolica</i>	6	Le Bombyx de la ronce	<i>Macrothylacia rubi</i>	1
Le Lamda	<i>Autographa gamma</i>	5	La Livrée des arbres	<i>Malacosoma neustria</i>	1
Le Sphinx fuciforme	<i>Hemaris fuciformis</i>	5	Le Sphinx du chêne vert	<i>Marumba quercus</i>	1
Le Bombyx du chêne	<i>Lasiocampa quercus</i>	4	L'Etoilée	<i>Orgyia antiqua</i>	1
La Zygène du trèfle	<i>Zygaena trifolii</i>	4	Le Sphinx de l'épilobe	<i>Proserpinus proserpina</i>	1
La Noctuelle des myrtilles	<i>Anarta myrtilli</i>	3	La Panthère	<i>Pseudopanthera macularia</i>	1
La Zygène du millefeuille	<i>Zygaena loti</i>	3	La Phalène calabraise	<i>Rhodostrophia calabra</i>	1
La Zygène transalpine	<i>Zygaena transalpina</i>	2	Le Petit paon de nuit	<i>Saturnia pavonia</i>	1
La Mariée	<i>Catocala nupta</i>	1	La Divisée	<i>Siona lineata</i>	1
La Grande queue fourchue	<i>Cerura vinula</i>	1	La Zygène de la lavande	<i>Zygaena lavandulae</i>	1
Le Bois veiné	<i>Eligmodonta ziczac</i>	1	La Zygène pourpre	<i>Zygaena purpuralis</i>	1

627 contacts avec des rhopalocères et 88 avec des hétérocères ont été réalisés, soit 715 occurrences au total.

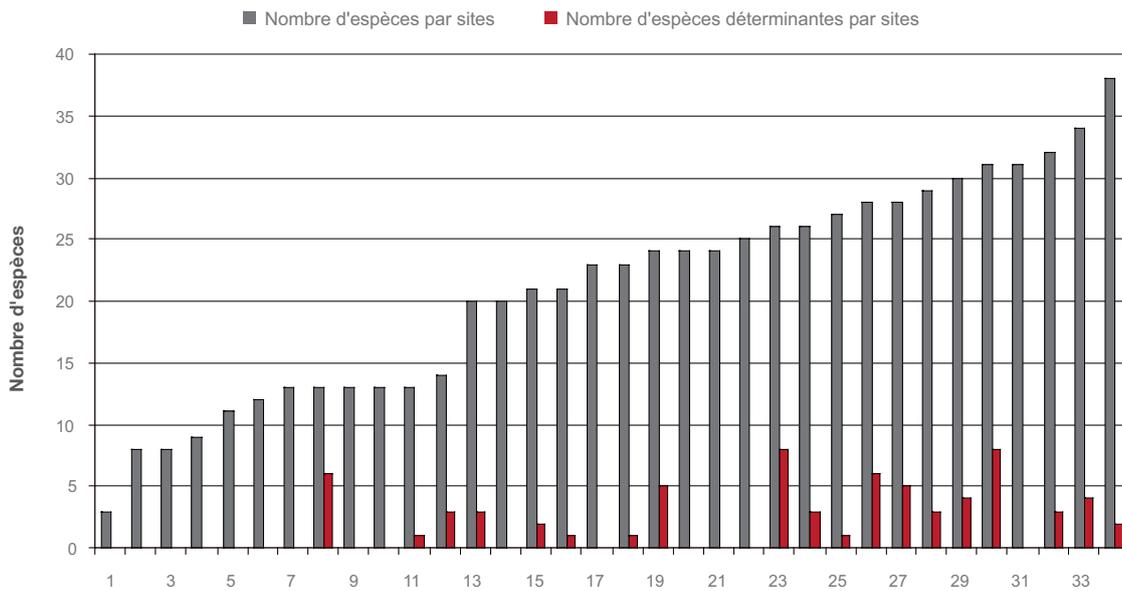
### 2.3.2.2 Approche par site

**21 espèces par site** en moyenne ont été observées ; le site le plus peuplé accueille 38 espèces et le moins peuplé seulement trois (**Figure 54**).

Ces résultats illustrent les limites évoquées plus haut :

- il est probable que les populations aient été sous-estimées sur certains des sites les moins peuplés (conditions météorologiques, techniques d'inventaires...);
- sur les sites les plus peuplés, selon toutes vraisemblances, certaines espèces n'étaient que de passage.

**Figure 54** Nombre d'espèces et d'espèces déterminantes de lépidoptères par site (par ordre croissant)



Seuls trois des douze sites ayant moins de vingt espèces accueillent des espèces déterminantes, tandis que seize des 22 sites avec plus de vingt espèces en accueillent au moins une. Bien que diversité (nombre d'espèces sur un site) et valeur patrimoniale (nombre d'espèces déterminantes sur ce même site) ne soient donc pas strictement corrélées, la présence de milieux diversifiés et de qualité semble favoriser tant la diversité des peuplements de lépidoptères que leur valeur patrimoniale.

### 2.3.2.3 Espèces sensibles

La lépidoptérofaune des carrières échantillonnées contient une espèce protégée au niveau national : *Maculinea arion* (**Figure 55**), observée sur un seul site

**Figure 55**

*Maculinea arion*,  
l'Azuré du serpolet

L'Azuré du serpolet est une des rares espèces de papillons vivant en coopération avec les fourmis (= myrmécophilie). Alors que la chenille trouve refuge dans les fourmilières pour passer l'hiver, elle secrète en même temps une substance sucrée dont raffolent ces insectes. *M. arion* est la seule espèce de l'échantillon à être inscrite à la directive Habitats (annexe IV).

Le papillon vole dès fin juin, mais principalement en juillet, dans les friches herbeuses et prairies maigres, jusqu'à 2000 m d'altitude. Dans le nord de l'Europe et sur les stations altitudinales, la plante nourricière et les fourmis (*Myrmica sabuleti*) qui hébergeront la chenille durant l'hiver et lui assureront ainsi une protection se développent sur des pelouses ouvertes bien exposées. Au nord de l'Europe, la plante hôte principale est le Thym (*Thymus praecox*), alors que l'Origan (*Origanum vulgare*) peut être également utilisé dans le sud de la France.



Ses statuts de protection et de menace sont les suivants :

- protection nationale<sup>20</sup> ;
- annexe IV de la directive Habitats<sup>21</sup> ;
- liste rouge des espèces menacées en Europe (1998). Catégorie : vulnérable (d'après les critères UICN de 1990).

Eurasiatique et présente dans de nombreux pays d'Europe, *M. arion* a fortement décliné du fait de la fermeture des milieux par abandon du pâturage sur les pelouses qu'il affectionne.

Les carrières sont généralement propices à l'installation d'une végétation (courte et éparse) qui satisfait aux besoins de l'espèce. Toutefois, comme pour d'autres espèces du groupe, **les habitats doivent être de taille suffisamment grande**. Enfin, d'autres facteurs favorables doivent être réunis (présences de plantes nourricières, d'une espèce particulière de fourmis...), ce qui souligne **l'importance de l'interaction de la carrière avec son environnement**.

**Tableau 16** Liste des espèces de lépidoptères sensibles

Ordre	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre d'occurrences-sites déterminantes	Ordre	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre d'occurrences-sites déterminantes
hétérocère	Lambda	<i>Autographa gamma</i>	4	rhopalocère	Le Tabac d'Espagne	<i>Argynnis paphia</i>	1
hétérocère	L'Écaille chinée	<i>Euplagia quadripunctaria</i>	4	rhopalocère	Le Petit Collier argenté	<i>Clossiana selene</i>	1
rhopalocère	L'Azuré du trèfle	<i>Everes argiades</i>	4	hétérocère	Le Bois veiné	<i>Eligmodonta ziczac</i>	1
rhopalocère	Le Machaon	<i>Papilio machaon</i>	4	rhopalocère	Le Miroir	<i>Heteropterus morpheus</i>	1
hétérocère	La Goutte de sang	<i>Tyria jacobaea</i>	4	hétérocère	Le Bombyx du chêne	<i>Lasiocampa quercus</i>	1
hétérocère	La Noctuelle des myrtilles	<i>Anarta myrtilli</i>	3	rhopalocère	L'Ariane	<i>Lasiommata maera</i>	1
rhopalocère	L'Agreste	<i>Hipparchia semele</i>	3	hétérocère	Le Bombyx de la ronce	<i>Macrothylacia rubi</i>	1
rhopalocère	Le Flambé	<i>Iphiclides podalirius</i>	3	rhopalocère	L'Azuré du serpolet	<i>Maculinea arion</i>	1
hétérocère	Le Moro-sphinx	<i>Macroglossum stellatarum</i>	3	hétérocère	La Livrée des arbres	<i>Malacosoma neustria</i>	1
rhopalocère	L'Hespérie du Dactyle	<i>Thymelicus lineolus</i>	3	rhopalocère	La Mélitée orangée	<i>Melitaea didyma</i>	1
hétérocère	La Zygène de la spirée	<i>Zygaena filipendulae</i>	3	rhopalocère	La Mélitée du mélampyre	<i>Mellicta athalia</i>	1
hétérocère	La Zygène du trèfle	<i>Zygaena trifolii</i>	3	hétérocère	L'Etoilée	<i>Orgyia antiqua</i>	1
rhopalocère	Le Grand Mars changeant	<i>Apatura iris</i>	2	hétérocère	Le Sphinx de l'épilobe	<i>Proserpinus proserpina</i>	1
rhopalocère	La Grisette	<i>Carcharodus alceae</i>	2	hétérocère	La Panthère	<i>Pseudopanthera macularia</i>	1
hétérocère	Le Sphinx fuciforme	<i>Hemaris fuciformis</i>	2	hétérocère	La Zygène de la Carniole	<i>Zygaena carniolica</i>	1
rhopalocère	La Mélitée du plantain	<i>Melitaea cinxia</i>	2	hétérocère	La Zygène de la millefeuille	<i>Zygaena loti</i>	1
rhopalocère	La Thécla de l'orme	<i>Satyrrium w-album</i>	2	hétérocère	La Zygène pourpre	<i>Zygaena purpuralis</i>	1

Concernant les espèces déterminantes ZNIEFF (**Tableau 16**) :

- les inventaires ont mis en évidence 68 occurrences d'espèces déterminantes (**9,5% des occurrences totales**) ;
- 34 espèces sont concernées, dont seize espèces de rhopalocères (totalisant 32 contacts) et 18 espèces d'hétérocères (36 contacts) ;
- deux espèces déterminantes par site ont été contactées en moyenne (huit au maximum sur un seul site).

<sup>20</sup> Arrêté du 22/07/93 fixant la liste des insectes protégés sur le territoire national - JORF du 24/09/1993.

<sup>21</sup> Directive n°92/43/CEE concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages - JOCE du 22/07/1992.

Plusieurs observations peuvent être faites :

- ▶ Pour les hétérocères, les inventaires portaient essentiellement sur les espèces diurnes. Sur les 88 occurrences d'hétérocères (diurnes et nocturnes), près de la moitié sont déterminantes. Trois hypothèses peuvent être émises pour expliquer ces chiffres :
  - une attention accrue des prestataires pour ces espèces peu communes lors des relevés ;
  - une éventuelle sur-cotation de ces espèces dans les listes déterminantes régionales ;
  - une affinité nette entre certaines de ces espèces et des milieux de carrières (citons l'exemple de la Zygène de la Carniole et des pelouses calcicoles).
  
- ▶ Comme pour les autres groupes (orthoptères, odonates...), ont été observées parmi les lépidoptères des espèces à valeur patrimoniale qui sont favorisées par les carrières. On identifie notamment :
  - des papillons particulièrement attachés, voire inféodés pour certains, aux **milieux chauds et secs** : banquettes bien exposées, éboulis, carreaux, versants de terrils et merlons. Citons par exemple l'Azuré des cytises (**Figure 57**) et le Némusien ou Ariane (*Lasiommata maera*)<sup>22</sup> dont la sous-espèce de plaine *adrasta*, contactée lors de l'étude, est en très fort déclin dans le nord et dans l'ouest de la France. Une carrière du Massif armoricain nous a montré une petite population de ce papillon totalement inféodé, dans cette région, aux sites rocailloux et très bien exposés où croissent ses plantes hôtes (fétuques et pâturins). Il s'agit vraisemblablement d'une des dernières populations du Massif armoricain, totalement dépendante ici des très bonnes conditions qui règnent dans cette carrière en arrêt d'exploitation ;
  - des papillons des **milieux frais à humides** mais qui sont plus faiblement représentés dans les inventaires menés. On peut citer l'Azuré du trèfle (*Everes argiades*) ou le Miroir (*Heteropterus morpheus*).

**Figure 56**

Exemple d'espèces déterminantes : à gauche, une espèce des milieux secs et chauds, l'Ariane (*Lasiommata maera*) et, à droite, une espèce des milieux frais et humides, le Miroir (*Heteropterus morpheus*).



Ces espèces dont l'écologie correspond aux conditions fréquemment rencontrées en carrières sont certes favorisées par ces dernières mais dans une moindre mesure que d'autres groupes. Par exemple, l'Oedipode aigue-marine (*Sphingonotus caeruleus*), l'espèce déterminante d'orthoptère xérophile la plus fréquemment

<sup>22</sup> Le Némusien est le nom vernaculaire du mâle alors que la femelle est appelée Ariane. De même, en ce qui concerne *Lasiommata megera*, qui prend les dénominations de Satyre ou de Mégère selon les sexes.

contactée, totalise neuf occurrences-sites déterminantes, tandis que l'Agreste (*Hipparchia semele*), espèce des milieux secs et rocailleux (zones de pelouses et de landes rases et sèches), n'a été contacté que trois fois (aucune espèce déterminante de lépidoptère n'a été contactée sur plus de quatre sites).

**Figure 57** Exemple d'espèces déterminantes de lépidoptères



*Zygaena carniolica*, la Zygène de la Carniole, est une espèce relativement commune sur les pelouses calcaires du sud de la France. Les populations du nord sont localisées.



*Araschnia levana*, la Carte géographique, est le plus souvent rencontrée dans des stations humides (ourlets, friches).



*Glaucopsyche alexis*, l'Azuré des cytises, est en forte régression dans le tiers nord-ouest de la France mais conserve des populations abondantes dans le sud du pays. Il mérite une surveillance sur l'ensemble du territoire national, où ses habitats de prédilection, les pelouses sèches et prairies maigres fleuries, subissent de grandes modifications, voire disparaissent.



*Everes argiades*, l'Azuré du trèfle, vit dans les prairies fraîches à humides, certaines landes et même des champs de trèfle. Sa régression semble liée à celle des cultures extensives de trèfle et des prairies maigres C'est peut-être l'oligotrophie ambiante régnant dans les milieux de carrière qui favoriserait ce papillon

## 2.3.3 DONNÉES GÉNÉRALES SUR LES PEUPELEMENTS ET PARAMÈTRES LES INFLUENÇANT

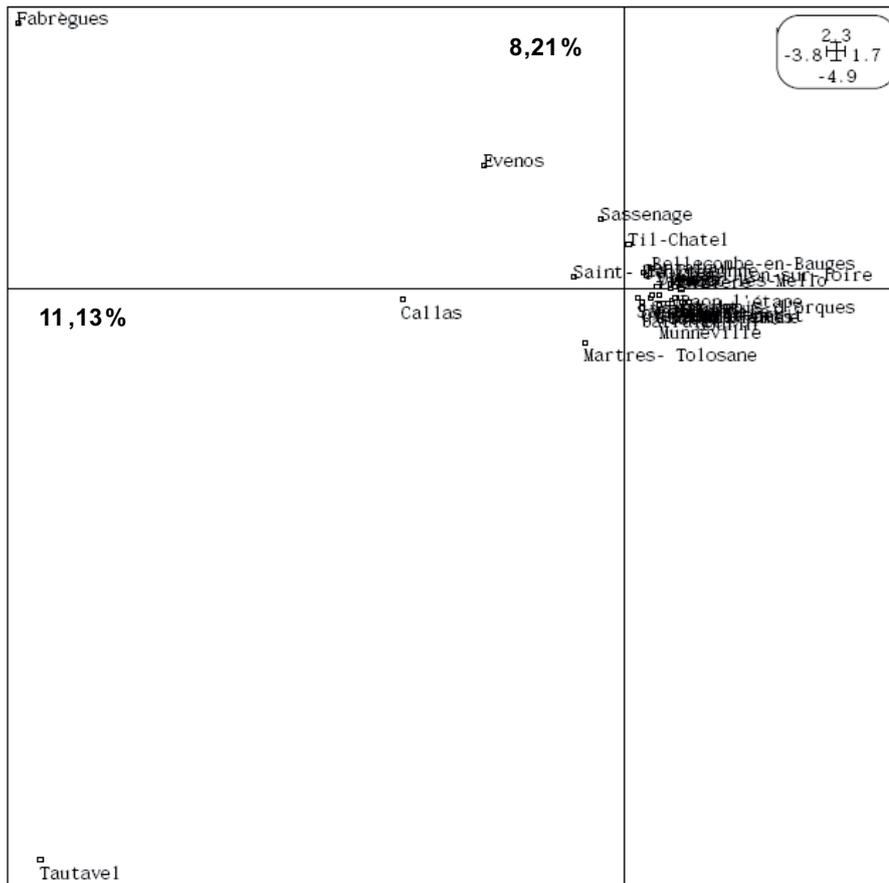
### 2.3.3.1 Analyse multifactorielle

Deux analyses distinctes sont ici présentées : d'une part l'analyse sur la totalité de l'échantillon, d'autre part l'analyse sur sept sites où des relevés semi-quantitatifs ont été effectués. À partir de ces derniers, il est possible d'émettre des hypothèses sur la structuration des peuplements de lépidoptères qui peuvent être généralisées à la totalité de notre échantillon.

► **Analyse générale**

Les analyses comparatives ont été réalisées en considérant chaque station comme une entité statistique. Du fait de la nature même des données en absence-présence, l'analyse relève ici d'une analyse factorielle des correspondances (AFC). La matrice de relevés faunistiques représente 115 espèces en lignes et 34 sites en colonnes. La projection des sites obtenue par rapport aux données relatives aux peuplements des lépidoptères est présentée ci-après. Autrement dit, la position de chaque site est relevée en fonction de son cortège d'espèces.

**Figure 58** Lépidoptères : projection des sites dans le plan F1xF2 de l'AFC.



L'axe 1 de l'AFC contribue pour 11,13% à l'inertie totale. L'analyse montre sur cet axe une nette opposition entre les carrières situées dans le sud de la France (notamment les quatre sites méditerranéens) et le reste des sites. Nous pouvons aisément conclure que l'axe 1 représente celui du gradient latitudinal. L'axe 2 représente près de 8,21% de l'inertie totale. Il ne ressort pas *a priori* de facteur explicatif permettant d'exprimer l'influence de cet axe (nature de la roche...). Cette opposition est sans doute due à un biais d'échantillonnage avec la présence de certaines espèces sur quelques sites et pas d'autres.

Ainsi, Il apparaît clairement que le facteur prépondérant dans la structuration des peuplements reste l'influence de la latitude.

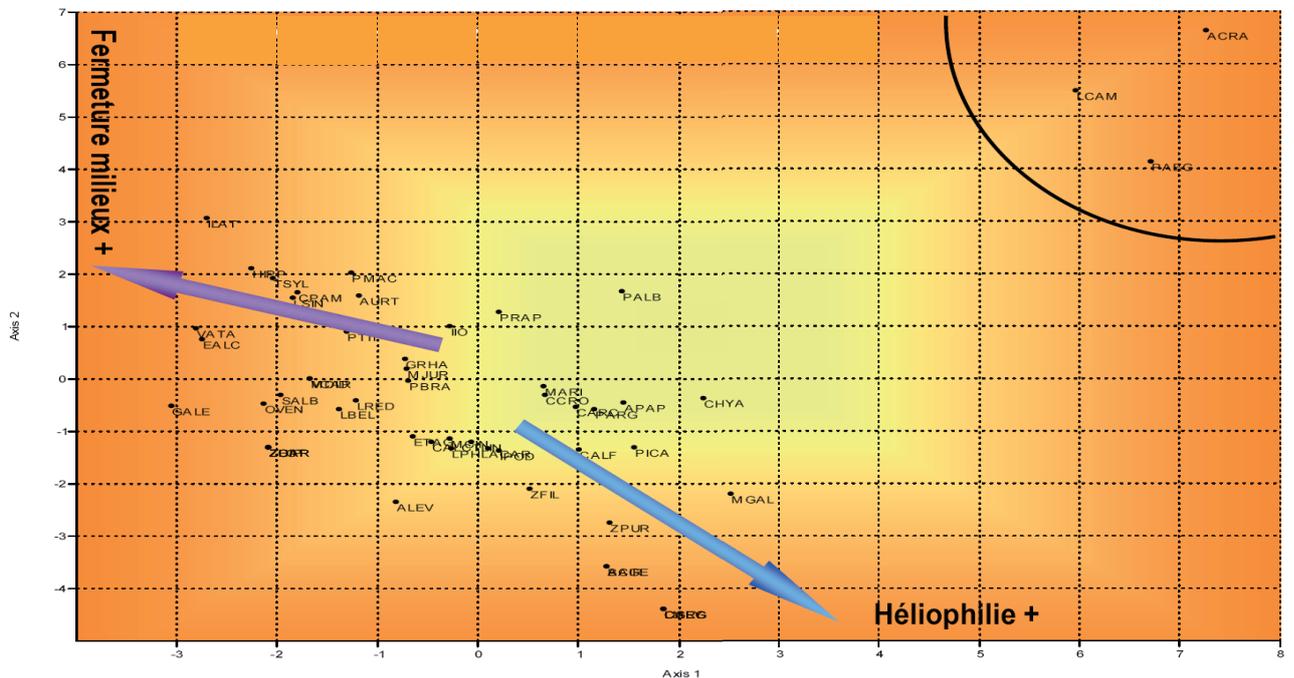
► **Analyse des données semi-quantitatives sur sept sites**

Cette analyse a été menée par la Société d'histoire naturelle alcide d'orbigny sur sept carrières de roches calcaires des domaines atlantique et continental (sites n° 1, 2, 16, 17,18, 23 et 24).

L'ensemble des 70 relevés a été soumis à une AFC dans le but de dégager les paramètres qui structurent en premier lieu les peuplements observés. Sur la **Figure 59** est représentée la projection des relevés et des espèces (les noms apparaissant sur le tableau ont été établis comme suit : première lettre du genre suivie des trois premières lettres de l'espèce).

Figure 59

Représentation des espèces de lépidoptères et des sites dans le plan F1-F2 de l'AFC (données semi-quantitatives sur sept sites).



La représentation graphique des deux premiers axes (l'axe 1 représente 51,2% de l'inertie du nuage tandis que l'axe 2 affiche une valeur de 47,1%) montre que le nuage de points est étiré principalement dans deux directions :

- ▶ la première direction suggère un gradient d'**héliophilie croissante** : les espèces se répartissent ici selon le degré d'ensoleillement des stations où ont été effectués les relevés. On trouve ainsi des espèces de pelouses sèches et de milieux prairiaux ensoleillés (*Colias alfacariensis*, *Colias hyale*, *Plebejus argus*, *Polyommatus icarus*, *Zygaena purpuralis*...);
- ▶ la seconde direction regroupe les taxons qui aiment à disposer de milieux à végétation plutôt haute à envahissement progressif par les buissons et les arbustes (*Leptidea sinapis*, *Satyrium w-album*, *Maniola jurtina*, *Ochlodes venatus*, *Thymelicus sylvestris*...).

Trois espèces sont situées à l'écart du peuplement étudié : *Aporia crataegi*, *Pararge aegeria* et *Limenitis camilla*. Les deux dernières sont essentiellement forestières. Ce sont des observations ponctuelles (une observation sur un seul relevé), ne permettant pas de mettre en lumière de facteur important.

**Le peuplement se structure donc en premier lieu en fonction de la lumière**, étroitement liée à la structure de la végétation (importance des deux paramètres proches) : les espèces se répartissent le long de ce gradient, des milieux herbacés bas aux milieux pré-arborés (lisières, sous-bois clairs).

### 2.3.3.2 Structure des peuplements

Les lépidoptères étant étroitement liés aux plantes nourricières des larves (chenilles), on peut faire ressortir des cortèges d'espèces associées à certains habitats, indépendamment des étages de végétation. Même si plusieurs espèces de papillons peuvent se rencontrer dans plusieurs habitats, ainsi que leurs plantes hôtes, il est possible de répartir schématiquement les différentes espèces de rhopalocères et zygènes dans des grands types de milieux, qui correspondent aux milieux préférentiels des espèces.

### ► Les sols dénudés (affleurements rocheux et rocailles)

Les quelques espèces qui sont inféodées à ce type de milieux sont également tributaires d'autres types d'habitats (pelouses ou prairies contiguës, rases et buissonnantes le plus souvent) dans lesquels ils trouvent une source de nourriture indispensable aux imagos (fleurs) et les plantes hôtes nécessaires à leur reproduction (en général des Poacées). On peut citer *Lasiommata megera*, *Brintesia circe*, *Hipparchia fagi*... Ces formations sont présentes sur une grande partie des sites inventoriés et, à ce titre, les carrières représentent un milieu de prédilection pour ces espèces, dont certaines ont une forte valeur patrimoniale comme *Lasiommata maera*.

### ► Milieux prairiaux et pelouses

À l'inverse des milieux rocheux, les prairies et pelouses constituent des milieux de prédilection pour de très nombreuses espèces de rhopalocères et zygènes. En effet, ce sont des habitats riches en espèces végétales où les plantes nectarifères abondent, ce qui est naturellement très favorable aux insectes butineurs. Ces formations sont donc d'une importance primordiale dans la conservation de la diversité du peuplement lépidoptérique des différents sites. Le cortège d'espèces le plus caractéristique a principalement comme plantes hôtes diverses fabacées (notamment *Hippocrepis comosa* et *Securigera varia* sur pelouses sèches, ainsi que *Lotus sp.* et *Onobrychis sp.* sur prairies mésophiles) ou des Poacées (*Brachypodium sp.*, *Bromus sp.* et *Festuca sp.*). La totalité des Zygaenidae sont étroitement liées à ces biotopes. On peut entre autres citer *Erynnis tages*, *Carcharodus alceae*, *Thymelicus lineolus*... Ce sont incontestablement ces milieux qui offrent la plus grande diversité lépidoptérique sur les carrières, diversité d'autant plus élevée semble-t-il que la superficie de ces milieux est importante. Ils sont notamment rencontrés sur les carreaux, banquettes, terrils...

**Figure 60** L'Aurore (*Anthocharis cardamines*), espèce des milieux prairiaux



### ► Milieux buissonnants semi-ouverts

Ces milieux forment la transition entre les stades à végétation fermée et les zones ouvertes de type prairie ou pelouse. Les secteurs présentant une physionomie hétérogène où se mêlent genêts, ronces, épineux, avec encore quelques zones herbacées et déjà quelques arbres, sont généralement très diversifiés en espèces de papillons. Ils permettent notamment l'installation d'espèces écotonales, c'est-à-dire occupant les zones de transition entre les boisements et les prairies extensives (on peut citer *Ochlodes venatus*, *Limenitis camilla*...). Par ailleurs, la diversité floristique de ce type de végétation riche en plantes nectarifères attire un grand nombre de papillons, souvent en transit (*Brenthis daphne*, *Papilio machaon*, *Pyrgus malvae*, *Satyrrium esculi*, *Iphiclides podalirius*...).

**Figure 61** Le Flambé (*Iphiclides podalirius*), espèce caractéristique des milieux buissonnants



► **Groupements forestiers (boisements, lisières)**

Les rhopalocères et zygènes étant plutôt héliophiles, les milieux boisés apparaissent comme des milieux assez pauvres. De plus, ces milieux sont relativement peu fréquents sur les carrières inventoriées et principalement rencontrés sur les carrières plus âgées ou sur des zones de l'exploitation en contact avec la périphérie. C'est principalement grâce à un bon ensoleillement au niveau des lisières que la strate herbacée peut se diversifier, offrant ainsi des lieux bien plus favorables aux espèces comme *Ochlodes venatus*, *Gonepteryx rhamni*, *Pararge aegeria*, *Araschnia levana*, *Inachis io*. L'espèce la plus emblématique de ces milieux fermés sur les divers sites est peut-être *Limenitis camilla* (le Petit Sylvain). La zone de transition entre milieu préforestier et milieu fermé est très importante, puisqu'elle assure à la fois une source nectarifère (ronciers, sureaux) et des essences et plantes herbacées indispensables pour les larves.

### 2.3.4 SYNTHÈSE

Comme pour les orthoptères, il semble que les **habitats secs et très humides** comportent plus de potentialités pour des espèces remarquables. La richesse globale reste cependant très variable d'un site à l'autre, surtout sous la dépendance du type de végétation dominant (herbacée d'un côté, ligneux et sub-ligneux de l'autre) et de la présence d'espèces nectarifères.

En termes de hauteur de végétation, **l'importance des milieux herbacés ouverts**, qui abritent une majorité des espèces présentes, est remarquable. La plus grande partie des espèces thermophiles y sont liées. Vient ensuite la végétation semi-ouverte, qui profite aux espèces vivant sur diverses essences arbustives. Ce milieu semble d'autant plus riche qu'il s'intègre dans un complexe prairial, en mosaïque.

Les carrières semblent également permettre à des espèces d'affinité méridionale *sensu lato* de s'établir dans le grand Ouest et la moitié nord de la France.

Les inventaires ont également mis en avant certains facteurs favorables à ce groupe :

- la présence d'une **mosaïque de milieux non dégradés** ;
- la **présence de milieux jeunes, ouverts** qui, à défaut de diversité, semblent permettre à un ensemble d'espèces d'avoir accès à des milieux de substitution lorsque les conditions locales de gestion des habitats ne sont pas ou plus favorables ;
- une **superficie** suffisante des milieux semble également conditionner la diversité des peuplements ;
- enfin, la **ressource trophique** est déterminante. À ce titre, notons l'importance des friches et l'intérêt des plantes rudérales qui, sur de nombreux sites, attirent beaucoup de papillons : l'Ortie par exemple pour la ponte de plusieurs grands Nymphalides ou la Ronce des bois et le Buddleia pour leur alimentation.

## 2.4 AUTRES INVERTÉBRÉS

168 espèces appartenant à 16 ordres différents sur 17 sites

Surtout des espèces thermophiles ou pionnières et des milieux aquatiques temporaires et permanents

### 2.4.1 ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES, DONNÉES GÉNÉRALES

#### ► Méthodologie

À l'occasion des relevés d'orthoptères, d'odonates et de lépidoptères, et parfois d'autres groupes biologiques, certains prestataires ont noté les espèces d'invertébrés rencontrés fortuitement sur les carrières. Il s'agit essentiellement d'insectes.

Ces données sont très fragmentaires, il est probable que plusieurs dizaines ou centaines d'espèces fréquentent chaque site. On s'attachera ici à présenter quelques espèces ou groupes d'espèces qui sont susceptibles de nous renseigner sur l'utilisation des carrières par les invertébrés.

#### ► Espèces observées

Seul 17 des 35 sites ont fait l'objet de « relevés » pour les espèces de ces groupes. **168 espèces** (liste exhaustive en annexe VI) ont été observées et totalisent 326 occurrences.

Classe	Ordre	Nombre d'espèces	Nombre d'occurrences
Insectes	Coléoptères	82	159
Insectes	Hétéroptères	31	92
Insectes	Hyménoptères	16	23
Insectes	Diptères	7	9
Insectes	Homoptères	4	5
Insectes	Névroptères	3	4
Insectes	Dermaptères	3	5
Insectes	Ephéméroptères	2	2
Insectes	Blattoptères	2	2
Insectes	Trichoptères	1	1
Insectes	Chéleutoptères	1	2
Myriapodes	Chilopodes	4	5
Crustacées	Isopodes	2	3
Crustacées	Branchiopodes	1	1
Arachnides	Aranéides	8	12
Arachnides	Opilions	1	1
<b>Total</b>		<b>168</b>	<b>326</b>
	Lépidoptères	115	715
	Orthoptères	81	1275
	Odonates	40	655

Ces données (**Tableau 17** et Annexe I) ne témoignent pas forcément des potentialités des carrières pour tel ou tel groupe. Elles sont essentiellement le reflet des compétences des différents observateurs et de la facilité de détection des espèces.

### 2.4.2 RELATIONS INVERTÉBRÉS/CARRIÈRES, EXEMPLES ET ILLUSTRATIONS

Sauf exception, le statut de reproduction des individus observés n'est pas connu avec certitude. À partir de quelques exemples, il s'agit simplement ici de mettre en évidence les potentialités des carrières de roches massives pour quelques espèces ou groupes d'espèces.

### 2.4.2.1 Insectes

Hormis les trois groupes (odonates, orthoptères et lépidoptères) étudiés précédemment, d'autres insectes ont été observés.

#### ► Les hyménoptères

Un exemple remarquable d'entomocénose avantaagée par les carrières nous est fourni par le groupe des guêpes fouisseuses (Sphécidés *sensu lato*) qui trouvent à la fois les **conditions d'exposition et de chaleur** qu'elles apprécient, des substrats meubles (stocks de résidus fins de concassage) ou fracturés qui leur permettent de creuser leurs galeries et de bonnes densités de proies nécessaires à leur reproduction. *Ammophila sabulosa*, un des sphégiens les plus répandus en France, a été observé à plusieurs reprises.

À noter aussi la présence très intéressante de *Prionyx kirbii* sur une carrière du Maine-et-Loire. Cette espèce méridionale est ici **en limite nord de répartition** (Bitsch & al., 1997). Contrairement aux Ammophiles vraies, chasseuses de chenilles, elle recherche ses proies parmi les acridiens. Signalons également les contacts fréquents avec des Pompiles, autre groupe d'hyménoptères à biologie et éthologie assez proches (elles chassent et enfouissent des araignées, et vivent surtout dans les zones sèches et chaudes).

L'Euménide *Delta unguiculata* est un autre représentant des hyménoptères qui chasse des chenilles. Cette guêpe remarquable ne creuse pas de terriers mais maçonne des nids à l'aide de boue qu'elle colle contre des rochers. Il s'agit là encore d'un insecte à **fortes affinités méridionales**, qui trouve sur certaines carrières de l'Ouest les conditions de chaleur et de « minéralité » qui lui sont indispensables.

Les abeilles semblent également bien représentées sur les carrières, développant çà et là des colonies plus ou moins organisées au niveau de talus érodés, de fronts de tailles, de zones de carreaux meubles... Plusieurs parasites d'abeilles tels que les Chrysidés (« guêpes dorées » ou « guêpes-coucous ») et les Cléridés ont également été observés.

#### ► Les coléoptères

##### • *Espèces forestières et para-forestières*

De toute évidence, le **potentiel** des carrières de roches massives pour ces espèces est **limité**. Toutefois, plusieurs espèces forestières ou para-forestières ont été observées : Cérambycides, Lucanides, Cétoniides... Quelques-unes sont remarquables, telles que la rare Cétoine micro-cavernicole *Gnorimus octopunctatus* ou le Perce-oreille *Forficula lesnei* dont la répartition est limitée à l'ouest de la France ainsi qu'à quelques autres régions atlantiques d'Europe (Albouy & Caussanel, 1990).

Ces espèces occupent parfois des délaissés de carrières occupés par des bosquets relictuels ou des carrières anciennes boisées mais, le plus souvent, elles se développent vraisemblablement dans des zones en périphérie des sites.

Noutons néanmoins la présence de quatre longicornes peu communs :

- deux associés aux **boisements humides de saules**, l'Aromie musquée (*Aromia moschata*), et l'Obérée oculée (*Oberea oculata*), observées sur des carrières de Basse-Normandie. Ces deux espèces peuvent très localement bénéficier du développement fréquent de fourrés de saules dans les anciennes carrières après exploitation ;
- *Anoplodera sexguttata* (espèce déterminante en région Centre où elle a été observée), volontiers floricole, dont les larves se développent dans différents feuillus, de préférence à bois dur, et *Oberea linearis*, guère plus commun dans l'ouest de la France, plutôt lié au Noisetier ou, plus rarement, aux saules, aux aulnes...

**Figure 62** *Anoplodera sexguttata* (à gauche) et *Oberea linearis*, deux espèces à tendances forestières



• **L'aiguillonier (*Calamobius filum*)**

Parmi les coléoptères, un autre longicorne intéressant a été observé : l'Aiguillonier (*Calamobius filum*), taxon particulièrement **thermophile** qui se développe aux dépens de graminées élevées (telles qu'*Arrhenatherum elatius* subsp. *bulbosus*). Cette espèce, fréquente dans la moitié sud de la France (en évitant toutefois les zones très arrosées), a été observée sur des carrières du Massif armoricain où elle semble peu commune. Elle figure sur la liste des espèces déterminantes des Pays de la Loire avec le statut « rare ». Elle se développe notamment sur des terrils très secs, qui évoquent une steppe. Favorisée par la xéricité et la bonne exposition des milieux de carrière, elle a été contactée sur une carrière au nord de Rennes, soit 80 km au nord de la limite de son aire de répartition connue.

**Figure 63** *Donacia vulgaris* (à gauche) et *Plateumaris sericea*



• **Chrysomélidés, Donacies**

Les Chrysomélidés inventoriés sont soit des espèces ubiquistes, soit des espèces de zones humides, liées aux saules et aulnes ou à la végétation aquatique. C'est le cas des Donacies. Plusieurs espèces ont été capturées dans le cadre de cette étude, notamment *Donacia vulgaris*, *D. marginata*, *D. versicolorea* et un *Plateumaris*. Les deux premières vivent sur les héliophytes (*Typha* notamment) et *D. versicolorea* sur Potamots.

Il ne s'agit pas des insectes les plus rares du genre mais la présence toujours très intéressante de Chrysomèles de ce type indique une **qualité de milieu indéniable et une certaine quiétude** (les Donaciacs supportent mal les faucardages<sup>23</sup> drastiques : les larves aquatiques et les adultes aériens sont totalement inféodés à leurs plantes de prédilection).

### • Coccinelles

Un assez grand nombre de coccinelles a été inventorié dans le cadre de cette étude. Deux espèces semblent d'un intérêt patrimonial plus évident :

- *Exochomus nigromaculatus*, contactée sur une carrière bretonne, est une espèce intéressante car vraisemblablement peu commune et inféodée aux **landes à bruyères**. La région où elle a été observée est relativement riche en habitats de ce type et surtout les formations pionnières sont assez développées sur la partie supérieure de la carrière ;
- *Scymnus mimulus* est vraisemblablement une espèce assez rare (mais son statut est difficile à évaluer car, très petite, elle passe facilement inaperçue et elle n'a été différenciée de *S. rufipes* par Mader qu'en 1955 - Le Monnier & Livory, 2003). Contrairement à la précédente, elle n'est pas inféodée aux landes mais semble rechercher quand même les **milieux ouverts, thermo-xérophiles**. Les carrières, comme les massifs dunaires, pourraient représenter un habitat privilégié pour cette espèce, au moins dans les régions septentrionales.

### • Autres coléoptères

Toujours parmi les coléoptères, notons la présence du Minotaure (*Typhoeus typhoeus*) sur une carrière bretonne. Ce bousier exploite les crottes de lapin, mammifère fréquentant cette carrière mais absent du massif forestier dense qui la ceinture. Signalons aussi la découverte d'un cadavre d'*Emus hirtus* sur une carrière du Maine-et-Loire. Cette espèce déterminante en Pays de la Loire (statut « rare ») est un prédateur de l'entomofaune coprophage. Ces deux exemples montrent que **les carrières peuvent également favoriser indirectement des insectes, via des vertébrés et des proies (ou des hôtes pour des parasitoïdes)**.

## ► Les névroptères

### • Le Grand Fourmilion, *Palpares libelluloides*

Le Grand Fourmilion (*Nevroptera, Myrmeleonidae*) est, comme son nom le suggère, le plus grand fourmilion d'Europe. À l'instar des autres fourmilions, la larve est prédatrice mais elle ne creuse pas d'entonnoir pour piéger ses proies.

Cette espèce, également à forte valeur patrimoniale<sup>24</sup>, est errante et se déplace dans les habitats de type **pelouses sèches rocailleuses ou sableuses**.

Présente sur trois carrières méditerranéennes, elle semble se reproduire dans des friches herbacées, des surfaces planes peu végétalisées, des pelouses à proximité des mares temporaires ou des zones à strate herbacée plus développée.

### • L'Ascalaphon, *Theleproctophila variegata*

L'Ascalaphon (*Nevroptera, Ascalaphidae*) capture en vol ses proies composées de petits insectes. Sa larve, également prédatrice, reste sur le sol (larve errante). Proche parente des fourmilions, cette espèce est rare et localisée en France, en dehors de la plaine de Crau (13) où elle est abondante.

Cette espèce à forte valeur patrimoniale au niveau national est une espèce pionnière sur l'un des sites de carrière ou elle colonise des surfaces planes, arides et peu végétalisées au niveau d'une grande zone terrassée et sur le carreau. L'espèce semblait absente des milieux plus herbeux en périphérie de l'exploitation.

<sup>23</sup> Action de faucher les végétaux aquatiques.

<sup>24</sup> Cette remarquable espèce méditerranéenne n'est globalement pas rare sur la côte française, mais en régression

Figure 64

Le Grand Fourmilion (*Palpares libelluloides*), à droite, et un accouplement d'*Ascalaphon* (*Theleproctophila variegata*)



#### 2.4.2.2 Crustacées

##### ► Le Branchiopode de Schaeffer, *Branchipus schaefferi*

Le Branchiopode de Schaeffer (*Branchiopoda, Anostraca*) ressemble à une crevette (2,5 cm), de couleur crème à brun-rougeâtre, et nageant sur le dos. Ce gracieux crustacé (les Anglo-Saxons parlent de « crevettes féeriques ») ne possède pas de carapace. Il est microphage, consommant des algues microscopiques ainsi que des très petits animaux. Le Branchiopode de Schaeffer, de répartition européenne, est **inféodé aux mares temporaires** et a été principalement observé, de plaine jusqu'en montagne, en région méditerranéenne, dans les Pyrénées et en Alsace. D'autres citations historiques n'ont pas été confirmées récemment. Son observation sur une des carrières de l'échantillon, dans le Var, constituerait la première observation de l'espèce dans le département (sur la base des cartes de Defaye, Rabet et Thiery, 1998).

**Figure 65** *Branchipus schaefferi*, le Branchiopode de Schaeffer, individu nageant sur le dos



■ Sur la carrière où elle a été observée, l'espèce utilise un complexe de mares temporaires sur un plateau qui domine un front de taille. La forte valeur patrimoniale en France (*a fortiori* en région PACA) de l'espèce souligne la potentialité de ces milieux où sont également présentes des espèces spécialisées d'odonates et d'amphibiens.

### 2.4.2.3 Arachnides

#### Araignées

**Peu d'araignées ont été observées** : tout comme les carabiques, les staphylins ou encore les fourmis, par exemple, il s'agit d'un vaste groupe taxonomique dont l'approche nécessite obligatoirement un piégeage. Signalons tout de même la présence dans une carrière de Bretagne de la Dolomède des marais (*Dolomedes fimbriatus*), pisauridé subaquatique peu commun et vraisemblablement en régression<sup>25</sup>. L'Argiope fasciée (*Argiope bruennichi*), quant à elle, est facilement visible sur de nombreux terrils ou dans les zones humides, pourvu que la végétation herbacée y soit suffisamment développée, ce qui permet de fortes densités d'orthoptères, ses proies préférentielles.

<sup>25</sup> Espèce déterminante en région Pays de la Loire, statut « vulnérable ».



***Vertébrés***

## 3 LES VERTÉBRÉS

### 3.1 AMPHIBIENS

16 espèces                      75% des espèces potentiellement présentes dans l'aire d'étude

4,2 espèces par site en moyenne                      95% des sites concernés

43% des occurrences correspondent à des espèces déterminantes

**Tous les milieux aquatiques de carrière sont utilisés :**

milieux temporaires et permanents, bassins de décantation et de fond de fosse, plans d'eau de fosse.

**Trois groupes d'espèces :**

à tendances

pionnières ubiquistes

des milieux permanents

Les amphibiens sont aujourd'hui l'un des groupes faunistiques les plus menacés au monde (Simon, 2004). Certaines causes de ce déclin ne sont pas toujours bien connues (pollutions, changements climatiques, pathologies...), alors que d'autres sont parfaitement identifiées : la perte d'habitat et la destruction directe d'individus lors de leurs migrations entre zones d'hivernage, d'alimentation et de reproduction.

Sur la base des résultats de l'étude, le chapitre qui suit détaille les potentialités d'accueil des carrières pour les peuplements d'amphibiens et les facteurs qui les influencent.

#### 3.1.1 ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES

##### 3.1.1.1 Relevés

Les techniques retenues ont été celles classiquement utilisées pour ce groupe : prospections diurnes et nocturnes avec identifications à vue et au chant, utilisation de troubleaux<sup>26</sup>. Les adultes comme les larves et les pontes ont été identifiés.

L'objectif fixé pour les inventaires réalisés sur les 35 sites, tendre vers l'exhaustivité, se justifie doublement :

- les amphibiens sont facilement repérables et leur statut de reproduction facilement identifiable : ils sont tous **inféodés aux milieux aquatiques** pour leur reproduction et observables dans ces milieux à au moins un des stades de leur cycle biologique (adultes, larves ou pontes). Par ailleurs, la plupart des anoures (grenouilles et crapauds) émettent des chants facilement audibles lors de la reproduction ;
- la pression d'observation a été importante. Les relevés ont été faits sur la totalité des sites où la présence d'eau a été notée (aussi bien permanente que temporaire). 3 à 4 passages en moyenne par sites ont été effectués l'année des inventaires. Ils ont été échelonnés de fin mars à début septembre pour couvrir la période de reproduction de toutes les espèces.

Les prestataires se sont également efforcés de définir les effectifs des populations rencontrées et les facteurs locaux favorables et défavorables aux espèces.

<sup>26</sup> Filets à mailles fines

### 3.1.1.2 Limite des données et de l'analyse

Les inventaires réalisés restent partiels pour au moins deux raisons :

- l'année 2005 a connu un printemps particulièrement sec, notamment en région méditerranéenne. Des sites présentant de bonnes potentialités se sont révélés peu favorables aux amphibiens ;
- les effectifs des populations varient sur un même site d'une année à l'autre ou durant l'année. Citons le cas d'une carrière de Mayenne abritant en 2004 deux espèces apparemment absentes en 2005 (Triton crêté et Rainette verte) ou celui du Sonneur à ventre jaune observé lors des relevés d'odonates mais absent lors des relevés d'amphibiens. Par souci de rigueur, ces espèces n'ont pas été intégrées aux bases de données utilisées pour ce chapitre.

Par ailleurs, différents facteurs ont été plus ou moins bien appréciés : effectifs des populations, statut reproducteur, mais également paramètres physiques des milieux occupés comme la profondeur, le pH, la surface (notamment pour les milieux temporaires). En conséquence, il a parfois été nécessaire de travailler sur des **échantillons réduits** pour lesquels les données n'étaient pas fragmentaires.

## 3.1.2 DONNÉES GÉNÉRALES SUR LES ESPÈCES

### 3.1.2.1 Espèces rencontrées



**Figure 66** Grenouille verte

Au sens strict, la Grenouille verte (*Rana kl. esculenta*) est une espèce d'origine hybride entre la Grenouille de Lessona (*Rana lessonae*) et la Grenouille rieuse (*R. ridibunda*). Pour exister et se maintenir, elle doit se croiser avec l'un des parents (en général, il s'agit de *R. lessonae*), sachant que le croisement entre *Rana kl. esculenta* et l'une ou l'autre des espèces parentales donne toujours *R. kl. esculenta*. Dans notre étude, le terme de « grenouilles vertes » regroupe ce complexe de trois taxons (auquel il faut ajouter la Grenouille de Perez - *Rana perezi* -, difficile à identifier).

**Seize espèces** d'amphibiens ont été contactées au cours de l'étude (**Figure 67**). Notons que la différence entre quatre taxons proches (les grenouilles de Perez et de Lesson, la Grenouille rieuse et l'hybride *Rana kl. esculenta*) n'a que rarement été faite lors des inventaires. Pour cette raison, ils sont regroupés dans cette étude sous le terme « grenouilles vertes » (**Figure 66**).

Ces seize espèces représentent 50% des amphibiens présents sur le territoire national (32 espèces). En réalité, seules 21 espèces auraient pu être potentiellement contactées<sup>27</sup> dans l'aire d'étude (ACEMAV coll., 2003). Cinq espèces sont donc absentes des relevés, en raison de leur rareté ou de leur confinement dans des secteurs géographiques restreints (Euprocte des Pyrénées, Crapaud vert, Grenouille des champs, Pélobate brun et cutripède). Ce sont donc en réalité près de **76% des espèces d'amphibiens qui sont présentes dans les carrières de roches massives de l'échantillon.**

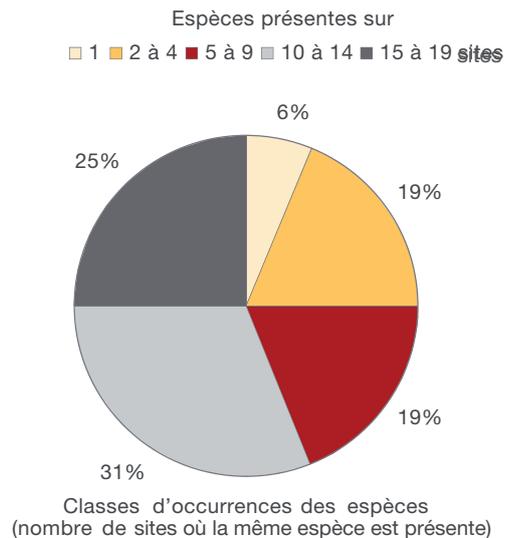
<sup>27</sup> Certaines espèces possèdent une aire de répartition très réduite non couverte par l'aire d'étude (endémiques Corses, des Pyrénées).

**75% de ces espèces ont été contactées sur au moins cinq sites (Figure 67).** Cette fréquence relativement élevée, notamment comparée à l'avifaune ou la flore (cf. chapitre précédent), s'explique probablement par :

- une aire de répartition quasi nationale pour un grand nombre d'espèces ;
- la fréquence et la diversité des milieux humides présents sur la plupart des carrières qui satisfont aux exigences écologiques de la majorité des espèces ;
- une affinité particulière pour les carrières de certaines espèces relativement peu fréquentes (cf. *infra*).

**Figure 67** Répartition des occurrences d'espèces d'amphibiens de l'échantillon

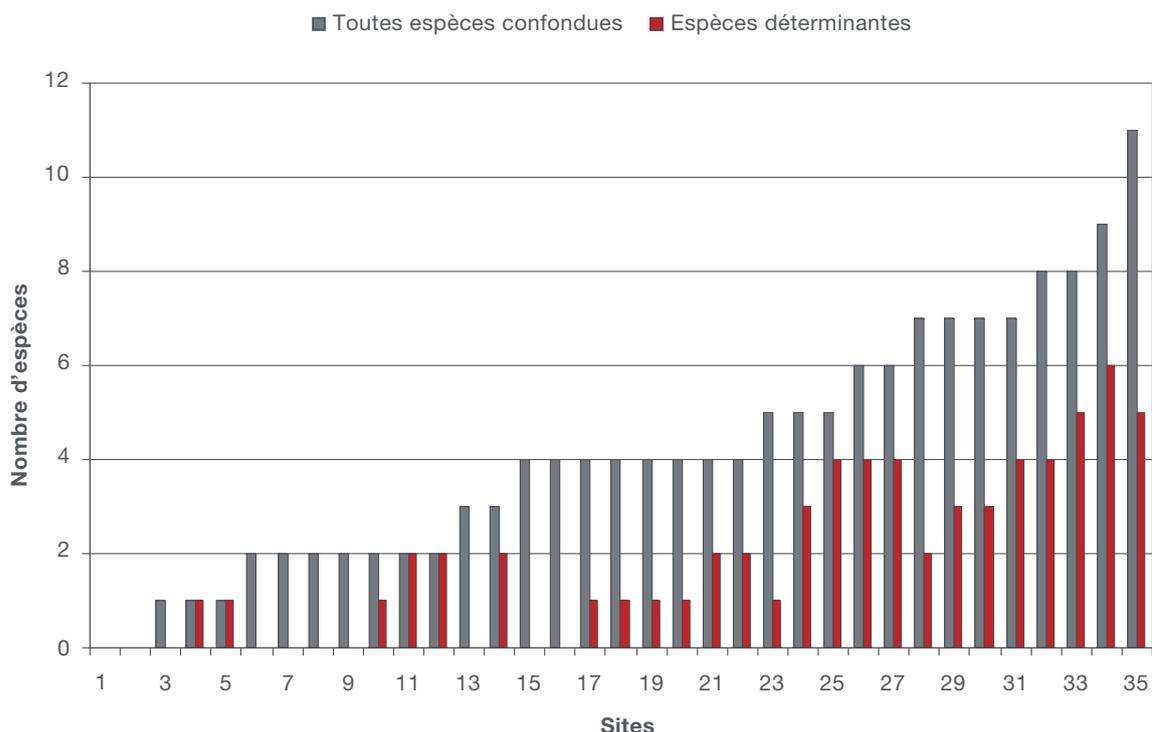
Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre de sites ou l'espèce est présente
Triton palmé	<i>Triturus helveticus</i>	19
Grenouilles vertes	<i>Rana kl. Esculentata</i>	18
Crapaud commun	<i>Bufo bufo</i>	16
Alyte accoucheur	<i>Alytes obstetricans</i>	15
Grenouille rousse	<i>Rana temporaria</i>	11
Pélodyte ponctué	<i>Pelodytes punctatus</i>	11
Crapaud calamite	<i>Bufo calamita</i>	10
Grenouille agile	<i>Rana dalmatina</i>	10
Rainette verte	<i>Hylea arborea</i>	10
Salamandre tachetée	<i>Salamandra terrestris</i>	6
Triton marbré	<i>Triturus marmoratus</i>	6
Rainette méridionale	<i>Hylea meridionalis</i>	5
Triton alpestre	<i>Triturus alpestris</i>	4
Sonneur à ventre jaune	<i>Bombina variegata</i>	2
Triton crêté	<i>Triturus cristatus</i>	2
Triton ponctué	<i>Triturus vulgaris</i>	1



Ainsi, parmi les espèces les plus rencontrées au cours de l'étude se trouvent aussi bien des espèces communes et relativement ubiquistes, tels le Triton palmé, la Grenouille verte ou encore le Crapaud commun, que d'autres moins courantes comme l'Alyte accoucheur ou le Pélodyte ponctué.

### 3.1.2.2 Approche par site

**Figure 68** Nombre d'espèces et d'espèces déterminantes d'amphibiens par site (par ordre croissant)



Les exploitations de roches massives présentent **une bonne potentialité d'accueil pour les amphibiens** :

- **95% des carrières étudiées (Figure 68) accueillent au moins une espèce d'amphibien** (33 des 35 sites). Les deux sites n'en abritant pas sont dépourvus de milieux aquatiques, y compris de milieux temporaires ;
- **4,2 espèces** en moyenne sont contactées par site ;
- 21 sites accueillent au moins 4 espèces.

Cette diversité atteint des proportions particulièrement importantes sur certaines carrières : jusqu'à **11 espèces sont présentes sur un seul et même site** du Massif armoricain, soit 85% des espèces du département concerné.

### ► Espèces sensibles

Tableau 18 Espèces sensibles d'amphibiens					
		Espèces		Occurrences	
		Nombre	%	Nombre	%
Total		16	100	146	100
Annexe 2 de la directive Habitats		2	13	4	3
Annexe 4 de la directive Habitats		6	38	56	38
Liste rouge française	À surveiller	8	50	70	48
	Indéterminé	1	6	14	10
	Vulnérable	6	38	35	24
<b>Espèces déterminantes</b>				<b>63</b>	<b>43</b>

Le **Tableau 18** récapitule selon plusieurs critères les proportions d'espèces sensibles :

- **La Directive Habitats : deux espèces sont inscrites à l'annexe 2<sup>28</sup>**, le Triton crêté et le Sonneur à ventre jaune. Chacune de ces deux espèces ont été contactées sur deux sites et représentent 3% des occurrences<sup>29</sup>. Elles sont peu représentées dans l'échantillon (en partie en raison de leur rareté), mais ont un enjeu patrimonial fort. Six autres espèces sont inscrites à l'annexe 4<sup>30</sup> et représentent 38% des occurrences.

Tableau 19 Statut de protection et de menace des espèces d'amphibiens				
Nom vernaculaire	Nombre d'occurrences sites déterminantes	Occurrences déterminantes / occurrences totales (%)	Annexe II de la directive Habitats	Liste rouge Française
Alyte accoucheur	14	93		I
Pélodyte ponctué	9	82		V
Crapaud commun	6	38		S
Rainette verte	6	60		V
Crapaud calamite	5	50		S
Grenouille agile	5	50		S
Triton marbré	5	83		V
Grenouille rousse	4	36		
Triton alpestre	4	100		V
Rainette méridionale	2	40		S
Sonneur à ventre jaune	2	100	X	V
Triton crêté	2	100	X	V
Salamandre tachetée	1	17		S
Triton palmé	1	5		S
Grenouilles vertes	0	0		
Triton ponctué	0	0		S

<sup>28</sup> Espèces animales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation (ZSC).

<sup>29</sup> Pour les amphibiens le terme « occurrence » correspond à l'observation d'une espèce sur un site ou sur une partie d'un site. De ce fait, contrairement aux oiseaux, une même espèce peut présenter plusieurs occurrences d'observation sur un même site.

<sup>30</sup> Espèces animales d'intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte

- La liste rouge française (Maurin et al, 1994) : 94% des espèces et 82% des occurrences bénéficient d'un statut particulier sur cette liste. **38% des espèces et 24% des occurrences correspondent à des espèces estimées « vulnérables<sup>31</sup> ».**
- Les espèces déterminantes ZNIEFF : **43% des occurrences correspondent à des espèces déterminantes et 71% des sites (25 sites) accueillent au moins une espèce déterminante**, pour une moyenne de 1,8 espèce déterminante par site. Ce résultat témoigne d'une double réalité :
  - les amphibiens sont un groupe en déclin, riche en espèces à forte valeur patrimoniale (**Tableau 19**) ;
  - les carrières sont très favorables à un groupe d'espèces déterminantes dans la majorité des régions (espèces de milieux pionniers, cf. *infra*).

### 3.1.3 PARAMÈTRES INFLUENÇANT LA RÉPARTITION DES PEUPELEMENTS

#### 3.1.3.1 Caractéristiques de la carrière

L'âge ou la surface de la carrière n'ont pas d'influence à proprement parler sur les peuplements d'amphibiens. C'est plutôt l'âge, la taille ou le nombre des milieux aquatiques qui semblent jouer un rôle.

La localisation géographique n'a qu'une influence limitée compte tenu de la présence de la majorité des espèces sur l'ensemble de l'aire d'étude.

#### 3.1.3.2 Paramètres chimiques de l'eau

Des analyses physico-chimiques (mesure de pH, des taux de nitrates et phosphates) ont été conduites sur la plupart des milieux où des amphibiens ont été contactés (cf. Introduction).

Les teneurs en **phosphates et nitrates<sup>32</sup>** ne variant que très peu, il n'a pas été possible d'évaluer leur influence sur les peuplements d'amphibiens.

Rappelons que pour ces paramètres, en se référant à la norme du SEQ eau<sup>33</sup>, la plupart des milieux ont des eaux de très bonne qualité (teneurs inférieures à 1,5 mg/l pour les nitrates, à 0,5 mg/l pour les phosphates) ou de bonne qualité (respectivement inférieures à 5 mg/l et 2 mg/l).

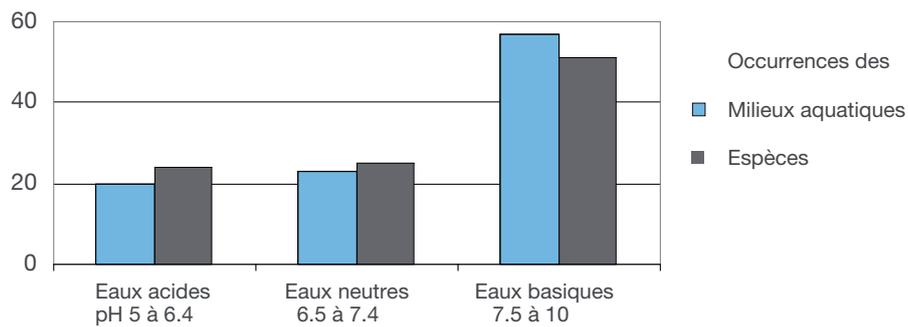
Des études ont montré l'impact (perturbation de la reproduction, du développement larvaire) que pouvaient avoir de fortes concentrations en nitrates sur les amphibiens (Hecnar, 1995). Il est probable que la **bonne qualité des eaux soit un facteur favorisant** la stabilité des populations et la colonisation des milieux par les amphibiens.

<sup>31</sup> Catégorie regroupant des espèces dont les effectifs sont en forte régression du fait de facteurs extérieurs défavorables et qui pourraient devenir « en danger » si les facteurs responsables de leur vulnérabilité continuent d'agir.

<sup>32</sup> Ils sont naturellement présents sous forme soluble dans les eaux souterraines et superficielles. Les apports viennent des effluents industriels, agricoles et urbains.

<sup>33</sup> Système d'évaluation de la qualité des eaux

**Figure 69** Répartition des occurrences d'amphibiens en fonction du pH des milieux aquatiques



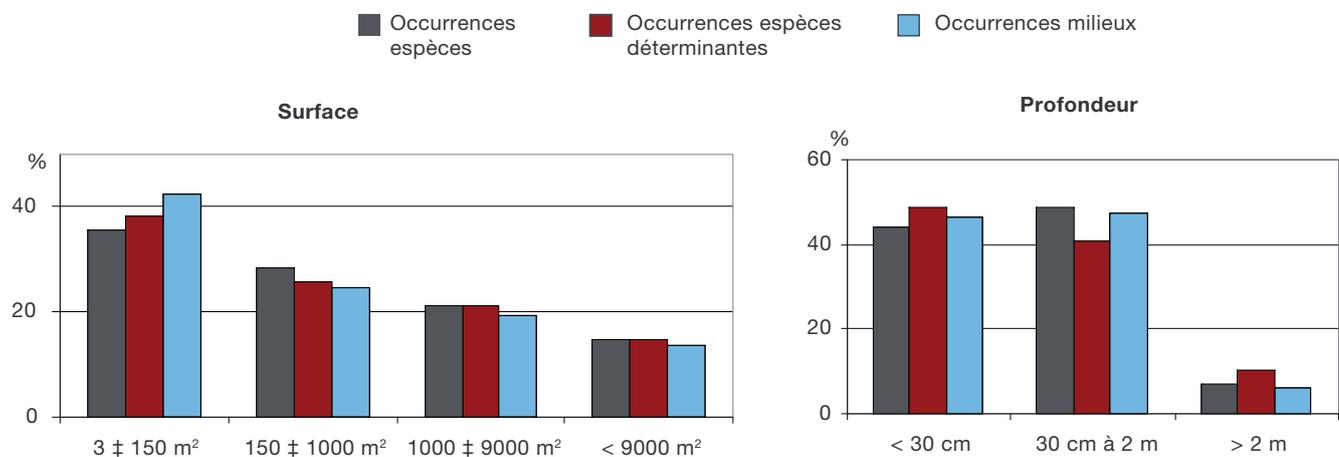
La **Figure 69** montre que le pH varie de façon importante selon les milieux et les sites, avec une dominante de milieux à tendance basique. Toutefois, ces variations ne semblent pas influencer sur les peuplements d'amphibiens.

### 3.1.3.3 Paramètres physiques

Avant d'aborder la nature des milieux occupés (temporaires, permanents...), il paraît nécessaire d'étudier l'influence de leurs paramètres physiques sur les peuplements.

Notons que la taille réduite de l'échantillon et des tendances relativement peu marquées impliquent de prendre les conclusions avancées avec prudence.

**Figure 70** Répartition des amphibiens en fonction de la profondeur et de la surface des milieux aquatiques (en % d'occurrences)



#### ► Surfaces

Près de 50% des milieux abritant des amphibiens ont une surface inférieure à 150 m<sup>2</sup>, les milieux les plus grands (supérieurs à un hectare) ne représentent que 10% des milieux rencontrés (**Figure 70**). Malgré ce biais, une tendance se dégage :

- les milieux de superficie réduite (inférieure à 150 m<sup>2</sup>) sont les « moins favorables », probablement en raison des ressources plus faibles qu'ils offrent (en termes d'habitat comme en termes de ressources trophiques) ;
- les milieux de très grande superficie (supérieure à un hectare) ne sont pas non plus les plus favorables, peut-être en raison d'un potentiel d'accueil des prédateurs (poissons...) plus important.

La surface la plus favorable semble ainsi se situer aux alentours de 1000 m<sup>2</sup>.

### ► Profondeur

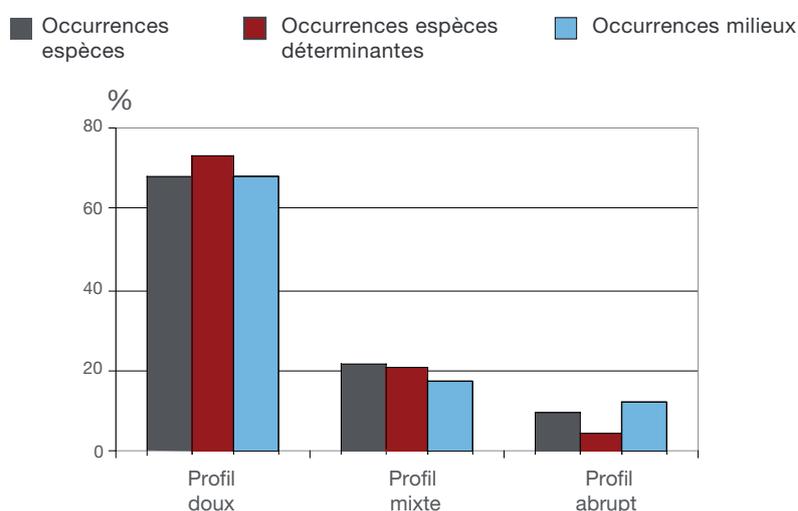
Une profondeur intermédiaire semble favoriser l'installation d'un plus grand nombre d'espèces, mais ce sont les milieux peu profonds (espèces déterminantes des milieux temporaires) et très profonds (installation des grands tritons) qui accueillent le plus grand nombre d'espèces à forte valeur patrimoniale.

Pour résumer, il n'existe pas de milieu idéal en termes de profondeur et de surface. C'est l'**hétérogénéité des milieux** qui favorise l'installation d'espèces aux écologies diversifiées.

### ► Profil des berges

Le profil des berges est un facteur bien connu pour conditionner la présence ou l'absence d'amphibiens (ACEMAV, 2003). L'étude le confirme (**Figure 71**), des berges abruptes, bien que permettant l'installation de certaines espèces (grenouilles vertes...), ne sont pas favorables à la colonisation des milieux et particulièrement pour les espèces à forte valeur patrimoniale.

**Figure 71** Répartition des amphibiens en fonction du profil des berges



Cependant, un profil mixte avec seulement une portion des berges en pente douce semble pouvoir garantir un accès aux milieux suffisant pour permettre l'installation des populations. Ainsi, dans les plans d'eau de fosse aux berges abruptes, les anciennes pistes qui s'enfoncent progressivement sous la surface permettent l'accès aux plans d'eau. Elles jouent un rôle d'écotone de surface réduite mais cependant suffisante pour certaines espèces (**Figure 72**).

La difficulté d'inventorier ces plans d'eau n'a généralement pas permis aux prestataires de déterminer la taille et le succès reproducteur des populations observées. L'intérêt de certains de ces plans d'eau doit sans doute être relativisé.

**Figure 72** Piste d'accès et plan d'eau de fosse



### 3.1.3.4 Nature et utilisation des milieux occupés

112 milieux occupés par au moins une espèce d'amphibien ont été inventoriés au cours de l'étude sur l'ensemble des 33 sites concernées. Tous ces milieux sont des sites réels ou potentiels<sup>34</sup> de reproduction pour la ou les espèces concernées.

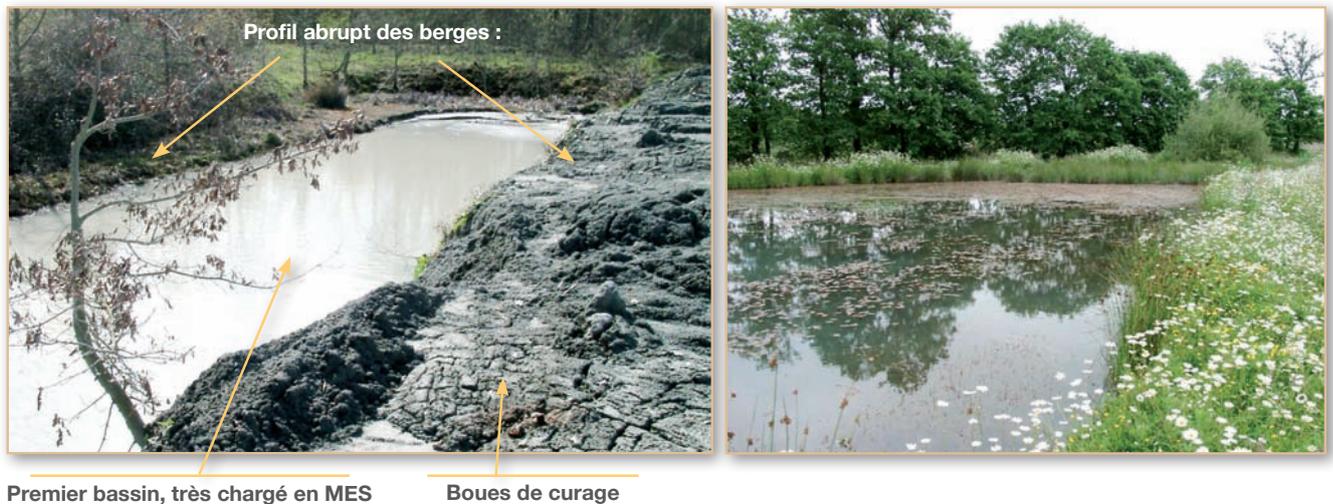
En outre, de l'ornièrre creusée par le passage des engins jusqu'au plan d'eau de fosse, en passant par la mare en pied de front de taille ou le bassin de décantation... **tous les milieux inventoriés ont été créés par l'activité d'extraction.**

Afin de faciliter l'analyse et la compréhension des données, ces milieux ont été regroupés en cinq grands types (Figure 74) :

- ▶ **Bassins de décantation (Figure 73)** : ils sont destinés à la décantation des particules issues soit du lavage des matériaux (eau de process), soit du bassin de fond de fosse (eau d'exhaure). La plupart du temps, leurs berges sont abruptes et leur profondeur est d'environ 2 m. Ils sont généralement installés en série, les premiers recevant les eaux les plus chargées en matières en suspension (MES).
- ▶ **Plans d'eau de fosse (Figure 72)** : ils sont le fruit du remplissage des fosses d'extraction par les eaux de pluie, de ruissellement ou les nappes phréatiques. C'est fréquemment le cas des carrières dont les pompages sont définitivement arrêtés suite à la cessation de l'activité extractive. Ils sont caractérisés par une surface importante, des berges subverticales (front de taille) de plusieurs mètres de haut et une profondeur pouvant atteindre plusieurs dizaines de mètres. Certains font l'objet d'un pompage intermittent.
- ▶ **Bassins de fond de fosse (Figure 76)** : destinés à recueillir les eaux en fond de carrière, ils sont généralement assez peu profonds, les eaux étant évacuées régulièrement par pompage. Dans le cadre de notre étude, les grands bassins de fond de fosse ont été assimilés à des plans d'eau de fosse car ils en possèdent les caractéristiques de surface et de profondeur.

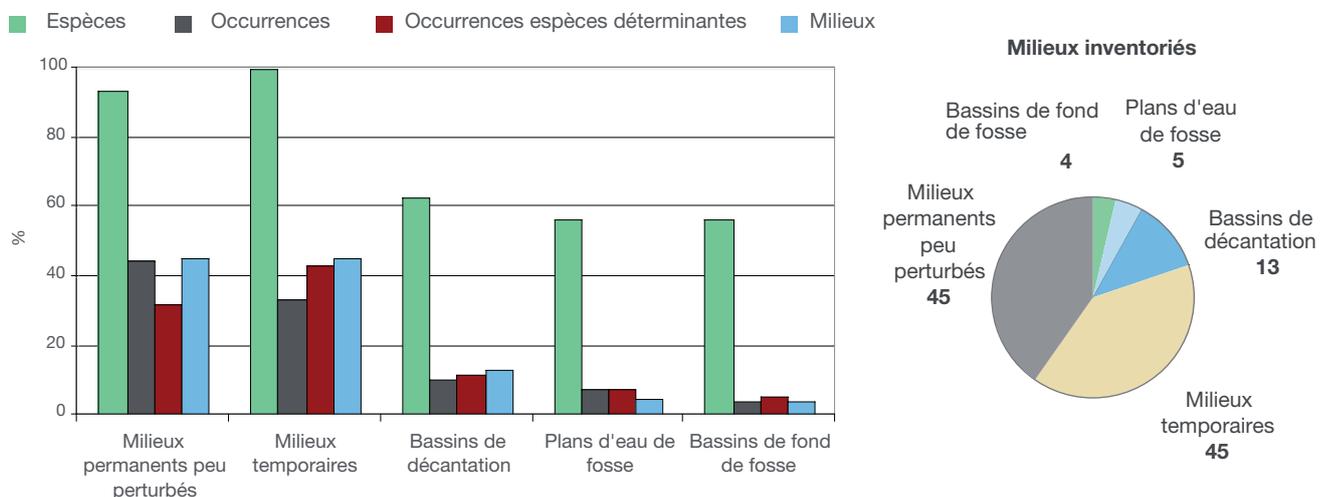
<sup>34</sup> La reproduction effective d'espèces dans un milieu où elles ont été observées n'a pas toujours pu être déterminée

**Figure 73** Bassins de décantation d'eau de process (à gauche) et d'eau d'exhaure (à droite)



- **Milieus temporaires (Figure 78)** : cette catégorie regroupe les nombreuses dépressions peu profondes des carreaux et banquettes, dont l'alimentation en eau est variable et temporaire.
- **Milieus permanents peu perturbés (Figure 85)** : ils regroupent les dépressions et bassins (mare, marais...) qui restent en eau tout au long de l'année et qui ne subissent pas de perturbation importante (curage, pompage...).

**Figure 74** Répartition des espèces d'amphibiens dans les milieux aquatiques de l'échantillon



La répartition des amphibiens au sein des milieux inventoriés (Figure 74), se fait comme suit :

- Les milieux permanents peu perturbés et milieux temporaires représentent **près de 85% des milieux inventoriés** :
  - **La quasi-totalité des espèces sont présentes dans les milieux temporaires comme dans les milieux permanents peu perturbés** (seul le Triton ponctué n'est présent que dans un milieu temporaire). Les espèces ayant des exigences biologiques différentes, ce lot commun d'espèces à pour origine la ressemblance de certains milieux permanents (par exemple avec un fort marnage) et temporaires (par exemple exondés seulement un mois par an).
  - 45% des occurrences sont réalisées dans les milieux permanents et seulement 35% dans les milieux temporaires. L'inverse est observé pour les occurrences d'individus déterminants.

Un plus grand nombre d'espèces est mieux adapté aux milieux permanents qu'aux milieux temporaires (cf. *infra*). Toutefois, la majorité des espèces spécialisées dans l'utilisation de milieux temporaires sont souvent à forte valeur patrimoniale (comme le Pélodyte ponctué, **Figure 75**).

**Figure 75** Pélodyte ponctué



Les bassins de décantation, plans d'eau de fosse et bassins de fond de fosse représentent un peu **moins de 20% des milieux** inventoriés et cumulent environ la même proportion d'occurrences et d'occurrences d'individus déterminants.

Ils accueillent en moyenne 8 espèces (50% des espèces rencontrées). Bien que la petite taille de l'échantillon incite à la précaution, il semble que **ces milieux soient relativement favorables aux amphibiens**. En effet, bien qu'étant les plus soumis à l'activité industrielle de la carrière, ces habitats présentent néanmoins plusieurs caractéristiques favorisant l'installation des batraciens :

- Les plans d'eau de fosse, malgré des caractéristiques peu favorables (absence de berge, profondeur très importantes...), abritent des zones qui se révèlent propices à l'installation des espèces (**Figure 72**). Pistes en pente douce et banquettes affleurantes sous la surface peuvent permettre le développement d'une végétation aquatique et de ressources trophiques.
- Les bassins de fond de fosse présentent parfois des zones amphibies à la « minéralité » marquée, tout en gardant une zone en eau permanente (**Figure 76**).
- Les bassins de décantations ont parfois des portions de berges en pentes douces (**Figure 73**) et sont généralement exempts de poissons. Ils sont colonisés par des espèces qui semblent pouvoir s'adapter à

**Figure 76** Bassin de fond de fosse



### 3.1.3.5 Peuplements caractéristiques

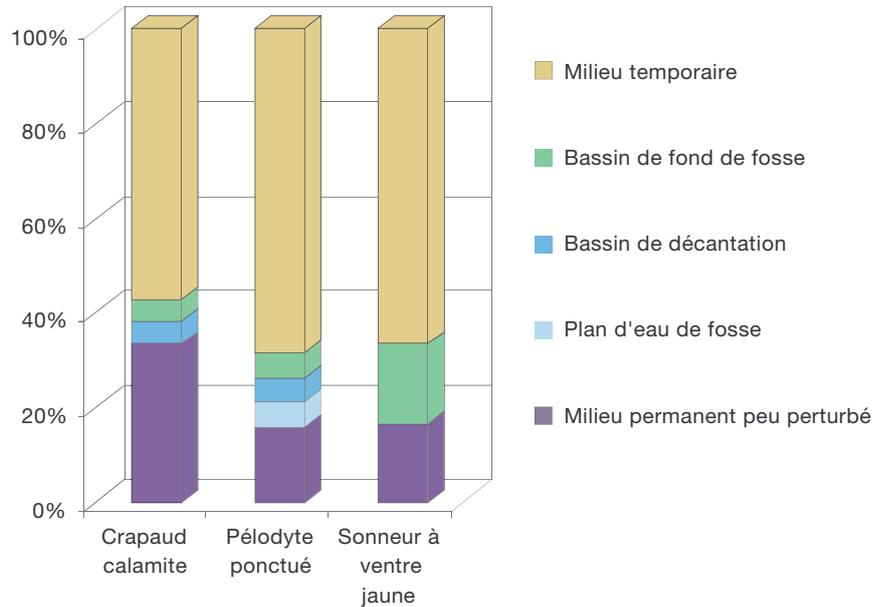
Regrouper les espèces en peuplements peut sembler hasardeux pour le groupe des amphibiens tant la plupart des espèces ont des valences écologiques importantes et sont susceptibles, malgré des préférences schématiques, de s'adapter à différents biotopes. Toutefois, l'analyse approfondie des données permet de distinguer trois groupes d'espèces vis-à-vis de leurs préférences pour les milieux aquatiques précédemment décrits.

#### ► Les espèces à tendances pionnières

Il s'agit de trois espèces présentes à plus de 60% dans les milieux temporaires (**Figure 77**) : le Crapaud calamite, le Pélodyte ponctué et le Sonneur à ventre jaune. Ce sont des espèces à forte valeur patrimoniale.

Ces milieux présentent l'avantage d'avoir le plus souvent une faible lame d'eau qui se réchauffe facilement et de limiter par leur temporalité l'installation de poissons et insectes prédateurs des têtards. Ils exigent de la part des espèces concernées des adaptations physiologiques (reproduction plus précoce, besoins trophiques moindres, plasticité des cycles de développement des larves...) qui limitent la compétition avec les autres espèces.

**Figure 77** Répartition des occurrences des amphibiens à tendance pionnière



Le caractère souvent minéral de ces milieux typiques des carrières convient par exemple parfaitement à une espèce comme le Crapaud calamite (**Figure 78**).

**Figure 78** Têtards de Crapaud calamite dans une mare temporaire



Le Crapaud calamite est présent dans une bonne partie de la France. Il est cependant localement absent au sein même de son aire de répartition, de sorte que sa distribution peut être qualifiée de « répartition en mosaïque ».

En carrière, ce crapaud est lié aux eaux très peu profondes, souvent temporaires. De ce fait, de nombreuses reproductions échouent. En dehors de la période de reproduction, il reste enfoui dans **un sol meuble** (sable, terre), n'en sortant que par nuits humides pour s'alimenter.

Le Crapaud calamite est relativement abondant en France. Certaines

populations semblent toutefois en régression, voire très menacées pour certaines d'entre elles.

Cette espèce souffre de l'assèchement de ses zones de reproduction et d'autres nuisances auxquelles il échappe en carrière, comme la reforestation et l'épandage de produits phytosanitaires (Geniez, 2005).

Ces espèces de milieux temporaires ont également tendance à utiliser les bassins de fond de fosse, probablement en raison du caractère minéral de ces milieux pourtant permanents (**Figure 76**).

► **Espèces de milieux permanents**

Dans cette catégorie sont regroupées les espèces dont le cumul des occurrences en mares permanentes, plans d'eau de fosse et bassins de décantation est supérieur à 70%. Cinq espèces font partie de ce groupe : les Tritons alpestre et crêté, les grenouilles vertes, la Rainette verte et la Salamandre tachetée (**Figure 80**).

**Figure 79** Une espèce des milieux permanents : le Triton alpestre

Le Triton alpestre n'est pas exclusivement lié à la haute montagne, il occupe en France les deux tiers nord du pays. En milieu naturel il utilise pour sa reproduction des ornières et des fossés remplis d'eau, des mares forestières, des petits ruisseaux ombragés au cours lent, des abreuvoirs et des bassins d'eau fraîche et limpide.



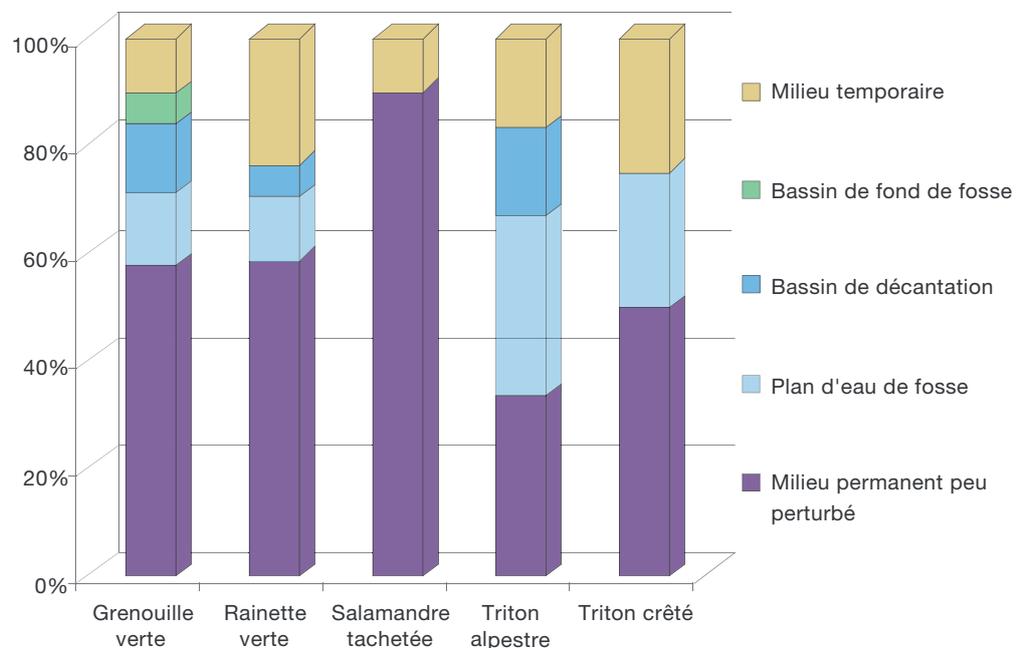
Il a été rencontré lors de l'étude dans des milieux permanents mais également dans quelques milieux temporaires. Les adultes ne quittant pratiquement jamais le milieu aquatique, l'importance de l'existence de plusieurs milieux aquatiques complémentaires est à souligner.

La femelle accroche ses œufs sur des feuilles de la végétation aquatique ou, si elles font défaut, les dépose sur des pierres. Le Triton alpestre supporte très mal la cohabitation avec les poissons, qui plus est s'il s'agit de poissons carnassiers.

L'enrésinement intensif ainsi que la pollution des pièces d'eau où il se reproduit sont également des menaces pour la survie de certaines populations. Il est en régression sur les marges de son aire de distribution, en particulier dans les Alpes du sud (Geniez, 2005).

Certaines de ces espèces, comme le Triton crêté et le Triton alpestre, sont relativement peu présentes sur les carrières (respectivement deux et quatre sites), sans doute en raison d'exigences bien particulières : elles recherchent à la fois des milieux avec une hauteur d'eau « importante », tout en s'accommodant mal de la présence de poissons.

**Figure 80** Répartition des occurrences des amphibiens de milieux permanents



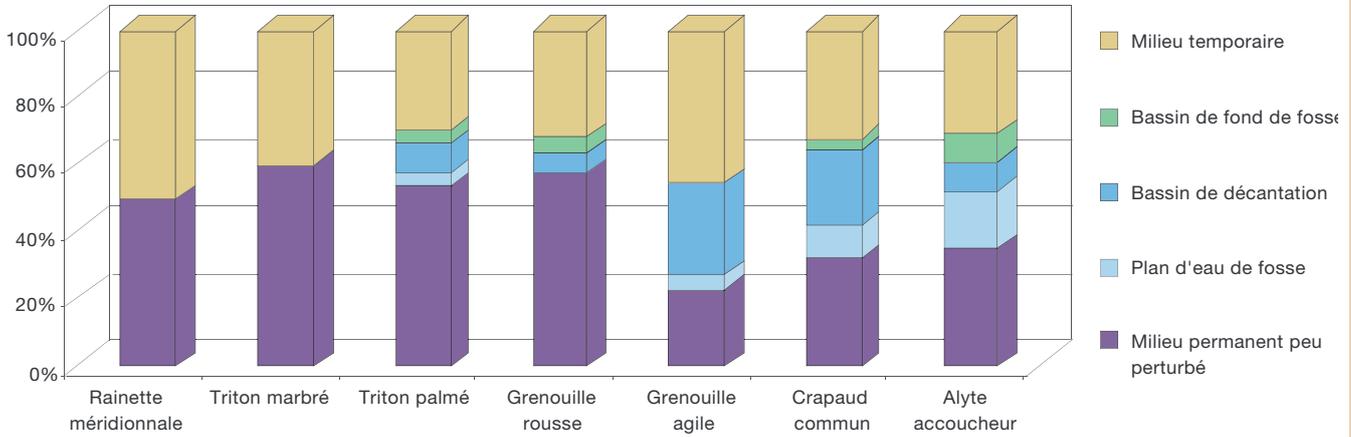
En termes d'habitats terrestres, elles marquent une préférence marquée pour les milieux arborés (haies, boisements...), globalement peu présents sur les carrières. **Néanmoins, notons que ces espèces à forte valeur patrimoniale trouvent dans certains milieux permanents et dans les plans d'eau de fosse un habitat favorable.**

Remarquons également que les grenouilles vertes, la Rainette verte et même le Triton alpestre s'adaptent très bien aux milieux les plus artificiels (bassins de décantation et plans d'eau de fosse), tandis que la Salamandre tachetée y est totalement absente.

► Les espèces « ubiquistes »

Ces espèces semblent capables d'utiliser aussi bien les milieux temporaires que permanents (**Figure 81**).

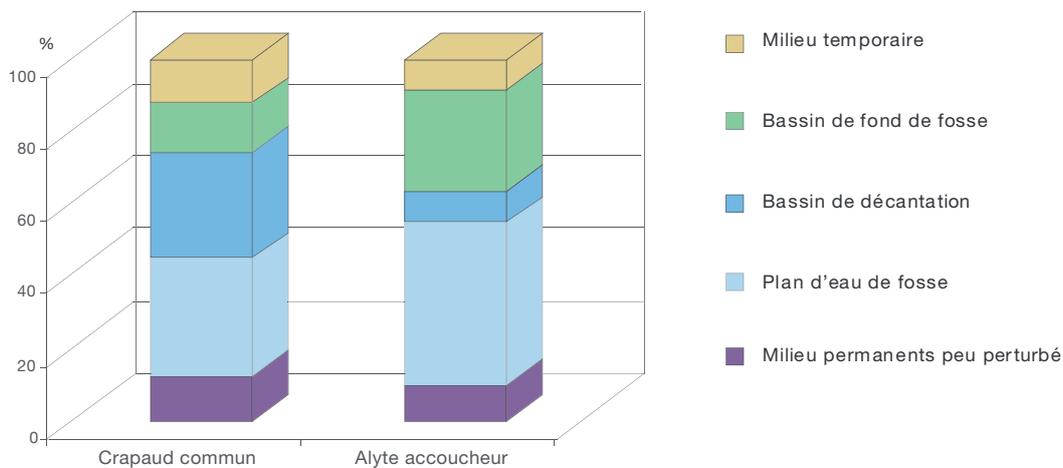
**Figure 81** Répartition des occurrences d'amphibiens « ubiquistes »



Toutefois, au sein de ce groupe :

- des espèces sont totalement absentes des bassins de fond de fosse, de décantation et des plans d'eau de fosse (Rainette méridionale et Triton marbré) ;
- d'autres sont tout à fait adaptées à ces milieux anthropisés (**Figure 82**). Citons par exemple une espèce très commune, le Crapaud commun, et une plus sensible, pour laquelle il est bien connu que les carrières jouent un rôle significatif, l'Alyte accoucheur (1/3 des contacts dans ces milieux qui ne représentent que 15% des milieux inventoriés).

**Figure 82** Répartition des occurrences (pondérées\*) d'Alyte accoucheur et de Crapaud commun



\* Les occurrences pondérées sont le résultat d'une relativisation des occurrences par le nombre de milieux inventoriés.

**Figure 83** Une espèce utilisant tous les milieux en carrière : l'Alyte accoucheur



La France représente à peu près en superficie la moitié de la répartition mondiale de l'Alyte accoucheur. Espèce encore bien répandue, l'évolution de ses populations est toutefois difficile à estimer puisque les individus ne se rassemblent pas en chœurs lors de la reproduction.

Il se rencontre dans les plaines agricoles, le bocage, les garrigues, les villages et certaines villes. Volontiers commensal de l'homme, il élit souvent domicile dans une cour de ferme, une cave ou un jardin.

Cet amphibien fouisseur et nocturne passe la journée terré au fond d'un terrier qu'il a creusé lui-même. Il a été fréquemment rencontré lors de l'étude, notamment en raison de l'existence de **milieux terrestres et aquatiques complémentaires** qui lui permettent à la fois de s'enfouir dans un sol meuble (ou de s'abriter dans les éboulis rocheux) et de trouver de l'eau pour y humecter ses œufs et déposer ses larves. Les têtards d'Alyte peuvent vivre dans des eaux relativement poissonneuses, au même titre que ceux du Crapaud commun.

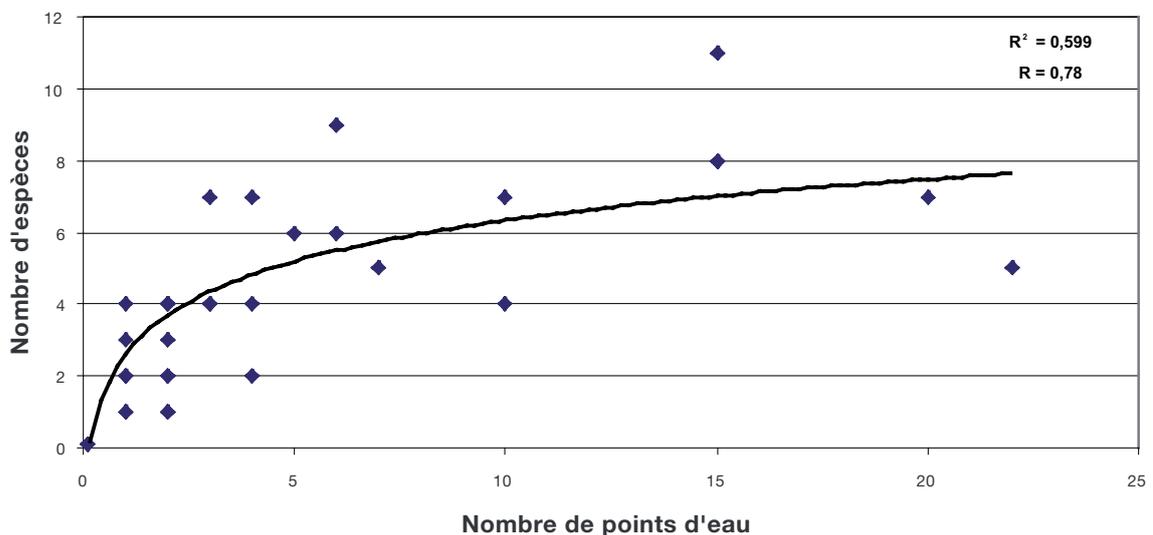
L'Alyte évite les étendues les plus boisées ; aussi peut-on craindre que la progression naturelle et artificielle de la forêt conduise à sa régression dans certaines

régions (Geniez, 2005). Cette donnée a été confirmée lors de l'étude : l'Alyte accoucheur est absent d'un site pourtant très favorable aux amphibiens, mais situé en plein cœur d'un massif forestier.

### 3.1.3.6 Autres facteurs

**Le nombre de points d'eau** est déterminant pour la colonisation des amphibiens. Il est nettement corrélé au nombre d'espèces présentes sur un site (**Figure 84**).

**Figure 84** Influence du nombre de points d'eau sur le nombre d'espèces d'amphibiens



Plusieurs facteurs entrent en jeu :

- le nombre de points d'eau sur une carrière est bien sûr le reflet de « l'humidité » des terrains du site. Plus ils sont humides, plus ils sont favorables aux batraciens ;
- la nécessité de pouvoir utiliser un **réseau complémentaire** d'habitats **aquatiques** est un élément déterminant pour la stabilité des populations, dans la mesure où l'activité de la carrière induit de façon progressive la destruction des habitats créés ;
- plus les points d'eau sont nombreux, plus ils sont **diversifiés** et donc susceptibles de satisfaire aux différentes exigences écologiques des espèces.

D'autres facteurs que ceux évoqués ici jouent probablement un rôle dans l'attraction des milieux pour les espèces, il n'a néanmoins pas toujours été possible de quantifier leur influence.

- ▶ **Les poissons** : par leur action prédatrice, ils sont un facteur défavorisant pour les amphibiens. Cependant, ce facteur n'a pu être correctement renseigné (pas d'identification des espèces de poissons, présence ou absence partiellement renseignée...), il nous est donc impossible de tirer des conclusions précises. Il apparaît toutefois qu'une cohabitation avec certaines espèces soit possible (le Crapaud commun et l'Alyte accoucheur secrètent des toxines qui leur permettent de se reproduire dans des milieux poissonneux).
- ▶ **Les habitats terrestres** : ce facteur a été peu renseigné, tout d'abord en raison de la difficulté d'inventaire (les espèces sont particulièrement discrètes dans ces milieux), mais également car il s'agit globalement d'un aspect moins bien connu de leur cycle biologique.

Néanmoins, il est possible d'avancer quelques hypothèses : il est probable que la plupart des amphibiens contactés, en raison de capacités de dispersion limitées, **accomplissent la totalité de leur cycle biologique sur les carrières** où ils ont été rencontrés ou à proximité. Ainsi, la diversité des habitats de carrières doit offrir une **complémentarité de milieux** nécessaire au bon déroulement du cycle biologique de la plupart des espèces.

La prédominance d'habitats peu végétalisés, de pierriers, explique en partie l'abondance d'espèces comme l'Alyte accoucheur et le Crapaud calamite. À l'inverse, la faible représentation des milieux arborés semble peu favorable aux espèces à caractère forestier qui malgré tout ne sont pas absentes de l'échantillon.

### 3.1.4 SYNTHÈSE DES PARAMÈTRES INFLUENÇANT LA RÉPARTITION DES AMPHIBIENS

#### 3.1.4.1 Facteurs favorables

L'un des premiers intérêts des carrières pour les amphibiens est qu'elles participent à la **création d'habitats aquatiques aux caractéristiques variées, dans des milieux où ils sont parfois peu présents** (forêts, bocage, cultures). Parmi ces habitats, les flaques et autres mares très peu profondes sont souvent bien représentées. Elles sont particulièrement recherchées par certaines espèces (Crapaud calamite, Pélodyte ponctué) et deviennent rares dans les campagnes ordinaires soumises à des aménagements (agricoles ou autres) peu favorables à la conservation de ces types de zones humides.

De plus, la plupart des milieux aquatiques en carrière sont **soustraits à l'eutrophisation excessive qui affecte les plans d'eau des milieux agricoles banalisés** et deviennent des habitats particulièrement favorables aux espèces en voie de raréfaction dans les milieux banalisés, notamment après l'arrêt de l'activité et le développement des ceintures végétales.

En outre, les carrières peuvent être très attractives pour les invertébrés qui se révèlent être une **ressource alimentaire** pour les amphibiens.

Globalement, un site sera d'autant plus favorable qu'en plus d'une **hétérogénéité de milieux aquatiques** il présente une **hétérogénéité de milieux terrestres** qui offrent des zones favorables à l'hivernage et à l'alimentation des différentes espèces. Il est en outre nécessaire qu'il y ait une bonne **connectivité** entre ces milieux (**Figure 85**).

#### 3.1.4.2 Facteurs défavorables

Le facteur défavorable le plus marquant au sein des carrières reste probablement l'**effet « puits »** (un milieu puits est un milieu où la mortalité excède la natalité). Ainsi, paradoxalement, un milieu attractif pour les populations se révèle être défavorable aux populations qu'il accueille, en raison de barrières à la reproduction ou de facteurs de mortalité :

- ▶ les mares temporaires des carrières, attractives pour certaines espèces (Pélodyte ponctué...), peuvent **s'assécher** très rapidement et induire une importante mortalité larvaire pour les espèces qui les utilisent ;

- ▶ l'**exploitation** normale de la carrière peut induire, à tout moment, des mortalités importantes des stades larvaires ou des rassemblements d'adultes (passage d'engins, destruction, comblement, curage de bassins, assèchement de mares de reproduction, pollutions accidentelles de plans d'eau...);
- ▶ les bassins de décantation, dans lesquels il est envoyé une **eau très chargée en MES**, peuvent être attractifs pour la reproduction mais mortels pour les stades larvaires.

Les sols minéraux favorables à la biologie de certaines espèces (Crapaud calamite...), présentent l'inconvénient de **s'échauffer** fortement en été et l'absence de milieux refuges frais pourrait induire une mortalité pour les amphibiens en phase terrestre.

Des milieux potentiellement favorables aux amphibiens (bassins de fond de fosse...), peuvent être peu peuplés car ils sont **difficiles d'accès** (au centre d'une grande zone en cours d'exploitation, dans une fosse isolée par des fronts verticaux). Cet isolement peut encore être renforcé par la proximité d'infrastructures linéaires (ligne TGV, autoroute...), éléments particulièrement néfastes pour les batraciens (mortalité directe).

Les carrières en fin d'exploitation peuvent subir des **aménagements « de sécurisation »** (remblaiement des bassins de décantation...) qui peuvent aboutir (par méconnaissance) à la destruction définitive des milieux les plus intéressants pour les amphibiens (et à la disparition locale de populations).

Dans les petits sites, les populations d'espèces remarquables (Crapaud calamite, Pélodyte ponctué, Alyte accoucheur...) peuvent être liées à des milieux de reproduction de tailles très réduites et être très fortement isolées d'autres populations des mêmes espèces ; les risques de disparition totale de ces populations patrimoniales sont donc assez importants.

Enfin, en l'**absence de gestion** des milieux, des phénomènes comme l'atterrissement peuvent conduire à leur disparition.

**Figure 85** Exemple de facteurs favorables et défavorables aux amphibiens

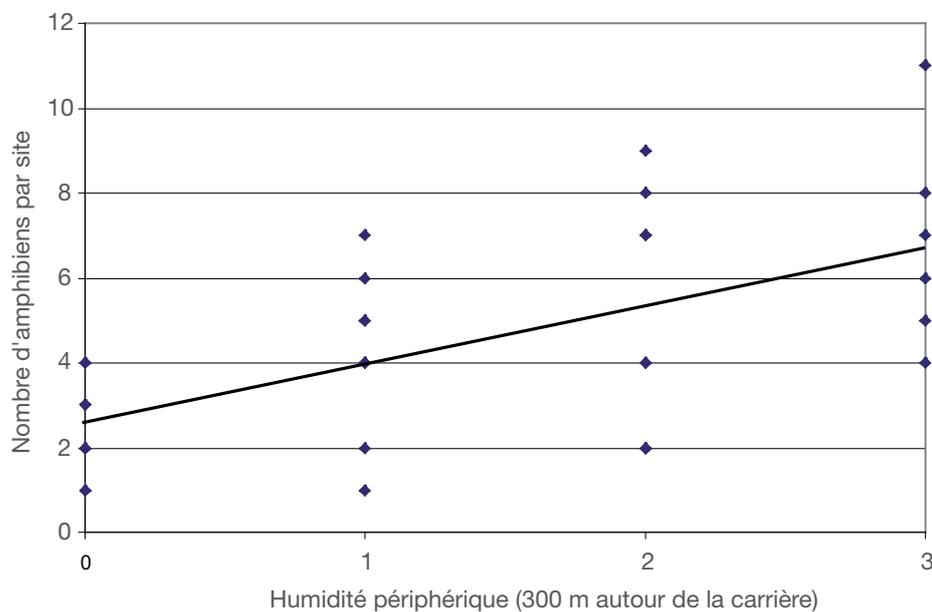


### 3.1.4.1 Facteurs complexes

Le contexte périphérique est un facteur complexe à appréhender. Il ressort des données de l'étude que :

- ▶ il n'est pas prouvé que la « qualité » des milieux environnants, proches comme lointains, et la connectivité des sites avec des corridors biologiques (vallée humide...) influent sur les peuplements de la carrière ;
- ▶ **l'humidité périphérique** de la zone dans un rayon de 300 m autour du site (elle est notée de un à trois en fonction de la présence de mares, de zones humides, de cours d'eau...) **semble favoriser la colonisation des sites** (Figure 86,  $R = 0,59$ , indicateur sans avoir de réelle valeur statistique). La corrélation serait sans doute plus importante si tous les sites offraient la même potentialité d'accueil, ce qui est loin d'être le cas.

**Figure 86** Influence sur les amphibiens de l'humidité en périphérie du site



En l'absence de données, nous pouvons émettre l'hypothèse que :

- ▶ une périphérie humide favorise la circulation des espèces, et donc l'accès au site, en jouant un rôle de corridor biologique ;
- ▶ des populations sources autour de l'exploitation permettent la colonisation du site par les espèces. Toutefois, on rencontre parfois en carrière des populations isolées d'espèces pouvant être absentes localement. Il est difficile de préciser ici si ces populations sont issues de populations locales vivant initialement dans des zones naturelles favorables voisines disparues depuis longtemps ou si ce sont des populations résultant d'une importation involontaire d'individus en provenance d'une autre carrière (transports avec des matériaux).

### 3.1.4.4 Synthèse

<b>Tableau 20</b>		<b>Bilan des facteurs influençant les peuplements d'amphibiens</b>	
<b>Surface, profondeur</b>	Pas de paramètre idéal, c'est la diversité qui profite au plus grand nombre d'espèces		
<b>Paramètre chimique</b>	Eaux généralement de bonne qualité		
<b>Facteurs favorables</b>			
Création de milieux aquatiques absents en périphérie			
Création de milieux aquatiques non soumis aux perturbations agricoles			
Hétérogénéité des milieux aquatiques et terrestres : diversité des niches écologiques			
<b>Facteurs défavorables</b>			
Effet puits (assèchements précoces, perturbations importantes...)			
Absence de gestion écologique (atterrissement...)			
	<b>Facteurs favorables</b>		<b>Facteurs défavorables</b>
<b>Connectivité</b>	Bonne connectivité des milieux au sein de la carrière et avec la périphérie		Isolement des milieux (falaise, piste, route...)
<b>Nombre de milieux</b>	Nombre important de points d'eau		Points d'eau isolés et de petite taille
<b>Berges</b>	En pente douce ou mixte		Abruptes
<b>Poissons</b>	Absence de poisson		Empoisonnement
<b>Périphérie</b>	Humide, corridor biologique Source d'individus pour la colonisation du site		Sèche, frein à la migration

## 3.2 REPTILES

19 espèces      51% des espèces françaises

2,7 espèces par site en moyenne

22% des occurrences correspondent à des espèces déterminantes

Les espèces à forte valeur patrimoniale sont liées aux zones humides et aux biotopes secs

Connectivité et contexte périphérique semblent jouer un rôle important

### 3.2.1 ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES : RELEVÉS ET LIMITES

#### ► Considérations générales

L'étude détaillée des peuplements de reptiles nécessite des temps de recherche sur le terrain assez importants. En effet, ces espèces craintives, peu visibles et parfois aux densités réduites, sont généralement observées très ponctuellement en activité ou nécessitent des prospections très ciblées, incompatibles avec le temps disponible dans la présente étude. **Les données recueillies restent donc incomplètes** (listes d'espèces, données sur l'utilisation des sites par les espèces... seulement partiellement représentatives). Elles apportent cependant des **renseignements utiles pour l'analyse globale de l'utilisation des carrières** par ce groupe.

#### ► Techniques des relevés

Les inventaires ont été essentiellement réalisés sur la base :

- d'observations directes de l'animal lors de prospections aux environs de leurs abris (pierres, terriers, buissons...), le long des écotones ou en fouillant leurs caches (en soulevant des pierres, en écartant la végétation dense...);
- de découverte de mues, celle-ci reproduisant l'empreinte de la forme, de la taille, de la texture et du nombre des écailles de l'espèce concernée ;
- d'animaux trouvés morts ou vivants sur les pistes (les reptiles, tout particulièrement les grands serpents, payent un lourd tribut aux accidents de la route).

**La pose de tôles ondulées** a parfois été utilisée mais n'a pas été systématisée car :

- cette technique nécessite, pour obtenir des résultats intéressants, une mise en œuvre sur une durée longue, peu compatible avec les exigences de l'étude ;
- les carrières offrent une telle quantité d'abris et de caches (talus, blocs rocheux, amas de blocs ...) que les chances de trouver un élément de l'herpétofaune sous un abri artificiel sont faibles.

### 3.2.2 DONNÉES GÉNÉRALES

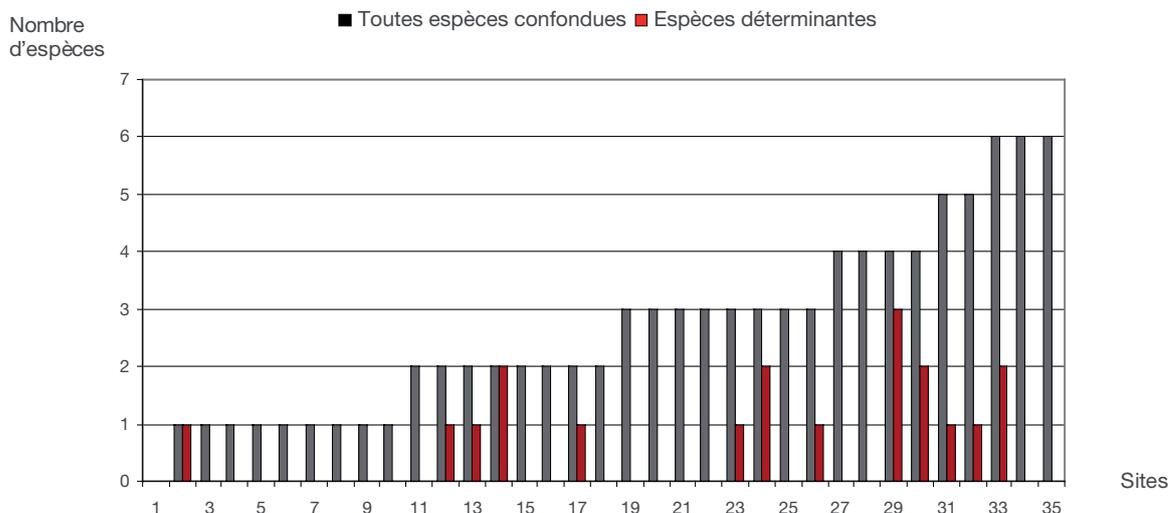
#### 3.2.2.1 Espèces et occupation des sites

19 espèces (Tableau 21) ont été contactées au cours de l'étude, soit 51,3% des 37 espèces de reptiles du territoire français (MNHN, 2006). Cette proportion est relativement importante au regard du nombre réels d'espèces qui pouvaient être contactées sur l'aire d'étude en fonction de la répartition géographique, des exigences écologiques des espèces, etc.

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre de sites où l'espèce est présente
Lézard des murailles	<i>Podarcis muralis</i>	25
Lézard vert occidental	<i>Lacerta bilineata</i>	15
Couleuvre à collier	<i>Natrix natrix</i>	12
Orvet	<i>Anguis fragilis</i>	7
Lézard vivipare	<i>Lacerta vivipara</i>	5
Couleuvre de Montpellier	<i>Malpolon monspessulanus</i>	4
Lézard ocellé	<i>Lacerta lepida</i>	3
Psammodrome des sables	<i>Psammodromus hispanicus</i>	3
Seps strié	<i>Chalcides striatus</i>	3
Vipère aspic	<i>Viperas aspis</i>	3
Couleuvre verte et jaune	<i>Coluber viridiflavus</i>	2
Couleuvre vipérine	<i>Natrix maura</i>	2
Lézard hispanique	<i>Podarcis hispanica</i>	2
Vipère péliade	<i>Vipera berus</i>	2
Cistude d'Europe	<i>Emys orbicularis</i>	1
Coronelle girondine	<i>Coronella girondica</i>	1
Coronelle lisse	<i>Coronella austriaca</i>	1
Psammodrome algire	<i>Psammodromus algirus</i>	1
Tarente de Maurétanie	<i>Tarentola mauritanica</i>	1

93 occurrences<sup>35</sup> ont eu lieu sur 34 des 35 sites (un seul site n'accueillait aucun reptile), soit une moyenne de **2,7 espèces par site**. Entre zéro et six espèces différentes ont été contactées par site (Figure 87). L'occupation hétérogène des sites s'explique en partie par les facteurs que nous abordons ci-après, mais également, très certainement, par les limites de l'échantillonnage.

**Figure 87** Nombre d'espèces et d'espèces déterminantes de reptiles par site (par ordre croissant)



Le nombre d'espèces déterminantes ne semble pas corrélé au nombre total d'espèces.

<sup>35</sup> Pour les reptiles, une occurrence correspond à l'observation d'un ou de plusieurs individus de la même espèce sur un site.



- ▶ Vingt occurrences d'espèces déterminantes, soit 22% des occurrences totales, ont été notées lors de l'étude. Parmi ces espèces, trois espèces de lézards (**Figure 89**) totalisent la moitié de ces occurrences:

- Le **Lézard ocellé** a été observé sur trois sites méditerranéens. Une étude récente du statut de l'espèce en France (Cheylan & Grillet, 2004) conclut à un fort déclin de celle-ci au cours des 150 dernières années, avec notamment la perte de six populations continentales. L'espèce est considérée comme menacée par les spécialistes. À ce titre, le Lézard ocellé revêt un enjeu patrimonial particulièrement fort aux niveaux local, régional et national. Les populations observées en carrière (dont deux consécutives) semblent principalement inféodées au éboulis et amas rocheux qui lui procurent un abri. Il se nourrit principalement dans les friches et milieux ouverts.
- Le **Lézard des murailles** est une espèce commune dans la majeure partie du territoire mais qui se raréfie dans le nord de la France. C'est dans ce secteur géographique que l'espèce est déterminante et que des populations (parfois importantes) ont été observées. Le caractère chaud des milieux de carrières favorise globalement l'installation de nombreuses espèces de reptiles ; ici, il semble permettre l'extension d'une espèce au nord de son aire principale de répartition.

**Figure 89** Le Lézard des murailles (à gauche) et le Lézard ocellé (à droite)



- Le **Lézard vivipare**, moins commun que le Lézard des murailles, est plus inféodé aux zones humides (tourbières, landes, boisements). Il est notamment déterminant dans l'Ouest (Bretagne...). C'est cependant une espèce assez abondante dans les espaces comprenant de grandes zones naturelles humides.

### 3.2.3 Les peuplements

Trois groupes écologiques peuvent schématiquement être distingués parmi les espèces contactées lors de l'étude :

- ▶ **Les espèces des milieux plutôt humides**

Au nombre de quatre : la Cistude d'Europe, franchement aquatique (sauf pour la reproduction), le Lézard vivipare qui occupe une grande variété de zones humides, la Couleuvre vipérine inféodée aux milieux aquatiques qu'elle ne quitte que très exceptionnellement (**Figure 90**) et la Couleuvre à collier. Ces espèces totalisent **vingt occurrences**. Notons également que la Couleuvre à collier est le serpent le plus abondant de l'échantillon et que, comme la Couleuvre vipérine, elle est principalement prédatrice d'amphibiens.

**Figure 90** La Couleuvre vipérine, une espèce inféodée aux milieux aquatiques



► **Les espèces des milieux plutôt secs**

Ces espèces au nombre de onze (Couleuvre verte et jaune, Coronelle girondine, Lézard hispanique, Lézard des murailles, Lézard ocellé, Coronelle lisse, Psammodrome des sables, Couleuvre de Montpellier, Seps strié, Psammodrome algire et Tarente de Maurétanie) totalisent **46 occurrences**. Elles présentent une affinité plus ou moins marquée pour les zones bien exposées, ouvertes (comme la Couleuvre de Montpellier) ou parsemées de fourrés (Couleuvre verte et jaune) qu'elles utilisent comme abris.

**Figure 91** Une espèce des milieux secs, le Psammodrome algire et une espèce des milieux plutôt frais, l'Orvet (à droite).



► **Les espèces de milieux plutôt frais**

Quatre espèces, totalisant **27 occurrences**, ont une préférence pour les milieux frais plutôt végétalisés : la Vipère aspic, le Lézard vert occidental, l'Orvet et la Vipère péliade.

Des trois peuplements, celui des milieux secs totalise le plus grand nombre de contacts. En termes de valeur patrimoniale, les carrières semblent accueillir des espèces thermophiles en limite de leur aire de répartition et ce peuplement totalise sensiblement le même nombre d'occurrences que celui des zones humides. Le peuplement des milieux plutôt frais accueille des espèces plus ubiquistes, rarement déterminantes.

### 3.2.4 Facteurs favorisant et limitant l'installation des peuplements

Outre la présence de milieux favorables aux peuplements décrits précédemment, plusieurs facteurs semblent jouer un rôle dans l'utilisation des carrières par les reptiles :

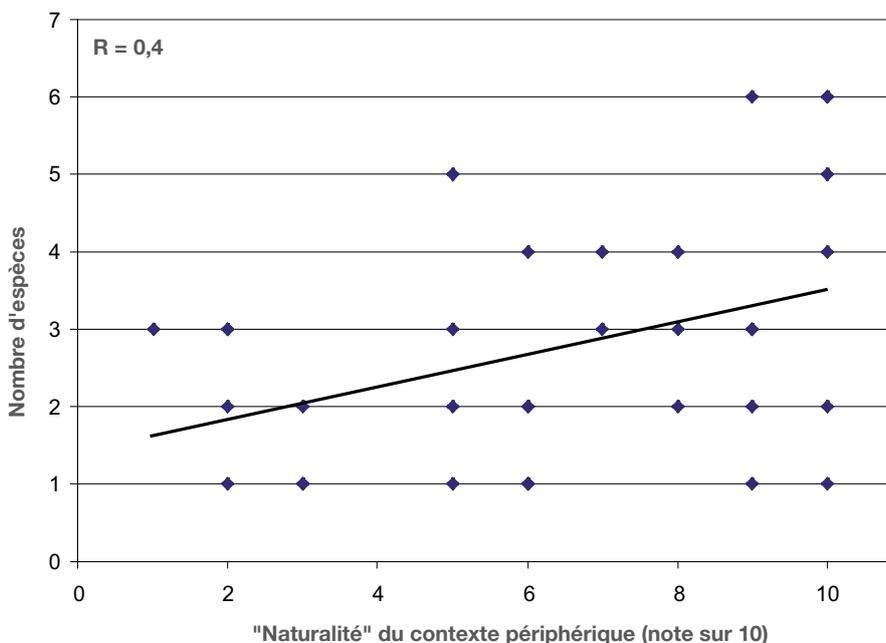
#### ► Contexte géographique

Globalement, les sites méridionaux sont plus peuplés que les sites plus septentrionaux. Cela tient à la répartition nationale des espèces. Toutefois, au sein de l'échantillon, la présence d'espèces thermophiles (comme le Lézard des murailles) en limite de leur aire de répartition est nettement observée.

De plus, il semble que les conditions d'ensoleillement interviennent sur l'abondance de certaines espèces. L'orientation des fronts et l'ombre générée par ceux-ci influent peut-être sur les potentialités d'accueil des sites pour ces espèces.

#### ► Contexte périphérique et connectivité

**Figure 92** Influence du contexte périphérique sur la diversité des peuplements reptiliens



Le contexte périphérique semble jouer sur les peuplements reptiliens. Comme le suggère la **Figure 92** (sans preuve statistique,  $R = 0,4$ ) certaines espèces ne colonisent vraisemblablement les carrières qu'à partir de zones périphériques naturelles déjà favorables (landes rocailleuses, prairies humides).

Outre la qualité des milieux environnants, la connectivité semble également déterminante dans la colonisation des sites par les espèces de reptiles (cas de la Cistude évoquée précédemment). Au sein de la carrière, la hauteur des fronts, la morphologie des exploitations (en dent creuse ou à flanc de coteau) pourraient faire obstacle ou favoriser le transit des espèces.

#### ► Ressource alimentaire

La ressource alimentaire sur les sites est également à prendre en compte. Les carrières semblent pouvoir offrir des zones herbacées riches en invertébrés (proies des lézards) ou des zones humides où se reproduisent des amphibiens (serpents batrachophages). Toutefois, certains reptiles, se nourrissant d'autres reptiles (Coronelle lisse...) ou de rongeurs (Vipère péliade...) ne peuvent apparaître que dans des milieux évolués, préalablement favorables à leurs proies (installation de populations, plus ou moins importantes, de lézards ou de micro-mammifères). Ces espèces semblent plus rares dans notre échantillon qu'elles ne le sont dans les milieux naturels.

► **L'activité**

Il n'y a pas de différence notable entre les peuplements des sites en activité et des sites inactifs. Cependant, les reptiles, comme les amphibiens, pourraient être sensibles aux passages des engins, notamment lorsque des pistes passent entre des zones de gîtes (pierriers...) et des zones d'alimentation (friches...). Lors des échantillonnages, certains serpents (Vipère aspic...) ont d'ailleurs été retrouvés écrasés.

Dans tous les cas, il est probable que d'autres contraintes, non répertoriées ici, agissent sur la potentialité des sites ou que certains sites ne contiennent que des populations très réduites, difficiles à mettre en évidence (en particulier pour les serpents assez craintifs). De même, il n'a pas été possible de mettre en évidence dans cette étude les zones de présence en fonction des saisons ou de caractériser les zones de pontes et de mise bas, paramètres essentiels pour la compréhension de l'interaction entre les biotopes de la carrière et les peuplements reptiliens.

### 3.3 OISEAUX

#### Espèces nicheuses :

123 espèces - 45% de l'avifaune française

29 espèces par site en moyenne - 25% des espèces présentes sur un seul site

Plus de 9% des contacts sont des individus déterminants ZNIEFF

10 espèces de la liste rouge française des oiseaux menacés

#### 3.3.1 ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES : RELEVÉS, NOMENCLATURE

##### 3.3.1.1 Relevés

Chaque site a fait l'objet d'au moins **trois relevés** pour couvrir au mieux la période de reproduction de la plupart des espèces (des parades nuptiales jusqu'à l'émancipation des juvéniles). Un premier passage a eu lieu entre début avril et mi-mai, un deuxième entre mi-mai et fin juin, puis un troisième en fin de saison (mi-septembre).

Pour les sites autres que ceux du Massif armoricain (treize sites), la méthode d'inventaire retenue pour ces relevés était pour partie celle des IPA<sup>39</sup>. Plusieurs contraintes ou problèmes ont été rencontrés vis-à-vis de cette méthode :

- la méthode standardisée dite des IPA prévoit que les relevés soient faits dans une certaine tranche horaire, ce qui n'a pas toujours été possible du fait des contraintes d'accès aux sites ;
- le nombre de relevés réalisés est très variable selon les sites en raison de leur taille hétérogène (entre un et six) ;
- les conditions (perturbations sonores, vents forts...) n'ont pas toujours permis de réaliser les relevés ;
- les IPA reposent essentiellement sur l'écoute des chants à partir d'un point fixe ; ces chants pouvant porter sur plusieurs centaines de mètres, il est parfois impossible de déterminer si les espèces contactées se trouvent sur la carrière où en périphérie.

Pour pallier ces lacunes, une **prospection systématique des sites** a été effectuée en complément des relevés IPA. Les prestataires ont parcouru les carrières en partant des périmètres d'étude préalablement définis, mais en élargissant le plus possible les observations aux autres zones, notamment aux milieux pouvant accueillir des espèces caractéristiques de biotopes particuliers (zones de falaises, plans d'eau, marais, zones de friches de grande taille). Cependant, pour les carrières de grande taille, et en particulier dans les zones en cours d'exploitation ou séparées du reste de la carrière par des zones d'activité importantes, les observations sont restées plus ponctuelles.

Pour chaque espèce observée, les prestataires se sont efforcés de déterminer son statut de reproduction sur le site, le plus souvent en fonction de son comportement. Chants territoriaux, alarmes, accouplements, apports de nourriture, évacuations de sacs fécaux, présence d'un nid ou de jeunes sont des indices de reproduction. Un simple passage en vol, l'association en groupes, la seule prise alimentaire ou le repos sont plutôt des indices d'utilisation occasionnelle des milieux par des migrateurs ou des oiseaux du voisinage.

Au final, nous distinguons dans ce rapport deux principales catégories pour les individus recensés :

- les individus **nicheurs** : ils regroupent les nicheurs certains, probables et possibles (annexe VIII). Les « nicheurs possibles » ont été conservés dans la présente analyse, l'objectif de l'étude étant de déterminer les **potentialités d'accueil** des carrières (la présence d'une espèce et de biotopes favorables à sa nidification sur le même site suggère que sa nidification est possible, même si elle n'a pu être confirmée) ;

<sup>39</sup> *Indices ponctuels d'abondance : cette méthode de relevés standardisés est basée sur des observations de 20 minutes réalisées sur un point fixe. Sur chaque point fixe (position identique à chaque visite), on cherche à détecter tous les oiseaux rentrant soit dans le champ visuel, soit dans le champ auditif de l'observateur, en notant les espèces détectées et le nombre d'individus vus ou entendus.*

- les individus **non nicheurs** : il s'agit des individus observés sur un site ne possédant aucun biotope susceptible de permettre leur reproduction, mais qui viennent s'y alimenter ou qui l'utilisent comme zone de repos, notamment pré ou post-migratoire.

### 3.3.1.2 Limites de l'analyse

Les périodes de relevés de terrain ont été choisies pour recenser l'avifaune reproductrice. De fait, **elles n'ont pas permis de collecter de données sur les espèces hivernantes**. Quelques observations de limicoles et anatidés<sup>40</sup> lors de relevés tardifs, ainsi que des données collectées hors protocole, laissent penser que les carrières pourraient jouer un rôle dans l'accueil d'oiseaux d'eau en période d'hivernage. Mentionnons par exemple l'observation fréquente de regroupements d'anatidés sur les grands plans d'eau de fosse (**Figure 93**). Toutefois, en l'absence de donnée, le rôle des carrières dans ce domaine reste impossible à évaluer.

**Figure 93** Envol de canards stationnés sur un plan d'eau de fosse en période d'hivernage.



Outre les difficultés d'échantillonnage évoquées ci-avant, retenons comme **limites** de l'analyse :

- la difficulté à déterminer si les espèces observées sont bien liées à la carrière. Certaines espèces nichent en périphérie ou au sein de la carrière dans des zones naturelles ou peu modifiées par l'activité. Il a parfois été difficile de les identifier comme telles (notamment sur des petits sites ou dans des milieux dont le caractère relictuel ou ancien est impossible à définir) ;
- l'absence de prospections spécifiques visant à détecter l'avifaune nocturne, ce qui explique peut-être la sous-représentation d'espèces pourtant bien connues pour leur affinité avec les carrières comme l'Œdicnème criard, noté nicheur sur un seul site.

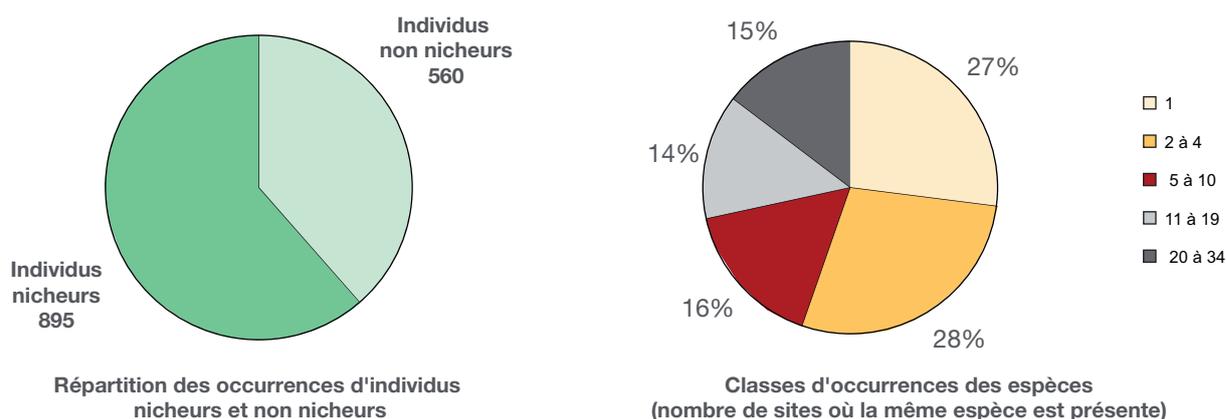
<sup>40</sup> Les limicoles regroupe un ensemble d'oiseaux se nourrissant habituellement dans les vasières en dehors de la période de reproduction (chevaliers, bécasseaux, courlis...). Les anatidés constituent la plus importante famille de l'ordre des Anseriformes. Elle comprend les oies, les cygnes, les canards et espèces apparentées.

### 3.3.2 DONNÉES GÉNÉRALES SUR LES ESPÈCES

Ce sont 160 espèces (cf. annexe VII) qui ont été observées au cours de l'étude, dont **123 nicheuses**, soit près de **45% de l'avifaune nicheuse française** constituée d'environ 275 espèces (MNHN, 2006).

1455 « occurrences »<sup>41</sup> ont été réalisées au cours de l'étude. Parmi celles-ci, **895 correspondent à des individus nicheurs (Figure 94)**.

**Figure 94** Répartition des occurrences d'espèces d'oiseaux de l'échantillon



Plus de la moitié des espèces contactées sont présentes sur moins de 5 sites et plus de **25% sont présentes sur un seul site**. La quantité importante d'espèces contactées une seule fois trouve trois explications :

- les sites inventoriés sont situés dans des domaines biogéographiques différents ; les carrières du domaine méditerranéen, peu nombreuses, ont par exemple fourni des données sur plusieurs **espèces absentes sur le reste du territoire** (Coucou geai, Cochevis de Thékla ...) ;
- certaines espèces sont **particulièrement rares** en période de reproduction et la probabilité de les contacter sur plusieurs sites est extrêmement faible (Tarin des aulnes...) ;
- certaines espèces peuvent être considérées comme plus ou moins **accidentelles** (Tadorne de Belon...) : les carrières, de façon générale, ne présentent pas d'attrait particulier pour celles-ci et leur présence dans cette étude relève du caractère atypique de certains sites. Citons l'exemple de la nidification du Pic cendré dans un boisement âgé (troncs de grand diamètre), milieu très peu fréquent en carrière.

Enfin, certaines espèces connues pour utiliser les carrières de roches massives, comme le Tichodrome échelette (Yeatman et al., 1995), n'ont pas été rencontrées.

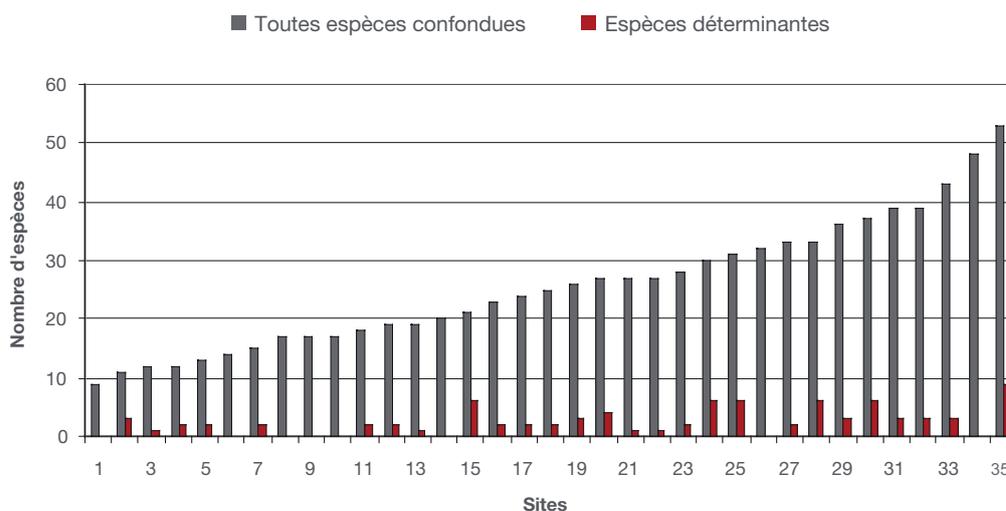
#### 3.3.2.1 Approche par site

**29 espèces en moyenne sont nicheuses par site**. Le site le moins peuplé n'accueille que onze espèces, tandis que le plus peuplé en accueille 53 (**Figure 95**).

<sup>41</sup> Pour l'avifaune, une occurrence correspond à l'observation d'une espèce sur un site. L'observation d'une même espèce ou de plusieurs individus plusieurs fois sur le même site est considérée comme une seule occurrence.

Figure 95

Nombre d'espèces nicheuses et d'espèces déterminantes d'oiseaux par site (par ordre croissant)



La Figure 95 permet également de constater que la valeur patrimoniale des peuplements (nombre d'espèces déterminantes ZNIEFF) est peu en rapport avec la taille des peuplements (nombre d'espèces totales sur un site).

### 3.3.2.2 Espèces sensibles

Tableau 23 Nombre d'espèces et d'occurrences sensibles d'oiseaux selon différents critères

	Espèces		Occurrences	
	Nombre	%	Nombre	%
Total	123	100	895	100
Annexe I de la directive Oiseaux	12	9,9	35	3,9
Liste rouge française	10	8,3	13	1,5
Espèces déterminantes	56		85	9,5

Le Tableau 23 récapitule selon trois critères les proportions d'espèces sensibles :

- la **directive Oiseaux**, annexe I<sup>42</sup> : **douze** espèces évaluées comme sensibles au niveau de l'Union européenne ont été rencontrées lors de l'étude et cumulent 3,9% des occurrences. Elles se répartissent sur 20 des 35 sites ;
- la **liste rouge française** (Rocamora, 1999) regroupe les espèces nicheuses les plus menacées sur le territoire français selon un statut « en danger », « vulnérable » ou « rare » au niveau national. Lors de l'étude, **dix** de ces espèces (treize contacts) ont été recensées. Ces espèces sont réparties sur neuf sites différents.

Notons également que vingt espèces de la liste *orange* (espèces en « déclin » ou ayant un « statut à préciser » en France) occupent trente des 35 sites (86%).

Au total, 19 espèces (**Tableau 24**) figurent sur liste rouge nationale et/ou à l'annexe I de la directive Oiseaux (cinq espèces sont communes aux deux listes).

- **Les espèces déterminantes ZNIEFF** : 9,5% des occurrences de l'étude correspondent à des individus déterminants dans la région administrative où ils se trouvent (**Tableau 24**). Plus de 77% des sites sont occupés par au moins une espèce déterminante. En moyenne, les sites inventoriés accueillent 2,4 espèces déterminantes (zéro au minimum, neuf au maximum).

<sup>42</sup> D'une manière générale, la directive CEE 79/409 vise à assurer la protection de toutes les espèces d'oiseaux vivant naturellement à l'état sauvage sur le territoire européen. L'annexe I définit en plus les espèces devant faire l'objet de mesures de conservation spéciales.

<b>Tableau 24</b> Statut de protection et de menace des espèces d'oiseaux (cf. liste complète des oiseaux observés en annexe VII)					
Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre de sites où l'espèce est nicheuse	Nombre de sites où l'espèce est déterminante	Annexe I directive Oiseaux	Liste rouge française
Alouette lulu	<i>Lullula arborea</i>	8	6	X	
Fauvette pitchou	<i>Sylvia undata</i>	8	4	X	
Petit Gravelot	<i>Charadrius dubius</i>	5	4		
Pie-grièche écorcheur	<i>Lanius collurio</i>	4	4	X	
Pouillot fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	12	3		
Tarier pâtre	<i>Saxicola torquata</i>	11	3		
Grand-duc d'Europe	<i>Bubo bubo</i>	3	3	X	Rare
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	22	2		
Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i>	18	2		
Rougequeue à front blanc	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	8	2		
Perdrix rouge	<i>Alectoris rufa</i>	8	2		
Bergeronnette des ruisseaux	<i>Motacilla cinerea</i>	8	2		
Grèbe castagneux	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	7	2		
Mésange nonnette	<i>Parus palustris</i>	6	2		
Hirondelle de rochers	<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	4	2		
Caille des blés	<i>Coturnix coturnix</i>	3	2		
Gobemouche gris	<i>Muscicapa striata</i>	3	2		
Pipit rousseline	<i>Anthus campestris</i>	3	2	X	
Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>	2	2		
Tarier des prés	<i>Saxicola rubetra</i>	2	2		
Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i>	2	2	X	Rare
Grand Corbeau	<i>Corvus corax</i>	2	2		
Hirondelle de rivage	<i>Riparia riparia</i>	2	2		
Pic vert	<i>Picus viridis</i>	15	1		
Bruant zizi	<i>Emberiza cirlus</i>	14	1		
Fauvette des jardins	<i>Sylvia borin</i>	14	1		
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	14	1		
Pigeon colombin	<i>Columba oenas</i>	7	1		
Bouvreuil pivoine	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	7	1		
Mésange huppée	<i>Parus cristatus</i>	5	1		
Foulque macroule	<i>Fulica atra</i>	4	1		
Pic épeichette	<i>Dendrocopos minor</i>	3	1		
Bouscarle de Cetti	<i>Cettia cetti</i>	2	1		
Guêpier d'Europe	<i>Merops apiaster</i>	2	1		
Milan noir	<i>Milvus migrans</i>	2	1	X	
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>	2	1		
Rousserolle effarvatte	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	2	1		
Chevêche d'Athéna	<i>Athene noctua</i>	1	1		
Cochevis huppé	<i>Galerida cristata</i>	1	1		
Hypolaïs icterine	<i>Hippolaïs icterina</i>	1	1		
Œdicnème criard	<i>Burhinus oedichnemus</i>	1	1	X	
Pie-grièche à tête rousse	<i>Lanius senator</i>	1	1		
Rousserolle turdoïde	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	1	1		
Chevalier guignette	<i>Actitis hypoleucos</i>	1	1		Rare
Coucou geai	<i>Clamator glandarius</i>	1	1		Rare
Monticole bleu	<i>Monticola solitarius</i>	1	1		Rare
Tarin des aulnes	<i>Carduelis spinus</i>	1	1		Rare
Cochevis de Thékla	<i>Galerida theklae</i>	1	1	X	Vulnérable
Fauvette à lunettes	<i>Sylvia conspicillata</i>	1	1		Vulnérable
Hirondelle rousseline	<i>Hirundo daurica</i>	1	1		Vulnérable
Traquet oreillard	<i>Oenanthe hispanica</i>	1	1		Vulnérable
Bruant fou	<i>Emberiza cia</i>	1	1		
Engoulevent d'Europe	<i>Caprimulgus europaeus</i>	1	1	X	
Grimpereau des bois	<i>Certhia familiaris</i>	1	1		
Grive litorne	<i>Turdus pilaris</i>	1	1		
Pic cendré	<i>Picus canus</i>	1	1	X	
Martin-pêcheur d'Europe	<i>Alcedo atthis</i>	1	1	X	

**Tableau 25** Répartition des occurrences d'espèces sensibles d'oiseaux par type de milieu

		Milieux rupestres	Pelouses et milieux nus	Milieux semi-ouverts	Structures ligneuses	Zones humides	Total
Espèces de l'annexe I de la directive Oiseaux	Espèces	3	4	3	2	0	12
	Occurrences	6	6	20	3	0	35
Espèces liste rouge française	Espèces	4	2	1	2	1	10
	Occurrences	7	2	1	2	1	13
Espèces déterminantes régions	Espèces	11	12	11	13	7	56
	Occurrences	20	19	23	13	10	85

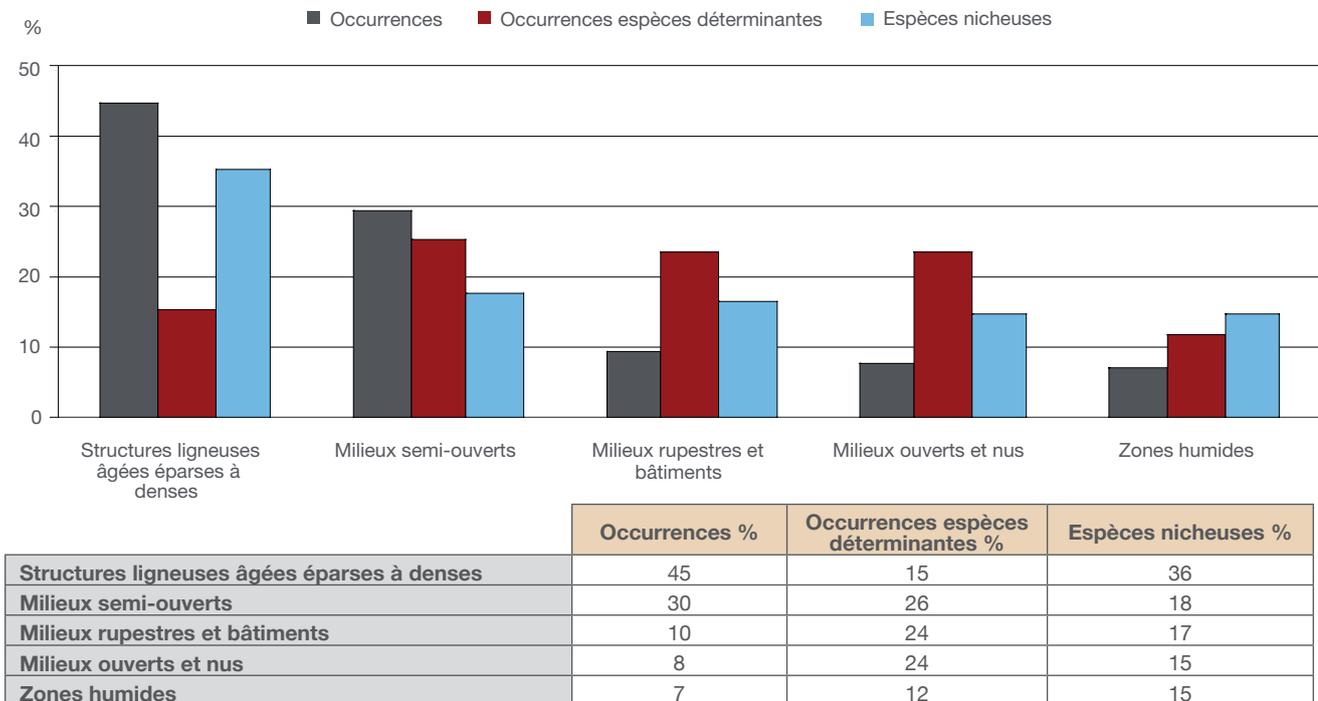
La proportion importante d'espèces déterminantes inventoriées souligne l'attrait que peuvent avoir les carrières pour des espèces sensibles localement (au niveau régional). En outre, il est intéressant de remarquer la présence de plusieurs espèces de la liste rouge française. En effet, ces espèces étant particulièrement rares, la nidification de certaines d'entre elles est révélatrice du potentiel que possèdent certaines carrières. Elles sont essentiellement affiliées aux milieux rupestres, ouverts et semi-ouverts (**Tableau 25**) comme nous le verrons par la suite.

### 3.3.3 DESCRIPTION DES PEUPELEMENTS

La **Figure 96** récapitule les proportions de chaque groupe d'espèces, en termes :

- d'occurrences d'espèces nicheuses par site (895 occurrences) ;
- d'occurrences d'espèces déterminantes nicheuses (85 occurrences) ;
- d'espèces nicheuses (123 espèces).

**Figure 96** Répartition des occurrences et des espèces d'oiseaux par type de milieu



Sur la base de ces trois critères, nous décrivons les peuplements qui regroupent les espèces en fonction de leur affinité pour les milieux où elles se reproduisent. La description qui suit est celle de **l'utilisation des milieux en carrière** et repose le plus souvent sur les observations de terrain. Par exemple, dans le bocage de l'ouest de la France, la Chevêche d'Athéna niche le plus souvent dans des arbres creux (vergers, haies...). Dans cette étude, elle ne figure pas parmi les espèces liées aux structures ligneuses mais parmi les espèces rupestres.

Du **Tableau 26** au **Tableau 30**, les espèces figurant sur la liste rouge des oiseaux menacés en France sont surlignées en grisé.

### 3.3.3.1 Espèces rupestres

Tableau 26 Oiseaux rupestres (en grisé : espèces de la liste rouge des oiseaux menacés en France)					
Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre de sites où l'espèce est nicheuse	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre de sites où l'espèce est nicheuse
Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i>	18	Hirondelle de rivage	<i>Riparia riparia</i>	2
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	16	Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i>	2
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	11	Guêpier d'Europe	<i>Merops apiaster</i>	2
Rougequeue à front blanc	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	8	Hirondelle rousseline	<i>Hirundo daurica</i>	1
Pigeon colombin	<i>Columba oenas</i>	7	Monticole bleu	<i>Monticola solitarius</i>	1
Choucas des tours	<i>Corvus monedula</i>	4	Moineau friquet	<i>Passer montanus</i>	1
Hirondelle de rochers	<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	4	Chevêche d'Athéna	<i>Athene noctua</i>	1
Grand-duc d'Europe	<i>Bubo bubo</i>	3	Martin-pêcheur d'Europe	<i>Alcedo atthis</i>	1
Pigeon biset domestique	<i>Columba livia</i>	3	Moineau soulcie	<i>Petronia petronia</i>	1
Grand Corbeau	<i>Corvus corax</i>	2	Monticole de roche	<i>Monticola saxatilis</i>	1

Ces espèces sont au nombre de **20 et cumulent 88 occurrences** (environ 10% des occurrences). Il s'agit des espèces nichant sur les fronts de taille, dans les substrats meubles, les chaos rocheux, les cavités ou les bâtiments (**Tableau 26**). Sans surprise, ce groupe est bien représenté sur les carrières. On peut distinguer deux groupes aux exigences différentes :

Les **espèces rupestres « sensu stricto »** : elles nichent sur les fronts de taille nus, au niveau de corniches ou dans des anfractuosités. Parmi elles se trouvent des espèces communes qui présentent une très bonne affinité pour les carrières (le Faucon crécerelle et le Rougequeue noir sont respectivement nicheurs sur plus de 50% des sites), et des espèces rares à forte valeur patrimoniale : quatre de ces espèces sont inscrites sur liste rouge (espèces grisées dans le **Tableau 26**. Concernant les espèces communes, les espèces qui ne nichent qu'occasionnellement sur les fronts ne sont pas mentionnées (mésanges...).

**Figure 97**

Colonie d'Hirondelle de rivage (dépôt de matériaux sableux à gauche) et terriers de Guêpier d'Europe (matériaux de découverte sableux à droite)



Les **espèces de milieux meubles** : des espèces comme l'Hirondelle de rivage, le Martin-pêcheur ou encore le Guêpier d'Europe sont parfois rencontrées dans les carrières de roches massives. Elles occupent des terriers qu'elles creusent dans des stocks de sable, des matériaux de découvertes sableux ou des niveaux de roches particulièrement altérées en sommet de fronts (**Figure 97**).

Après le groupe des espèces de milieux semi-ouverts, ce groupe est celui où l'on rencontre le plus d'**espèces déterminantes (24% des occurrences)**. Ceci pour deux raisons :

- ce groupe comprend des espèces rares au niveau national (Faucon Pèlerin, Grand-duc d'Europe, Hirondelle rousseline, Monticole bleu), généralement déterminantes au niveau régional ;
- les falaises, naturelles ou artificielles, sont des milieux peu communs dans les régions de plaines; c'est par exemple le cas de la Bretagne où ces milieux sont peu fréquents en dehors de la zone littorale ; le Grand Corbeau (**Figure 98**) y est déterminant et, en 2007, plus de la moitié des couples nicheurs (22 sur 35) étaient recensés en carrières (Quélénnec, com. orale).

**Figure 98** Nids de Grands Corbeaux sur fronts de taille



Les fronts de taille de carrières semblent donc favorables à un lot espèces spécialisées, qu'elles soient communes, comme le Faucon crécerelle et le Rougequeue noir, ou à forte valeur patrimoniale comme le Faucon pèlerin ou le Grand duc d'Europe (**Figure 99**). Dans tous les cas, la présence de surplombs et d'anfractuosités sur les fronts est la condition sine qua non de la présence de ces espèces.

**Figure 99** Rougequeue noir et Grand-duc d'Europe



### 3.3.3.2 Espèces de « pelouses et milieux nus »

Inféodées aux milieux ouverts (pelouses, prairies...) ou aux substrats nus (grèves...), **18 espèces** (totalisant 71 occurrences) appartiennent à ce groupe naturellement pauvre.

Sont exclus de ce groupe les oiseaux qui ont besoin de structures ligneuses, même dispersées, pour construire leur nid, comme la Pie-grièche écorcheur.

Tableau 27 Oiseaux de pelouses et milieux nus (en grisé : espèces de la liste rouge des oiseaux menacés en France)					
Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre de sites où l'espèce est nicheuse	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre de sites où l'espèce est nicheuse
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	27	Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>	2
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	8	Fauvette à lunettes	<i>Sylvia conspicillata</i>	1
Perdrix rouge	<i>Alectoris rufa</i>	8	Tadorne de Belon	<i>Tadorna tadorna</i>	1
Petit Gravelot	<i>Charadrius dubius</i>	6	Cochevis de Thékla	<i>Galerida theklae</i>	1
Pipit rousseline	<i>Anthus campestris</i>	3	Cochevis huppé	<i>Galerida cristata</i>	1
Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>	3	Œdicnème criard	<i>Burhinus oedicnemus</i>	1
Caille des blés	<i>Coturnix coturnix</i>	3	Bruant fou	<i>Emberiza cia</i>	1
Bruant proyer	<i>Miliaria calandra</i>	3	Traquet oreillard	<i>Oenanthe hispanica</i>	1
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>	2	Engoulevent d'Europe	<i>Caprimulgus europaeus</i>	1

Dans ce groupe, les espèces à forte valeur patrimoniale sont également très présentes. Outre les trois espèces inscrites sur la liste rouge (en grisées dans le **Tableau 27**), **treize des 18 espèces sont déterminantes** (vingt des 73 occurrences soit 24% des occurrences déterminantes totales).

En effet, les populations de ce groupe sont globalement en régression, comme le montre par exemple l'évolution des effectifs du Pipit farlouse (-35%), de l'Alouette des champs (-14%) ou encore de la Perdrix grise (-49%) entre 1989 et 2001(MNHN, 20004).

**Figure 100** Zones de reproduction d'oiseaux de milieux ouverts



Zones de reproduction du Petit Gravelot (carreau humide, ci-dessus) et de l'Œdicnème criard (pied de terril, ci-contre)

Notons également la bonne représentation du **Petit Gravelot** (déterminant dans cinq des six régions où il a été observé), espèce nichant sur les substrats minéraux nus à proximité de zones humides (grèves), habitats fréquents sur les carrières (**Figure 100**).

À l'inverse, l'**Œdicnème criard**, espèce de l'annexe I de la directive Oiseaux, n'a été rencontré qu'une fois lors de l'étude, sur un terril herbacé. L'espèce présente pourtant une bonne affinité pour les sites de carrières (Rocamora, 1999). Cette faible représentativité est peut-être liée au faible effort de prospection nocturne.

Figure 101 Bergeronnette grise

■ L'espèce la plus commune utilisant -entre autres- ce type de milieux est la Bergeronnette grise, présente sur 27 sites. Bien connue pour son caractère anthropophile, on peut signaler que, lors de l'échantillonnage, un nid a été trouvé sous un dumper, dans une cavité située sous la cabine de pilotage. Un couple a tenté de s'y reproduire, alors que le dumper était utilisé sur la carrière pendant une partie de la journée.



### 3.3.3.3 Espèces des milieux « semi-ouverts »

**22 espèces** (totalisant **268 occurrences**) nichent dans les milieux ouverts à semi-ouverts parsemés de buissons et taillis (landes hautes et basses, ronciers, garrigues, friches ligneuses...).

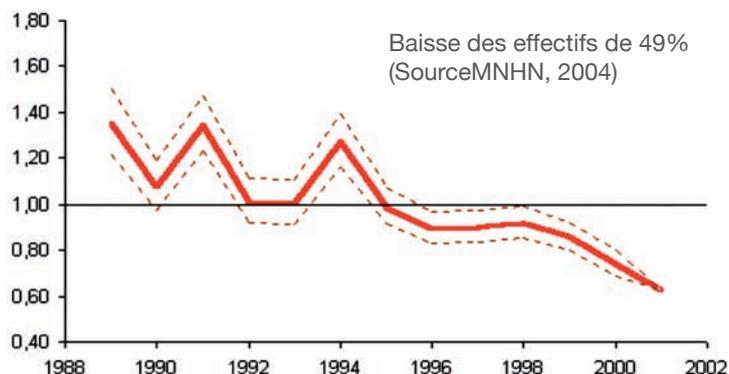
Tableau 28 Oiseaux des milieux semi-ouverts

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre de sites où l'espèce est nicheuse	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre de sites où l'espèce est nicheuse
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	31	Pouillot fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	11
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	30	Tarier pâtre	<i>Saxicola torquata</i>	10
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>	26	Fauvette pitchou	<i>Sylvia undata</i>	6
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>	23	Alouette lulu	<i>Lullula arborea</i>	8
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	12	Pipit des arbres	<i>Anthus trivialis</i>	5
Hypolaïs polyglotte	<i>Hippolais polyglotta</i>	21	Pie-grièche écorcheur	<i>Lanius collurio</i>	4
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	19	Fauvette mélanocéphale	<i>Sylvia melanocephala</i>	4
Rosignol philomèle	<i>Luscinia megarhynchos</i>	17	Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	2
Fauvette des jardins	<i>Sylvia borin</i>	12	Pouillot de Bonelli	<i>Phylloscopus bonelli</i>	2
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	14	Hypolaïs icterine	<i>Hippolais icterina</i>	1
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	9	Pie-grièche à tête rousse	<i>Lanius senator</i>	1

Ces habitats sont fréquents en carrière<sup>43</sup>, ce qui explique l'importance de ce groupe. Ils correspondent à des milieux de transition entre les substrats nus ou herbacés et les formations arbustives ou arborées assez denses. Ils sont fréquentés par de **petits passereaux communs** (Fauvette à tête noire, Accenteur mouchet, Bruant jaune...), dont certains sont cependant en **régression au niveau national** comme la Linotte mélodieuse (Figure 102).

<sup>43</sup> Cf. la fiche de végétation sur les « fourrés mésophiles atlantiques et subatlantiques ».

**Figure 102** Évolution des effectifs de la Linotte mélodieuse entre 1989 et 2001



Plus d'un quart **des occurrences d'individus déterminants (26%)** sont des espèces appartenant à ce groupe. Sa forte valeur patrimoniale s'explique par la **présence récurrente d'espèces assez peu communes**, typiques de ce genre de milieux, comme la Pie-grièche écorcheur (systématiquement déterminante) ou l'Alouette lulu (déterminante six fois), toutes deux inscrites à l'annexe I de la directive Oiseaux (**Figure 103**).

Ces stades précoces des recolonisations végétales, abondants en carrières et qui ailleurs pâtissent fréquemment de certaines pratiques agricoles, font donc de ce groupe le plus riche en espèces à forte valeur patrimoniale.

**Figure 103** Exemple de site de nidification de la Pie-grièche écorcheur (à gauche) et de l'Alouette lulu (à droite) en milieux semi-ouverts



### 3.3.3.4 Espèces de « zones humides »

**18 espèces** (65 occurrences) sont inféodées aux zones humides, représentées en carrière par deux types de milieux :

- les grands plans d'eau de fosse : ils permettent parfois l'installation d'une végétation propice à la nidification d'espèces relativement opportunistes comme la Gallinule poule d'eau, la Foulque macroule ou encore le Grèbe castagneux (déterminant dans deux régions, **Figure 104**) ;
- les zones humides de plus petite taille (roselières, marais, prairies plus ou moins humides...) parfois propices aux rousseroles, à la Locustelle luscinoïde...

**Tableau 29** Oiseaux de zones humides (en grisé : espèce de la liste rouge des oiseaux menacés en France)

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre de sites où l'espèce est nicheuse	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre de sites où l'espèce est nicheuse
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	15	Bouscarle de Cetti	<i>Cettia cetti</i>	2
Gallinule poule-d'eau	<i>Gallinula chloropus</i>	13	Grèbe huppé	<i>Podiceps cristatus</i>	1
Bergeronnette des ruisseaux	<i>Motacilla cinerea</i>	8	Chevalier guignette	<i>Actitis hypoleucos</i>	1
Grèbe castagneux	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	7	Rousserolle verderolle	<i>Acrocephalus palustris</i>	1
Foulque macroule	<i>Fulica atra</i>	4	Rousserolle turdoïde	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	1
Bruant des roseaux	<i>Emberiza schoeniclus</i>	2	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	1
Rousserolle effarvatte	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	2	Cisticole des joncs	<i>Cisticola juncidis</i>	1
Tarier des prés	<i>Saxicola rubetra</i>	2	Locustelle luscinoïde	<i>Locustella luscinioides</i>	1
Râle d'eau	<i>Rallus aquaticus</i>	2	Mouette rieuse	<i>Larus ridibundus</i>	1

Ce groupe est peu diversifié et pauvre en espèces à forte valeur patrimoniale (12% des occurrences d'espèces déterminantes), probablement pour les raisons suivantes :

- les grands plans d'eau sont **peu propices à la nidification** et peu favorables à l'accueil d'espèces migratrices ou hivernantes, pour plusieurs raisons :
  - la végétation rivulaire y est généralement absente ;
  - leur grande profondeur ne permet pas l'alimentation des espèces plongeurs (grèbes, canards...) ;
  - leur surface est relativement réduite et ils sont souvent encaissés<sup>44</sup> ;

**Figure 104**

Végétation de plan d'eau de fosse et petite zone humide accueillant des oiseaux de zones humides



Zone de nidification du Grèbe castagneux le long des berges d'un plan d'eau de fosse



Petite zone humide où niche la Rousserolle verderolle (Sarthe)



- les grandes roselières sont des milieux quasi absents des carrières de roches massives. Cependant, des typhaies s'installent parfois sur des bassins de décantation ou ailleurs, mais généralement sur de petites surfaces. Elles permettent l'installation occasionnelle d'espèces adaptées à ces habitats de taille moyenne, comme la Rousserolle turdoïde (**Figure 105**).

<sup>44</sup> La présence de fronts de tailles verticaux et de talus abrupts limite fortement l'appropriation des plans d'eau par les oiseaux d'eau. Ces espèces préfèrent les espaces dégagés qui leur assurent une meilleure sécurité vis-à-vis des prédateurs.

**Figure 105** Roselière et petite mare utilisées par l'avifaune



Exemple rare d'une vaste roselière en bordure d'un grand bassin de décantation où niche la Rousserolle turdoïde (Pas-de-Calais)

Nid de Gallinule poule d'eau sur une petite zone émergée dans une mare de faible superficie

En conséquence, ce groupe est le **moins riche en termes d'occurrences (65)** tandis que le nombre d'espèces qu'il comprend est comparativement important. Ainsi, plusieurs espèces n'ont été contactées que sur un seul site. Elles ne peuvent cependant pas être considérées comme accidentelles et sont liées à des milieux rencontrés sur quelques carrières : roselières, végétation semi-immersée... De plus, un grand nombre de ces espèces sont déterminantes (onze occurrences), les espèces de zones humides étant globalement un groupe fragile.

### 3.3.3.5 Espèces des structures ligneuses âgées, éparses à denses

Tableau 30 Oiseaux des structures ligneuses âgées, éparses à denses (en gris : espèces de la liste rouge des oiseaux menacés en France)					
Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre de sites où l'espèce est nicheuse	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre de sites où l'espèce est nicheuse
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	34	Mésange huppée	<i>Parus cristatus</i>	4
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	29	Mésange noire	<i>Parus ater</i>	4
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	29	Roitelet huppé	<i>Regulus regulus</i>	4
Rouge-gorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	28	Loriot d'Europe	<i>Oriolus oriolus</i>	4
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	27	Fauvette passerinette	<i>Sylvia cantillans</i>	4
Mésange bleue	<i>Parus caeruleus</i>	27	Sittelle torchepot	<i>Sitta europaea</i>	3
Mésange nonnette	<i>Parus palustris</i>	22	Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	3
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	20	Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	3
Mésange à longue queue	<i>Aegithalos caudatus</i>	19	Gobemouche gris	<i>Muscicapa striata</i>	3
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	17	Pic épeichette	<i>Dendrocopos minor</i>	3
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	14	Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapillus</i>	2
Verdier d'Europe	<i>Carduelis chloris</i>	13	Milan noir	<i>Milvus migrans</i>	2
Bruant zizi	<i>Emberiza cirius</i>	12	Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	1
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	12	Corbeau freux	<i>Corvus frugilegus</i>	1
Coucou gris	<i>Cuculus canorus</i>	12	Tarin des aulnes	<i>Carduelis spinus</i>	1
Pic vert	<i>Picus viridis</i>	10	Pic cendré	<i>Picus canus</i>	1
Serin cini	<i>Serinus serinus</i>	10	Pouillot siffleur	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	1
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	9	Huppe fasciée	<i>Upupa epops</i>	1
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	8	Grive litorne	<i>Turdus pilaris</i>	1
Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i>	8	Grimpereau des bois	<i>Certhia familiaris</i>	1
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>	7	Chouette hulotte	<i>Strix aluco</i>	1
Bouvreuil pivoine	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	7	Coucou geai	<i>Clamator glandarius</i>	1
Épervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>	4			

Ce dernier groupe est celui qui comporte le plus d'espèces et totalise le plus de contacts : 43 espèces et 403 occurrences. Cette forte représentation est en relation directe avec les besoins de la majorité des espèces nicheuses continentales, à savoir la présence d'une structure ligneuse pour construire leur nid. Elle est également liée à d'autres facteurs :

- la présence à la fois d'**espèces ubiquistes**, capables de s'adapter à différents milieux et qui peuvent notamment se contenter d'arbres isolés pour nicher (Pinson des arbres, Merle noir...), et d'**espèces de milieux boisés** proprement dits (Roitelet à triple bandeau, Mésange noire...) ; toutefois, les espèces ubiquistes sont majoritaires, les peuplements à caractère forestier étant rares dans les carrières ;
- la difficulté de distinguer les espèces propres à la carrière des espèces utilisant les structures ligneuses en **périphérie** ; il est probable que des individus de cette classe, considérés comme nicheurs sur certains sites, soient en fait des espèces des terrains proches.

Sur les carrières, les structures ligneuses sont présentes dans différentes situations :

- des boisements sont rencontrés sur les **carrières âgées**, si le milieu permet leur croissance ;
- les boisements rencontrés sur les carrières jeunes sont généralement des **boisements relictuels**, présents avant l'exploitation ; il en va parfois de même pour quelques arbres isolés ;
- des plantations sont réalisées dans le cadre de travaux paysagers ou de remise en état.

La majorité des espèces à forte valeur patrimoniale de ce groupe (15% des occurrences déterminantes) n'ont, la plupart du temps, été rencontrées qu'une fois et peuvent être considérées comme **accidentelles** (Pic cendré...) ou liée à des **conditions très spécifiques** (le Coucou geai, parasite exclusif de la Pie bavarde dans le sud de la France).

### 3.3.3.6 Espèces non nicheuses observées sur les sites

109 espèces (560 occurrences) non nicheuses ont été recensées lors de l'étude. Parmi celles-ci, 36 espèces totalisant 166 occurrences n'ont jamais été observées comme nicheuses dans l'échantillon de sites (en grisé dans le **Tableau 31**).

Il est difficile de déterminer ce qui motive la présence d'une espèce non nicheuse sur un site. Sans pouvoir toujours en évaluer l'importance, il est évident que les carrières peuvent avoir un attrait autre que pour la nidification :

- **Reposoir** : paradoxalement, les carrières offrent souvent des zones de calme, qu'il s'agisse de sites aujourd'hui arrêtés dont l'accès est restreint ou de sites en activité avec des zones éloignées de la zone d'extraction proprement dite. Cette **quiétude** profite à de nombreuses espèces : par exemple, plus de 100 Goélands bruns ont été observés sur un plan d'eau de fosse et un regroupement de plus de 250 Goélands argentés a été noté sur la zone décapée d'un autre site. Comme évoqué précédemment, certains sites semblent également accueillir des espèces migratrices : sept sites fréquentés par le Chevalier guignette, deux par le Bruant ortolan...
- **Site d'alimentation** : les carrières peuvent satisfaire aux besoins de certaines espèces selon leurs exigences alimentaires :
  - **vertébrés** : les différents milieux aquatiques des carrières abritent parfois des peuplements denses de poissons ou d'amphibiens qui attirent des espèces comme le Héron cendré (onze sites) ;
  - **invertébrés** : les carrières peuvent être riches en invertébrés, notamment en insectes qui constituent l'unique nourriture de nombreux passereaux en période de reproduction ;
  - **graines** : les espèces granivores trouvent souvent à s'alimenter, notamment si la végétation est composée d'espèces productrices de baies ou de graines (flore annuelle des friches...).
- **Autres usages** : les oiseaux fréquentent également les carrières pour :
  - s'abreuver, parfois dans des milieux insolites (**Figure 106**) ;
  - trouver des matériaux de construction pour leurs nids, comme les hirondelles qui prélèvent de l'argile dans les bassins de carrières ;
  - profiter des ascendants thermiques<sup>45</sup> (rapaces).

**Tableau 31** Liste des oiseaux non nicheurs<sup>46</sup>

Nom de l'espèce	Nombre de sites où l'espèce a été contactée	Nom de l'espèce	Nombre de sites où l'espèce a été contactée	Nom de l'espèce	Nombre de sites où l'espèce a été contactée
Hirondelle rustique	31	Goéland leucophée	4	Rouge-queue à front blanc	1
Buse variable	28	Martinet à ventre blanc	4	Râle d'eau	1
Martinet noir	28	Faucon pèlerin	4	Rosignol philomèle	1
Corneille noire	14	Circaète Jean-le-Blanc	4	Pouillot véloce	1
Epervier d'Europe	13	Traquet motteux	3	Pigeon colombin	1
Hirondelle de fenêtre	13	Roitelet à triple bandeau	3	Pipit rousseline	1
Héron cendré	11	Mouette rieuse	3	Pie-grièche écorcheur	1
Bondrée apivore	10	Pigeon ramier	3	Milan royal	1
Etourneau sansonnet	10	Pinson des arbres	3	Œdicnème criard	1
Pic épeiche	10	Canard colvert	3	Pic épeichette	1
Choucas des tours	9	Guêpier d'Europe	3	Grèbe huppé	1
Faucon crécerelle	9	Loriot d'Europe	3	Huppe fasciée	1
Milan noir	9	Moineau domestique	3	Martinet pâle	1
Pic vert	9	Aigrette garzette	3	Mésange noire	1
Coucou gris	8	Bécassine des marais	3	Gobe-mouche gris	1
Geai des chênes	8	Busard cendré	3	Grand Cormoran	1
Pie bavarde	8	Alouette lulu	3	Grande Aigrette	1
Chevalier guignette	7	Pouillot fitis	2	Fuligule milouin	1
Faucon hobereau	7	Aigle de Bonelli	2	Fuligule morillon	1
Goéland argenté	7	Pic noir	2	Gallinule poule-d'eau	1
Chouette hulotte	6	Chardonneret élégant	2	Fauvette grisette	1
Gobemouche noir	5	Chevalier cul-blanc	2	Bruant des roseaux	1
Goéland brun	5	Corbeau freux	2	Bruant jaune	1
Grand Corbeau	5	Fauvette des jardins	2	Bruant proyer	1
Grimpereau des jardins	5	Gros-bec casse-noyau	2	Chevalier aboyeur	1
Grive draine	5	Linotte mélodieuse	2	Courlis corlieu	1
Pigeon biset domestique	5	Mésange huppée	2	Engoulevent d'Europe	1
Sittelle torchepot	5	Bruant ortolan	2	Faisan de Colchide	1
Mésange bleue	4	Busard des roseaux	2	Autour des palombes	1
Mésange charbonnière	4	Busard Saint-Martin	2	Balbuzard pêcheur	1
Mésange nonnette	4	Bergeronnette des ruisseaux	2	Bécasse des bois	1
Pipit des arbres	4	Sarcelle d'hiver	1	Bécassine sourde	1
Rougegorge familier	4	Vanneau huppé	1	Bergeronnette grise	1
Tourterelle des bois	4	Verdier d'Europe	1	Bergeronnette printanière	1
Tourterelle turque	4	Alouette des champs	1	Bouvreuil pivoine	1
Martin-pêcheur d'Europe	4				

Enfin, il est probable que, pour de nombreuses espèces de cette liste, les carrières ne jouent qu'un rôle anecdotique dans leur cycle biologique. À l'inverse, certaines espèces rares, comme le Faucon pèlerin (quatre sites où il a été observé non nicheur), semblent avoir une affinité particulière pour les carrières. Il est toutefois difficile de déterminer si leur présence est liée à la prospection de sites de nidification, à la recherche alimentaire, à l'ératisme juvénile...

<sup>45</sup> Le réchauffement rapide des substrats minéraux nus, notamment calcaires, favorise les courants ascensionnels utilisés par certains rapaces.

<sup>46</sup> Les lignes grisées dans le tableau sont celles des espèces qui ne sont jamais nicheuses dans l'échantillon.

**Figure 106** Dépressions sous une bascule où viennent s'abreuver des Hirondelles rustiques.

### 3.3.3.7 Rapaces diurnes

Il est important de noter l'**abondance de rapaces diurnes** contactés lors des relevés : quinze espèces observées cumulant 128 contacts (individus nicheurs et non nicheurs), soit près de 9% des contacts (**Tableau 32**).

Espèce	Nombre de site ou l'espèce a été contactée	
	Non nicheuse	Nicheuse
Aigle de Bonelli	2	0
Autour des palombes	1	0
Balbusard pêcheur	1	0
Bondrée apivore	10	0
Busard cendré	3	0
Busard des roseaux	2	0
Busard Saint-Martin	2	0
Buse variable	28	4
Circaète Jean-le-Blanc	4	0
Épervier d'Europe	13	6
Faucon crécerelle	9	18
Faucon hobereau	7	0
Faucon pèlerin	4	2
Milan noir	9	2
Milan royal	1	0
<b>Total</b>	<b>96</b>	<b>32</b>

Ces rapaces présentent des régimes alimentaires plus ou moins différents et parfois très spécialisés. Les zones ouvertes de carrières, généralement peu fréquentées (entre autre en dehors des horaires d'activité), « facilitent » l'accès à la ressource : micromammifères (busards, milans, Buse variable, Faucon crécerelle...), reptiles (Circaète Jean-le-Blanc...), lapins (Aigle de Bonelli...), insectes et passereaux (faucons...) et amphibiens y sont présents en abondance et faciles à prédateur.

La plupart de ces espèces ont des territoires de grande taille et il est évident qu'elles ne sont pas strictement inféodées aux carrières où elles ont été contactées. Toutefois, les rapaces se situant en sommet de chaîne alimentaire, leur présence régulière pourrait être considérée comme une indication du bon fonctionnement des écosystèmes de carrières.

### 3.3.4 PARAMÈTRES INFLUENÇANT LA RÉPARTITION DES PEUPEMENTS AVIFAUNISTIQUES

Ont été décrits jusqu'ici les espèces et peuplements rencontrés lors de l'étude, entre autres en les rattachant aux habitats qu'ils occupent. Dans le chapitre qui suit, sont abordés les différents paramètres qui nous paraissent susceptibles d'influencer leur répartition. Il importe de garder à l'esprit deux facteurs qui limitent les interprétations : le caractère synchronique de l'étude et la taille réduite de l'échantillon.

#### 3.3.4.1 Localisation géographique

Dans le **Tableau 33** sont présentés les effectifs nicheurs (en moyenne par site) pour chaque type de milieu et chacune des huit régions écologiques.

Nombre de sites par région	Région phyto-écologique	Nombre moyen d'espèces nicheuses par site								
		Total	Milieux rupestres	Milieux ouverts	Milieux semi-ouverts	Structures ligneuses	Zones humides	Déterminants	Annexe I directive Oiseaux	Liste rouge française
5	Bassin parisien et vallée de la Loire	35,2	1,6	3	12	15,2	3,4	3,2	0,4	0,2
1	Vosges	33	3	1	9	15	5	6	3	2
13	Massif armoricain	28,8	2	1,6	8,5	14,5	2,1	1,8	0,5	0
1	Bassins du Rhône et de la Saône	26	1	3	13	8	1	3	2	0
6	Massif central	20,7	3	0,8	6	9,8	1	1,8	1,3	0,7
2	Bassin aquitain	43	3	3,5	12	22	2,5	5,5	1,5	0
3	Alpes	23,5	2,5	1	3,7	16,5	0	2,7	0	0
4	Région méditerranéenne	30,3	5,3	2,5	8,8	13	0,8	3,3	2,5	1,5
<b>35</b>	<b>Échantillon</b>	<b>28,9</b>	<b>2,6</b>	<b>1,9</b>	<b>8,5</b>	<b>14,0</b>	<b>1,9</b>	<b>2,6</b>	<b>1,0</b>	<b>0,4</b>

En première approche, il semble que le **contexte géographique n'ait que peu d'influence sur les peuplements avifaunistiques** des carrières. L'hétérogénéité du nombre moyen d'espèces nicheuses par site n'est pas liée à la région, mais plutôt à des facteurs qui sont propres aux sites. Par exemple, les carrières des Alpes et du Massif central accueillent en moyenne moins d'espèces. Cependant, elles sont représentées en majorité par des sites de moins de dix hectares (*cf. infra*).

La région méditerranéenne présente plusieurs caractéristiques qui influencent la répartition des espèces et des peuplements :

- les espèces rupestres y sont plus abondantes. Des espèces quasi absente sur le reste du territoire national, comme l'Hirondelle rousseline, sont observées ;
- en termes de valeur patrimoniale, le nombre d'espèces déterminantes se situe dans la moyenne nationale de l'échantillon, alors que le nombre d'espèces d'intérêt communautaire et de la liste rouge est plus élevé (Cochevis de Thékla, Coucou geai...), ce qui montre l'originalité de l'avifaune méditerranéenne aux niveaux européen et national ;
- comme dans les régions des Alpes et du Massif central, les **carrières de l'échantillon y sont le plus souvent « sèches »** (avec toutefois la présence de milieux temporaires et de milieux permanents, le plus souvent de petites tailles). Ainsi, le nombre d'espèces de zones humides par site y est plus faible.

### 3.3.4.2 Nature de la roche

La nature de la roche semble avoir peu d'influence sur l'avifaune. Les faibles différences enregistrées au niveau des moyennes d'espèces par site (**Tableau 34** et **Figure 118**) sont liées à la présence d'espèces méditerranéennes ou montagnardes sur des sites essentiellement calcaires de la partie méridionale de l'aire d'étude (cf. bilan au chapitre 4.2).

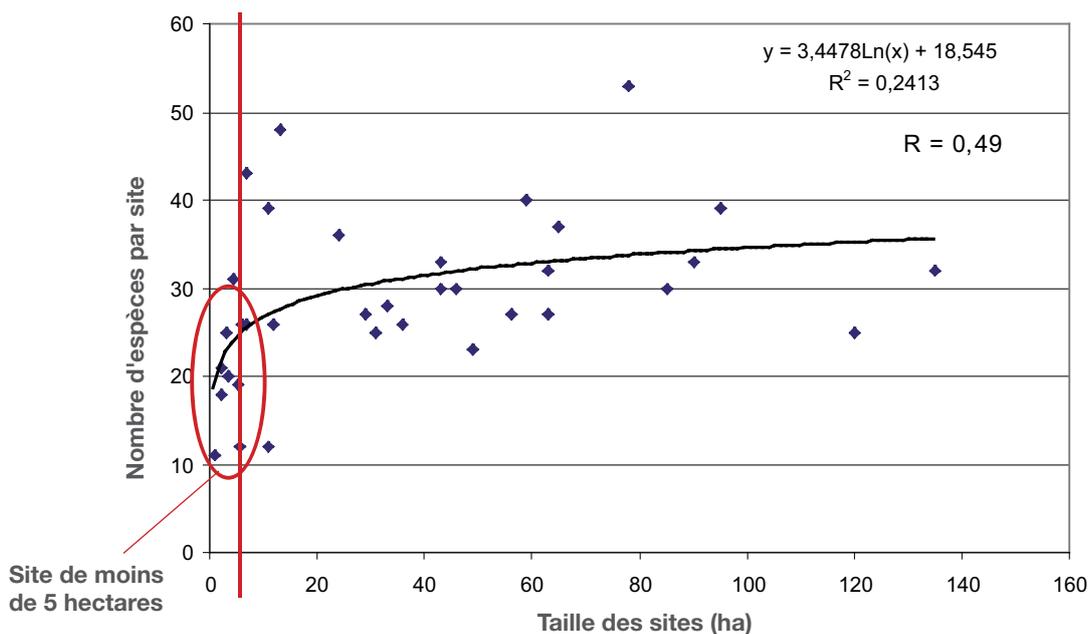
**Tableau 34** Influence de la nature de la roche sur le nombre moyen d'espèces nicheuses d'oiseaux et d'espèces déterminantes par site

	Eruptif	Calcaire
Nombre moyen d'espèces par site	25,6	33,2
Nombre moyen d'espèces déterminantes par site	2,3	3,0

### 3.3.4.3 Taille des sites

Une relation statistique entre la taille des sites et le nombre d'espèces nicheuses par site n'a pu être établie. La meilleure relation est donnée par une courbe logarithmique, avec  $R = 0,49$  (**Figure 107**). Cependant, il est important de noter un **effet de seuil**. En effet, les sites de moins de **cinq hectares** sont globalement ceux qui accueillent le moins d'espèces. Au delà de cette surface, ils accueillent entre 22 et 53 espèces, sans relation avec leur taille.

**Figure 107** Influence de la taille d'un site sur la diversité des oiseaux nicheurs



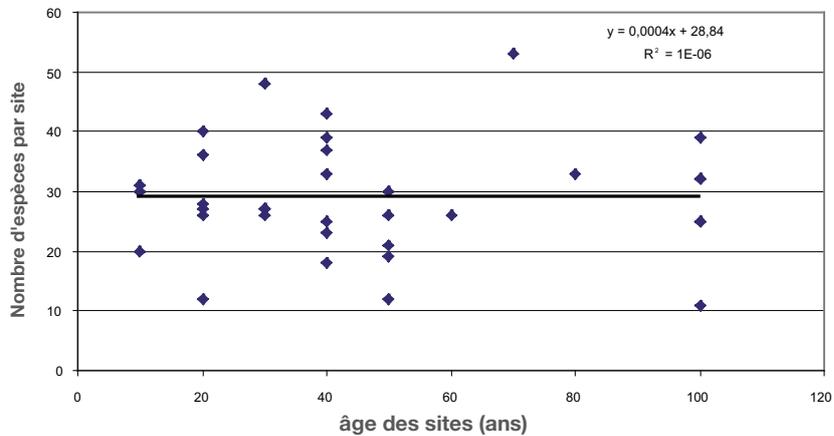
Deux hypothèses peuvent être avancées pour expliquer ce constat :

- Plus un site est grand, plus la probabilité qu'il abrite des **milieux diversifiés** est grande ; de même, plus un site en activité est grand, plus il est probable de trouver des **zones non exploitées** utilisables par les espèces (cf. ci-après). Il est donc probable qu'à partir d'une surface de l'ordre de cinq hectares la diversité des milieux n'augmente que faiblement sur une carrière.
- Il faut que la carrière atteigne une certaine taille pour que les milieux de reproduction précédemment évoqués atteignent une surface homogène suffisante pour satisfaire aux besoins de la plupart des espèces. Globalement, plus les milieux propices à l'accueil d'une espèce seront grands, plus ses effectifs seront importants. Six individus de Fauvette pitchou ont par exemple été observés sur une zone de végétation dense et basse couvrant plusieurs hectares. Cependant, certaines espèces ne suivent pas cette logique, notamment celles à grand domaine vital comme les rapaces.

### 3.3.4.4 Âge des sites

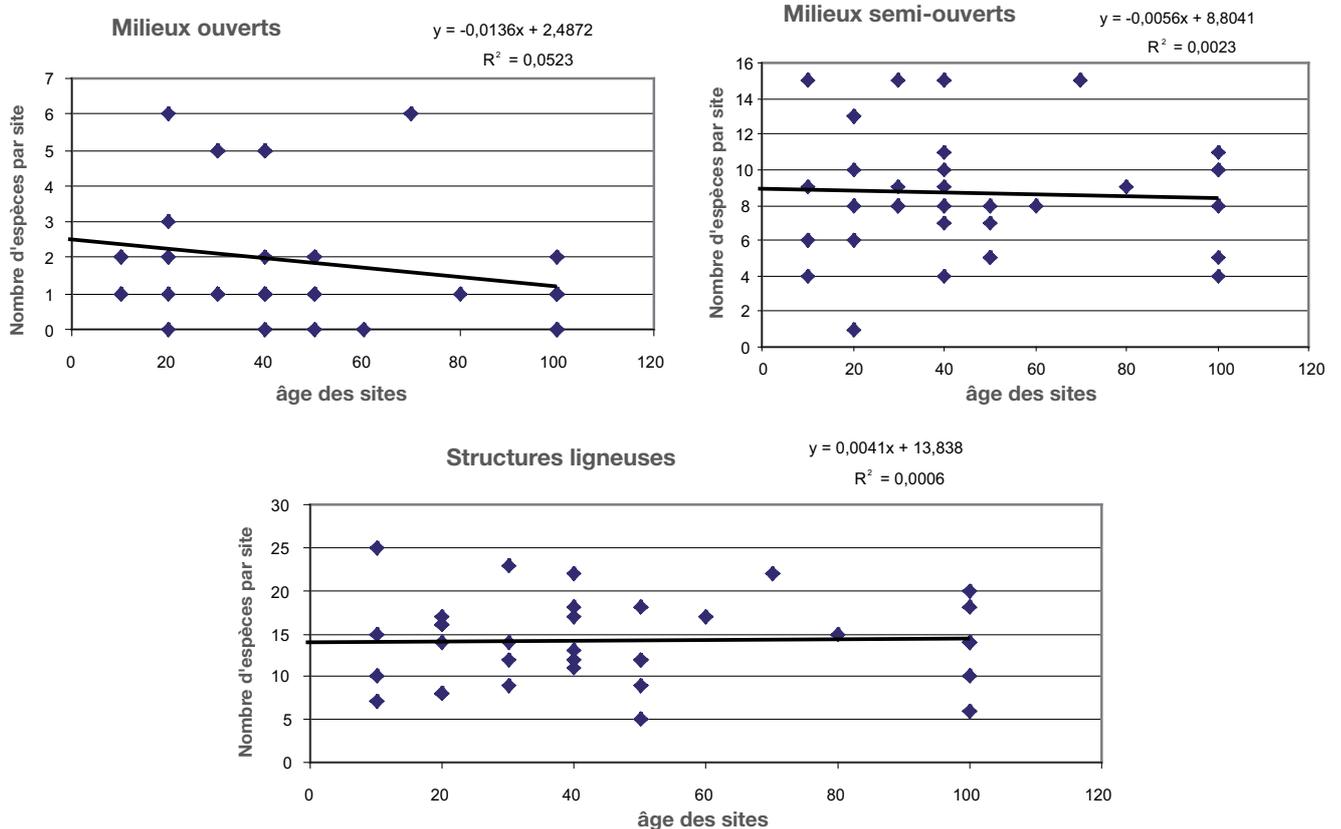
Il n'existe aucune corrélation entre l'âge des sites depuis leur ouverture et le nombre d'espèces nicheuses par site, que ce soit pour l'ensemble des espèces (**Figure 108**) ou par groupe écologique (**Figure 109**).

**Figure 108** Influence de l'âge d'un site sur le nombre d'oiseaux nicheurs



Ce résultat n'est pas surprenant si les espèces sont prises dans leur ensemble. En effet, théoriquement, le vieillissement des milieux favorise progressivement les espèces de milieux fermés au détriment des espèces de milieux ouverts. En revanche, il est plus surprenant de faire la même constatation en observant **la relation entre l'âge des sites depuis leur ouverture et des groupes d'espèces aux écologies spécifiques (Figure 109)**

**Figure 109** Influence de l'âge des sites sur différents types de peuplements d'oiseaux



Globalement, la diversité des peuplements d'oiseaux dépend de la diversité des structures végétales et de leurs surfaces. Théoriquement, le vieillissement influe sur ces paramètres. Toutefois, en carrière, ces processus peuvent être ralentis ou perturbés pour différentes raisons :

- sur certains sites, des **conditions contraignantes** (oligotrophie, forte acidité, ennoiement de la fosse, roche affleurante, sol fortement tassé...) ne permettent qu'un développement très lent de la végétation (**Figure 110**). Les milieux ouverts et semi-ouverts peuvent alors perdurer longtemps sur certains secteurs (carreaux...) tant que le milieu n'est pas modifié ;

**Figure 110**

Exemple de dynamiques végétales sur des sites d'âges différents

■ Deux carrières de plus de trente ans : ci-dessous (Aquitaine) les ligneux se sont développés, tandis que ci-contre (Bretagne), le milieu très oligotrophe n'a pas permis leur développement.



■ A gauche (Charente) un ancien carreau peu végétalisé (hormis des plantations linéaires) et à droite (Morbihan) un site jeune " boisé " (arrêté depuis une vingtaine d'années)

- les milieux ouverts et semi-ouverts peuvent perdurer longtemps sur certaines zones de carrières. Ainsi, le maximum d'espèces de milieux ouverts sur un même site (six espèces) a été contacté sur le carreau d'une carrière âgée de 70 ans (carrière charentaise, **Figure 110**) ;
- à l'inverse des sites jeunes peuvent se boiser rapidement si les conditions édaphiques sont favorables ou par le biais de travaux de remise en état (décompactage du sol, régamage de terre végétale, plantations...);
- les sites âgés qui sont toujours en exploitation restent généralement occupés par des milieux ouverts du fait du maintien d'une activité, même réduite, sur la plus grande partie du site (passage d'engins, stockages provisoires...).

### 3.3.4.5 Activité

L'activité n'a aucune influence sur le nombre moyen d'espèces nicheuses comme sur celui des espèces déterminantes (**Tableau 35**).

<b>Tableau 35</b> Influence de l'activité sur le nombre moyen d'espèces nicheuses d'oiseaux et d'espèces déterminantes par site	<b>Actif</b>	<b>Inactif</b>
<b>Nombre moyen d'espèces par site</b>	30,3	27,6
<b>Nombre moyen d'espèces déterminantes par site</b>	3,2	2,1
<b>Nombre de sites</b>	16	19

Ceci s'explique par deux raisons :

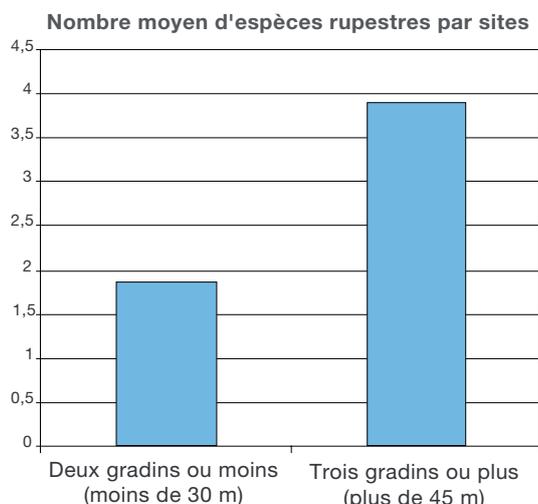
- des espèces dites anthropophiles cohabitent avec les activités extractives (Bergeronnette grise, Rougequeue noir...). D'autres espèces semblent pouvoir s'installer, sous certaines conditions, sur des sites où l'activité se poursuit : le Faucon pèlerin et le Hibou grand-duc ont été contactés sur des carrières actives comme arrêtées. Cette cohabitation s'explique généralement par le point suivant ;
- sur les sites actifs de grande taille, les zones anciennement exploitées peuvent se retrouver éloignées des zones d'extraction proprement dites. Elles bénéficient alors de conditions de quiétude<sup>47</sup>, ce qui permet parfois la mise en place d'écosystèmes propices à l'accueil des espèces.

### 3.3.4.6 Hauteur des fronts

Au même titre que la surface minimale homogène d'un milieu joue un rôle dans l'accueil des espèces, la hauteur des fronts joue un rôle dans l'accueil des espèces rupestres (**Figure 111**).

Une hauteur minimale de fronts, de l'ordre de 45 mètres (en trois gradins de 15 m), semble être nécessaire à l'installation de la majorité des espèces rupestres. Plusieurs espèces à forte valeur patrimoniale sont notamment concernées : Faucon pèlerin (deux sites), Hibou grand-duc (trois sites) et Grand Corbeau (deux sites). Sur des falaises naturelles, ces espèces recherchent également des hauteurs importantes qui peuvent leur garantir quiétude et protection vis-à-vis des prédateurs.

**Figure 111** Influence du nombre de gradins sur le nombre moyen d'oiseaux par sites



<sup>47</sup> L'activité de la carrière ne constitue pas nécessairement un obstacle à l'installation des oiseaux si ces derniers estiment qu'elle ne constitue pas une source de danger (notamment si l'activité est régulière dans le temps et dans l'espace).

### 3.3.4.7 Contexte périphérique

L'influence de la périphérie d'un site sur les peuplements avifaunistiques a été abordée selon différents critères. Aucune relation n'a pu être établie entre la diversité avifaunistique du site et les éléments suivants :

- la connectivité du site avec de grands ensembles naturels ;
- la qualité de l'environnement proche (300 m autour du site) ou lointain (trois kilomètres autour du site).

Une relation entre des éléments particuliers de la périphérie et un groupe d'espèces typiques d'un milieu n'a pas non plus été identifiée. Par exemple, « l'humidité » des milieux en périphérie du site et la connectivité du site avec de grands corridors biologiques (type fleuve ou rivière) n'influencent pas le nombre d'espèces de zones humides rencontrées sur un site.

**Figure 112** Un milieu ouvert dans un contexte boisé (Saône et Loire)



Cette absence de lien n'est pas surprenante, les oiseaux disposant d'**excellentes capacités de dispersion**. Leur présence sur un site semble moins conditionnée par la présence de milieux sources dans la périphérie immédiate des exploitations que par la présence de milieux favorables sur les sites. Cette assertion doit toutefois être relativisée :

- bien que la périphérie immédiate semble jouer un rôle limité, des observations contradictoires ont parfois été faites. Ainsi, des carrières situées au sein de landes à ajoncs, milieux favorables à la Fauvette pitchou, ont été colonisées par cette dernière. Dans ce cas précis, la périphérie immédiate du site sert bien de **milieu source** à la colonisation. Rappelons cependant que d'autres sites sont colonisés par l'espèce sans se trouver dans un environnement qui leur soit particulièrement propice ;
- chaque site doit être appréhendé en tant qu'élément du **paysage** qui l'entoure. Dans le cas de milieux ouverts de carrière :
  - si le site est entouré de vastes pelouses calcicoles, il est intégré dans la « **matrice** » ; les milieux de la carrière, même s'ils sont de qualité, apporteront peu de diversité ;
  - si la carrière est en milieu forestier, elle constitue une « **tache** » de **milieux originaux** dans la matrice forestière ; elle pourra par exemple accueillir des « espèces de clairière », qui bénéficient également de l'**effet de lisière** à l'interface des différents milieux, comme c'est le cas sur un site utilisé par l'Engoulevent d'Europe et le Cochevis huppé (**Figure 112**) ;

- enfin, la périphérie du site, au sens large du terme, peut jouer un rôle à une échelle plus importante. La présence de certaines espèces est sans aucun doute liée à la présence de milieux sources, même si ceux-ci sont situés à plusieurs dizaines de kilomètres du site. Citons par exemple :
  - le Tadorne de Belon présent sur un site proche de la mer ;
  - le Hibou grand-duc présent dans un site situé dans une région ayant fait l'objet de réintroductions.

### 3.3.4.8 Modalités d'exploitation sur une carrière

Les modalités d'exploitation sont des paramètres complexes à étudier. Deux facteurs principaux ont été examinés :

- le **type d'exploitation** : en dent creuse, à flanc de coteaux et mixte. Ce paramètre semble n'avoir aucune incidence sur le nombre moyen d'espèces nicheuses et d'espèces nicheuses déterminantes par site ;
- la **forme des sites** : subcirculaires (en « patatoïde ») ou étirés (en longueur). Pour l'étude de ce paramètre, l'échantillon est très insatisfaisant : 31 sites subcirculaires pour seulement quatre étirés. Il est cependant possible d'avancer que la configuration des exploitations ne semble pas influencer le nombre moyen d'espèces par site, hormis peut-être pour les espèces rupestres qui semblent préférer les sites étirés présentant des linéaires de fronts assez importants (plus proches des falaises en conditions naturelles) et peu perturbés. Ainsi, le nombre moyen d'espèces rupestres par site ayant plus de trois gradins (4 en longueurs et 9 subcirculaires) est supérieur sur ceux étirés (4,8 contre 3,2).

### 3.3.5 SYNTHÈSE DES PARAMÈTRES INFLUENÇANT LA RÉPARTITION DES PEUPELEMENTS AVIFAUNISTIQUES

Les carrières de roches massives sont à l'origine de **la création de milieux originaux** utilisés par des groupes d'espèces plus ou moins spécialisées. Ces milieux sont les suivants :

- **Les fronts de taille** : l'exploitation de roches massives peut créer de grandes falaises, parfois absentes naturellement (ou très rares) dans les régions de plaine, notamment à l'intérieur des terres. Plusieurs paramètres peuvent alors favoriser l'installation d'espèces :
  - plus les fronts sont **hauts et plus leur linéaire est important**, plus ils sont attractifs ;
  - la présence de **surplombs**, corniches, anfractuosités est indispensable à la colonisation ;
  - les fronts soustraits à l'exploitation sur les carrières en activité sont des zones dont l'accès au public est restreint ; la quiétude qui en résulte est donc un élément déterminant dans l'installation des espèces ;
  - des situations originales peuvent reproduire des situations de quiétude similaires sur des sites inexploités : les falaises au dessus de plans d'eau (donc inaccessibles) semblent particulièrement propices.

À l'opposé, certains facteurs peuvent rendre ces milieux peu attractifs : leur faible hauteur, des parois trop lisses ou la perturbation occasionnée par l'activité extractive ou par les activités de loisirs.

- **Les milieux ouverts et semi-ouverts** : ces milieux sont notamment originaux dans les zones où la fermeture des habitats naturels est favorisée par l'abandon du pastoralisme ou par la reforestation. Cependant, en carrière, plusieurs facteurs (chapitre 3.1.4.4) ralentissent le processus de fermeture et permettent le maintien d'une avifaune spécialisée.

Notons également que les milieux de carrières présentent plusieurs autres différences avec les milieux agricoles ouverts :

- l'absence de pratiques culturales de type fauche ou moisson ;
- l'absence d'apports de produits phytosanitaires qui affectent les peuplements d'invertébrés, sources d'alimentation pour de nombreuses espèces d'oiseaux ;
- l'existence de milieux complémentaires utilisés pour l'alimentation (milieux nus et divers milieux herbacés) ;
- un couvert végétal généralement plus bas qui correspond bien à la biologie d'espèces steppiques (même si ces dernières peuvent s'adapter aux milieux ouverts agricoles).

Toutefois, ces milieux sont parfois encaissés (au pied des fronts de taille) et leur surface en carrière est parfois insuffisante, trop fractionnée dans l'espace ; ils sont donc moins attractifs pour des espèces comme les Busards Saint-Martin ou cendré.

Notons un troisième type d'habitat : **les zones humides**. En carrières de roches massives, leur l'intérêt reste assez **marginal pour l'avifaune**, notamment en raison de leur taille réduite et du faible potentiel des plans d'eau de fosse pour la nidification.

Outre la création de milieux originaux, on peut retenir pour l'avifaune les facteurs favorables et défavorables suivants :

• **Facteurs favorables :**

- **La quiétude** : les zones situées à distance des zones principales d'activité présentent un niveau de quiétude favorable à l'avifaune. En outre, les carrières peuvent être des réserves cynégétiques particulièrement intéressantes.
- **L'originalité des milieux au sein d'un territoire** : les habitats de carrières peuvent être d'autant plus favorables que se crée dans le paysage une tache de milieux parfois en contraste avec la matrice qui l'entoure. À l'interface de ces milieux neufs et des milieux préexistants peuvent se former des écotones<sup>48</sup> très favorables aux espèces (**effet lisière**). Notons que, toutes proportions gardées, ce rajeunissement de milieux anciens **mime les dynamiques naturelles** qui font aujourd'hui défaut dans bien des écosystèmes (forêts cultivées, friches...).
- **La complémentarité des milieux** : les sites sont d'autant plus riches que les habitats sont mosaïqués. La diversité des habitats permet à différentes espèces de s'installer ou à une même espèce d'accomplir la quasi-totalité de son cycle biologique sur la carrière (nidification, alimentation, parade...).
- **Ressources alimentaires** : les milieux ouverts sont des zones de chasse privilégiées des rapaces, les espèces granivores sont attirées par les plantes de friches, les insectivores par les peuplements souvent abondants d'invertébrés (notamment ceux liés aux zones humides)...

• **Facteurs défavorables :**

- **Fermeture des milieux** : le vieillissement (ou le réaménagement) des milieux est souvent responsable d'une perte de la valeur patrimoniale des peuplements mais qui s'accompagne parfois d'une augmentation de leur diversité spécifique. Ainsi, les friches de recolonisation deviennent bien plus denses (landes hautes, ronciers denses, friches arbustives..) et sont moins favorables aux espèces des zones ouvertes. Elles restent malgré tout colonisées par des oiseaux qui y trouvent des conditions abritées et des structures végétales disparaissant parfois des campagnes remembrées.

<sup>48</sup> *Écosystèmes généralement riches où sont présents les espèces des deux milieux en contact et des espèces propres à cette zone de transition.*

- **Absence de sols organiques** : paradoxalement, un certain nombre de milieux en carrière restent moyennement attractifs en raison de leur jeunesse. C'est par exemple le cas des milieux boisés ou de landes dont l'intérêt dans les zones naturelles est dû à leur lente maturation.
  - **Surfaces limitées** : qu'il s'agisse de la diversité des habitats ou de la surface d'habitat homogène (fonction de la biologie des espèces), la surface de la carrière est un facteur limitant en dessous d'un seuil qui semble se situer aux environs de cinq hectares.
  - **Banalisation des milieux** : la banalisation des milieux est un facteur responsable de l'appauvrissement d'un site. Elle est bien souvent le fruit de réaménagements pour des raisons paysagères ou de sécurité : retalutage ou pose de grillages<sup>49</sup> sur les fronts qui empêchent la nidification de l'avifaune rupestre, régalage de terre végétale ou plantations qui accélèrent la fermeture du milieu...
  - **Milieux puits et perturbations** : même si les carrières présentent des milieux attractifs pour l'avifaune lorsqu'elles sont actives, elles sont avant tout des zones d'activités industrielles. La présence de couples ne garantit pas forcément que la reproduction soit systématiquement menée à son terme ou que ces espèces n'aient pas un fort taux de mortalité. Des zones favorables peuvent subir brutalement des actions traumatisantes (le plus souvent par méconnaissance) : prélèvements dans les matériaux meubles qui détruisent les terriers d'espèces comme l'Hirondelle de rivage, décapage, abattement des fronts... En l'absence d'étude plus poussée, il est impossible de conclure sur l'importance de cet effet puits. Notons que, même dans certaines carrières arrêtées, des perturbations peuvent exister : pratique du motocross, escalade, dépôts d'ordures...
- **Facteurs complexes :**
    - **Contexte périphérique des sites** : ce facteur est peu évident à appréhender. Selon les situations, la périphérie des exploitations peut être sans influence sur les peuplements (les oiseaux ont des capacités de dispersion très importantes), jouer un rôle de milieu source ou, à l'inverse, « concurrencer » la carrière. La concurrence de milieux similaires, de meilleure qualité, plus grands ou plus au calme, a parfois été mise en avant sur certains sites. En réalité, une étude spécifique poussée serait nécessaire pour comprendre dans quelle situation les milieux périphériques favorables « concurrencent » la carrière ou jouent le rôle de milieux sources.
    - **Influence de la carrière sur sa périphérie** : l'arrêt des pratiques agricoles sur les terrains en attente d'être exploités, parfois pendant plusieurs années, a pour conséquence l'apparition de friches favorables à l'installation de l'avifaune. Cependant, lorsque ces zones seront touchées par l'extraction, elles seront défrichées ou décapées. De fait, la problématique des **milieux puits** se pose à nouveau : la carrière crée des milieux favorables aux espèces (ici indirectement), pour ensuite détruire ces milieux avec le risque d'engendrer des mortalités au sein des populations

<sup>49</sup> Le grillage peut aussi être utilisé pour le patinage artificiel des fronts.

**Figure 113** Synthèse des facteurs qui influencent l'avifaune des carrières

	FACTEURS FAVORABLES	FACTEURS DÉFAVORABLES
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Création de <b>milieux originaux</b> dans certains paysages (fronts, milieux ouverts et semi-ouverts...)</li> <li>- Analogie avec les processus de rajeunissement naturels</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Banalisation</b> des milieux par réaménagements paysagers ou de sécurité</li> <li>- <b>Effet puits</b></li> </ul>
<b>Fronts de taille</b>	Hauteur importante (plus de 45 m), linéaire important, présence de surplombs, corniches, failles...	Faible hauteur (moins de 30 m), lisses, dérangement par l'activité (tir de mine...)
<b>Milieux ouverts et semi-ouverts</b>	Fort potentiel d'accueil pour l'avifaune, <b>effet lisière</b>	<b>Fermeture des milieux</b> , petites surfaces fractionnées
<b>Milieux favorables en périphérie</b>	Accueil et attraction d'espèces	Destruction des milieux créés et des espèces qui les ont colonisés
<b>Périphérie des sites</b>	Milieux sources	Milieux plus attractifs que la carrière
<b>Surface</b>	Surface suffisante pour la création de milieux variés <b>Complémentarité</b> des milieux	Sites trop petits (< 5 ha), habitats de petite surface et <b>fractionnés</b>
<b>Quiétude</b>	Zones de calmes, accès restreints, réserve de chasse	Activité extractive, activités autres (motocross...)
<b>Facteurs sans effet</b>	Activité sur les sites, âges des sites (d'autres facteurs sont prépondérants), nature de la roche, modalités d'exploitation	

### 3.4 MAMMIFÈRES

36 espèces sur 27 sites

6,8 espèces par site en moyenne

14% des occurrences sont celles d'individus déterminants

Impact des herbivores sur la dynamique végétale

Potentiel indéterminé pour les chiroptères

#### 3.4.1 ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES

Le groupe des mammifères n'a pas fait l'objet d'inventaires à vocation exhaustive. Il s'agit d'un groupe difficile à inventorier pour plusieurs raisons :

- ▶ les modes de vie des espèces sont très variés et certains groupes demandent l'utilisation de techniques spécifiques d'inventaires (utilisation d'un détecteur à ultrasons de type « bat box<sup>50</sup> » pour les chiroptères, piégeage des micromammifères...) qui sont coûteuses en temps et en moyens ;
- ▶ l'activité de nombreuses espèces est essentiellement nocturne ;
- ▶ la plupart des espèces sont craintives et peu aisées à observer...

Les observations de mammifères ont été collectées lors des inventaires des autres groupes faunistiques et floristiques. Hormis quelques observations visuelles (lapin, renard...), ce sont principalement les indices de présence (empreintes, fèces, reste de repas, nids et galeries...) qui ont permis l'identification des espèces de ce groupe.

L'absence de relevés spécifiques a entraîné une hétérogénéité importante des données :

- ▶ huit sites n'ont fait l'objet d'aucune observation ;
- ▶ les observateurs n'avaient pas systématiquement les compétences pour l'identification des indices de présences ;
- ▶ la « bat-box » n'a été utilisée que sur quelques sites.

Toutefois, l'ensemble des données collectées permet de tirer quelques conclusions sur l'utilisation qui est faite des carrières de roches massives par les mammifères.

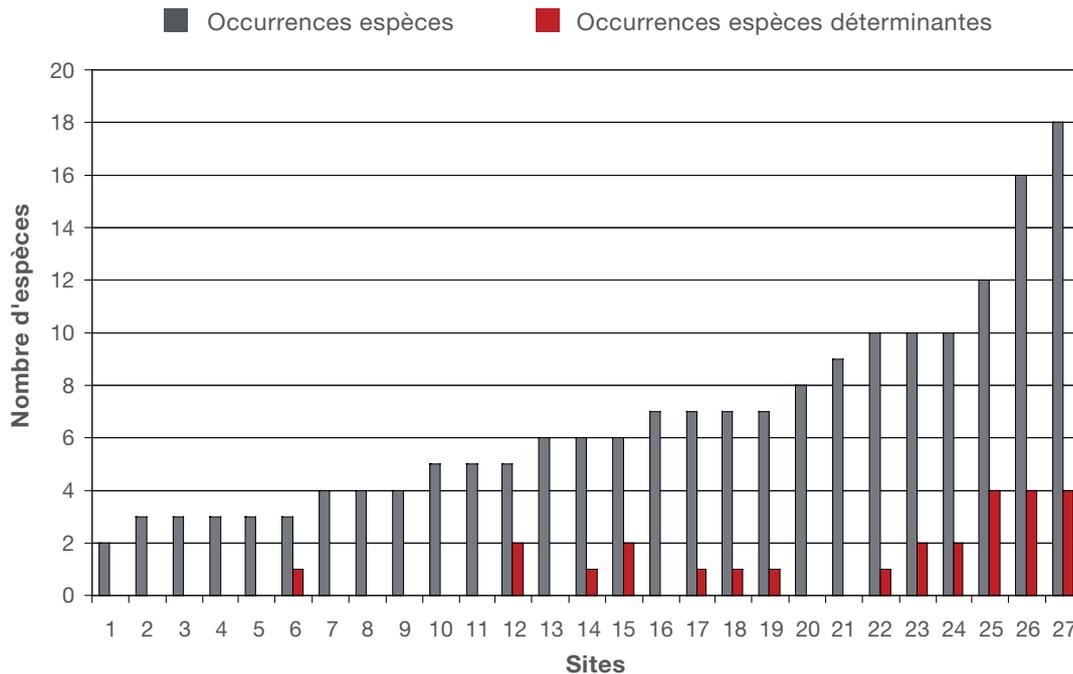
#### 3.4.2 DONNÉES GÉNÉRALES

##### 3.4.2.1 Approche par site

183 observations de mammifères ont été faites sur les 27 sites inventoriés, soit 6,8 observations par site en moyenne (**Figure 114**). Deux espèces seulement ont été observées sur le site le moins peuplé et 18 sur le plus peuplé. Encore une fois, il est important de rappeler que, **compte tenu de la méthodologie, le nombre total d'espèces sur un site reste inconnu**. Ces chiffres sont donc peu significatifs. Il est difficile de déterminer si les potentialités d'accueil des sites ou la méthodologie des inventaires sont responsables de l'hétérogénéité des peuplements. Enfin, le nombre d'espèces déterminantes ne semble pas lié au nombre d'espèces observées.

<sup>50</sup> Il s'agit d'un détecteur qui permet de capter les ultrasons émis par les différences espèces de chauves-souris

**Figure 114** Nombre d'espèces et d'espèces déterminantes de mammifères observées par site (par ordre croissant)



### 3.4.2.2 Approches par espèces

36 espèces au total ont été observées. Ces espèces et le nombre de sites où elles ont été observées sont présentés dans le **Tableau 36**. Sont également recensées les occurrences de mammifères et de chiroptères indéterminés.

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre d'occurrences	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre d'occurrences
Renard roux	<i>Vulpes vulpes</i>	24	Belette	<i>Mustela nivalis</i>	2
Chevreuil	<i>Capreolus capreolus</i>	22	Campagnol des champs	<i>Microtus arvalis</i>	2
Lapin de garenne	<i>Oryctogalus cuniculus</i>	17	Chat domestique	<i>Felis domesticus</i>	2
Sanglier	<i>Sus scrofa</i>	14	Grand murin	<i>Myotis myotis</i>	2
Lièvre d'Europe	<i>Lepus europaeus</i>	10	Oreillard sp.	<i>Plecotus sp.</i>	2
Fouine	<i>Martes foina</i>	8	Barbastelle	<i>Barbastella barbastellus</i>	1
Micromammifères indéterminés	-	7	Campagnol roussâtre	<i>Clethrionomis glareolus</i>	1
Ragondin	<i>Myocastor coypus</i>	7	Campagnol terrestre	<i>Arvicola terrestris</i>	1
Chauves-souris indéterminées	-	6	Genette	<i>Genetta genetta</i>	1
Hermine	<i>Mustela herminea</i>	6	Loutre d'Europe	<i>Lutra lutra</i>	1
Mulot sylvestre	<i>Apodemus sylvaticus</i>	6	Martre	<i>Martes martes</i>	1
Écureuil roux	<i>Sciurus vulgaris</i>	5	Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	1
Putois	<i>Mustela putorius</i>	5	Petit Rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	1
Blaireau	<i>Meles meles</i>	4	Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	1
Hérisson d'Europe	<i>Erinaceus europaeus</i>	4	Rat des moissons	<i>Mycromis minutus</i>	1
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	4	Rat surmulot	<i>Ratus norvegicus</i>	1
Taupe d'Europe	<i>Talpa europaea</i>	4	Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	1
Cerf élaphe	<i>Cervus elaphus</i>	3	Vespertilion de Brandt	<i>Myotis brandti</i>	1
Rat musqué	<i>Ondatra zibethicus</i>	3	Vespertilion de Daubenton	<i>Myotis daubentoni</i>	1

En excluant les chiroptères qui représentent 12% des contacts, l'échantillon se compose de :

- 30% de prédateurs ;
- 45% d'herbivores ;
- les 13% restants recouvrent divers groupes comme les insectivores (Hérisson...) ou les omnivores (Sanglier...).

### 3.4.2.3 Espèces sensibles

Tableau 37 Liste des espèces de mammifères sensibles			
Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombres d'occurrences déterminantes	Annexe II de la directive Habitats
Hermine	<i>Mustela herminea</i>	6	
Putois	<i>Mustela putorius</i>	3	
Lièvre d'Europe	<i>Lepus europaeus</i>	2	
Genette	<i>Genetta genetta</i>	1	
Loutre d'Europe	<i>Lutra lutra</i>	1	X
Chiroptères			
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	2	
Oreillard sp	<i>Plecotus sp.</i>	2	
Grand murin	<i>Myotis myotis</i>	2	X
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	1	
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus Kuhlii</i>	1	
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	1	
Vespertilion de Brandt	<i>Myotis brandti</i>	1	
Vespertilion de Daubenton	<i>Myotis daubentoni</i>	1	
Barbastelle	<i>Barbastella barbastellus</i>	1	X
Petit Rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	1	X

26 occurrences d'espèces déterminantes ZNIEFF ont été comptabilisées lors de l'étude, soit 14% des occurrences totales. La moitié de ces contacts (treize) correspondent à dix espèces de chiroptères, groupe particulièrement sensible.

**Figure 115** Renard roux sur le terri d'une carrière sarthoise



Cinq autres espèces cumulent les treize autres contacts. Hormis le Lièvre et la Loutre, il s'agit de petits prédateurs comme l'Herminette. Cette dernière totalise six des treize occurrences. C'est un mustélide non protégé mais soustrait à la liste des espèces susceptibles d'être classées nuisibles. C'est dans l'ouest de la France (Bretagne, Basse-Normandie...), où elle est considérée comme assez rare, que la totalité des occurrences déterminantes se situe.

Le cas de la Loutre mérite également d'être mentionné : il s'agit d'une espèce dont les effectifs ont fortement régressé et qui est inscrite sur la liste rouge nationale. Des épreintes et des restes de poissons ont été trouvés à plusieurs reprises sur le bord d'un plan d'eau de fosse d'une carrière sans activité du Limousin (**Figure 116**). Il est probable que **la Loutre n'accomplit pas la totalité de son cycle biologique sur le site**, mais la quiétude et la qualité du milieu (plan d'eau poissonneux aux eaux claires) ont amené l'espèce, qui occupe principalement un cours d'eau adjacent, à inclure cette zone dans son territoire, notamment pour s'y alimenter

**Figure 116** Vue d'ensemble de la carrière de Haute-Vienne où la Loutre a été contactée



### 3.4.3 LES RELATIONS MAMMIFÈRES/CARRIÈRES

#### 3.4.3.1 Les chiroptères

Un nombre relativement important d'espèces de chiroptères a été contacté lors de l'étude. Toutefois, en l'absence d'étude spécifique, nous ne disposons d'aucune information sur les **modalités d'utilisation des carrières** où elles ont été observées (alimentation, repos diurne...). Nous pouvons néanmoins émettre les hypothèses suivantes :

- ▶ un certain nombre d'espèces **viennent s'alimenter** sur les sites, surtout lorsqu'il existe des biotopes riches en insectes volant la nuit. C'est surtout le cas des lisières des zones boisées (notamment la zone de transition entre les milieux de carrières ouverts et les milieux fermés périphériques), mais aussi, plus ponctuellement, des zones humides permettant le développement de populations de diptères ou autres insectes semi-aquatiques ;
- ▶ certaines espèces **colonisent les gîtes disponibles** dans les carrières (en période estivale), c'est-à-dire les fissures (de tailles réduites à moyennes), les petites cavités peu profondes ou, plus ponctuellement, les bâtiments abandonnés. Ces espèces sont en nombre assez réduit (petit Rhinolophe, Murin de Natterer, Pipistrelle de Kuhl, Pipistrelle commune ...) et sont surtout connues pour coloniser les fissures des vieux murs, ponts et autres bâtiments. Dans ce cadre, la présence de vieux bâtiments à côté de falaises riches en fissures pourrait être un élément favorisant à analyser plus en détail. L'utilisation des fissures et cavités des falaises en période hivernale serait aussi à étudier. Il est probable que les carrières de roches calcaires (notamment karstiques) présentent un potentiel plus important que celles de roches éruptives, où les fronts sont généralement plus uniformes et les cavités

Ainsi, les chauves-souris, groupe comprenant de nombreuses espèces en forte régression et peu communes, nécessiteraient des suivis plus ciblés des fronts riches en petites cavités ou en fissures plus ou moins larges. Ces suivis impliqueraient des observations en toutes saisons (individus volants et posés, estivants et hivernants). Toutefois, la mise en évidence directe de la présence d'individus dans les fissures des fronts est délicate sur ces milieux difficiles d'accès.

### 3.4.3.2 Utilisation de la carrière par les mammifères

Selon les domaines vitaux et la biologie des espèces, les mammifères ont des utilisations très variables des sites de carrières.

- ▶ **Les espèces à grand domaine vital** (prédateurs, sanglier, cervidés) utilisent les sites pour diverses raisons : pâturage de zones herbacées, recherche de point d'eau (et de boue), refuge en période de chasse ou simplement passage entre zones boisées. Si les facteurs qui favorisent l'utilisation de la carrière restent difficiles à appréhender, deux éléments majeurs semblent malgré tout jouer un rôle prépondérant :
  - de nombreuses espèces viennent de la **périphérie des sites**, notamment des grandes zones forestières ou de complexes de landes, de bois, de bocages... La position de la carrière entre deux zones de ce type ou l'absence de biotopes favorables (mares, milieux ouverts...) dans le paysage environnant sont déterminantes ;
  - la **quiétude** sur les sites en activité (la nuit et les week-ends) ou inactifs est certainement un facteur favorisant l'utilisation des sites.
- ▶ **Les espèces qui résident dans les carrières** comprennent des espèces recherchant des habitats herbacés ouverts et chauds (cas des lagomorphes et des rongeurs). Pour les espèces creusant des terriers, il faut souligner l'importance des sols meubles, parfois rares dans les milieux naturels et bien représentés sur les remblais (terrils, merlons...). Il est également probable que certaines de ces espèces, comme le Lièvre, gîtent dans la carrière mais se nourrissent dans les zones périphériques (prairies...). Peu d'espèces de ce groupe ont une valeur patrimoniale forte. Notons toutefois qu'il a été fait mention de Lérot ou de Musaraigne aquatique (sur les bords de bassins anciens) fréquentant certains sites, sans que leur présence ait été confirmée (absence de prospection spécifique).
- ▶ Les **prédateurs** sont très représentés dans l'échantillon, peut-être car les signes de leur présence sont facilement identifiables mais aussi, probablement, car la densité de proies (lapins, micromammifères, amphibiens...) est importante et la prédation facilitée sur les milieux ouverts. Les prédateurs qui gîtent dans la carrière sont ceux qui y trouvent des conditions favorables au creusement de terriers (Renard principalement mais aussi petits mustélidés). Notons que les éboulis offrent aussi des caches utilisées par ces derniers.

### 3.4.3.3 Impacts des mammifères sur la végétation

En l'absence de prospection poussée, l'intérêt des carrières pour les mammifères est difficile à établir. Il apparaît par contre que certaines espèces ont une influence notable sur la dynamique végétale et l'évolution des milieux des carrières, par leur alimentation :

- ▶ le Ragondin peut ralentir ou bloquer le développement de la végétation aquatique et riveraine ;
- ▶ le simple abrutissage des lapins peut suffire à maintenir en l'état des formations herbeuses rases de pelouses. Le Sanglier retourne les sols. L'Écureuil contribue probablement à la dissémination de certaines graines. Cerfs et chevreuils limitent le développement des ligneux. Le rajeunissement ou le **maintien d'une végétation ouverte** est un effet qu'il conviendrait de mesurer plus précisément quand on sait que ces milieux présentent un intérêt biologique certain pour plusieurs groupes (orthoptères, oiseaux, flore...).



***Bilan sur les biocénoses***

## 4 BILAN SUR LES BIOCÉNOSES

### 4.1 DIVERSITÉ SPÉCIFIQUE ET SENSIBILITÉ DES GROUPES BIOLOGIQUES

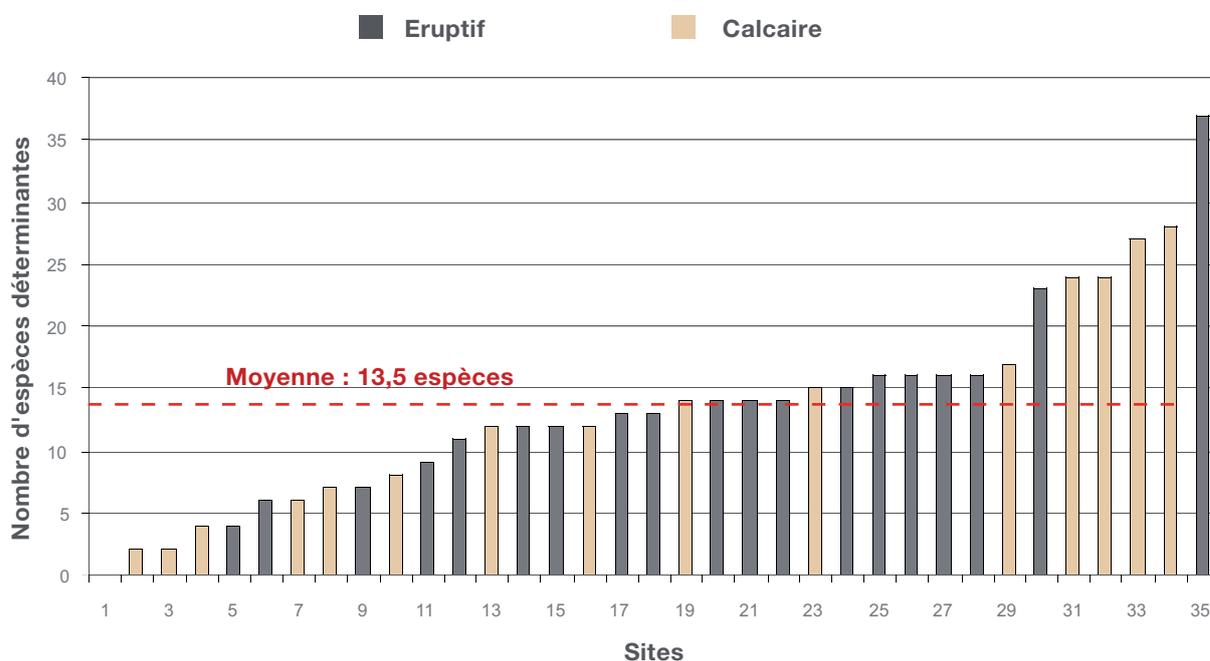
Au total, tous groupes confondus, ce sont 1484 espèces animales et végétales qui ont été observées. Pour la faune, les 35 sites échantillonnés ont permis de contacter de **35 à 55% des espèces connues nationalement**, en fonction du groupe biologique (**Tableau 38**). En l'absence d'éléments de comparaison, il est difficile de commenter ces chiffres. Ces proportions semblent toutefois relativement importantes eu égard à la taille réduite de l'échantillon, d'autant plus que certains écosystèmes (littoraux, d'altitude...) et les espèces qui y sont inféodées ne pouvaient être rencontrés dans le cadre de l'étude. Il convient par ailleurs de rappeler qu'il s'agit de relevés ponctuels dans le temps (une seule année d'observation) et dans l'espace (limités aux périmètres d'étude), qui ne prétendent donc pas fournir des données exhaustives sur les biocénoses des carrières de roches massives.

	Nombre d'espèces de l'échantillon	Proportion par rapport aux effectifs nationaux (source IFEN)	Nombre d'occurrences - sites déterminantes de l'échantillon
<b>Flore</b>	1092	17%	99
<b>Formation végétales</b>	40	-	-
<b>Odonates</b>	40	45%	45
<b>Orthoptères</b>	84	41%	85
<b>Lépidoptères</b>	115	35%	68
<b>Oiseaux</b>	121	45%	85
<b>Amphibiens</b>	16	55%	63
<b>Reptiles</b>	19	51%	20

En termes d'espèces déterminantes, le bilan global est le suivant (**Figure 117**) :

- ▶ 96 espèces végétales et 164 espèces animales, soit 260 espèces au total ;
- ▶ 465 occurrences au total ;
- ▶ **13,5 espèces déterminantes** par site en moyenne ;
- ▶ **Le site le plus riche accueille 37 espèces déterminantes et le plus pauvre aucune.**

**Figure 117** Nombre d'espèces déterminantes par site (par ordre croissant)



**Tableau 39** Répartition des espèces animales et végétales déterminantes sur neuf carrières en ZNIEFF de type 1 (DIREN Pays de la Loire et Champagne - Ardenne)

Dénomination	Espèces déterminantes							Commune	Dpt	Surface (ha)	Roche	
	Oiseaux	Mammifères	Amphibiens	Poissons	Reptiles	Insectes	Flore					Total
CARRIÈRES ET FOUR À CHAUX DE BOIS-JOURDAN			1			4	16	21	BOUÈRE (53)	53	16	Calcaire
ANCIENNES CARRIÈRES DE LA FORTINIÈRE		1					11	12	LA BAZOUGE-DE-CHEMERÉ	53	11	Calcaire
ANCIENNES CARRIÈRES DE L'HOMMEAU						2	1	3	BOUÈRE ; GREZ-EN-BOUÈRE	53	12	Calcaire
ANCIENNES CARRIÈRES DE LA JASLERIE			4			1	4	9	LA BACONNIÈRE ; SAINT-OUEN-DES-TOITS	53	22	Calcaire
CARRIÈRES DES PETITES VALLÉES							28	28	SAINTE-MAIXENT	72	11	Sable et grès calcaire
LES CARRIÈRES		3	4	2		4	28	41	SAINTE-GEORGES-LE-GAULTIER	72	5	Schistes ardoisiers
TOURBIÈRE DU RÉSERVOIR					2	5	8	15	CRENNES-SUR-FRAUBÉE ; VILLEPAIL	53	7	Grès armoricain
LES CARRIÈRES DE MONTPOTHIER AU NORD DE LA SAULSOTTE			3		1	5	5	14	SAULSOTTE	08	90	Calcaire
ANCIENNE CARRIÈRE DE LA ROCHE À AUBEPIERRE-SUR-AUBE					2		2	4	AUBEPIERRE-SUR-AUBE	52	2	Calcaire
								Moyenne				16

Si l'on rapproche ces résultats de ceux d'un échantillon de neuf carrières anciennes classées en ZNIEFF de type 1 dans les Pays de la Loire et en Champagne-Ardenne, il apparaît que la majorité des sites de l'échantillon présente un niveau de sensibilité comparable à celui de ces carrières en termes de nombre d'espèces déterminantes (Tableau 39).

## 4.2 DIVERSITÉ SPÉCIFIQUE EN FONCTION DE LA NATURE DE LA ROCHE

Pour évaluer l'influence de la nature de la roche (calcaire ou éruptive) sur les biocénoses, deux types d'analyses ont été réalisées :

- une comparaison, de la diversité spécifique moyenne par site pour chaque groupe biologique étudié (hors mammifères), d'abord globale puis limitée aux espèces déterminantes (figures 118 et 119),
- une comparaison du nombre d'espèces inféodées à chaque nature de roche, pour chaque groupe biologique (figure 120). Pour la flore, le seuil de « spécificité à une nature de roche » est 100% (l'espèce est soit strictement liée à une nature de roche, soit présente sur les deux types). Le nombre d'espèces animales étant nettement plus faible, le seuil de spécificité retenu pour la faune est d'au moins 75% des occurrences-sites (l'espèce est inféodée à une nature de roche si celle-ci totalise au moins les trois-quarts des occurrences-sites).

Ces analyses permettent de dresser le bilan suivant :

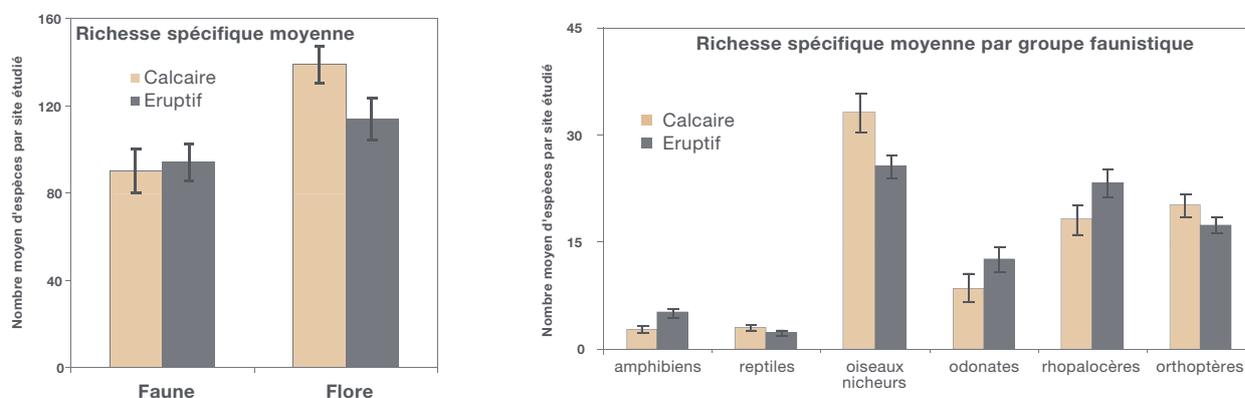
- **la flore** est nettement plus diversifiée sur les sites de roches calcaires que sur ceux de roches éruptives (139 espèces contre 114 en moyenne), avec une différence encore plus importante pour les espèces déterminantes (4,4 espèces contre 1,6 en moyenne).

Cette différence est directement liée à la plus grande diversité de la flore calcicole. Dans l'échantillon de 35 carrières, 48% des espèces végétales sont strictement liées à des sites calcaires et 23% à des sites éruptifs (29% des espèces sont observées sur les deux types de roches).

- pour **la faune**, la diversité spécifique est globalement équivalente sur les deux types de roches. Des différences existent cependant entre les groupes faunistiques, pour des raisons indirectement liées à la nature de la roche.

- Les **odonates** sont plus diversifiés sur les roches éruptives, du fait du caractère imperméable de ces roches et donc de leur richesse en milieux aquatiques,
- Les **orthoptères**, à l'inverse, sont un peu plus diversifiés sur les roches calcaires. Même si la répartition méridionale de plusieurs carrières calcaires de l'échantillon induit un biais (six sites calcaires méridionaux pour un site éruptif), il est probable cependant que le caractère drainant et « chaud » des substrats calcaires joue un rôle dans la répartition de ce groupe thermophile,
- Les **rhopalocères** ne montrent pas de différences significatives de diversité en fonction de la nature de la roche, alors que l'on pouvait s'attendre à observer un plus grand nombre d'espèces sur les sites calcaires du fait de leur plus grande diversité floristique (chaque espèce de papillon diurne est liée pour sa reproduction à une ou plusieurs plantes-hôtes),
- Les **amphibiens**, comme les odonates mais de façon plus nette, sont plus diversifiés sur les sites éruptifs, plus riches en milieux aquatiques que les sites calcaires,
- Les **reptiles** suivent un schéma proche de celui des orthoptères, avec une richesse légèrement plus marquée sur les sites calcaires du fait de la répartition méridionale de plusieurs espèces (Lézard ocellé, Lézard hispanique, Couleuvre girondine...),
- Les **oiseaux nicheurs**, enfin, sont plus diversifiés sur les roches calcaires (38 espèces inféodées à ce type de roche contre 17 inféodées aux roches éruptives), avec cependant une majorité d'espèces indifférentes (63). Il semble que, comme pour les orthoptères et les reptiles, la répartition méditerranéenne ou montagnarde de plusieurs sites calcaires influence les valeurs de diversité du fait de peuplements spécifiques (Hirondelle rousseline, Cochevis de Thékla, Monticole bleu, Monticole de roche, Traquet oreillard, Fauvette à lunette...). De plus, il convient de relativiser les valeurs de diversité au regard de la proportion d'espèces notées sur un seul site (27% des espèces nicheuses).

**Figure 118** Richesse spécifique moyenne par carrière de chaque groupe étudié en fonction de la nature de la roche (T = erreur standard).



**Figure 119** Richesse spécifique moyenne par carrière en espèces déterminantes de chaque groupe étudié en fonction de la nature de la roche (T = erreur standard).

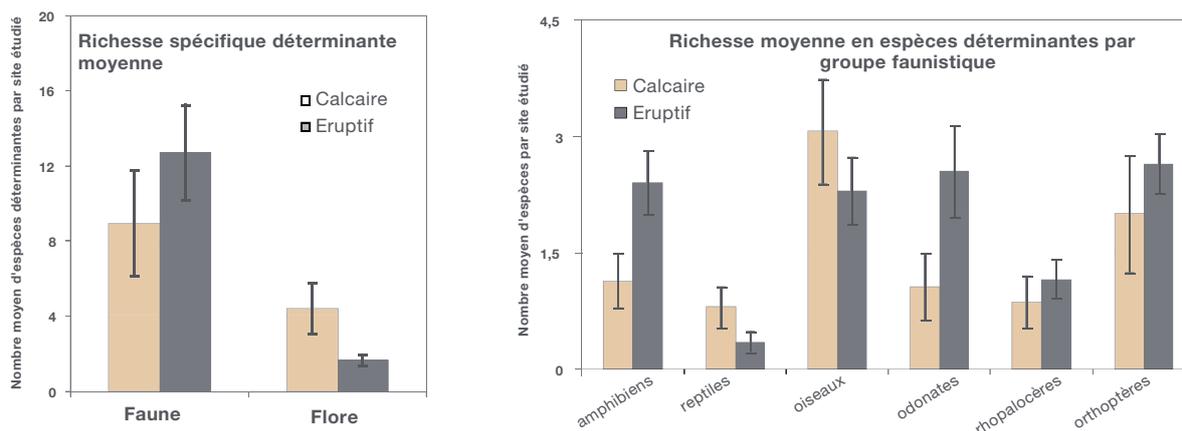
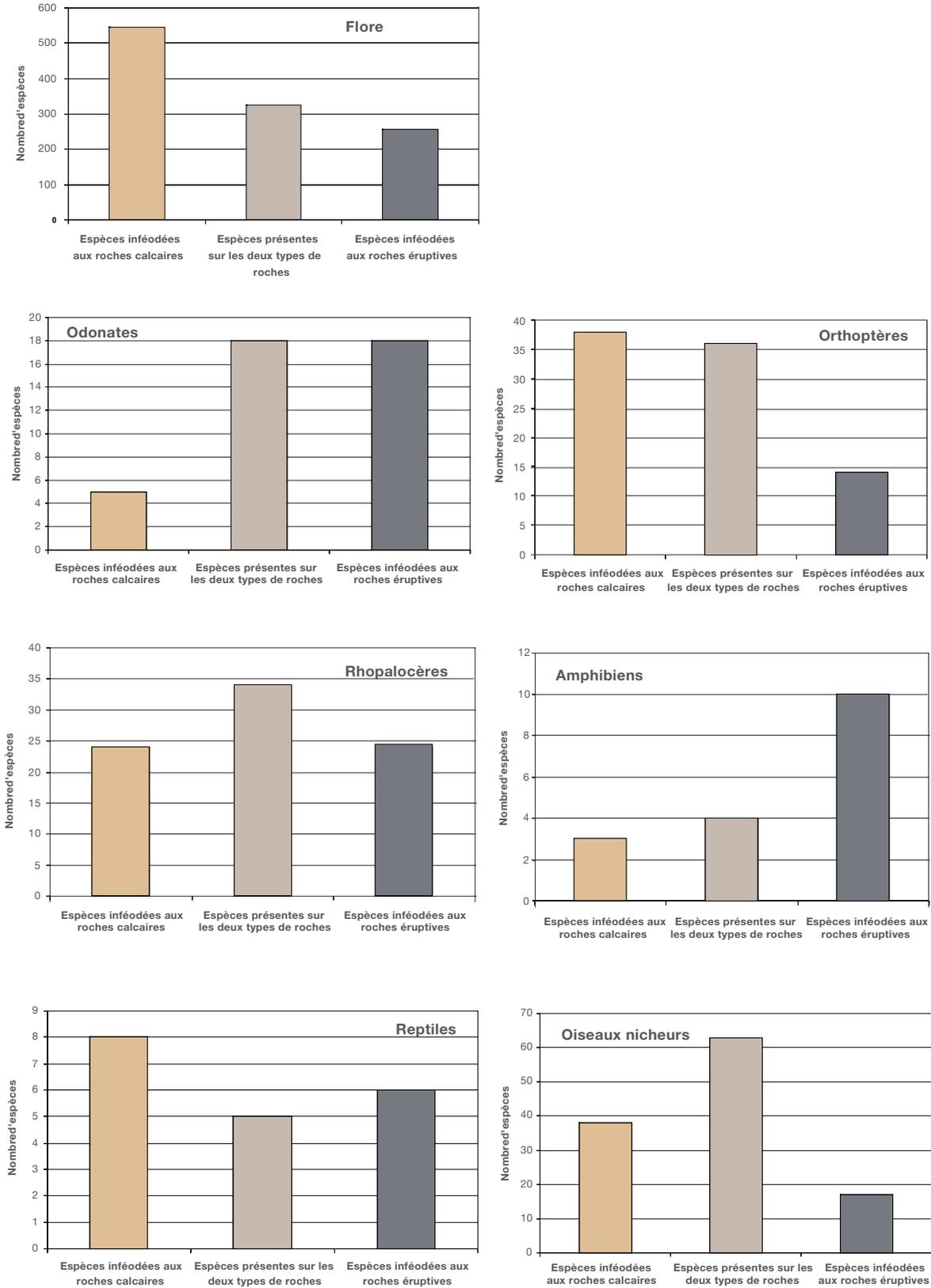


Figure 120

Répartition des espèces en fonction de la nature de la roche pour chaque groupe biologique étudié.

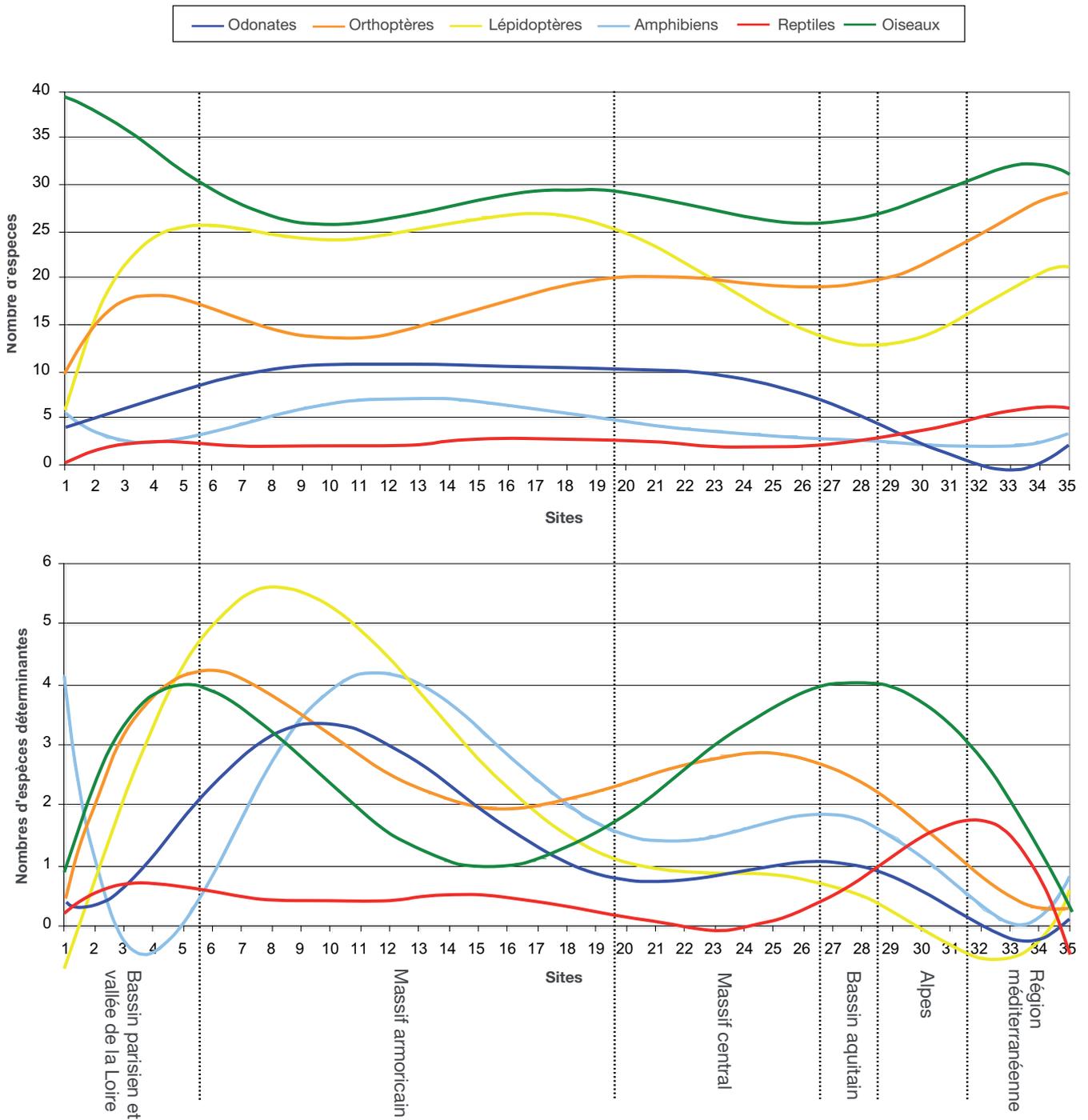


### 4.3 DIVERSITÉ SPÉCIFIQUE EN FONCTION DE LA SITUATION GÉOGRAPHIQUE DES SITES

La **Figure 121** représente, d'une part, l'évolution de la diversité spécifique de chaque groupe faunistique (graphique du haut) et, d'autre part, celle du nombre d'espèces déterminantes (graphique du bas), selon la situation géographique des sites. Globalement, ces derniers sont ordonnés selon un gradient nord-sud.

**Figure 121**

Répartition du nombre d'espèces animales (en haut) et du nombre d'espèces déterminantes animales (en bas) en fonction de la situation géographique des sites (courbes de tendances)



Plusieurs observations peuvent être faites :

- ▶ **L'avifaune** reste globalement indifférente à ces facteurs (latitude, nature de la roche...). Ce sont essentiellement les caractéristiques intrinsèques des sites (taille des sites, existence de biotopes favorables : fronts, pelouses...) qui permettent l'installation des peuplements. Tous les groupes biologiques sont bien évidemment sensibles à ces facteurs mais sont également soumis à d'autres contraintes.
- ▶ Plus les sites sont méridionaux, plus les groupes inféodés aux zones humides (**Odonates** et **Amphibiens**) voient leur diversité et leur nombre d'espèces déterminantes diminuer conjointement. Ceci s'explique à la fois par le caractère drainant des sites calcaires majoritaires dans ces régions et par l'augmentation de la xéricité.
- ▶ Le groupe des **orthoptères** permet deux observations :
  - **plus les sites sont méridionaux, plus les peuplements sont diversifiés** : ce groupe est relativement thermophile et la richesse spécifique augmente en progressant vers le sud, le pool d'espèces susceptibles de coloniser les carrières riches en biotopes secs est ainsi plus important que pour les sites plus septentrionaux ;
  - à l'inverse, le nombre d'espèces déterminantes par site est relativement élevé sur une grande partie du territoire (trois espèces en moyenne par site) mais **chute fortement en région méditerranéenne**. Les carrières situées dans la moitié Nord du pays permettent l'installation de peuplements spécifiques en limite d'aire de répartition, également présents sur les sites plus au sud mais où les espèces qui les composent sont plus communes.
- ▶ **Lépidoptères** et **reptiles** suivent des schémas partiellement similaires. Pour les premiers, la régression des espèces déterminantes est encore plus nette que chez les orthoptères. En revanche, pour les seconds, une légère augmentation des espèces sensibles sur les sites méridionaux est observée, en partie liée à la présence d'espèces méditerranéennes en régression (Lézard ocellé) ou en limite d'aire de répartition (Psammodrome des sables).

Rappelons pour conclure que **ces tendances sont générales. Chaque carrière reste un cas particulier** : il existe au sein de l'échantillon, par exemple, des sites calcaires méridionaux où sont présentes des populations stables et parfois à forte valeur patrimoniale d'odonates ou d'amphibiens sont observables.

En ce qui concerne **la flore**, il est apparu qu'aucune variation significative du nombre d'espèces par site n'était observable d'une région à l'autre (**Figure 13**). Les variations d'espèces déterminantes rappellent celles des orthoptères sur les carrières de roches calcaires, à caractère globalement thermophile : la sensibilité n'est notable qu'à l'extérieur de la région méditerranéenne (**Figure 18**).

# L'écosystème « carrière de roches massives »



- > Les secteurs d'exploitation de la carrière
- > Les échanges entre les secteurs d'exploitation

# L'ÉCOSYSTÈME « CARRIÈRE DE ROCHES MASSIVES »

Nous avons jusqu'ici étudié, groupe par groupe, les relations entre biocénoses et carrières. Ces groupes biologiques, plus ou moins strictement inféodés aux exploitations, interagissent entre eux. Les carrières, milieux artificiels, peuvent donc être appréhendées comme des **écosystèmes**.

Dans ce chapitre, nous abordons le fonctionnement écologique de la carrière, c'est-à-dire les relations existant **entre le milieu physique et les biocénoses**, d'une part, et **entre les biocénoses elles-mêmes**, au sein de la carrière et entre la carrière et sa périphérie, d'autre part. Les informations disponibles pour aborder ces processus sont très partielles. Seules des études approfondies, à caractère scientifique et fondées, par exemple, sur des méthodes sophistiquées de suivi spatio-temporel d'individus (marquage, capture, recapture), permettraient de comprendre dans sa globalité le fonctionnement écologique de cet écosystème complexe.

Nous traiterons cette question selon deux approches :

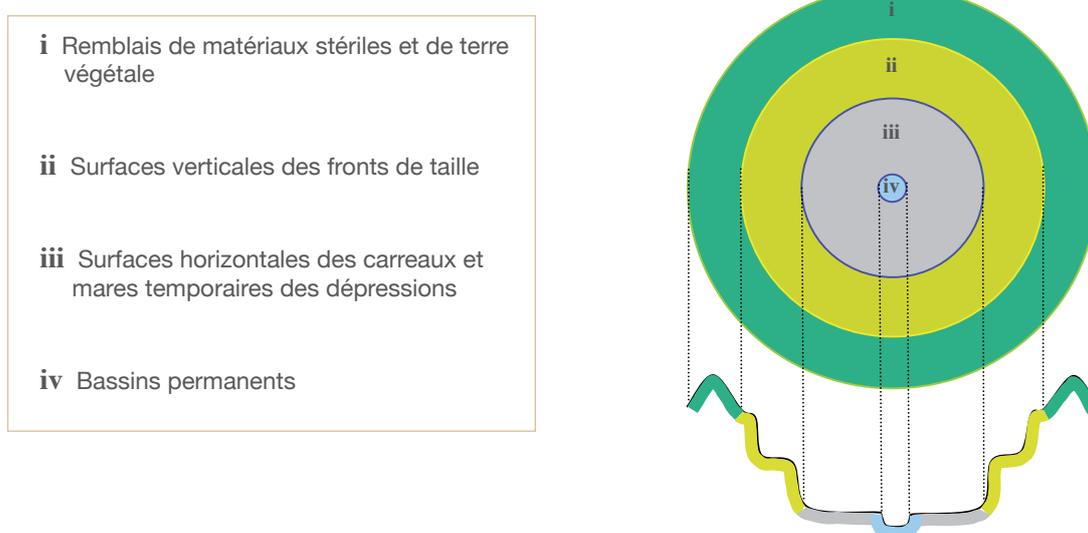
- ▶ en utilisant les données des inventaires, nous dresserons un bilan des biocénoses observées sur chaque secteur d'exploitation des carrières (fronts, carreaux...) ;
- ▶ pour comprendre les interactions entre les secteurs d'exploitation, nous illustrerons la variété des situations rencontrées par des exemples.

## 1 LES SECTEURS D'EXPLOITATION DE LA CARRIÈRE

Sont appelés « secteurs d'exploitation » les différentes zones d'activité de la carrière. Du fait du caractère spécifique de l'activité exercée, chaque secteur possède des caractéristiques physiques particulières et, par voie de conséquence, des biocénoses qui lui sont propres. La Figure 122 représente de façon schématique l'organisation des quatre principaux secteurs d'exploitation sur une carrière type : remblais, fronts, carreaux et bassins.

De façon plus détaillée, neuf secteurs sont distingués : remblais, fronts (dont éboulis et blocs), zone de circulation, carreau sec, carreau humide, zone décapée, bassins permanents, bassins de décantation et plan d'eau de fosse.

**Figure 122** Représentation schématique des principaux secteurs d'exploitation d'une carrière en activité



*N.B.* : Pour toute information complète sur les peuplements ou espèces évoqués dans cette partie, se reporter au chapitre II.

### 1.1 ANALYSE DES TRENTE-CINQ SITES

Nous avons vu dans le chapitre précédent que la répartition des sites au sein des différentes régions phytoécologiques a une influence parfois déterminante sur la composition des peuplements végétaux et animaux observés. Il a donc paru nécessaire d'aborder ce chapitre par une **évaluation globale de la diversité biologique de chaque secteur d'exploitation par région phytoécologique**.

Les inventaires de flore (et formations végétales), d'orthoptères, d'odonates et d'amphibiens<sup>51</sup> ont permis, pour rendre compte de l'intérêt biologique de chacun des secteurs, d'utiliser systématiquement trois critères :

- ▶ le **nombre moyen d'espèces déterminantes par station** (ou par relevé floristique synthétique par site), qui correspond au nombre total d'occurrences d'espèces déterminantes sur un type de secteur (exemple : les carreaux secs) divisé par le nombre de stations ou relevés inventoriés sur ce type de secteur ;
- ▶ le **nombre moyen d'espèces par station**, qui correspond au nombre total d'occurrence d'espèces sur un type de secteur divisé par le nombre de stations ou relevés inventoriés sur ce type de secteur ;
- ▶ le **nombre d'espèces** différentes contactées sur un type de secteur.

<sup>51</sup> Les données sur l'avifaune et les lépidoptères n'ont pas été systématiquement rattachées à un secteur précis de la carrière et ne sont donc pas exploitables selon cette approche.

Les données pour chaque secteur et par zone phytoécologique sont présentées en annexe IX. Afin de disposer d'un outil d'évaluation et de comparaison, nous avons choisi d'attribuer une note sur huit à chacun des secteurs selon le barème figuré dans le **Tableau 40** et en faisant le cumul des points obtenus. Les résultats de ce calcul sont représentés dans le **Tableau 41**.

Nombre moyen d'espèces déterminantes par station	Points attribués	Nombre moyen d'espèces par station (ou relevé)			
		Odonates + amphibiens	Points attribués	Orthoptères + flore	Points attribués
>4	4 points	>10	2 points	>40	2 points
>3	3 points	>5	1 point	>30	1 point
>2	2 points			>20	0,5 point
>1	1 point			>10	0,25 point

Les notes obtenues doivent être analysées avec précaution : certaines zones ont été inventoriées plus souvent et de façon plus exhaustive que d'autres et le nombre de sites inventoriés par région est très variable.

		Nombre de sites	Note globale	Secteur le mieux noté	2 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>	6 <sup>e</sup>	7 <sup>e</sup>	8 <sup>e</sup>	9 <sup>e</sup>
<b>Alpes</b>	<b>3</b>				16	6	4	1,5	1,25	1,25	1	0,5
<b>Bassin aquitain</b>	<b>2</b>	20	5	5	4,5	4	1	0,25				-
<b>Bassin parisien et vallée de la Loire</b>	<b>5</b>	20	7	3	2,5	2,5	2	1,5	1,25	1,25		-
<b>Massif armoricain</b>	<b>14</b>	24	4	3	3	3	3	3	2	2	1,25	1,25
<b>Massif central</b>	<b>7</b>	21	6	4	3,5	2,5	2	1	1	0,25	0,25	0,25
<b>Région méditerranéenne</b>	<b>4</b>	13	4	3	2	2	2	0,5	0,25	0		-
<b>NATIONAL</b>			4,25	3	2,83	2,75	2,42	2,25	2,17	1,83	1,38	

	Remblai		Zone décapée		Bassin de décantation		Front, éboulis et blocs
	Carreau sec		Carreau humide		Bassin permanente		Zone de circulation
	Plan d'eau de fosse						

Ces classements appellent plusieurs commentaires :

- **Note globale de chaque région** : les carrières des Alpes et de la zone méditerranéenne sont les moins bien notées. Dans ces régions à fort degré de « naturalité » et où les habitats rocheux occupent des surfaces importantes, l'originalité des habitats de carrières est moindre que dans les régions de plaines à dominante agricole.

- ▶ **Le carreau humide est le secteur le mieux noté**, quasiment dans toutes les régions (hormis dans les Alpes et le Bassin aquitain, probablement en raison d'un échantillon de sites trop réduit). Outre des peuplements d'amphibiens et d'odonates, il accueille fréquemment des communautés orthoptérique et floristique riches. Son intérêt est lié à divers facteurs : la présence fréquente de mares temporaires, l'accueil d'espèces en limite d'aire de répartition (notamment d'odonates) ou l'installation de communautés végétales peu communes (grèves oligotrophes, herbier à characées...).
- ▶ **Les bassins** (bassins permanents, bassins de décantation et plans d'eau de fosse) sont généralement bien notés. En raison également de leur intérêt pour les groupes qui souffrent de la régression des zones humides : amphibiens, odonates et flore (aquatique et amphibie). Les substrats essentiellement calcaires et drainants du sud de la France leur semblent souvent moins favorables.
- ▶ **Les remblais** sont classés globalement en troisième position. C'est un secteur d'exploitation très intéressant pour la flore mésophile et les orthoptères mais qui est pauvre en milieux aquatiques et amphibiens, donc en amphibiens et odonates.
- ▶ **Les autres secteurs** : l'interprétation est ici plus complexe. Ils sont globalement moins bien notés que les milieux précédents, avec des exceptions liées à des contextes locaux : zone décapée et remblai dans les Alpes, carreau sec dans le Bassin aquitain, front, éboulis et blocs en région méditerranéenne ou encore zone de circulation dans le Massif armoricain. Plus que les caractéristiques propres des milieux ou l'influence de la zone géographique, c'est ici l'échantillonnage qui est responsable de cette disparité. **Ces milieux peuvent présenter un excellent potentiel ou à l'inverse se révéler très banals.**

## 1.2 LES CARREAUX, BANQUETTES ET MARES TEMPORAIRES

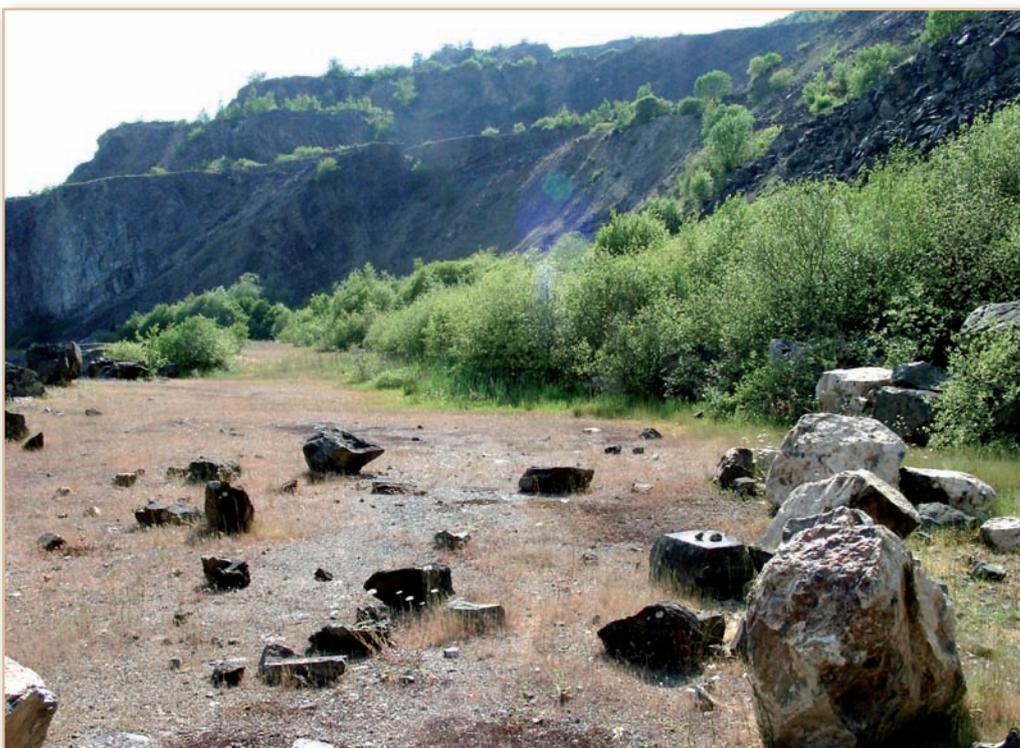
Le carreau est la partie horizontale de la carrière formée par l'avancée progressive des fronts et localisée en fond de fosse. Nous distinguons ici un **carreau sec** et un **carreau humide**, ce dernier étant caractérisé par la présence de dépressions de taille variable, formant des mares généralement temporaires.

**Figure 123** Carreau humide en fin d'été (Charente)



La distinction entre carreau sec et carreau humide doit cependant être faite avec précaution : selon les saisons, un même carreau peut accueillir des communautés faunistiques (notamment orthoptériques) propres à l'un ou l'autre type. Certains groupes biologiques peuvent s'adapter à ces variations saisonnières. Dans le cas illustré par la **Figure 123**, l'assèchement total du carreau s'est par exemple traduit par le recul ou la disparition des espèces d'orthoptères hygrophiles au profit des taxons xérophiles.

**Figure 124** Coexistence de carreaux sec et humide (Mayenne)



Toutefois, globalement, c'est le caractère drainant ou imperméable du substrat qui préside à la mise en place de l'un ou de l'autre type, en association avec la présence ou non de dépressions. Les carreaux humides sont donc plus rares sur roches calcaires, sauf lorsque des particules fines colmatent les dépressions. Sur de nombreuses carrières, la topographie induit la cohabitation de carreaux humides (zones basses) et secs (zones hautes). Ce cas est illustré sur la **Figure 124** où la dépression en pied de front a été colonisée par les saules sous lesquels perdure un chapelet de mares alors que la zone adjacente est typique des carreaux secs peu végétalisés.

**Tableau 42** Les biocénoses des carreaux secs et humides, espèces déterminantes et diversité spécifique moyenne par station

	Nombre moyen d'espèces déterminantes par station					Nombre moyen d'espèces par station				Nombre d'espèces (en % par rapport au nombre d'espèces de l'échantillon pour chaque groupe)				
	Flore	Orthoptères	Odonates	Amphibiens	Cumulé	Flore	Orthoptères	Odonates	Amphibiens	Formations végétales	Flore	Orthoptères	Odonates	Amphibiens
<b>Carreau humide</b>	0,4	1	0,5	1,1	3,1	18,2	8,2	7,1	2,2	58%	35%	58%	55%	94%
<b>Carreau sec</b>	0,5	0,4	-	-	0,8	27,8	8,7	-	-	38%	49%	75%	-	-
<b>Zone de circulation</b>	0,6	0,6	-	-	1,2	34,6	7,7	-	-	13%	14%	40%	-	-

Sur les **carreaux humides (Figure 126)**, la grande variabilité topographique crée une mosaïque de microhabitats aux gradients hydriques parfois très variés (des milieux les plus secs aux habitats franchement aquatiques). Ainsi, ce secteur d'exploitation est sans doute le plus intéressant d'un point de vue biologique car il permet l'installation, quel que soit le groupe concerné, de peuplements relativement diversifiés et souvent à forte valeur patrimoniale<sup>52</sup>. Il accueille en moyenne trois espèces déterminantes par station (**Tableau 42**). Il s'agit essentiellement d'amphibiens (Pélodyte ponctué, Crapaud calamite...) et d'orthoptères spécialisés dans l'utilisation des milieux oligotrophes et pionniers (Tétrix des vasières...).

Les **carreaux secs (Figure 127)** n'accueillent que 0,8 espèce déterminante par station (notamment des plantes et des orthoptères xérophiles), mais leur diversité spécifique est plus importante (28,7 espèces par station contre 18,2). Ils accueillent également une grande variété d'espèces (49% des 1092 espèces végétales de l'échantillon contre 35% pour les carreaux humides), notamment au sein de formations comme les pelouses ou les friches.

Plus finement :

- Huit **formations végétales** apparentées à des habitats d'intérêt communautaire sont identifiées sur **carreaux humides**, ce qui montre bien le caractère mosaïqué qui permet la coexistence d'espèces hygrophiles et xérophiles. Celles-ci sont liées notamment aux substrats oligotrophes (voire mésotrophes) acides ou alcalins<sup>53</sup>. Les groupements que l'on rencontre sur les **carreaux secs** sont adaptés à l'aridité du substrat et c'est également leur oligotrophie qui leur confère leur originalité. Ils sont surtout le support de friches et de pelouses d'une plus grande richesse floristique que les formations des secteurs humides. Deux formations d'intérêt communautaire y ont été contactées<sup>54</sup>.

<sup>52</sup> Avec le déclin et la dégradation des zones humides au niveau national, de nombreuses espèces qui leur sont inféodées sont en situation précaire.

<sup>53</sup> Habitats associés aux groupements d'herbiers aquatiques et à characées, grève oligotrophe, bas-marais alcalin, pelouse humide oligotrophe et pelouse marnicole mésohygrophile, gazon amphibie méditerranéen, cladiaie, prairie hygrophile oligotrophe et mésotrophe.

<sup>54</sup> Pelouse calcicole mésophile subatlantique et landes atlantiques à éricacées.

- 58% des espèces d'**orthoptères** ont été identifiés sur **carreau humide**. Les carreaux secs sont encore plus favorables à ce groupe (75% des espèces). Sur les deux types de carreaux sont observés deux communautés, l'une liée aux milieux oligotrophes à végétation clairsemée, l'autre aux milieux à végétation plus dense (Figure 125). Sur **carreaux secs**, la valeur patrimoniale de ces peuplements est généralement d'autant plus forte que les sites sont nordiques car ils permettent parfois à des espèces de s'étendre au delà des limites de leur aire de répartition.
- Concernant les **oiseaux**, même si le **carreau humide** participe généreusement à la richesse avifaunistique des sites étudiés, les espèces recensées sont rarement strictement dépendantes de l'humidité : les milieux boisés, semi-ouverts et minéraux sont les plus riches. Les espèces de milieux aquatiques et humides sont peu représentées car les milieux propres à leur reproduction (roselières...) sont de surface limitée. On observe par contre des espèces liées aux carreaux peu végétalisés : Perdrix rouge, Tarier pâtre, Petit Gravelot. Les espèces nicheuses sur **carreau sec** sont assez peu nombreuses mais peuvent avoir une valeur patrimoniale remarquable (Alouette lulu, Pie grièche écorcheur, Fauvettes mélanocéphale et à lunette...). Dans les deux cas, la richesse en insectes (et en graines sur les carreaux secs) de ces secteurs fait des carreaux une zone d'alimentation privilégiée pour l'avifaune en période de reproduction.
- Deux groupes ne sont présents que sur les **carreaux humides** :
  - ▶ les **odonates** qui sont logiquement bien représentés sur carreau humide (plus de 55% des espèces recensées). Les milieux les plus favorables sont les dépressions humides de faible profondeur, plus ou moins temporaires, avec une végétation bien développée. Les populations d'odonates sont limitées sur les milieux trop fermés ou bien sur les substrats rocheux dépourvus de sédiments ;
  - ▶ les **amphibiens** (15 sur 16 espèces) qui colonisent à la fois des milieux aquatiques permanents peu perturbés et des mares temporaires. Un cortège d'espèces des eaux plutôt temporaires et peu profondes est fréquemment présent (Crapaud calamite, Pélodyte ponctué...). Toutefois, de nombreuses reproductions échouent puisque ces biotopes subissent des assèchements fréquents.
- Enfin, les friches et les zones de végétation herbacée bien exposées sont également favorables aux lépidoptères (notamment grâce à une ressource en nectare importante) et aux reptiles.

**Figure 125** Deux carreaux humides favorables à des peuplements orthoptériques différents (pionnier à gauche, plus ancien à droite)



Figure 126 Exemples de carreaux humides



Dépression humide d'un carreau abritant une végétation aquatique et amphibie (Sarthe).



Petite mare temporaire sur un carreau en cours de végétalisation (Bretagne).



Milieu temporaire (Mayenne).

Pour les odonates, comme pour les amphibiens, les milieux temporaires et pionniers permettent l'accueil de cortèges d'espèces spécialisées. Cependant, la plupart des amphibiens ont un pouvoir colonisateur supérieur à celui des odonates (cycle de reproduction plus court, plus précoce...) et l'on observe plusieurs milieux qui accueillent une batrachofaune pionnière (ici des têtards de Crapaud calamite) mais où les odonates sont complètement absents, faute de végétation.

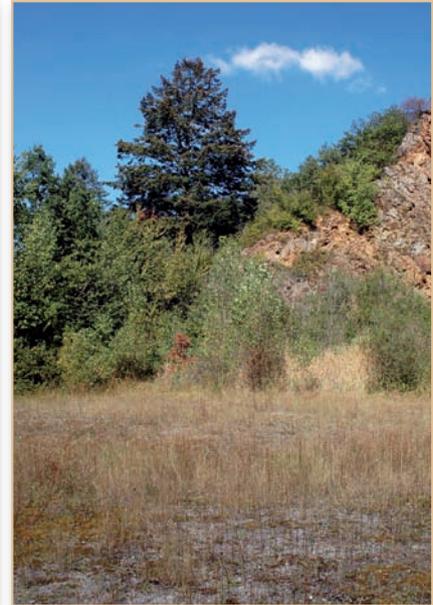


Carreau humide ancien sur un site du nord de la France. Les carreaux humides abritent une végétation basse et/ou rase, parfois écorchée, mais également bien développée et boisée lorsque le site est inexploité ou en sommeil et que les conditions édaphiques permettent l'installation d'espèces ligneuses.



Mare temporaire méditerranéenne sur une carrière de roche éruptive du Var.

Figure 127 Exemples de carreaux secs



Deux exemples de carreaux secs favorables aux peuplements xérophiles d'orthoptères



Carreau sec en contact avec un bassin permanent (calcaire tendre)



Carreau sec du Bassin aquitain

Enfin, les **zones de circulation** correspondent aux zones de passages répétés des engins (Figure 128). Elles sont proches dans leurs caractéristiques des carreaux mais le substrat y est généralement plus tassé. En conséquence, la végétation s'y installe plus lentement et la ressource trophique est plus faible. Elles permettent souvent le maintien, même sur des carrières inexploitées de longue date, de secteurs de pelouses rases oligotrophes favorables à l'installation des communautés floristiques et orthoptériques remarquables, proches de celles rencontrées sur les carreaux secs.

**Figure 128** Secteur tassé d'une ancienne piste à végétation clairsemée (Calvados)



#### FACTEURS FAVORABLES ET LIMITANTS

##### ► Facteurs favorables

- **milieu ouvert**, parfois sur de grandes surfaces, plus riche que les milieux fermés,
- **milieu oligotrophe** (pauvre en éléments nutritifs), désormais rare au sein des plaines agricoles, favorable à des groupements végétaux d'intérêt communautaire et à des peuplements faunistiques originaux,
- **grande variabilité du gradient hydrique**, liée aux variations microtopographiques du carreau et source de diversité des peuplements animaux et végétaux,
- **milieu exempt de pollutions agricoles** : aucun traitement phytosanitaire, aucun amendement minéral ou organique.

##### ► Facteurs limitants

- **uniformité des habitats**, liée à de faibles variations du substrat (profondeur des dépressions, granulométrie),
- **milieux humides temporaires trop rapidement à sec**, liés à des profondeurs insuffisantes ou à des substrats trop perméables,
- **fermeture des milieux**, liée à la dynamique naturelle de la végétation mais accéléré par différents facteurs (régalage de terre végétale...).

### 1.3 LES BASSINS PERMANENTS

Ce secteur d'exploitation regroupe :

- ▶ les **bassins strictement permanents**, dans lesquels sont inclus les bassins de fond de fosse constitués d'une petite fosse destinée à recueillir les eaux météoriques et souterraines de la carrière. Ils sont vidés de façon continue ou irrégulière par pompage et peuvent servir de réserve d'eau claire pour le lavage des matériaux. Leur profondeur est variable mais généralement de l'ordre de quelques mètres au maximum ;
- ▶ les **bassins de décantation** qui permettent le traitement des eaux par simple gravitation pour réduire leur taux de matières en suspension. Ils servent soit au traitement des eaux de lavage des matériaux en circuit fermé (eau de process), soit au traitement des eaux d'exhaure avant rejet dans le milieu naturel. Leur profondeur n'excède pas deux à trois mètres en général. Ces bassins sont installés en « série ». Les premiers sont régulièrement curés ;
- ▶ les **plans d'eau de fosse** correspondent aux grandes excavations totalement ou partiellement ennoyées. La profondeur de ces plans d'eau est souvent importante (plusieurs dizaines de mètres).

**Tableau 43** Les biocénoses des bassins permanents, espèces déterminantes et diversité spécifique moyenne par station

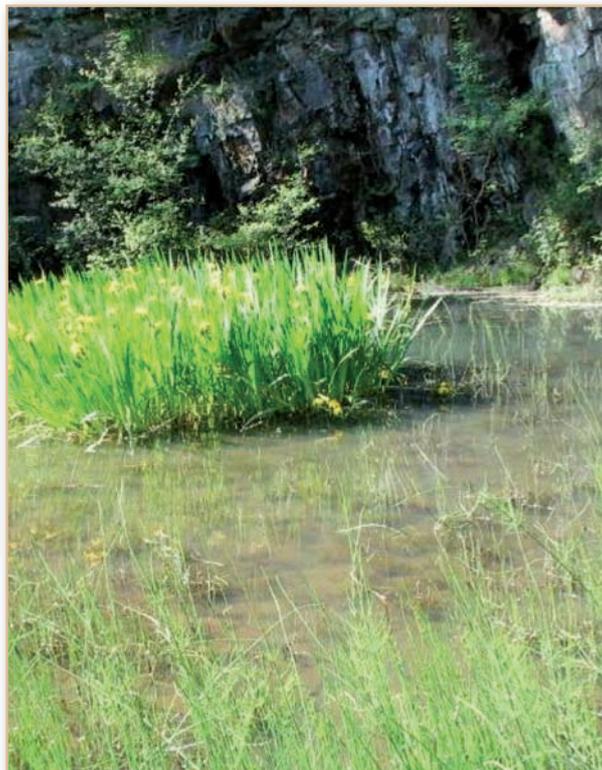
	Nombre moyen d'espèces déterminantes par station					Nombre moyen d'espèces par station				Nombre d'espèces ou de formations (en % par rapport au nombre d'espèces ou de formations de l'échantillon pour chaque groupe)				
	Flore	Orthoptères	Odonates	Amphibiens	Cumulé	Flore	Orthoptères	Odonates	Amphibiens	Formations végétales	Flore	Orthoptères	Odonates	Amphibiens
<b>Bassins permanents</b>	0,2	-	1,4	1,2	3,2	10,9	-	7,1	2,8	28%	12%	-	78%	100%
<b>Bassins de décantation</b>	0,4	-	0,6	1	2	17,2	-	5,2	2,2	30%	17%	-	58%	63%
<b>Plans d'eau de fosse</b>	0,3	-	0,5	2	2,8	5,3	-	6,9	3,8	5%	1%	-	55%	56%

Les **bassins strictement permanents** présentent un intérêt indéniable pour l'ensemble des groupes dont le cycle biologique présente une phase de reproduction aquatique. Ainsi, tous les **amphibiens** et plus des trois-quart des espèces d'**odonates** contactées lors de l'étude ont été observés sur ces secteurs. Du fait de leurs caractéristiques très variables, on y observe aussi bien des communautés semblables à celles des mares temporaires sur carreau humide (représentées par des espèces comme l'Agrion nain ou le Pélodyte ponctué) que des espèces inféodées à des milieux plus profonds et mieux végétalisés. La bonne qualité globale des eaux et leur permanence permet ainsi l'installation de peuplements odonatologiques et batrachologiques **stables**.

D'une façon générale, les milieux de profondeur faible à moyenne, en permettant l'installation d'une végétation aquatique et/ou amphibie, sont les milieux les plus favorables. On y observe trois habitats d'intérêt communautaire (herbiers aquatiques, de characées et grève oligotrophe) et quatre espèces déterminantes : Potamot de Berchtold, Potamot nageant, Potamot fluet et Renoncule à feuilles capillaires.

Les **plans d'eau de fosse**, généralement de grande profondeur, sont globalement très pauvres d'un point de vue floristique. Ils peuvent toutefois se révéler intéressants au niveau des banquettes subaffleurantes et pistes d'accès où la profondeur moindre permet l'installation d'une végétation favorable aux populations d'odonates et d'amphibiens.

Figure 129 Exemples de bassins permanents



■ Deux bassins permanents biologiquement riches (ci-dessus et à droite)



■ Plans d'eau de fosse biologiquement riche (à gauche) et pauvre (en dessous à droite)



- (1) Premier bassin d'eaux de process très chargé en MES et régulièrement curé (cf. dépôts à gauche)
- (2) Bassin d'eau de process intermédiaire, assez chargé en MES, curé de façon occasionnelle
- (3) Bassin d'eau d'exhaure riche en dépôts organiques, rarement curé

**Les bassins de décantation** sont, à l'inverse, très hétérogènes. Les bassins d'eau de process sont souvent très chargés en MES, régulièrement curés et ont généralement des berges abruptes. Même s'il a été possible d'y observer des populations d'amphibiens (Alyte accoucheur notamment) et plus occasionnellement d'odonates, ce sont les bassins d'eau d'exhaure ou les derniers d'une série pour les eaux de process (donc beaucoup moins chargés et rarement curés) qui sont les plus intéressants pour tous les groupes aquatiques.

Les « oiseaux d'eau » des carrières étudiées ne sont représentés que par quelques espèces plutôt ubiquistes (Canard colvert, Foulque macroule, Gallinule poule-d'eau, Grèbe castagneux), hormis le Petit Gravelot qui colonise les abords dénudés des bassins.

### FACTEURS FAVORABLES ET LIMITANTS

#### ► Facteurs favorables

- milieux oligotrophes à mésotrophes (pauvres à assez pauvres en éléments minéraux dissous),
- faible profondeur, favorable à la végétation aquatique, voire amphibie (bassin de décantation en cours d'atterrissement, banquettes subaffleurantes d'un plan d'eau de fosse),
- eaux de bonne qualité (absence de pollutions agricoles ou urbaines).

#### ► Facteurs limitants

- berges souvent abruptes, peu favorables à la végétation amphibie et rendant l'accès des bassins difficile pour les animaux (amphibiens notamment),
- grande profondeur des plans d'eau de fosse,
- perturbations parfois importantes dans les bassins de décantation, entraînant une mortalité des larves et des adultes (eaux chargées en MES, curage des bassins, fluctuation quotidienne des niveaux d'eau..).

## 1.4 LES ÉBOULIS, BLOCS ET FRONTS DE TAILLE

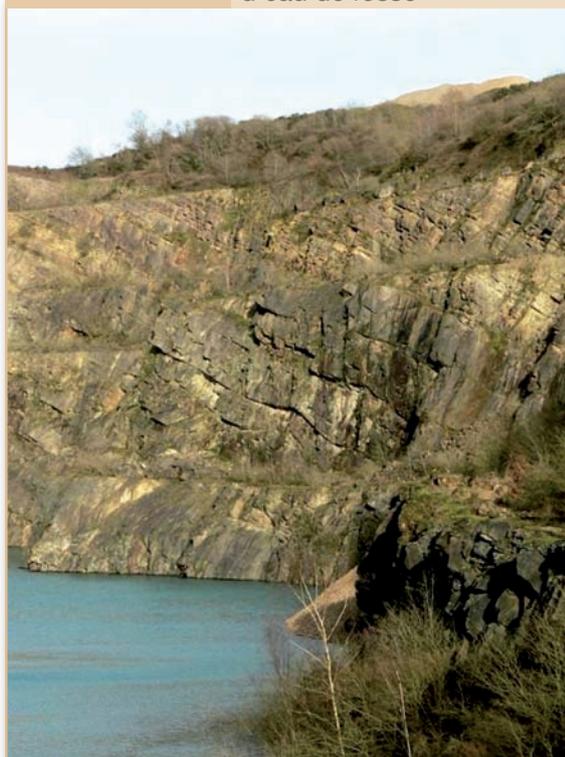
Les **fronts de taille** sont les parois rocheuses subverticales ou en pente forte, obtenues le plus souvent par abattage de la roche à l'explosif. Ils sont généralement constitués d'une succession de gradins associant le front lui-même (d'une hauteur de 15 mètres le plus souvent) et une banquette d'environ 5 mètres de large en fin d'exploitation. La hauteur des fronts est variable d'un site à l'autre : de moins de 10 mètres à plus de 80 mètres dans l'échantillon.

	Nombre moyen d'espèces déterminantes par station					Nombre moyen d'espèces par station				Nombre d'espèces (en % par rapport au nombre d'espèces de l'échantillon pour chaque groupe)				
	Flore	Orthoptères	Odonates	Amphibiens	Cumulé	Flore	Orthoptères	Odonates	Amphibiens	Formations végétales	Flore	Orthoptères	Odonates	Amphibiens
<b>Éboulis et blocs</b>	0,3	-	-	-	0,3	19,3	12,8	-	-	28%	31%	31%	-	-
<b>Front</b>	0,7	-	-	-	0,7	13,3	-	-	-					

L'intérêt majeur de ce type de secteur d'exploitation réside dans son potentiel d'accueil pour les **oiseaux strictement ou partiellement inféodés aux parois rocheuses** pour leur reproduction (espèces rupestres comme le Faucon pèlerin, le Hibou grand-duc, le Grand Corbeau, le Rougequeue noir...), surtout en région de plaine où les falaises sont rares. Mais ce secteur d'exploitation accueille aussi des espèces plus ubiquistes, liées par exemple aux fourrés qui se développent sur les éboulis anciens.

**Figure 130**

Front surplombant un plan d'eau de fosse



L'activité des carrières ne semble pas être un facteur limitant à l'installation des oiseaux rupestres. Dans le cas du Grand Corbeau, c'est même sur les carrières actives qu'il semble le plus favorisé, peut-être parce qu'elles mettent à sa disposition des fronts de taille plus jeunes que sur les carrières en sommeil ou inexploitées, présentant davantage d'anfractuosités, de zones de surplomb et de corniches susceptibles d'accueillir son nid. Ces anfractuosités peuvent occasionnellement servir d'abris aux amphibiens et reptiles (**Figure 131**).

Globalement, c'est plutôt l'uniformité des fronts ou leur hauteur trop faible qui réduisent le potentiel de ce secteur pour l'avifaune.

Les **dépôts et matériaux de découvertes sableux** sont associés à ce secteur d'exploitation. Ils sont peu fréquents en carrière de roche massive, mais peuvent être favorables à l'Hirondelle de rivage, au Guêpier d'Europe... qui creusent leur terrier sur les « fronts » formés par les engins. Le maintien des populations d'Hirondelle de rivage nécessite un rajeunissement périodique des dépôts.

Concernant les autres groupes biologiques, les fronts ont été peu prospectés du fait de leur inaccessibilité. Une végétation rupicole (habitat intérêt communautaire) a toutefois pu être observée.

**Figure 131** Banquettes colonisées par la végétation arbustive (Bretagne)



Les **banquettes**, d'une largeur de quelques mètres en fin d'exploitation, peuvent être colonisées par une végétation pionnière puis par une faune associée, adaptée aux habitats nouvellement créés. En effet, avec le temps, de nombreux facteurs induisent l'érosion de la roche. Celle-ci se détache de la paroi sous forme de blocs et matériaux que l'on retrouve dans les **zones d'éboulis**. Ces derniers, associés à de la terre végétale issus des horizons superficiels, favorisent l'évolution de la végétation vers une friche ligneuse pionnière ou un fourré. Les oiseaux rupestres tendent alors à abandonner les fronts au profit d'espèces plus banales de passereaux.

**Figure 132** Exemples d'éboulis en pieds de fronts



Juvenile d'amphibien au sein d'un éboulis



Les **zones d'éboulis** se forment en  **pied de front**, au niveau du carreau et des banquettes. Ils accueillent diverses espèces recherchant ce type de milieu pour s'abriter, notamment des vertébrés à sang froid qui y trouvent des conditions de chaleur et d'humidité favorables. Le Pélodyte ponctué, par exemple, est adapté à des milieux diversifiés et passe la majeure partie de son temps enfoui dans des terrains sableux, terreux ou rocailleux. De même, l'Alyte accoucheur est un bon grimpeur qui aime les terrains meubles pour s'enfouir et « incuber » ses œufs. Dans les carrières méridionales, le Lézard ocellé y a plusieurs fois été observé.

Les **éboulis** constituent également des zones de refuge, de reproduction et d'alimentation appréciées d'une quinzaine d'espèces d'oiseaux (favorables, quand ils sont bien exposés au sud, aux espèces thermophiles comme la Perdrix rouge).

### Facteurs favorables et limitants

#### ► Facteurs favorables

- **fronts de taille subverticaux** : falaise de substitution pour l'avifaune rupestre en région de plaine,
- **existence de reliefs** d'anfractuosité, de surplombs, etc.,
- **grande variabilité des conditions climatiques** en fonction de l'exposition, favorable à certaines espèces thermophiles (reptiles) ou sciaphiles (milieux ombragés recherchés par certaines fougères).

#### ► Facteurs limitants

- **fronts trop réguliers**, sans zones de surplomb pour la nidification des oiseaux rupestres,
- **fronts trop jeunes** pour la mise en place d'écosystèmes rupicoles,
- **réaménagements** : pose de grillage, talutage des fronts, abattage...

## 1.5 LES REMBLAIS

Les secteurs de remblais regroupent les **dépôts de matériaux stériles** (roche altérée en surface ou au sein du gisement et correspondant à la partie non commercialisable du gisement) et ceux de **terre végétale** issue des opérations de décapage. Les premiers sont généralement localisés en périphérie de la fosse, parfois sur les fronts en position ultime. La terre végétale est souvent stockée sur le site sous forme de merlons périphériques et peut être régalée sur des surfaces planes ou déversée sur des fronts lors d'opérations de remise en état. Les talus de bords de pistes ont également été intégrés dans cette catégorie.

Tableau 45 Les biocénoses des remblais et stocks, espèces déterminantes et diversité spécifique moyenne par station														
	Nombre moyen d'espèces déterminantes par station					Nombre moyen d'espèces par station				Nombre d'espèces (en % par rapport au nombre d'espèces de l'échantillon pour chaque groupe)				
	Flore	Orthoptères	Odonates	Amphibiens	Cumulé	Flore	Orthoptères	Odonates	Amphibiens	Formations végétales	Flore	Orthoptères	Odonates	Amphibiens
Remblais et stocks	0,2	0,7	-	-	0,9	25,8	9	-	-	60%	70%	83%	-	-

Ces secteurs d'exploitation sont ceux qui accueillent la plus grande diversité de formations végétales (60%), d'espèces **végétales** (70% des espèces), d'**orthoptères** (83% des espèces) et ils sont globalement très favorables à l'**avifaune nicheuse**. Notons entre autre la présence d'espèces cherchant de vastes zones de végétation rase pour se reproduire, comme l'Édicnème criard.

Sur les remblais régalés de **terre végétale**, la végétalisation rapide du substrat conduit souvent à la fermeture du milieu par la formation de fourrés (et notamment de ronciers).

Sur les substrats minéraux se développent des groupements plus ouverts de type pelouse sèche silicicole et mésophile, auxquels sont associées des espèces à forte valeur patrimoniale.

La valeur patrimoniale des remblais est cependant assez faible du fait de leur potentiel d'accueil limité pour les milieux aquatique et hygrophile. Trois habitats d'intérêt communautaire sont toutefois présents sur ce secteur : pelouse calcicole mésophile, lande atlantique à éricacées et herbier aquatique.

**Figure 133** Végétation de friche herbacée sur talus de piste (à gauche) et zone remblayée (à droite)



**Figure 134** Quelques exemple de remblais à végétations ouvertes et semi-ouvertes



Les remblais, souvent d'une grande superficie, participent pour une grande part à la diversité des orthoptères rencontrés car leur couverture végétale est généralement bien développée, ensoleillée, chaude et sèche, surtout au niveau des talus exposés au sud. Ils sont également favorables à de nombreuses espèces de lépidoptères. Toutefois la valeur patrimoniale de ces peuplements est très variable.

#### **Facteurs favorables et limitants**

##### **► Facteurs favorables**

- milieux herbacés prairiaux **exempts d'amendements agricoles et de traitements phytosanitaires,**
- **talus favorables aux espèces thermophiles** en exposition sud, rares en région de plaine : reptiles, orthoptères, oiseaux...
- **grande superficie de milieux ouverts d'un seul tenant,** attractive pour les oiseaux de plaine,
- **diversité des habitats naturels,** souvent agencés en mosaïque (pelouse, prairie, fourré, boisement).

##### **► Facteurs limitants**

- **fermeture rapide du milieu** par manque d'entretien, surtout sur terre végétale.

## 1.6 LES ZONES DÉCAPÉES

La phase de décapage consiste à retirer le sol organique qui recouvre le gisement pour permettre l'exploitation de ce dernier.

	Nombre moyen d'espèces déterminantes par station					Nombre moyen d'espèces par station				Nombre d'espèces (en % par rapport au nombre d'espèces de l'échantillon pour chaque groupe)				
	Flore	Orthoptères	Odonates	Amphibiens	Cumulé	Flore	Orthoptères	Odonates	Amphibiens	Formations végétales	Flore	Orthoptères	Odonates	Amphibiens
Zone décapée	0,5	0,7	-	-	1,2	30,9	6,4	-	-	28%	31%	31%	-	-

Ce secteur est caractérisé par un substrat essentiellement minéral mais constitué de roche souvent altérée, plus ou moins remaniée par les opérations de décapage et sur laquelle subsiste un reste d'horizon organique

Figure 135 Zone décapée



Du fait de la présence de terre végétale et du caractère plus ou moins meuble de la roche, ces zones se revégétalisent rapidement, souvent par des formations de friches herbacées (Figure 133) puis de fourrés.

La fermeture rapide de ces milieux entraîne une réduction de leur intérêt biologique pour la flore ou les orthoptères (près d'un tiers des espèces végétales et d'orthoptères ont été contactées sur ce secteur pourtant peu représenté dans l'échantillon).

Le caractère atypique de ce secteur a parfois été mis en évidence. Il a ainsi été observé :

- ▶ une zone décapée et de prélèvement d'argile (Figure 136), photographie de gauche) qui a permis la mise en place d'un écosystème hygrophile remarquable (grève oligotrophe, communautés d'amphibiens, d'odonates...);
- ▶ une zone décapée entre la carrière et un massif boisé périphérique (Figure 136), qui correspond à un **écotone** où des espèces à forte valeur patrimoniale de lisière thermophile ont été contactées (*Carex montana*, *Hypericum montanum*, *Fragaria viridis*...).

Notons que la durée de vie de ces milieux est souvent très courte puisqu'ils disparaissent avec l'exploitation du gisement. Ils peuvent ainsi avoir un effet puits en permettant l'accueil de populations qui sont ensuite détruites avant d'avoir pu accomplir un cycle complet de reproduction (orthoptères notamment). Toutefois, ces secteurs décapés peuvent parfois perdurer au niveau de la bande périphérique non exploitée<sup>55</sup>.

<sup>55</sup> Bande de dix mètres de large non exploitée autour des carrières par contrainte réglementaire

**Figure 136** Exemple de deux zones décapées atypiques, à caractères hygrophile (à gauche) et thermophile



#### FACTEURS FAVORABLES ET LIMITANTS

##### ► Facteurs favorables

- **banque de graines** qui peut s'exprimer sur un secteur rajeuni,
- création de **milieux ouverts et oligotrophes exempts de pollutions agricoles,**
- **effet de lisière.**

##### ► Facteurs limitants

- **fermeture des milieux,** liée à la dynamique naturelle de la végétation mais accélérée par la terre végétale qui reste après le décapage et le caractère assez meuble du substrat,
- **effet puits.**

## 2 LES ÉCHANGES ENTRE LES SECTEURS D'EXPLOITATION

### 2.1 LES DIFFÉRENTS TYPES D'ÉCHANGES

Une carrière constitue souvent une entité écologique particulière au sein des écosystèmes agricole ou forestier auxquels elle appartient. Les animaux qui la fréquentent entretiennent différents types d'échanges au sein de la carrière ou avec les écosystèmes périphériques.

- ▶ Pour un certain nombre d'espèces, la carrière ne constitue pas un élément essentiel de leur cycle biologique. Elle représente un élément accessoire au sein du territoire de l'animal, qui l'utilise de façon régulière ou non pour s'alimenter, s'abriter ou divers autres usages (ascendants thermiques, matériaux de construction pour le nid, etc.).
- ▶ Un animal peut être strictement dépendant d'une carrière pour deux raisons : soit pour s'y reproduire, soit pour y accomplir la totalité de son cycle biologique.

Parmi les groupes biologiques étudiés, ce sont surtout les **oiseaux** qui correspondent le mieux au premier cas : ils colonisent la carrière durant la période de reproduction (accouplement, nidification, élevage des jeunes), puis s'en éloignent plus ou moins durant la période d'hivernage. Il peut s'agir d'espèces plutôt ubiquistes qui vont occuper en carrière des habitats similaires à ceux présents en périphérie : fourrés, milieux arbustifs ou arborés, mares... Pour quelques espèces liées aux milieux minéraux (avifaune rupestre ou des grèves), la carrière constitue une zone préférentielle, voire indispensable, pour leur reproduction. C'est le cas du Grand Corbeau ou du Petit Gravelot. Quelques espèces de **mammifères** comme le Renard roux trouvent sur certains sites des conditions favorables pour creuser leur terrier (remblais meubles). La présence de proies, et notamment de lapins de garenne (également liés aux remblais meubles), constitue un autre facteur favorable pour leur reproduction.

Pour qu'un animal accomplisse la totalité de son cycle biologique sur une carrière, il faut qu'il puisse y trouver les conditions favorables à l'ensemble des phases de son développement et que son domaine vital soit de superficie relativement réduite (de l'ordre de quelques m<sup>2</sup> à une surface de 5 ha). Il s'agit donc essentiellement d'espèces de taille réduite. Les espèces ou groupes biologiques suivants sont concernés par ce type d'échange :

- la majorité des **orthoptères** et une grande partie des **lépidoptères** qui se reproduisent sur les sites. Leur domaine vital est souvent réduit aux milieux sur lesquels ils ont été repérés. Le cas des **odonates** est différent, le territoire de chasse des adultes dépasse souvent l'emprise de la carrière ;
- une grande partie des **amphibiens** et des **reptiles**. Les domaines vitaux des espèces de ce groupe sont plus complexes, les zones de reproduction et d'hibernation étant souvent distinctes. Les milieux de nourrissage peuvent également différer des milieux de reproduction, les distances entre ces différentes zones variant de quelques dizaines à quelques centaines de mètres. Les **fronts de taille** gênent probablement ces déplacements migratoires mais il apparaît que les plans d'eau de fosse sont colonisés par la majorité des espèces d'amphibiens, même lorsque l'accès se limite à une seule piste. Les déplacements d'individus sur un même site peuvent donc être conséquents. Les **zones de circulation** des engins, et notamment les pistes, représentent un autre type d'obstacle. Chez les amphibiens, les déplacements sont souvent nocturnes, ce qui limite les rencontres malheureuses. Les reptiles semblent être plus sensibles à cette contrainte.
- les **mammifères** de petite taille : divers micro-mammifères de type Campagnol et Musaraigne, le Lapin de garenne qui peut être abondant lorsqu'il peut creuser ses terriers.

Figure 137 Le crapaud accoucheur



Le **Crapaud accoucheur** est un hôte fréquent des carrières de roches massives. Le site de reproduction est le plus souvent un plan d'eau permanent bordé par des éboulis ensoleillés dans lesquels s'abritent les mâles durant la journée. Un milieu chaud et humide est en effet nécessaire pour mener à bien l'incubation des œufs. Ceux-ci sont humectés de temps à autre dans le point d'eau proche et éclosent à l'occasion d'une de ces baignades. Les bassins de fosse sont de ce fait des milieux souvent utilisés pour la reproduction. Quand l'hiver approche, les individus vont s'enfouir dans des milieux pierreux comparables à ceux utilisés pour la reproduction et souvent situés à faible distance (de l'ordre d'une centaine de mètres). Un site de quelques hectares peut donc abriter une population totalement sédentaire de plusieurs dizaines d'individus.

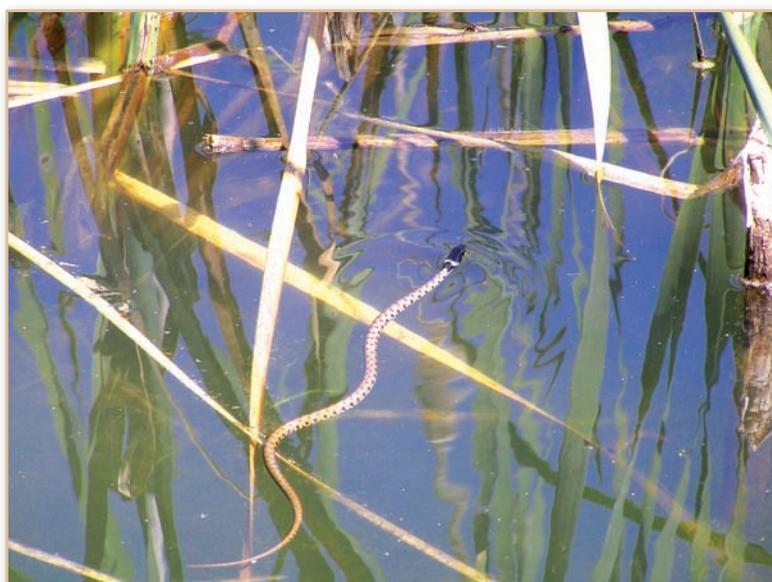
Le Crapaud commun, le Crapaud calamite, le Pélodyte ponctué, la Rainette verte, la Grenouille verte, les Tritons crêté, palmé, marbré constituent également des populations sédentaires sur les carrières. Ce sont surtout les juvéniles qui se déplacent vers la périphérie à la recherche de nouveaux sites de reproduction.

Quelques espèces plutôt forestières sont moins susceptibles de réaliser la totalité de leur cycle biologique en carrière, même si elles s'y reproduisent : Grenouille rousse, Grenouille agile, Salamandre tachetée et Triton alpestre. Il est probable qu'elles accomplissent des migrations annuelles entre les milieux d'hivernation situés en périphérie de la carrière et les milieux de reproduction de cette dernière, puis entre ces derniers et les milieux d'estivage.

Pour la majorité des espèces de **reptiles** observées, les carrières sont susceptibles de regrouper les zones d'hivernage et les zones d'estivage (de reproduction) ;

Figure 138 La Couleuvre à collier

La **Couleuvre à collier** est également souvent observée en carrière, surtout dans les bassins où elle trouve parfois une abondante nourriture (larves d'amphibiens). Pour l'incubation de ses œufs, elle recherche des talus meubles bien ensoleillés. Elle peut donc occuper les mêmes milieux que le crapaud accoucheur pour accomplir son cycle biologique, mais pour un usage totalement différent (on pourrait dire « opposé »)



## 2.2 INFLUENCE DE L'ENVIRONNEMENT PÉRIPHÉRIQUE

Du point de vue de l'écologie, le paysage est perçu comme un ensemble d'écosystèmes qui se jouxtent et interagissent. Ainsi, dans une mosaïque d'écosystèmes, sont présents de multiples connexions et liaisons (corridors) entre habitats, voire entre biotopes différents (Ramade, 2004).

Sans étude scientifique approfondie se référant aux concepts d'écologie du paysage (matrice écopaysagère, corridor écologique, zone tampon, tache, mosaïque, écotone, connectivité), comprendre les échanges biocénétiques entre une carrière et sa périphérie s'avère très difficile. La carrière peut être assimilée au concept de tache, rupture dans le paysage environnant. Cette tache est une sorte d'île plus ou moins isolée au milieu d'une matrice qui peut être appréhendée comme l'équivalent d'une mer pour certaines espèces (Fischesser et Dupuis-Tate, 1996). Ainsi, la carrière doit avoir une superficie minimum pour qu'une espèce donnée, en fonction de sa biologie, puisse s'y maintenir.

Par la façon dont a été abordée cette problématique, il existe indéniablement un certain nombre de limites vis-à-vis de la méthode appliquée, qui n'a pour but que de dégager des pistes de réflexions ou d'investigations plus poussées. Compte tenu du temps imparti à cette étude et des données à disposition, il n'est évidemment pas possible d'étudier précisément comment la carrière s'intègre dans le paysage, quels sont ses rôles dans ce dernier et quelle influence possède la périphérie du site sur celui-ci.

Pour appréhender l'influence de l'environnement périphérique sur les biocénoses animales des carrières étudiées, nous avons procédé à un système de cotation de six paramètres qui prennent directement en compte les éléments du paysage dans lequel s'intègre la carrière. Ces paramètres se répartissent en deux groupes : les corridors biologiques (3, 4 et 5) et les zones sources (1, 2 et 6). Les documents utilisés sont les cartes d'occupation du sol réalisées au cours des inventaires de terrains (1 et 2), ainsi que les photographies aériennes (4, 5 et 6).

1. **Contexte périphérique dans un rayon de 300 mètres**<sup>56</sup> (note sur 10 points : surface totale divisée par 10 et attribution d'un point par milieu « naturel » contacté dans cette trame) : rend compte du niveau de « naturalité » par la proportion de milieux naturels présents en périphérie immédiate (zone boisée naturelle, prairie permanente, pelouse, lande, etc.).
2. **Humidité périphérique à 300 mètres** (note sur 3 points) : rend compte de l'importance (par la taille ou le nombre) de milieux aquatiques ou humides à proximité du site (mares, ruisseaux, zones humides, etc.).
3. **Zonage biologique ZNIEFF à 3 km** (note sur 4 points) : rend compte de la présence de zone(s) d'intérêt écologique reconnue(s) en périphérie et de la connexion avec celle(s)-ci.
4. **Connexion « humide » de vallée** (note sur 3 points) : rend compte de la connexion du site avec un cours d'eau et son entité associée (les vallons humides sont les derniers milieux naturels dans un contexte de bocage, d'où son intérêt ici).
5. **Connexion à d'autres milieux naturels** (note sur 3 points) : rend compte du niveau de connexion avec d'autres milieux naturels.
6. **Contexte local à 3 km** (note sur 10 points) : rend compte du niveau de « naturalité » par la proportion de milieux naturels présents en périphérie lointaine (zone boisée naturelle, prairie permanente, pelouses, landes etc.).

Une relation de type linéaire a été explorée entre ces six facteurs et le nombre d'espèces des différentes biocénoses animales (recensées selon un protocole précis) présentes par site. Les coefficients de corrélation ainsi calculés (**Tableau 47**) intègrent le niveau de liaison entre ces facteurs et les peuplements animaux. Une corrélation n'est pas une relation statistique mais simplement une liaison plus ou moins forte entre deux variables.

<sup>56</sup> Les distances de 300 m et de 3 km ont été retenues de façon arbitraire et ne font pas référence à d'éventuelles valeurs « seuil » utilisées dans ce type d'approche. Elles correspondent à des emprises estimées suffisantes pour avoir une influence sur la carrière, sans être trop contraignantes en termes de relevés.

Par conséquent, il convient d'être prudent vis-à-vis des interprétations : une relation de cause à effet ne peut être établie systématiquement puisque deux variables apparemment corrélées peuvent être en fait corrélées à une troisième variable inconnue, dite « source ». Les interprétations expriment donc des tendances et non des vérités scientifiques.

	Contexte périphérique (300 m)	Humidité périphérique (300 m)	Zonage biologique Znieff (3 km)	Connexion «humide» de vallée	Connexion à d'autres milieux naturels	Contexte local (3 km)	Contexte périphérique 300 m + 3 km
<b>Flore</b>	0,10	0,04	0,01	0,13	0,08	0,08	0,10
<b>Odonates</b>	0,18	0,42	0,23	0,24	0,26	0,18	0,19
<b>Orthoptères</b>	0,35	0,06	0,09	0,04	0,36	0,36	0,37
<b>Amphibiens</b>	0,08	0,43	0,01	0,08	0,10	0,02	0,02
<b>Reptiles</b>	0,37	0,31	0,16	0,01	0,34	0,50	0,46
<b>Avifaune nicheuse</b>	0,16	0,16	0,06	0,06	0,06	0,27	0,23

**Les coefficients sont globalement faibles.** Ainsi, la présence de ZNIEFF en périphérie des sites, comme la « connectivité humide » de vallée, semblent n'avoir aucune influence. Pourtant, ce dernier facteur pourrait jouer un rôle important : les vallons humides étant des éléments naturels relativement peu perturbés, ils constituent souvent des **corridors biologiques**. Néanmoins, ce facteur est trop spécifique et complexe pour être approché par cotation.

La flore et l'avifaune semblent relativement indépendantes du contexte périphérique. Même s'il est probable que, sous certaines conditions (passereaux au domaine vital restreint, espèces végétales autochores et barochores (**Figure 14**)...), les relations périphérie-carrière soient déterminantes (échanges trophiques, zones sources...), les bonnes capacités de dispersion et de dissémination des espèces de ces groupes les affranchissent, au moins partiellement, des contraintes du milieu environnant.

**Les coefficients proches de 0,5** sont toutefois intéressants et permettent d'émettre quelques hypothèses :

► **Zones sources**

- Les groupes biologiques inféodés aux milieux aquatiques pour leur reproduction (**odonates et amphibiens**) semblent être favorisés par l'humidité périphérique dans un rayon de 300 mètres autour de la carrière. Ainsi, la proximité de points d'eau pourrait influencer sur la colonisation de la carrière par ces deux groupes via les déplacements des populations ou par l'erraticisme des jeunes. Ces points d'eau périphériques peuvent donc constituer des milieux sources mais également des milieux favorables aux déplacements des individus, en offrant un confort hydrique aux espèces en déplacement, la dispersion des amphibiens étant liée à l'« humidité » du milieu (Joli, 1998). D'autres facteurs inconnus ou dont l'action directe est très difficile à mettre en évidence peuvent jouer un rôle ici.
- Les **orthoptères** semblent modérément favorisés par un contexte périphérique riche en milieux naturels, notamment en zones de végétation herbacée du type prairie ou friche, ou semi-ouvertes du type lande. Les milieux boisés ne constituent évidemment pas un élément favorisant. Certains de ces biotopes constituent donc probablement des zones sources pour les carrières et peuvent favoriser les déplacements des individus (fonction de corridor biologique).

► **Corridors biologiques**

- **La connexion de la carrière avec d'autres milieux naturels d'intérêts biologiques** semble favoriser les reptiles et les orthoptères. Ces résultats sont discutables, d'une part car la cotation s'échelonne de zéro à trois (peu de gradient, donc liaison souvent forte), d'autre part parce que la majorité de ces milieux naturels sont des boisements et n'ont donc pas, a priori, d'influence sur les odonates. De même, pour les amphibiens, même si certaines espèces sont forestières, la plupart d'entre elles sont ubiquistes et préfèrent les milieux ouverts. L'explication la plus probable est que ces variables sont corrélées à une troisième, inconnue. Il est possible que le réseau de fossés humides et/ou les lisères forestières constituent cette troisième variable. Ces écotones favoriseraient le déplacement des espèces.

Ces relations sont donc complexes à appréhender, ainsi :

- au sein d'une **matrice de milieux dégradés** (contexte agricoles intensif, urbain...), ont été observées sur certaines carrières :
  - des biocénoses riches (amphibiens, invertébrés...), la carrière semblant constituer la seule **tache de milieux favorables**, sans qu'il soit toujours possible de comprendre les processus de colonisation ;
  - des biocénoses pauvres du fait d'un isolement limitant les possibilités de colonisation ;
- au sein d'une **matrice de milieux biologiquement riches** (contexte agricole extensif, pelouses, landes...) :
  - la périphérie est une zone source qui favorise l'installation des peuplements sur la carrière (reptiles, orthoptères...). Les carrières sont alors relativement riches, sans qu'on puisse toujours déterminer si cette richesse est égale, voire supérieure (amphibiens...) à celle de la matrice périphérique ;
  - la carrière peut offrir des milieux sans originalité en comparaison des milieux naturels périphériques (fronts et pelouses dans des régions de montagne, landes jeunes au sein de landes matures...) et souvent de moins bonne qualité biologique. Les sites sont alors biologiquement pauvres et semblent constituer des taches de milieux aux faibles potentialités au sein de zone à forte « naturalité ».

En conclusion, les mêmes causes ne semblent pas toujours produire les mêmes effets, probablement car de nombreux paramètres nous échappent (populations sources, capacité de dispersion...) et que les potentialités intrinsèques des sites sont également prépondérantes.

## 2.3 ZONES REFUGES ET ZONES SOURCES

### 2.3.1 ZONES REFUGES

Les carrières constituent des zones refuges dans deux situations : soit pour des espèces dont l'habitat « naturel » est en forte régression et qui trouvent en carrières des habitats de substitution, soit pour des espèces qui se situent en limite de leur aire principale de répartition et qui vont pouvoir sortir plus ou moins de cette aire à la faveur de conditions climatiques localement favorables. Quelques exemples tirés de la présente étude ou de données bibliographiques permettent d'illustrer la diversité des situations.

#### 2.3.1.1 Les habitats en régression

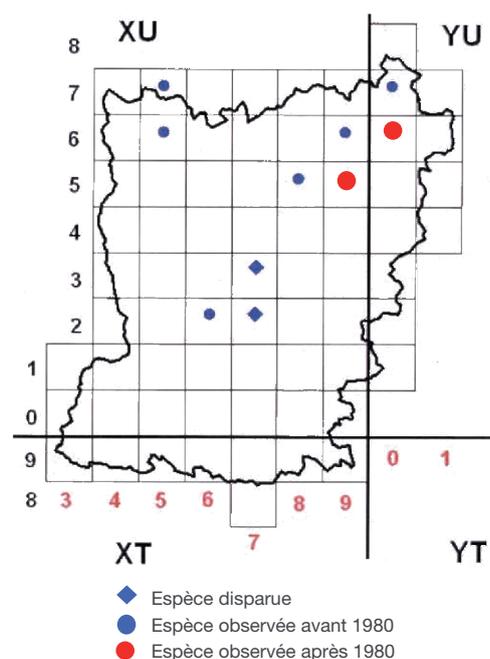
- Pour les oiseaux, on peut citer l'exemple du **Grand Corbeau** dans le Massif armoricain. Les falaises rocheuses favorables à sa reproduction sont limitées à la frange littorale qui accueillait l'essentiel des populations de cette région à la fin des années 1990. Du fait du dérangement lié au tourisme, les populations littorales régressent au profit de sites à l'intérieur des terres qui, **dans 90% des cas, sont des carrières.**
- Le Pouillot fitis subit également une forte régression des ses populations au niveau national depuis le début des années 1990 (programme STOC). Cette espèce inféodée aux milieux semi-ouverts retrouve en carrière les landes et fourrés qui ont progressivement disparu dans le bocage armoricain du fait de l'intensification de l'agriculture.
- Pour ce qui concerne les plantes, la répartition actuelle du **Lycopode des tourbières** en Mayenne illustre bien cette situation relictuelle puisque la population de cette espèce est désormais limitée à trois stations (**Figure 137**), dont deux en carrières (une carrière ancienne et une en activité).

**Figure 139** Lycopode des tourbières



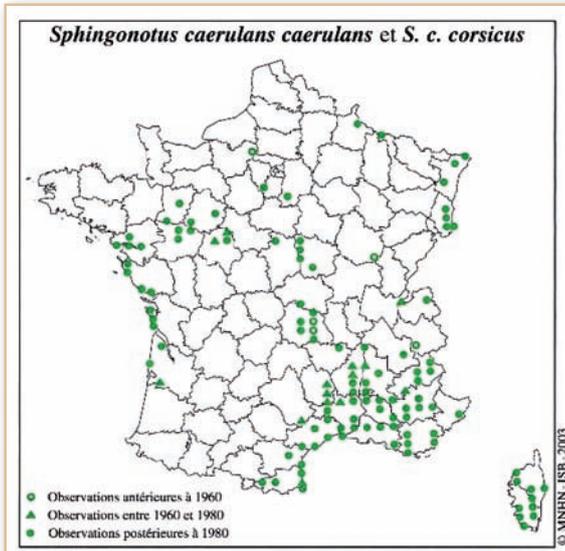
*Lycopodiella inundata* et *Drosera rotundifolia* sur une carrière en activité de la Mayenne

Distribution actuelle du lycopode des tourbières (*Lycopodiella inundata*) en Mayenne (d'après l'atlas floristique de la Mayenne, à paraître)

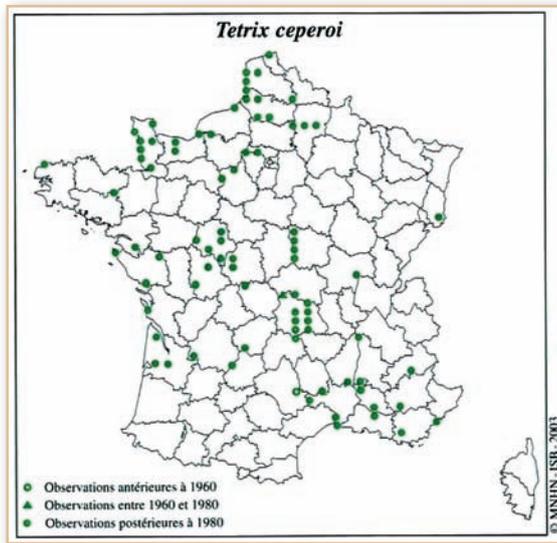


Pour les insectes, nous donnons trois exemples d'espèces qui semblent favorisées par les habitats de carrières (Figure 140 et Figure 141).

**Figure 140** Exemple de zones refuges pour les orthoptères (cartes et source d'après Voisin, 2003)



Comme espèce xérophile, citons l'**Oedipode aigue-marine** (*Sphingonotus caeruleus*), présente sur treize des trente-cinq carrières de l'échantillon. Ce criquet pionnier éminemment géophile colonise les endroits chauds et dénudés. Il était autrefois présent dans presque tous les départements situés au sud d'une ligne reliant la Moselle à la Charente-Maritime mais il a beaucoup régressé dans le nord de son aire même s'il semble localement y avoir renforcé ses populations.



Comme espèce hygrophile, on peut mentionner le **Tétrix des vasières** qui semble favorisé par certains habitats présents en carrière, notamment par les grèves humides. Il est réparti sur l'ensemble du territoire national mais de façon ponctuelle. Sa présence sur quinze des trente cinq sites est une donnée intéressante car cette espèce est globalement peu fréquente.

**Figure 141** L'Azuré du trèfle

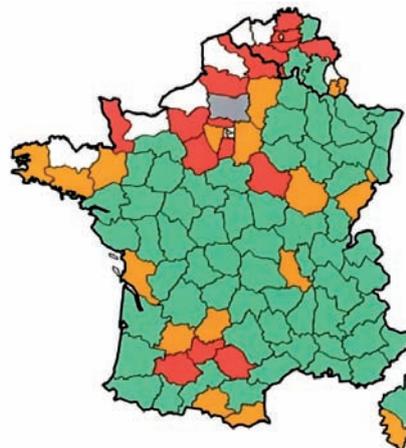
L'**Azuré du trèfle** (*Everes argiades*) est un papillon en fort déclin (notamment en Basse-Normandie), voire disparu dans le nord du pays, qui a été recensé sur quatre sites de Basse-Bretagne. Cette régression est liée à celles des cultures extensives et parfois à la fermeture des landes basses. Sa présence en carrière semble être favorisée par l'oligotrophie des milieux prairiaux qu'il fréquente.



### 2.3.1.2 Les espèces en limite d'aire de répartition

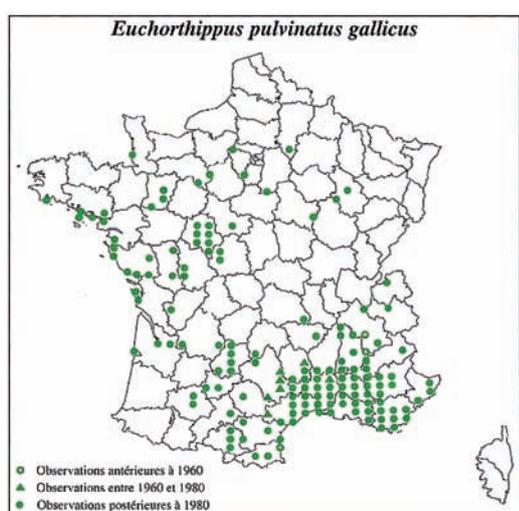
L'**Orthetrum brun** est une espèce d'odonate à tendance méridionale qui atteint en Bretagne et en Basse-Normandie sa limite septentrionale de répartition. Sa présence sur un des sites les plus septentrionaux de l'échantillon, en Basse-Normandie, est une donnée quasi unique à cette latitude. Cette espèce pionnière apprécie particulièrement les milieux aquatiques peu profonds sur substrat minéral et oligotrophe avec une couche de sédiments, conditions souvent observées en carrière.

**Figure 142** Carte de répartition de l'*Orthetrum brun* (Grand, 2006)

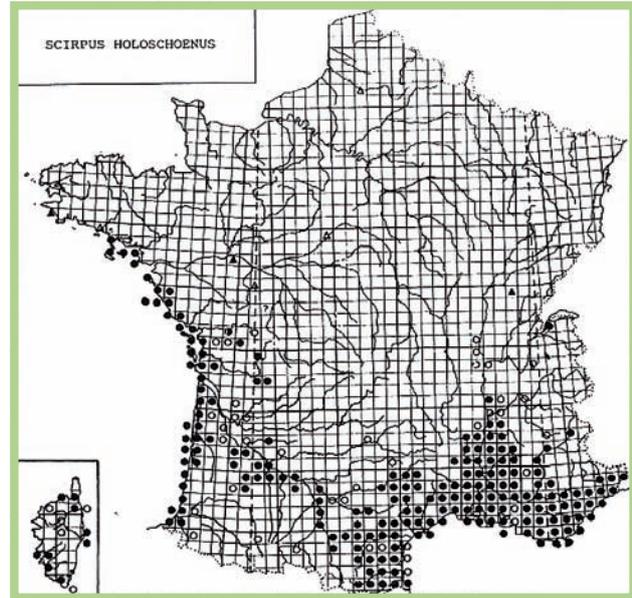


De même, l'aire de répartition du **Criquet glauque**, espèce d'origine ibéro-méditerranéenne, s'étend jusqu'en Normandie à la faveur de topoclimats xérophiles. En dehors du littoral sud, ce criquet est rare dans le Massif armoricain. Sa présence sur trois carrières des Pays de la Loire illustre l'intérêt des carrières pour les insectes thermoxérophiles.

**Figure 143** Carte de répartition du Criquet glauque (Voisin, 2003)



Citons encore l'exemple de la **Zygène de la carnirole**, papillon qui est bien connu dans le Bassin parisien mais qui semblait totalement absent du Massif armoricain. Il s'agit d'une espèce thermophile qui fréquente surtout les pelouses calcicoles à la recherche de ses plantes hôtes : le Sainfoin et d'autres légumineuses (surtout du genre *Lotus*). Sa présence sur deux sites éruptifs et un site calcaire de la limite est du Massif armoricain constitue donc une donnée nouvelle et intéressante dans la mesure où l'espèce dépasse sensiblement son aire principale de répartition à la faveur de conditions écologiques très localisées.

**Figure 144** Carte de répartition du Scirpe en jonc (Dupont, 1990)

Le Scirpe en jonc (*Scirpoides holoschoenus*) est une plante des sables humides et des prairies hygrophiles qui est présente dans toute la région méditerranéenne ainsi que sur le littoral atlantique où elle retrouve des températures favorables. Cette espèce forme de beaux peuplements sur le carreau humide d'une carrière de Charente, à la faveur de conditions stationnelles comparables à celles du littoral.

Il importe, pour terminer, de signaler des cas de carrières abusivement qualifiées de zones refuges dans la mesure où les espèces rares qu'elles abritaient étaient présentes sur le site avant son remaniement et ont simplement réussi à se maintenir sur la carrière à la faveur de zones naturelles relictuelles ou de conditions de germination favorables du stock initial de graines.

### 2.3.2 CAS PARTICULIERS DE COLONISATIONS ANIMALES

La présence de plusieurs espèces animales dans quelques-uns des sites de notre échantillon est parfois surprenante, voire inexplicable, au regard des données dont nous disposons sur leur répartition géographique.

Le Grillon des torrents a été observé sur la carrière de Paimpont (35), au cœur du massif forestier du même nom. Il s'agit d'une espèce strictement liée aux milieux ouverts, plutôt humides (zones chaudes des abords de fleuves, rivières, étangs...), incapable de voler. Sa découverte sur ce site est donc assez remarquable. Comment a-t-elle pu s'implanter dans un tel isolat ? A-t-elle été capable de progresser à partir des cours d'eau (la carrière est localisée au contact d'un ruisseau), dans un contexte forestier qui lui est a priori très défavorable ? A-t-elle plutôt été amenée de manière passive sur la carrière ? Ou existe-t-il des formes ailées capables de survoler un massif forestier et d'investir de nouveau lieu ? En l'état actuel des connaissances, il n'est pas possible d'opter pour l'une ou l'autre de ces hypothèses.



Le cas du **Crapaud calamite** en Mayenne est encore plus énigmatique car cette espèce n'est connue dans ce département que sur deux carrières en activité, distantes de 70 kilomètres (B. Jarri, com. orale). Comment ce crapaud a-t-il pu coloniser ces deux sites ? Pourquoi n'est-il pas présent dans le reste du département et pourquoi sa présence est-elle limitée à ces deux localités ? (il s'agit d'une espèce facilement repérable par son chant en période de reproduction). La seule explication est qu'il existe probablement quelques petites populations dispersées, non repérées par les naturalistes locaux, qui servent de zones sources. La colonisation de nouveaux sites se ferait par transport d'œufs par les oiseaux (hérons).

Cette espèce est également présente, avec le Crapaud accoucheur, sur une carrière bas-normande de l'échantillon, située au cœur d'une vaste zone de landes humides. Ces deux crapauds sont absents de la lande, hormis au niveau de quelques anciennes carrières pour le Crapaud accoucheur (données du CPIE du Cotentin). Là encore, une colonisation de la carrière par voie terrestre, à partir de sites distants de plusieurs kilomètres au minimum, semble difficile.

### 2.3.3 ZONES SOURCES

Pour un certain nombre d'espèces animales et végétales, les carrières constituent des zones sources, c'est-à-dire des zones favorables au développement de populations qui, par voie de conséquence, vont devoir migrer vers des milieux d'accueil périphériques.

Dans le cas d'espèces ubiquistes comme le Crapaud commun ou le Merle noir, une partie des juvéniles issus de la carrière a toutes les chances de trouver en périphérie des habitats favorables. Il en est tout autrement pour les espèces des substrats minéraux ou faiblement végétalisés, notamment celles à faible capacité de dispersion comme le Crapaud calamite ou le Grillon des torrents. Pour ces dernières, les milieux agricoles et forestiers constituent souvent des zones puits, c'est-à-dire des zones défavorables à leur développement. Dans les cas extrêmes, les populations d'une région sont localisées dans une ou deux carrières (cf. zones refuges).

## 2.4 L'ÉVOLUTION DES HABITATS ET DES BIOCÉNOSES

Seule une étude diachronique de plusieurs carrières sur plusieurs décennies, réalisée selon un protocole standardisé, apporterait des informations précises sur l'évolution des habitats et des biocénoses. Dans le cas présent, nous ne disposons de données diachroniques que sur la carrière de Plouay (site n°9) qui a fait l'objet d'inventaires de flore, amphibiens, reptiles et avifaune nicheuse en 1996 (ENCEN, 1997) puis en 2004, et nous disposons de quelques données sur l'évolution de deux autres sites de l'échantillon.

### 2.4.1 EXEMPLE DE LA CARRIÈRE DE PLOUAY

Cette carrière de la partie méridionale du Morbihan est sans activité depuis 1985. Elle couvre une surface de 2,5 hectares. Les relevés ont été réalisés dans les deux études (1996 et 2004) selon des protocoles distincts, sur des surfaces non strictement similaires et par des prestataires différents, ce qui induit nécessairement des disparités dans le nombre d'espèces inventoriées et la définition des groupements végétaux.

L'analyse comparée des deux séries de relevés donne les résultats suivants :

- ▶ malgré une fermeture progressive des milieux ouverts par les fourrés de saules et bouleaux (**Figure 145**), on note un enrichissement notable de la flore vasculaire qui est passée de 122 à 165 espèces. Les milieux ouverts, comme les milieux fermés, ont gagné des espèces ;
- ▶ en 1996, sept espèces d'amphibiens se reproduisaient sur la carrière. Deux espèces nouvelles ont été inventoriées en 2004 : le Triton marbré et la Salamandre tachetée. Il s'agit d'espèces de milieux aquatiques plutôt permanents, assez peu fréquentes sur les treize carrières étudiées (présentes sur 5 sites chacune). La Salamandre est surtout forestière. Le Triton marbré est plus ubiquiste ;
- ▶ les reptiles sont également mieux représentés, avec deux espèces nouvelles sur les cinq inventoriées en 2004 : l'Orvet et la Coronelle lisse. On sait cependant que, pour ce groupe, le repérage des espèces est aléatoire
- ▶ l'avifaune nicheuse n'a pas varié en nombre (17 espèces) et sa composition a peu évolué. Il s'agit d'espèces plutôt ubiquistes qui nichent dans les fourrés et les formations arbustives.

On note donc un accroissement significatif du nombre d'espèces en huit ans, de l'ordre de 20%. Par contre, la composition des peuplements n'évolue pas : la quasi-totalité des espèces végétales et animales observées en 1996 sont toujours présentes sur le site.

**Figure 145** Carrière de Plouay en mars 1996 et février 2007



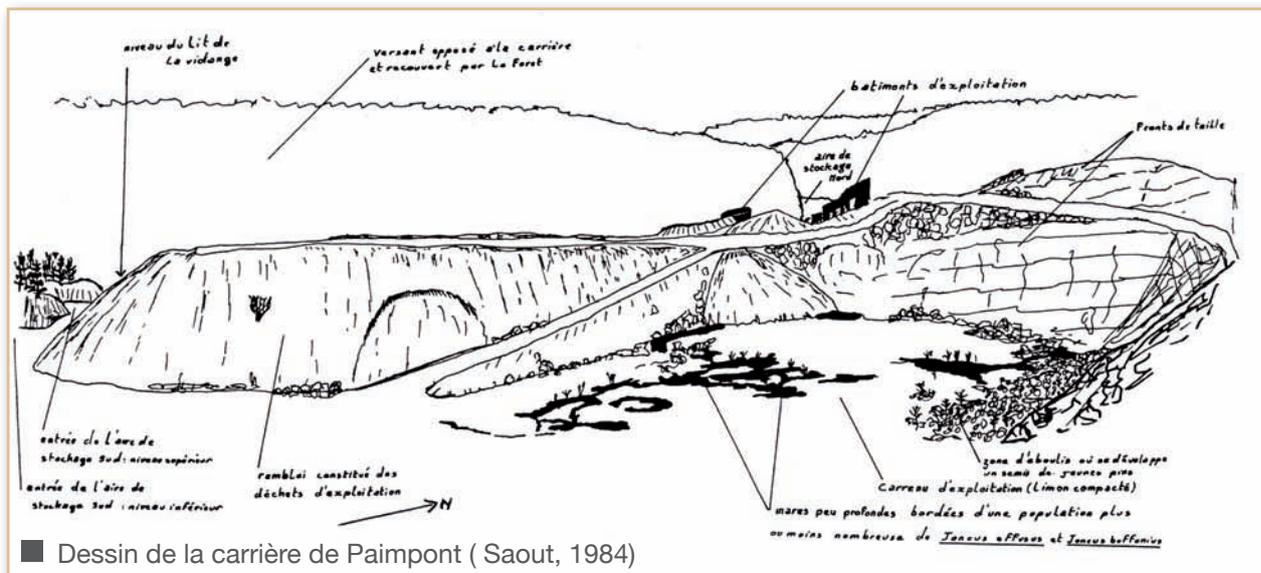
Les deux vues ci-dessus, prises à onze ans d'intervalle, illustrent l'évolution du site. Deux principaux constats peuvent être faits :

- i. les formations ligneuses (saules et bouleaux) se développent en hauteur et gagnent du terrain à partir des peuplements initiaux, installés sur des sols relativement meubles (éboulis en pied de front) ou à la faveur de conditions hydriques favorables (dépressions). Le site se ferme progressivement ;
- ii. les formations de pelouses (sèches et humides) du carreau évoluent peu, probablement du fait du caractère très compact du substrat (roche affleurante ou sol minéral fortement tassé par le passage des engins). C'est cette caractéristique qui assure le maintien de milieux ouverts et, par voie de conséquence, la richesse biologique du site.

### 2.4.2 EXEMPLE DE LA CARRIÈRE DE PAIMPONT

On dispose de quelques données datant de 1984 (SAUVETERRE, 1985) sur la carrière de Paimpont (35), arrêtée vers 1980. Six espèces d'**amphibiens** colonisaient déjà la carrière. Huit espèces ont été contactées en 2004, dont trois nouvelles (Rainette verte, Grenouille agile et Grenouille verte). Le Triton ponctué a par contre disparu. Pour les reptiles, le Lézard vivipare s'est maintenu sur le site et le Lézard des murailles s'est installé entre-temps. Cette espèce des milieux ouverts, rocailleux et secs, est probablement peu abondante dans le massif forestier et a donc mis un certain temps pour coloniser la carrière.

Figure 146 La carrière de Paimpont



Remblai

Carreau et fronts  
Février 2007



Remblai  
Février 2007

Le peuplement d'**oiseaux** ne semble pas avoir évolué. Il est peu diversifié, probablement du fait de l'absence de structures ligneuses bien développées sur le site (hormis le Pin sylvestre, peu attractif pour les oiseaux).

Le **relevé floristique** de 1984 est très succinct. En 2004, 89 espèces végétales ont été recensées sur les 5,5 hectares de l'aire d'étude, ce qui représente 54% de la flore de la carrière de Plouay (sur 2,3 hectares, dans des conditions comparables d'humidité). Cette faible diversité est liée au caractère oligotrophe du substrat, très riche en silice (grès). En contrepartie, la pauvreté en éléments minéraux induit la présence d'une flore spécifique qui contient quelques espèces peu communes, dont une plante protégée au niveau national : la Littorelle uniflore. Plusieurs habitats s'apparentent, par ailleurs, à des habitats d'intérêt communautaire.

L'examen comparé d'un dessin de la carrière en 1984 et de photographies prises en 2007 (Figure 146) permet de constater la lenteur de la colonisation végétale au niveau des sols compacts des carreaux. Seuls les matériaux stériles du remblai central ont été assez rapidement colonisés par des peuplements de pins mais la flore reste, là aussi, peu diversifiée.

### 2.4.3 EXEMPLE D'UNE CARRIÈRE REMISE EN ÉTAT

Une des carrières de l'échantillon a été remise en état en 2002 par régalage de terre végétale sur le carreau et ensemencement de type prairie (Ray-grass dominant).

Les relevés de 2004 sur ce carreau d'environ deux hectares ont permis de recenser :

- 68 espèces végétales, essentiellement herbacées, formant une prairie maigre avec un recouvrement de 70 à 80% ; une strate ligneuse basse était notée sur 10% de la surface ;
- 24 espèces de lépidoptères (dont une déterminante) ;
- quinze espèces d'orthoptères (dont une déterminante) ;
- treize espèces d'odonates (dont une déterminante).

En 2007, de jeunes peuplements denses d'Ajonc d'Europe et de Genêts à balai couvrent près de la moitié du carreau. Il s'opère donc une fermeture complète du milieu par des fourrés qui vont probablement former un groupement stable (par blocage de la dynamique de la végétation) et donc une réduction notable de la biodiversité sur le site (**Figure 147**).

**Figure 147** Exemple de dynamique végétale sur un carreau



**Juillet 2002**

Carreau régalié de terre végétale



**Avril 2004**



Détail de la végétation du carreau en juin 2004



**Février 2007**

### 2.4.4 SCHÉMA ÉVOLUTIF D'UNE CARRIÈRE TYPE

Le schéma de la figure 148 illustre l'évolution d'une carrière type, depuis l'état initial jusqu'à l'après remise en état. Il essaie d'intégrer de façon synthétique les informations recueillies dans la présente étude et des données générales sur les exploitations, en mettant l'accent sur les points suivants :

- ▶ **l'exploitation d'une carrière modifie les habitats naturels originels de façon quasi irréversible.** Elle induit l'apparition de nouveaux habitats, parfois d'un grand intérêt biologique et écologique, mais les perturbations sont telles qu'il est rarement envisageable de reconstituer à l'*identique* les habitats d'origine, même après plusieurs siècles ;
- ▶ **sur une carrière en exploitation, les peuplements animaux et végétaux évoluent sans cesse :** certains apparaissent et s'étendent tandis que d'autres régressent, voire disparaissent. Des échanges trophiques ont lieu entre ces différents peuplements, au sein de la carrière et avec les milieux périphériques. Cet écosystème peut faire l'objet d'une gestion ;
- ▶ **la remise en état et l'arrêt de l'activité induisent souvent une perturbation de l'écosystème carrière,** plus ou moins brutale selon les cas, qui peut se traduire par une réduction de la biodiversité sur le site.

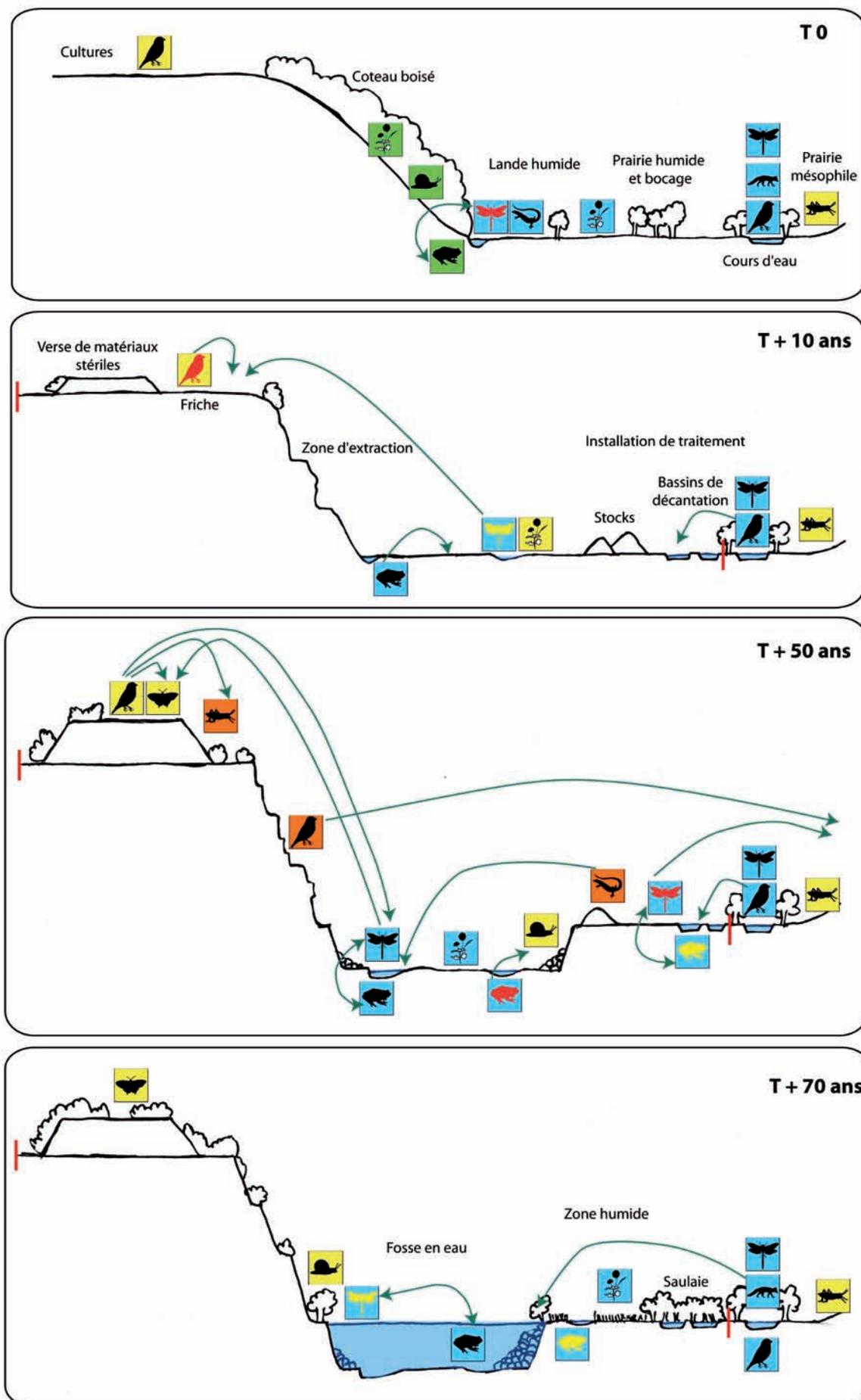
Sur le schéma ci-après, les groupes biologiques sont représentés par des icônes (qui symbolisent également chacun une espèce déterminantes ZNIEFF, nommée dans le texte). La couleur de l'icône correspond globalement à l'habitat naturel de l'espèce représentée. Les flèches symbolisent les échanges trophiques.

Légende de la figure 148				
Groupe biologique	Nature de l'habitat			
	Rupestre Minéral	Boisé	Aquatique Hygrophile	Mésophile
Espèces déterminantes				
Flore				
Gastéropodes				
Odonates				
Orthoptères				
Lépidoptères				
Amphibiens				
Oiseaux				
Reptiles				
Mammifères				

Echanges trophiques  
 Limite de l'exploitation  
 Eau

! : La couleur du figuré change lorsque l'espèce est différente

Figure 148 Représentation schématique de l'évolution des biocénoses au sein d'une carrière type



**T 0 – Etat initial** : Coteau boisé entre plateau cultivé et fond de vallon exploité en prairie humides. Certaines prairies ne sont plus entretenues et évoluent en lande humide. Les biocénoses sont surtout représentées par des espèces forestières (Triton alpestre, Escargot de Quimper, Muguet) et des espèces hygrophiles ou aquatiques de milieux ouverts à semi-ouverts (Lézard vivipare, Orchis des marais, Agrion mignon). Le cours d'eau abrite la Loutre d'Europe, le Martin pêcheur et une libellule des eaux courantes : le Cordulégastre annelé. L'Œdicnème criard niche sur les terres cultivées du plateau. On a donc une juxtaposition de quatre écosystèmes entre lesquels les échanges trophiques sont assez limités. Onze espèces déterminantes y sont recensées.

**T + 10 ans** : Carrière à flanc de coteau constituée d'une zone d'extraction, d'une aire technique de traitement et d'une zone de stockage des matériaux stériles. Toutes les espèces déterminantes des écosystèmes d'origine qui ont été remaniés ont disparu. La carrière est essentiellement minérale et n'abrite que quelques espèces déterminantes pionnières : le Crapaud accoucheur, l'Orthétrum brun (libellule) et une plante des substrats rocheux un peu humides : la Crassule de Vaillant. La Pie-grièche écorcheur s'est installée dans les milieux semi-ouverts provisoirement créés sur le plateau (friches sur terrain décapé). Au niveau du cours d'eau, les espèces d'origine se sont maintenues, à l'exception de la Loutre d'Europe qui a fui la zone d'activité. On recense sept espèces déterminantes, dont quatre liées à la carrière.

**T + 50 ans** : La carrière est en fin d'exploitation. Une vaste fosse a été ouverte dans la zone d'extraction. Les habitats naturels se sont diversifiés et ont permis l'installation de biocénoses spécifiques : oiseau rupestre, insectes aquatiques et des milieux secs, amphibiens, reptiles...

Des espèces des écosystèmes d'origine se sont réinstallées sur le site, dans des conditions écologiques parfois différentes : Œdicnème criard sur les vastes pelouses de la verse, Escargot de Quimper dans les éboulis ombragés, Agrion mignon dans les bassins de décantation. À l'inverse, certaines espèces présentes en début d'exploitation ont disparu du fait de la destruction de leur habitat (Crassule de Vaillant, Pie-grièche écorcheur).

Les échanges trophiques sont complexes. Ils se réalisent dans la carrière même, mais aussi entre celle-ci et les milieux naturels périphériques, les ressources alimentaires de la carrière étant insuffisantes pour certaines espèces (Grand Corbeau, Orthétrum brun). À l'inverse, des espèces de la périphérie viennent s'alimenter en carrière (Martin-pêcheur dans un bassin de décantation). On recense quatorze espèces déterminantes, dont douze sur la carrière.

**T + 70 ans** : La carrière est arrêtée depuis quinze ans. Une remise en état à vocation écologique a été réalisée : création d'une zone humide et remblaiement d'une partie de la fosse. Les fronts de taille ont été purgés. Une saulaie dense a colonisé les bassins de décantation.

L'ennoiement de la fosse a fait disparaître la plus grande partie des biocénoses aquatiques, hygrophiles et mésophiles du carreau. Seul le Crapaud accoucheur s'est maintenu dans le plan d'eau empoisonné qui est régulièrement visité par la Loutre d'Europe, de retour sur le cours d'eau. L'Escargot de Quimper s'est réfugié dans un boisement en pied de front où il retrouve des conditions écologiques similaires à celles du coteau boisé initial. Les fronts de taille réguliers et en partie recouverts par la végétation arbustive des banquettes ne sont plus favorables au Grand Corbeau. Sur la verse en partie boisée, seul le Flambé (papillon diurne) s'est maintenu sur les pelouses relictuelles. La zone humide aménagée abrite le Triton crêté et une nouvelle espèce végétale, protégée au niveau national : la Pulcaire commune. On recense dix espèces déterminantes, dont six liées à la carrière.

## Conclusion



# CONCLUSION

L'analyse bibliographique et les réflexions menées sur les potentialités écologiques des carrières de roches massives (ENCEM, 2007) avaient laissé entrevoir l'intérêt que pouvaient représenter les carrières dans un contexte général d'uniformisation des milieux naturels. L'analyse des résultats d'inventaires des 35 carrières de roches massives de notre échantillon confirme ces potentialités, tant sur le plan de la **diversité** que de la **valeur patrimoniale** des peuplements observés.

À la banalisation des milieux naturels s'ajoute leur fermeture, soit du fait d'un enrichissement résultant de la disparition des activités agropastorales traditionnelles (pâturage extensif des pelouses, fauche des prairies humides, écobuage des landes...), soit par augmentation des surfaces boisées

En mettant à nu le substrat minéral sur des surfaces assez importantes, l'exploitant de carrière induit par une érosion artificielle la création de milieux neufs qui vont être rapidement colonisés par une faune et une flore spécialisées. La carrière de roches massives provoque ainsi une **rupture** plus ou moins marquée dans le paysage agricole ou forestier qui l'entoure (en écologie du paysage, la carrière représente une tache d'habitats pionniers au sein d'une matrice de milieux évolués ou artificialisés). Cette rupture est multiple.

→ La **rupture topographique** est la plus évidente. Dans une carrière, tout est dénivelés abrupts, talus, fosses, remblais, stocks, éboulis... Ces milieux, rares en plaine, sont colonisés par des espèces spécialisées, notamment des oiseaux rupestres pour lesquels les fronts de taille constituent des falaises de substitution. Quinze espèces d'oiseaux nicheurs sur les fronts de taille ont été contactées, dont quatre sont inscrites sur la liste rouge nationale. Après le groupe des espèces de milieux semi-ouverts, le groupe des oiseaux rupestres est celui où se rencontrent le plus d'espèces déterminantes ZNIEFF (24% des occurrences).

→ La **rupture édaphique** constitue une autre caractéristique essentielle : en remplaçant le sol organique par un sol minéral, le carrier favorise la colonisation du site par des espèces et des habitats adaptés à des substrats pauvres en éléments nutritifs (substrats oligotrophes). Ces biocénoses spécialisées sont souvent devenues rares dans un environnement agricole où la fertilisation chimique et organique des sols n'a cessé de croître durant le XXe siècle. Ainsi, les dix habitats d'intérêt communautaire et la grande majorité des 97 espèces végétales sensibles identifiés sont caractéristiques de milieux oligotrophes.

→ La **rupture hydrique** est moins flagrante pour les carrières de roches massives, parfois appelées carrières « sèches » par opposition avec les gravières. Pourtant, l'eau est souvent très présente, en particulier sur les substrats imperméables des carrières de roches éruptives, et dans des conditions très diverses : plan d'eau de fosse de grande profondeur, bassin d'eau de process chargée en MES, bassin permanent d'eau claire, grève humide de dépression inondée de façon temporaire, etc. La qualité de l'eau est également différente de celle du milieu agricole environnant du fait, là encore, de la faible teneur en éléments nutritifs des milieux aquatiques de carrières.

Ces milieux permettent l'accueil de biocénoses aux exigences hydriques variées. Les odonates (libellules) et les amphibiens en sont les premiers bénéficiaires, avec un recensement moyen par site de 10 espèces d'odonates et 4 espèces d'amphibiens, dont 2 espèces déterminantes pour chaque groupe. Mais les milieux aquatiques et amphibies intéressent également 40% des habitats, 19% de la flore, 17% des orthoptères et 21% des reptiles observés sur les sites.

→ La **rupture climatique**, enfin, est liée à la rupture topographique et à la mise à nu de la roche. En fonction de leur exposition, les fronts et talus seront secs et chauds ou humides et ombragés. Les substrats minéraux clairs et drainants des carreaux et banquettes placés à l'abri des fronts présenteront également des amplitudes thermiques journalières et saisonnières sensiblement plus importantes que celles des milieux périphériques. C'est essentiellement vis-à-vis des biocénoses recherchant la chaleur (biocénoses thermophiles) que les carrières semblent présenter un intérêt (sauterelles et criquets, mais aussi flore, amphibiens, reptiles), souvent à l'échelle de conditions micro-climatiques (partie d'un éboulis ou d'un talus, fissure dans un bloc...). Elles peuvent constituer une zone « refuge » lorsqu'elles permettent à une espèce d'étendre ponctuellement son aire principale de répartition.

Il convient d'ajouter à ces caractéristiques physico-chimiques un autre type de rupture, cette fois à **caractère humain**. En effet, même si les perturbations induites par l'activité d'extraction sur la faune et la flore sont parfois importantes (travaux de décapage et de défrichage, curage de bassin de décantation, tir de mines, etc.), il est certain que la pression humaine est globalement plus faible sur les biocénoses des carrières que sur celles des milieux agricoles et forestiers, aussi bien durant la période d'exploitation qu'après cessation de l'activité (peu ou pas d'intervention mécanique et chimique sur la végétation, peu ou pas d'activité cynégétique, faible fréquentation humaine...). Ainsi, les carrières constituent souvent, au moins sur une partie de leur périmètre, des lieux de quiétude favorables au développement de la faune et de la flore, voire des zones refuge pour des espèces animales sensibles au dérangement humain (cas du Grand Corbeau en Bretagne).

**Le niveau de rupture** dépend du contexte périphérique. Il est d'autant plus important que la carrière s'inscrit dans un paysage très mature comme un massif forestier âgé ou au contraire très artificialisé et rudéralisé comme une plaine céréalière. Lorsque la roche est naturellement présente (massif montagneux, région méditerranéenne...), la rupture est moins flagrante. Elle est alors localisée au niveau d'habitats peu représentés localement comme les milieux aquatiques (bassins) ou les pierriers non végétalisés (éboulis récents).

Le niveau de rupture varie également avec l'évolution des formations végétales sur la carrière. Schématiquement, cette évolution peut être résumée de la façon suivante :

- ➔ Les secteurs nouvellement créés (remblais, carreaux...) sont colonisés par des espèces pionnières adaptées à de fortes contraintes écologiques (forte sécheresse, pauvreté en éléments nutritifs...) et donc souvent à forte valeur patrimoniale. Les peuplements sont peu diversifiés mais hautement spécialisés. La rupture avec la périphérie est forte ;
- ➔ En cas d'arrêt de l'exploitation, les formations herbacées et semi-ouvertes qui succèdent au stade précédent sont celles qui accueillent les peuplements les plus diversifiés : les espèces de plusieurs groupes biologiques (orthoptères, lépidoptères, oiseaux...) trouvent dans ces milieux en voie de régression à l'échelle nationale des habitats de substitution pour leur reproduction et leur alimentation. Sur les carreaux secs ou les remblais s'installent, par exemple, après quelques années, des friches ou des pelouses à la diversité floristique et faunistique élevée. La mosaïque d'habitats atteint progressivement un degré de diversité spécifique maximale. Le niveau de rupture avec le contexte périphérique peut continuer de s'accroître, parallèlement à la progression de la biodiversité du site, notamment dans le cas d'un environnement pauvre en structures boisées ;
- ➔ Le dernier stade est celui qui correspond à la fermeture complète ou presque des formations précédentes par des fourrés denses de buissons ou des taillis. Les formations arborées sont peu fréquentes, souvent limitées aux carrières âgées si la nature du substrat permet leur développement. La diversité et la valeur patrimoniale des peuplements tendent alors à diminuer pour les groupes de milieux ouverts (flore, orthoptères, lépidoptères...) et le niveau de rupture tend également à régresser, surtout si les milieux fermés sont déjà abondants en périphérie. Il peut se maintenir, voire augmenter pour certains groupes (oiseaux, reptiles, mammifères...) dans un environnement ouvert.

On peut enfin parler de **rupture « négative »** dans le cas où la carrière provoque un appauvrissement, au moins provisoire, du milieu. Cette situation peut se produire dans le cas d'exploitation affectant de façon directe ou indirecte des milieux naturels à forte valeur patrimoniale. On peut en effet considérer que l'extraction modifie souvent les habitats d'origine de façon quasi irréversible, du moins à l'échelle d'une vie humaine, tant sont complexes les relations agissant entre une biocénose et un biotope qui ont atteint un degré élevé de maturité. Il semble donc illusoire de vouloir reconstituer à *l'identique* ces relations dans le cadre d'aménagements écologiques de milieux neufs.

Au-delà des différents types et niveaux de ruptures rencontrés, l'étude a montré que les peuplements végétaux et animaux observés sur les sites sont en cohérence avec la flore et la faune des régions naturelles qu'ils occupent.

Il apparaît donc qu'une carrière constitue souvent un **écosystème** à part entière au sein des paysages agricoles et forestiers, avec ses caractéristiques physiques et biologiques propres.

Cet écosystème peut atteindre un haut degré de diversité biologique. Le nombre d'espèces déterminantes ZNIEFF recensées constitue un bon indicateur de cette biodiversité : il se situe entre 0 et 37, avec une moyenne de 13,5 espèces qui place la majeure partie des périmètres d'étude de notre échantillon au niveau d'une ZNIEFF de type 1 si on se limite à cette approche strictement comptable. La moyenne par région naturelle illustre les variations du niveau de rupture en fonction du contexte périphérique : elle atteint 16 espèces dans le Massif armoricain et même 26 espèces dans des secteurs du Bassin aquitain dominés par l'agriculture intensive pour régresser à 4 espèces en région méditerranéenne où le niveau de naturalité est important.

La diversité spécifique d'un site est dépendante de facteurs intrinsèques au site (superficie, âge, nature de la roche...) et aux habitats naturels (épaisseur des sédiments dans les mares, hauteur des fronts, pente des berges...), ainsi qu'à la situation géographique du site. La nature de la roche joue directement sur la diversité floristique, celle-ci étant sensiblement plus importante sur les substrats calcaires que sur les substrats éruptifs. L'influence de la nature de la roche sur la faune semble beaucoup plus réduite ou intervient de façon indirecte : les substrats éruptifs imperméables sont favorables aux amphibiens et aux odonates du fait de leur richesse en milieux aquatiques tandis que le caractère drainant et « chaud » des substrats calcaires favorise probablement les orthoptères et les reptiles.

Le niveau de diversité et de richesse varie également au sein même de la carrière, selon les secteurs d'exploitation. Si le carreau humide constitue le secteur le plus riche du fait de la diversité des gradients d'humidité et de fermeture des habitats, il ne faut pas oublier que les différents secteurs représentent pour de nombreuses espèces des zones complémentaires de leur domaine vital. Le Crapaud accoucheur, par exemple, utilise les bassins ou les dépressions en eau pendant la phase larvaire mais les adultes recherchent les zones d'éboulis pour s'abriter.

Une carrière peut aussi rester pauvre si ses potentialités n'arrivent pas à s'exprimer : sur notre échantillon, les sites les plus riches accueillent jusqu'à 314 espèces et 37 espèces déterminantes tandis que les plus pauvres ne totalisent que 93 espèces et aucune espèce déterminante, sur des surfaces et dans des conditions similaires.

Ce constat laisse supposer qu'il est possible d'augmenter la biodiversité sur un site en exploitation par quelques aménagements spécifiques peu coûteux et une gestion simple des milieux naturels de la carrière. De la même façon, la remise en état peut considérablement augmenter les potentialités d'accueil d'un site si les bons aménagements sont réalisés au bon endroit. En matière de génie écologique, le « laisser faire la nature » est bien mais souvent insuffisant. « Donner un coup de pouce à la nature » est une formule plus adaptée.

Quelques grands principes relatifs à la gestion et aux aménagements à vocation écologique peuvent être définis au regard des résultats obtenus :

- ➔ Les carrières de roches massives ont des durées de vies de plus en plus longues, qui atteindront probablement l'ordre du siècle pour une bonne partie. **Intégrer une dimension écologique dans la gestion quotidienne du site** paraît donc souhaitable pour de nombreuses raisons (milieux rajeunis de façon permanente, engins de chantier et main d'oeuvre disponibles pour les travaux de génie écologique, etc.) La définition du projet de remise en état de la carrière est une approche différente, qui doit être en partie réalisée sur la base des informations recueillies lors de la gestion du site ;
- ➔ Une carrière est un milieu de vie, souvent pour des espèces spécialisées, mais son exploitation induit nécessairement une certaine mortalité, au même titre que l'agriculteur qui fauche sa prairie fait disparaître une partie de la faune et de la flore qui la composent. **Dans le cadre de la gestion du site**, il est nécessaire de veiller à ce que les différents types d'habitats présents soient répartis sur différents secteurs de la carrière, de façon à éviter qu'une population donnée soit menacée dans sa totalité lors de travaux d'exploitation ;
- ➔ Sauf cas particuliers, la **terre végétale** du site doit être réservée aux secteurs remis en état en terre agricole ou en boisement de production, ainsi qu'aux éventuels aménagements paysagers, de manière à conserver le caractère oligotrophe du substrat minéral ;

➔ La **disposition en mosaïque** d'habitats diversifiés et complémentaires pour les biocénoses est une source de diversité biologique. Sauf cas particulier, il est donc préférable d'éviter l'extension d'habitats uniformes sur de grandes surfaces, qu'ils soient de type ouvert ou fermé. La mise en place de **conditions physiques contraignantes**, souvent sources de diversité, peut permettre de conserver cette mosaïque de milieux bien après l'arrêt de l'exploitation, sans intervention humaine ;

➔ Une grande partie des carrières de roches massives, notamment de roches éruptives, seront occupées après exploitation par de **vastes plans d'eau de fosse** dont l'intérêt biologique est souvent limité. Il importe donc de prévoir dès le début de l'exploitation des aménagements qui permettront de créer localement de véritables zones de transition entre le milieu aquatique et le milieu terrestre.

Ces principes serviront de cadre pour la réalisation en 2008 d'un guide pratique de gestion et de remise en état à vocation écologique des carrières de roches massives. Dans le détail, les mesures qui seront préconisées s'appuieront sur des données recueillies auprès d'associations et d'exploitants ayant mis en oeuvre des opérations de gestion, ainsi que sur les enseignements tirés de la présente étude de terrain.

■ Ce rapport constitue la première synthèse de grande ampleur sur les potentialités écologiques des carrières de roches massives du territoire français. Les données collectées sont nombreuses mais restent bien-sûr fragmentaires au regard de la diversité des biocénoses et des biotopes susceptibles d'être rencontrés, et de la complexité des relations qui les unissent.

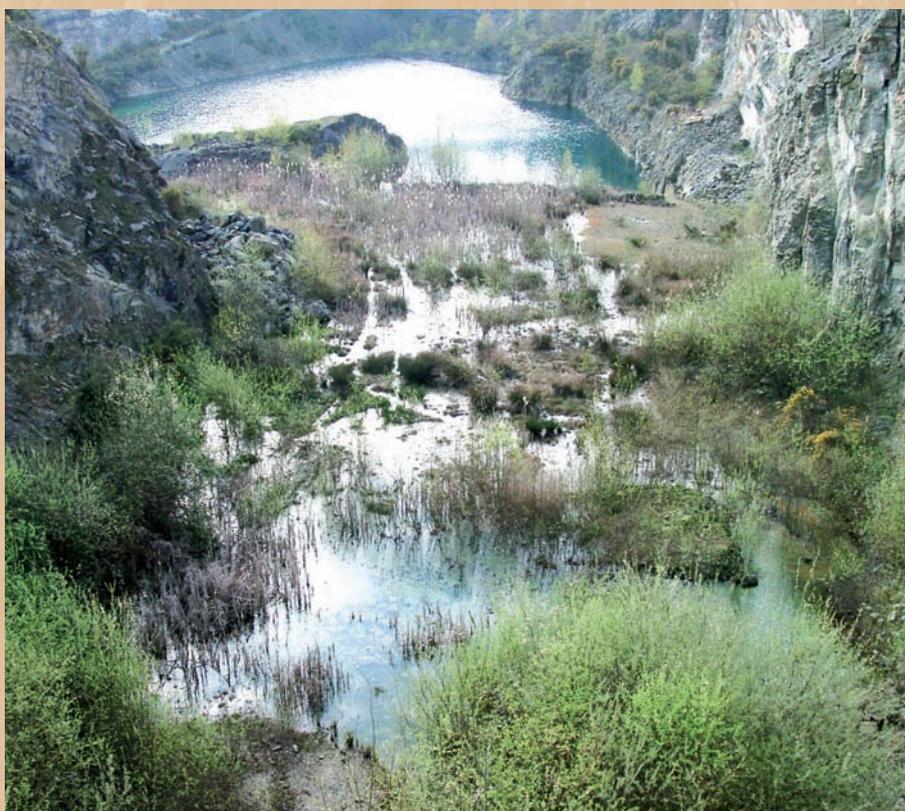
Des investigations complémentaires seraient utiles dans différents domaines :

➔ Parmi les nombreux groupes faunistiques fréquentant les carrières, les **chauves-souris** (chiroptères) tiennent une place importante du fait du niveau de menace qui pèse sur certaines espèces. On connaît l'intérêt des carrières souterraines pour ces animaux, notamment en période d'hibernation, mais les carrières à ciel ouvert jouent probablement un rôle non négligeable dans l'accueil de populations en période estivale, au niveau des fissures et cavités présentes dans les fronts de taille. Pour ce qui concerne les végétaux, le monde des **mousses et des lichens** mériterait une étude spécifique, tant les carrières semblent adaptées au développement de ces plantes pionnières ;

➔ Notre connaissance de l'**évolution dans le temps** (la dynamique) des biocénoses et habitats de carrière est très réduite. Lors des relevés de la présente étude, des stations de référence ont été clairement identifiées et repérées par les prestataires dans le but d'établir un suivi diachronique (à différentes dates) d'un échantillon représentatif de sites ;

➔ **Le fonctionnement écologique de la carrière** reste un vaste domaine à explorer, qu'il s'agisse des échanges au sein même du site ou entre le site et sa périphérie. Seule une approche scientifique approfondie serait susceptible d'apporter des réponses fiables à cette question complexe.

## Annexes





































## Annexe II Liste des espèces végétales sensibles observées

	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Nombre de sites où l'espèce est déterminante ZNIEFF	Région administrative où l'espèce est déterminante ZNIEFF	Protection régionale	Protection nationale
1	<i>Ajuga chamaepitys</i>	Bugle jaune	1	Midi-Pyrénées		
2	<i>Anacamptis pyramidalis</i>	Orchis pyramidal	2	Mayenne Rhône-Alpes		
3	<i>Anagallis tenella</i>	Mouron délicat	1	Centre		
4	<i>Arabis auriculata</i>	Arabette dressée	1	Rhône-Alpes		
5	<i>Arabis nova</i>	Arabette nouvelle	1	Rhône-Alpes		
6	<i>Asplenium fontanum</i>	Doradille des sources	1	Rhône-Alpes		
7	<i>Avena sterilis</i>	Avoine stérile	1	Midi-Pyrénées		
8	<i>Briza minor</i>	Petite brize	1	Pays de la Loire		
9	<i>Bupleurum rotundifolium</i>	Buplèvre à feuilles rondes	1	Rhône-Alpes		
10	<i>Campanula glomerata</i>	Campanule agglomérée	1	Mayenne		
11	<i>Carex montana</i>	Laïche des montagnes	1	Rhône-Alpes		
12	<i>Carex viridula</i> subsp. <i>brachyrhyncha</i> var. <i>elatior</i>	Laïche écailleuse	1	Nord-Pas-de-Calais	x	
13	<i>Carlina vulgaris</i>	Carlina commune	1	Rhône-Alpes		
14	<i>Centaurea nemoralis</i>	Centauree des bois	1	Picardie		
15	<i>Centaurea paniculata</i>	Centauree à panicule	1	PACA		
16	<i>Centaureum pulchellum</i>	Petite Centauree délicate	1	Mayenne		
17	<i>Cirsium acaule</i>	Cirse acaule	1	Nord-Pas-de-Calais		
18	<i>Convolvulus cantabrica</i>	Liseron des Monts cantabriques	1	Poitou-Charentes		
19	<i>Coriaria myrtifolia</i>	Corroyère à feuilles de myrte	1	Midi-Pyrénées		
20	<i>Crassula vaillantii</i>	Crassule de Vaillant	1	Bretagne	x	
21	<i>Cyclamen purpurascens</i>	Cyclamen d'Europe	1	Rhône-Alpes		
22	<i>Dactylorhiza elata</i> subsp. <i>sesquipetalis</i>	Orchis élevé	1	Poitou-Charentes	x	
23	<i>Dactylorhiza fuchsii</i>	Orchis de Fuchs	1	Nord-Pas-de-Calais	x	
24	<i>Dactylorhiza x grandis</i>	-	1	Nord-Pas-de-Calais		
25	<i>Dorycnium hirsutum</i>	Dorycnium hérissé	1	Midi-Pyrénées		
26	<i>Dryopteris affinis</i>	Dryoptéris écailleux	1	Bourgogne		
27	<i>Epipactis atrorubens</i>	Épipactis rouge sombre	1	Picardie		
28	<i>Epipactis palustris</i>	Épipactis des marais	2	Nord-Pas-de-Calais Poitou-Charentes	Nord-PdC	
29	<i>Erigeron acer</i>	Vergerette acre	1	Mayenne		
30	<i>Euphorbia cyparissias</i>	Euphorbe petit-cyprès	1	Limousin		
31	<i>Fragaria viridis</i>	Fraisier vert	1	Rhône-Alpes		
32	<i>Gastrium ventricosum</i>	Gastriodie	1	Midi-Pyrénées		
33	<i>Genista cinerea</i>	Genêt cendré	1	Rhône-Alpes		
34	<i>Gentianella amarella</i>	Gentianelle amère	1	Nord-Pas-de-Calais		x
35	<i>Gentianella germanica</i>	Gentianelle d'Allemagne	1	Nord-Pas-de-Calais	x	
36	<i>Helosciadium inundatum</i>	Ache inondée	1	Basse-Normandie		
37	<i>Hieracium cymosum</i>	Épervière en cyme	1	Rhône-Alpes		
38	<i>Hippocrepis comosa</i>	Hippocrepis à toupet	1	Nord-Pas-de-Calais		
39	<i>Hippophae rhamnoides</i>	Argousier	1	Nord-Pas-de-Calais		
40	<i>Jasione laevis</i>	Jasione lisse	1	Bourgogne	x	
41	<i>Juncus subnodulosus</i>	Jonc à tépales obtus	1	Nord-Pas-de-Calais		
42	<i>Juniperus communis</i>	Genévrier commun	1	Nord-Pas-de-Calais	x	
43	<i>Lathraea clandestina</i>	Lathrée clandestine	1	Centre		
44	<i>Lathyrus cicera</i>	Jarosse	1	Midi-Pyrénées		
45	<i>Lathyrus sphaericus</i>	Gesse à fruits ronds	1	Bourgogne		
46	<i>Lathyrus vernus</i>	Gesse printanière	1	Rhône-Alpes		
47	<i>Leontodon hispidus</i>	Liondent hispide	1	Mayenne		
48	<i>Lepidium campestre</i>	Passerage des champs	1	Pays de la Loire		
49	<i>Lepidium heterophyllum</i>	Passerage hétérophylle	1	Pays de la Loire		
50	<i>Linum austriacum</i> var. <i>austriacum</i>	Lin d'Autriche	1	Bourgogne		
51	<i>Linum leonii</i>	Lin des Alpes	1	Picardie	x	
52	<i>Littorella uniflora</i>	Littorelle à une fleur	2	Bretagne		x
53	<i>Lonicera xylosteum</i>	Camérisier à balais	1	Limousin		
54	<i>Lotus maritimus</i> var. <i>maritimus</i>	Lotier maritime	1	Nord-Pas-de-Calais	x	
55	<i>Lythrum borysthenicum</i>	Péplis dressé	1	PACA		
56	<i>Lythrum hyssopifolia</i>	Salicaire à feuilles d'hysope	1	Pays de la Loire		
57	<i>Lythrum thymifolium</i>	Salicaire à feuilles de thym	1	PACA		x
58	<i>Medicago arabica</i>	Luzerne tachetée	1	Midi-Pyrénées		
59	<i>Minuartia hybrida</i>	Alsine à feuilles ténues	1	Pays de la Loire		

## Annexe II (suite) Liste des espèces végétales sensibles observées

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Nombre de sites où l'espèce est déterminante ZNIEFF	Région administrative où l'espèce est déterminante ZNIEFF	Protection régionale	Protection nationale
<i>Montia fontana</i> subsp. <i>chondrosperma</i>	Montie à graines cartilagineuses	1	Pays de la Loire		
<i>Myosotis sylvatica</i>	Myosotis des bois	1	Nord-Pas-de-Calais		
<i>Ononis natrix</i>	Bugrane jaune	1	Picardie		
<i>Ophioglossum vulgatum</i>	Ophioglosse commun	1	Nord-Pas-de-Calais		
<i>Ophrys ciliata</i>	Ophrys miroir	1	Midi-Pyrénées		x
<i>Ophrys fuciflora</i>	Ophrys bourdon	1	Rhône-Alpes		
<i>Ophrys insectifera</i>	Ophrys mouche	1	Picardie		
<i>Orchis anthropophora</i>	Orchis homme-pendu	1	Picardie		
<i>Orchis pallens</i>	Orchis pâle	1	Rhône-Alpes		
<i>Orchis simia</i>	Orchis singe	1	Picardie		
<i>Orchis x angusticruris</i>	-	1	Picardie		
<i>Ormenis nobilis</i>	Camomille romaine	1	Basse-Normandie		
<i>Orobanche gracilis</i>	Orobanche grêle	1	Pays de la Loire		
<i>Phyllitis scolopendrium</i>	Scolopendre langue-de-cerf	1	Centre		
<i>Pilularia globulifera</i>	Pilulaire globuleuse	2	Basse-Normandie Bretagne		x
<i>Polygala calcarea</i>	Polygale du calcaire	1	Nord-Pas-de-Calais		
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	Potamot de Berchtold	1	Basse-Normandie		
<i>Potamogeton natans</i>	Potamot nageant	1	Basse-Normandie		
<i>Potamogeton pusillus</i>	Potamot fluet	1	Pays de la Loire		
<i>Pulicaria vulgaris</i>	Pulicaire commune	1	Pays de la Loire		x
<i>Pyrola rotundifolia</i>	Pyrole à feuilles rondes	1	Nord-Pas-de-Calais		
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	Renoncule à feuilles capillaires	1	Pays de la Loire		
<i>Rosa micrantha</i>	Rosier à petites fleurs	1	Nord-Pas-de-Calais		
<i>Rubia peregrina</i>	Garance voyageuse	1	Limousin	x	
<i>Rumex maritimus</i>	Rumex maritime	1	Basse-Normandie		
<i>Samolus valerandi</i>	Samole de Valerand	2	Midi-Pyrénées Bourgogne		
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Jonc des chaisiers	1	Bourgogne		
<i>Scirpoides holoschoenus</i>	Scirpe jonc	1	Poitou-Charentes		
<i>Sedum sediforme</i>	Orpin élevé	1	Rhône-Alpes		
<i>Seseli libanotis</i>	Libanotis des montagnes	1	Picardie		
<i>Sorbus domestica</i>	Cormier	1	Midi-Pyrénées		
<i>Tanacetum corymbosum</i>	Tanaisie en corymbe	1	Rhône-Alpes		
<i>Taraxacum palustre</i>	Pissenlit des marais	1	Poitou-Charentes		
<i>Thymelaea passerina</i>	Passerine annuelle	1	Poitou-Charentes		
<i>Valerianella carinata</i>	Valérianelle carénée	1	Nord-Pas-de-Calais		
<i>Verbascum blattaria</i>	Molène blattère	1	Basse-Normandie		
<i>Vicia hirsuta</i>	Vesce hérissée	1	Midi-Pyrénées		

## Annexe III

Liste des espèces d'odonates reproductrices observées  
(par ordre alphabétique de nom scientifique)

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Nombre d'occurrences-sites	Nombre d'occurrences-stations	Abondance nationale (Dommanget, 1987)
<i>Aeshna cyanea</i>	L'Aeschne bleue	5	9	9
<i>Aeshna mixta</i>	L'Aeschne mixte	3	3	8
<i>Anax imperator</i>	L'Anax empereur	17	43	9
<i>Calopteryx splendens</i>	Le Caloptéryx éclatant	1	1	8
<i>Calopteryx virgo</i>	Le Caloptéryx vierge	2	3	7
<i>Calopteryx virgo meridionalis</i>	Le Caloptéryx méridional	1	1	-
<i>Ceragrion tenellum</i>	L'Agrion délicat	11	28	6
<i>Chalcolestes viridis</i>	Le Leste vert	10	18	9
<i>Coenagrion mercuriale</i>	L'Agrion de Mercure	2	3	5
<i>Coenagrion puella</i>	L'Agrion jovencelle	13	28	10
<i>Coenagrion scitulum</i>	L'Agrion mignon	8	14	5
<i>Cordulegaster b. boltonii</i>	Le Cordulégastre annelé	1	1	5
<i>Cordulia aenea</i>	La Cordulie bronzée	3	5	8
<i>Crocothemis erythraea</i>	Le Crocothémis écarlate	9	19	7 (9 ou 10 en région médit.)
<i>Enallagma cyathigerum</i>	L'Agrion porte-coupe	16	35	9
<i>Erythromma lindeni</i>	L'Agrion de Vander Linden	6	10	7
<i>Erythromma viridulum</i>	La Naiade au corps vert	1	4	6
<i>Gomphus pulchellus</i>	Le Gomphe joli	3	7	8
<i>Ischnura elegans</i>	L'Agrion élégant	14	43	10
<i>Ischnura pumilio</i>	L'Agrion nain	7	11	5
<i>Lestes barbarus</i>	Le Leste sauvage	5	5	6
<i>Lestes virens</i>	Le Leste verdoyant	2	3	7
<i>Libellula depressa</i>	La Libellule déprimée	12	23	10
<i>Libellula fulva</i>	La Libellule fauve	1	1	6
<i>Libellula quadrimaculata</i>	La Libellule à quatre taches	9	21	10
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	Le Gomphe à pinces	2	2	8
<i>Orthetrum albostylum</i>	L'Orthétrum à stylets blancs	1	1	6
<i>Orthetrum brunneum</i>	L'Orthétrum brun	8	18	7
<i>Orthetrum cancellatum</i>	L'Orthétrum réticulé	14	32	9
<i>Orthetrum coerulescens</i>	L'Orthétrum bleuisant	12	27	7
<i>Oxygastra curtisii</i>	La Cordulie à corps fin	1	3	6
<i>Platycnemis acutipennis</i>	L'Agrion orangé	2	2	6
<i>Platycnemis pennipes</i>	L'Agrion à larges pattes	11	19	9
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	La Petite nymphe au corps de feu	11	24	9
<i>Somatochlora metallica</i>	La Cordulie métallique	1	1	4
<i>Sympecma fusca</i>	Le Leste brun	1	1	7
<i>Sympetrum fonscolombeii</i>	Le Sympétrum de Fonscolombe	2	4	7
<i>Sympetrum meridionale</i>	Le Sympétrum méridional	3	5	8
<i>Sympetrum sanguineum</i>	Le Sympétrum rouge sang	4	5	10
<i>Sympetrum striolatum</i>	Le Sympétrum fascié	18	36	10

Légende de l'abondance nationale (Dommanget, 1987) :

- 4 = espèce très localisée ou peu fréquente en plaine, mais présentant des effectifs nettement plus importants à moyenne et haute altitude ;
- 5 = espèce localisée ou disséminée dont les effectifs sont en général assez faibles ;
- 6 = espèce fréquemment localisée mais pouvant présenter des populations importantes ;
- 7 = espèce assez fréquente en général ;
- 8 = espèce répandue dans notre pays ;
- 9 = espèce très répandue dans notre pays ;
- 10 = espèce excessivement commune.

## Annexe IV

## Liste des espèces d'orthoptères observées (par ordre alphabétique de nom scientifique)

Nom scientifique	Nombre d'occurrences-sites	Nombre d'occurrences-stations
<i>Acrotylus insubricus</i>	1	1
<i>Aiolopus strepens</i>	5	10
<i>Aiolopus thalassinus</i>	5	10
<i>Ameles decolor</i>	2	5
<i>Ameles spallanziana</i>	2	2
<i>Anacridium aegyptium</i>	3	3
<i>Antaxius pedestris</i>	1	0
<i>Barbitistes fischeri</i>	1	1
<i>Calliptamus barbarus</i>	8	23
<i>Calliptamus italicus</i>	23	52
<i>Calliptamus wattenwylanus</i>	1	4
<i>Chorthippus albomarginatus</i>	11	24
<i>Chorthippus apricarius</i>	1	0
<i>Chorthippus biguttulus</i>	32	123
<i>Chorthippus brunneus</i>	34	122
<i>Chorthippus dorsatus</i>	1	0
<i>Chorthippus mollis</i>	2	7
<i>Chorthippus parallelus</i>	25	67
<i>Chorthippus vagans</i>	4	8
<i>Chrysochraon dispar</i>	4	7
<i>Conocephalus dorsalis</i>	7	8
<i>Conocephalus fuscus</i>	19	36
<i>Decticus albifrons</i>	5	17
<i>Decticus verrucivorus</i>	2	2
<i>Doclostaurus jagoi</i>	3	9
<i>Doclostaurus maroccanus</i>	1	5
<i>Empusa pennata</i>	4	4
<i>Ephippiger ephippiger</i>	10	12
<i>Euchorthippus chopardi</i>	1	1
<i>Euchorthippus declivus</i>	15	42
<i>Euchorthippus pulvinatus</i>	10	29
<i>Eumodicogryllus bordigalensis</i>	7	3
<i>Eupholidoptera chabrieri</i>	1	1
<i>Euthystira brachyptera</i>	3	2
<i>Gomphocerippus rufus</i>	7	10
<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>	1	1
<i>Gryllus bimaculatus</i>	2	1
<i>Gryllus campestris</i>	13	9
<i>Leptophyes punctatissima</i>	14	19
<i>Mantis religiosa</i>	21	47
<i>Meconema thalassinum</i>	6	1
<i>Mecosthetus parapleurus</i>	1	2
<i>Melanogryllus desertus</i>	11	1
<i>Metrioptera bicolor</i>	3	8
<i>Metrioptera roeselii</i>	12	15
<i>Metrioptera saussuriana</i>	2	3
<i>Mogoplistes brunneus</i>	1	0
<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	5	10
<i>Nemobius sylvestris</i>	23	22
<i>Oecanthus pellucens</i>	16	24
<i>Oedaleus decorus</i>	1	2
<i>Oedipoda caeruleascens</i>	26	69
<i>Oedipoda charpentieri</i>	1	2
<i>Oedipoda germanica</i>	8	17
<i>Omocestus raymondi</i>	3	4
<i>Omocestus rufipes</i>	19	55
<i>Paratettix meridionalis</i>	3	2
<i>Pezotettix giornae</i>	5	14
<i>Phaneroptera falcata</i>	11	15
<i>Phaneroptera nana</i>	5	7
<i>Pholidoptera femorata</i>	2	3
<i>Pholidoptera griseoaptera</i>	18	18
<i>Platycleis affinis</i>	2	5
<i>Platycleis albopunctata</i>	19	46
<i>Platycleis falx</i>	1	2

## Annexe IV (suite)

## Liste des espèces d'orthoptères observées

Nom scientifique	Nombre d'occurrences-sites	Nombre d'occurrences-stations
<i>Platycleis intermedia</i>	3	11
<i>Platycleis tessellata</i>	20	35
<i>Pteronemobius heydeni</i>	4	4
<i>Pteronemobius lineolatus</i>	2	3
<i>Ruspolia nitidula</i>	6	4
<i>Saga pedo</i>	1	1
<i>Sepiana sepium</i>	1	1
<i>Sphingonotus caerulans</i>	13	19
<i>Stauroderus scalaris</i>	2	3
<i>Stenobothrus lineatus</i>	6	7
<i>Stethophyma grossum</i>	3	3
<i>Tetrix ceperoi</i>	15	27
<i>Tetrix subulata</i>	5	7
<i>Tetrix tenuicornis</i>	5	6
<i>Tetrix undulata</i>	14	25
<i>Tettigonia cantans</i>	1	2
<i>Tettigonia viridissima</i>	32	34
<i>Tylopsis lilifolia</i>	3	8
<i>Yersinella raymondi</i>	1	1

## Lépidoptères rhopalocères

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Nombre d'occurrences-sites
<i>Aglais urticae</i>	La Petite Tortue	12
<i>Anthocharis cardamines</i>	L'Aurore	5
<i>Apatura iris</i>	Le Grand Mars changeant	2
<i>Aphantopus hyperanthus</i>	Le Tristan	4
<i>Aporia crataegi</i>	Le Gazé	5
<i>Araschnia levana</i>	La Carte géographique	8
<i>Argynnis pandora</i>	Le Cardinal	1
<i>Argynnis paphia</i>	Le Tabac d'Espagne	13
<i>Aricia agestis</i>	Le Collier de corail	15
<i>Brenthis daphne</i>	Le Nacré de la ronce	3
<i>Brintesia circe</i>	Le Silène	8
<i>Callophrys rubi</i>	L'Argus vert	2
<i>Carcharodus alceae</i>	La Grisette	5
<i>Carcharodus lavatherae</i>	L'Hespérie de l'épiaire	1
<i>Celastrina argiolus</i>	L'Azuré des nerpruns	16
<i>Clossiana selene</i>	Le Petit Collier argenté	1
<i>Coenonympha arcania</i>	Le Céphale	2
<i>Coenonympha dorus</i>	Le Fadet des garrigues	2
<i>Coenonympha glycerion</i>	L'Iphis	1
<i>Coenonympha pamphilus</i>	Le Procris	22
<i>Colias alfacariensis</i>	Le Fluoré	4
<i>Colias crocea</i>	Le Souci	18
<i>Colias hyale</i>	Le Soufré	1
<i>Cupido minimus</i>	L'Argus frêle	1
<i>Erynnis tages</i>	Le Point-de-Hongrie	15
<i>Euchloe crameri</i>	La Piéride des biscuitelles	1
<i>Everes alcetas</i>	L'Azuré de la faucille	2
<i>Everes argiades</i>	L'Azuré du trèfle	4
<i>Glaucopsyche alexis</i>	L'Azuré des cytises	1
<i>Glaucopsyche melanops</i>	L'Azuré de la badasse	1
<i>Gonepteryx cleopatra</i>	Le Citron de Provence	2
<i>Gonepteryx rhamni</i>	Le Citron	17
<i>Hesperia comma</i>	La Virgule	1
<i>Heteropterus morpheus</i>	Le Miroir	2
<i>Hipparchia alcyone</i>	Le Petit Sylvandre	1
<i>Hipparchia fagi</i>	Le Sylvandre	1
<i>Hipparchia semele</i>	L'Agreste	3
<i>Hipparchia statilinus</i>	Le Faune	1
<i>Inachis io</i>	Le Paon-du-jour	21
<i>Iphiclides podalirius</i>	Le Flambé	14
<i>Issoria lathonia</i>	Le Petit Nacré	10
<i>Lampides boeticus</i>	L'Azuré porte-queue	1
<i>Lasiommata maera</i>	L'Ariane	4
<i>Lasiommata megera</i>	La Mégère	17
<i>Leptidea sinapis</i>	La Piéride de la moutarde	10
<i>Libythea celtis</i>	L'Echancré	1
<i>Limenitis camilla</i>	Le Petit Sylvain	6
<i>Limenitis reducta</i>	Le Sylvain azuré	4
<i>Lycaena phlaeas</i>	Le Bronzé	17
<i>Lycanea tityrus</i>	L'Argus myope	3
<i>Lysandra bellargus</i>	Le Bel-Argus	2
<i>Maculinea arion</i>	L'Azuré du serpolet	1
<i>Maniola jurtina</i>	Le Myrtil	29
<i>Melanargia galathea</i>	Le Demi-deuil	22
<i>Melanargia occitanica</i>	L'Echiquier d'Occitanie	2
<i>Melitaea cinxia</i>	La Mélitée du plantain	6
<i>Melitaea didyma</i>	La Mélitée orangée	4
<i>Melitaea phoebe</i>	Le Grand Damier	1
<i>Mellicta athalia</i>	La Mélitée du mélampyre	3
<i>Mellicta parthenoides</i>	La Mélitée des scabieuses	1
<i>Neozephyrus quercus</i>	La Thécla du chêne	2
<i>Nymphalis polychloros</i>	La Grande Tortue	1
<i>Ochlodes venatus</i>	La Sylvaine	14
<i>Papilio machaon</i>	Le Machaon	19

## Annexe V (suite)

## Liste des espèces de lépidoptères observées

## Lépidoptères rhopalocères

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Nombre d'occurrences-sites
<i>Papilio machaon</i>	Le Machaon	19
<i>Pararge aegeria</i>	Le Tircis	11
<i>Pieris brassicae</i>	La Piéride du chou	24
<i>Pieris napi</i>	La Piéride du navet	16
<i>Pieris rapae</i>	La Piéride de la rave	25
<i>Plebejus argus</i>	L'Azuré de l'ajonc	2
<i>Polygonia c-album</i>	Le Robert-le-diable	10
<i>Polyommatus icarus</i>	L'Argus bleu	28
<i>Polyommatus thersites</i>	L'Azuré de l'esparcette	1
<i>Pontia daplidice</i>	Le Marbré-de-vert	2
<i>Pyrgus malvae</i>	Le Tacheté	1
<i>Pyronia bathseba</i>	L'Ocelle rubané	1
<i>Pyronia tithonus</i>	L'Amaryllis	25
<i>Satyrrium esculi</i>	La Thécla du kermès	2
<i>Satyrrium w-album</i>	La Thécla de l'orme	2
<i>Satyrus ferula</i>	La Grande Coronide	1
<i>Spialia sertorius</i>	L'Hespérie des sanguisorbes	1
<i>Thymelicus acteon</i>	L'Actéon	4
<i>Thymelicus lineolus</i>	L'Hespérie du dactyle	13
<i>Thymelicus sylvestris</i>	La Bande noire	16
<i>Vanessa atalanta</i>	Le Vulcain	15
<i>Vanessa cardui</i>	La Belle-Dame	8

## Lépidoptères hétérocères

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Nombre d'occurrences-sites
<i>Anarta myrtilli</i>	La Noctuelle des myrtilles	3
<i>Autographa gamma</i>	Le Lambda	5
<i>Catocala nupta</i>	La Mariée	1
<i>Cerura vinula</i>	La Grande queue fourchue	1
<i>Eligmodonta ziczac</i>	Le Bois veiné	1
<i>Elophila nymphaeata</i>	L'Hydrocampe du potamot	1
<i>Eriogaster lanestris</i>	La Laineuse du cerisier	1
<i>Euclidia glyphica</i>	La doublure jaune	1
<i>Euplagia quadripunctaria</i>	L'Ecaille chinée	7
<i>Hemaris fuciformis</i>	Le Sphinx fuciforme	5
<i>Hyles euphorbiae</i>	Le Sphinx de l'euphorbe	1
<i>Lasiocampa quercus</i>	Le Bombyx du chêne	4
<i>Macroglossum stellatarum</i>	Le Moro-sphinx	12
<i>Macrothylacia rubi</i>	Le Bombyx de la ronce	1
<i>Malacosoma neustria</i>	La Livrée des arbres	1
<i>Marumba quercus</i>	Le Sphinx du chêne vert	1
<i>Orgyia antiqua</i>	L'Etoilée	1
<i>Proserpinus proserpina</i>	Le Sphinx de l'épilobe	1
<i>Pseudopanthera macularia</i>	La Panthère	1
<i>Rhodostrophia calabra</i>	La Phalène calabraise	1
<i>Saturnia pavonia</i>	Le Petit paon de nuit	1
<i>Siona lineata</i>	La Divisée	1
<i>Tyria jacobaea</i>	La Goutte de sang	8
<i>Zygaena carniolica</i>	La Zygène de la Carniole	6
<i>Zygaena filipendulae</i>	La Zygène de la spirée	11
<i>Zygaena lavandulae</i>	La Zygène de la lavande	1
<i>Zygaena loti</i>	La Zygène du millefeuille	3
<i>Zygaena purpuralis</i>	La Zygène pourpre	1
<i>Zygaena transalpina</i>	La Zygène transalpine	2
<i>Zygaena trifolii</i>	La Zygène du trèfle	4

## Annexe VI

Liste des espèces d'invertébrés observées, hormis odonates, orthoptères et lépidoptères  
(par ordre alphabétique de nom d'ordre ou de famille)

Ordre - Famille	Taxons	Nombre d'occurrences	Ordre - Famille	Taxons	Nombre d'occurrences
Aranéides Argiopidés	<i>Araneus diadematus</i>	1	Coléoptères dytiscidés	<i>Cybister lateralimarginalis</i>	1
Aranéides Argiopidés	<i>Argiope bruennichi</i>	5	Coléoptères dytiscidés	<i>Hyphydrus ovatus</i>	1
Aranéides Argiopidés	<i>Larinioides cornutus</i>	1	Coléoptères dytiscidés	<i>Stictotarsus 12-pustulatus</i>	1
Aranéides Argiopidés	<i>Nuctunea umbratica</i>	1	Coléoptères geotrupidés	<i>Typhoeus typhoeus</i>	1
Aranéides Pisauridés	<i>Dolomedes fimbriatus</i>	1	Coléoptères lampyridé	<i>Lampyrus noctiluca</i>	1
Aranéides Pisauridés	<i>Pisaura mirabilis</i>	1	Coléoptères lucanidés	<i>Lucanella cervus</i>	5
Aranéides Ségestriidés	<i>Segestria florentina</i>	1	Coléoptères lycidés	<i>Lygistopterus sanguineus</i>	1
Aranéides Thomisidés	<i>Misumena vatia</i>	1	Coléoptères mélolonthidés	<i>Amphimallon solstitialis</i>	1
Blattoptères	<i>Lobolampra subaptera</i>	1	Coléoptères oedemeridés	<i>Oedemera nobilis</i>	2
Blattoptères	<i>Loboptera decipiens</i>	1	Coléoptères oedéméridés	<i>Oedemera podagrariae</i>	2
Branchiopodes	<i>Branchipus schaefferi</i>	1	Coléoptères scarabidés	<i>Oxythyrea funesta</i>	1
Chéleutoptères	<i>Clonopsis gallica</i>	1	Coléoptères staphylinidés	<i>Emus hirtus</i>	1
Chéleutoptères	<i>Leptynia hispanica</i>	1	Dermaptères	<i>Euborellia moesta</i>	1
Chilopodes	<i>Henia vesuviana</i>	1	Dermaptères	<i>Forficula auricularia</i>	2
Chilopodes	<i>Lithobius forficatus</i>	1	Dermaptères	<i>Forficula lesnei</i>	2
Chilopodes	<i>Lithobius melanops</i>	1	Diptères dolichopodidés	<i>Dolichopus atratus</i>	1
Chilopodes	<i>Lithobius pilicornis</i>	2	Diptères dolichopodidés	<i>Dolichopus ciliifemoratus</i>	1
Coléoptères	<i>Agabus nebulosus</i>	1	Diptères dolichopodidés	<i>Dolichopus griseipennis</i>	1
Coléoptères	<i>Bembidium ephippium</i>	1	Diptères dolichopodidés	<i>Dolichopus signatus</i>	1
Coléoptères	<i>Biopanes meridionalis</i>	1	Diptères dolichopodidés	<i>Raphium macrocerum</i>	1
Coléoptères	<i>Brachyleptura cordigera</i>	1	Diptères dolichopodidés	<i>Tachytrechus notatus</i>	2
Coléoptères	<i>Coccinella septempunctata</i>	1	Diptères syrphidés	<i>Sericomyia silentis</i>	2
Coléoptères	<i>Duvalius auberti</i>	1	Ephéméroptères	<i>Cloeon simile</i>	1
Coléoptères	<i>Zonabris variabilis</i>	1	Ephéméroptères	<i>Ephemera cf. danica</i>	1
Coléoptères cantharidés	<i>Cantharis rufa</i>	1	Hétéroptères acanthosomatidés	<i>Elasmostethus interstinctus</i>	2
Coléoptères carabidés	<i>Agonum mülleri</i>	1	Hétéroptères acanthosomatidés	<i>Elasmucha grisea</i>	3
Coléoptères carabidés	<i>Carabus granulatus</i>	1	Hétéroptères alydidés	<i>Camptopus lateralis</i>	4
Coléoptères carabidés	<i>Chlaeniellus vestitus</i>	1	Hétéroptères coréidés	<i>Coreus marginatus</i>	6
Coléoptères carabidés	<i>Elaphrus riparius</i>	1	Hétéroptères coréidés	<i>Enoplops scapha</i>	1
Coléoptères carabidés	<i>Harpalus affinis</i>	1	Hétéroptères coréidés	<i>Gonocerus acuteangulatus</i>	1
Coléoptères carabidés	<i>Ophonus rufipes</i>	1	Hétéroptères coréidés	<i>Haploprocta sulcicornis</i>	1
Coléoptères carabidés	<i>Paranchus albipes</i>	1	Hétéroptères coréidés	<i>Syromastes rhombeus</i>	1
Coléoptères carabidés	<i>Poecilus cupreus</i>	2	Hétéroptères cydnidés	<i>Cydnus aterrimus</i>	1
Coléoptères carabidés	<i>Stebolophus teutonius</i>	1	Hétéroptères lygèidés	<i>Rhyparochromus quadratus</i>	1
Coléoptères cérambycidés	<i>Agapanthia cardui</i>	1	Hétéroptères lygèidés	<i>Trapezonotus ullrichi</i>	1
Coléoptères cérambycidés	<i>Agapanthia villosoviridescens</i>	1	Hétéroptères népidés	<i>Nepa cinerea</i>	1
Coléoptères cérambycidés	<i>Anoplodera sexguttata</i>	1	Hétéroptères népidés	<i>Ranatra linearis</i>	2
Coléoptères cérambycidés	<i>Aromia moschata</i>	1	Hétéroptères pentatomidés	<i>Aelia acuminata</i>	10
Coléoptères cérambycidés	<i>Brachyleptura fulva</i>	1	Hétéroptères pentatomidés	<i>Carpocoris purpureipennis</i>	4
Coléoptères cérambycidés	<i>Calamobius filum</i>	2	Hétéroptères pentatomidés	<i>Dolycoris baccarum</i>	11
Coléoptères cérambycidés	<i>Clytus arietis</i>	1	Hétéroptères pentatomidés	<i>Eurydema oleraceum</i>	2
Coléoptères cérambycidés	<i>Leptura maculata</i>	7	Hétéroptères pentatomidés	<i>Eurygaster testudinaria</i>	1
Coléoptères cérambycidés	<i>Oberea linearis</i>	1	Hétéroptères pentatomidés	<i>Graphosoma italicum</i>	5
Coléoptères cérambycidés	<i>Oberea oculata</i>	1	Hétéroptères pentatomidés	<i>Neotiglossa leporina</i>	7
Coléoptères cérambycidés	<i>Pachytodes cerambyciformis</i>	1	Hétéroptères pentatomidés	<i>Palomena prasina</i>	3
Coléoptères cérambycidés	<i>Pseudovadonia livida</i>	2	Hétéroptères pentatomidés	<i>Pentatoma rufipes</i>	2
Coléoptères cérambycidés	<i>Stenopterus rufus</i>	2	Hétéroptères pentatomidés	<i>Picomerus bidens</i>	1
Coléoptères cérambycidés	<i>Stenurella nigra</i>	1	Hétéroptères pentatomidés	<i>Piezodorus lituratus</i>	12
Coléoptères cétoniidés	<i>Cetonia aurata</i>	4	Hétéroptères pentatomidés	<i>Raphigaster nebulosa</i>	1
Coléoptères cétoniidés	<i>Gnorrimus octopunctatus</i>	1	Hétéroptères pentatomidés	<i>Rhacognathus punctatus</i>	1
Coléoptères cétoniidés	<i>Trichius rosaceus</i>	2	Hétéroptères pentatomidés	<i>Xus nebulosa</i>	1
Coléoptères chrysomelidés	<i>Agelastica alni</i>	1	Hétéroptères pentatomidés	<i>Zicrona caerulea</i>	3
Coléoptères chrysomelidés	<i>Chrysolina banksi</i>	1	Hétéroptères pléidés	<i>Plea minutissima</i>	1
Coléoptères chrysomelidés	<i>Chrysolina sanguinolenta</i>	1	Hétéroptères rhopalidés	<i>Corizys hyoscyami</i>	1
Coléoptères chrysomelidés	<i>Cryptocephalus 10-maculatus</i>	1	Hétéroptères rhopalidés	<i>Myrmus miriformis</i>	1
Coléoptères chrysomelidés	<i>Cryptocephalus moraei</i>	3	Homoptères	<i>Cercopis vulnerata</i>	1

## Annexe VI (suite)

Liste des espèces d'invertébrés observées, hormis odonates, orthoptères et lépidoptères

Ordre - Famille	Taxons	Nombre d'occurrences	Ordre - Famille	Taxons	Nombre d'occurrences
Coléoptères chrysomelidés	<i>Cryptocephalus vittatus</i>	4	Homoptères	<i>Cicada orni</i>	1
Coléoptères chrysomelidés	<i>Donacia impressa</i>	1	Homoptères	<i>Stictocephala bisonia</i>	2
Coléoptères chrysomelidés	<i>Donacia marginata</i>	1	Homoptères	<i>Tettigetta pygmea</i>	1
Coléoptères chrysomelidés	<i>Donacia sp.</i>	2	Hyménoptères chrysidés	<i>Chrysis cf. ignata</i>	1
Coléoptères chrysomelidés	<i>Donacia versicolorea</i>	2	Hyménoptères crabronidés	<i>Cerceris rybyensis</i>	1
Coléoptères chrysomelidés	<i>Donacia vulgaris</i>	3	Hyménoptères crabronidés	<i>Ectemnius lituratus</i>	1
Coléoptères chrysomelidés	<i>Galeruca tanacetii</i>	1	Hyménoptères euménidés	<i>Delta unguiculata</i>	2
Coléoptères chrysomelidés	<i>Gonioctena olivacea</i>	2	Hyménoptères formicinae	<i>Formica cunicularia</i>	1
Coléoptères chrysomelidés	<i>Labidostomis longimana</i>	1	Hyménoptères formicinae	<i>Lasius niger</i>	2
Coléoptères chrysomelidés	<i>Lochmaea caprea</i>	1	Hyménoptères myrmicinae	<i>Tetramorium caespitum</i>	1
Coléoptères chrysomelidés	<i>Oulema melanopus</i>	2	Hyménoptères sphécidés	<i>Ammophila sabulosa</i>	3
Coléoptères chrysomelidés	<i>Plateumaris sericea</i>	1	Hyménoptères sphécidés	<i>Lestica clypeata</i>	1
Coléoptères chrysomelidés	<i>Timarcha tenebricosa</i>	1	Hyménoptères sphécidés	<i>Prionix kirbii</i>	1
Coléoptères cicindélidés	<i>Cicindela campestris</i>	9	Hyménoptères sphécidés	<i>Tachysphex tarsinus</i>	1
Coléoptères cléridés	<i>Trichodes alvearius</i>	1	Hyménoptères Tenthredinidés	<i>Rhogogaster viridis</i>	1
Coléoptères cléridés	<i>Trichodes apiarius</i>	1	Hyménoptères vespidé	<i>Polistes dominulus</i>	1
Coléoptères coccinellidés	<i>Adalia 10-punctata</i>	2	Hyménoptères vespidé	<i>Polistes nimpha</i>	1
Coléoptères coccinellidés	<i>Adalia 2-punctata</i>	4	Hyménoptères vespidé	<i>Vespa crabro</i>	4
Coléoptères coccinellidés	<i>Calvia 10-guttata</i>	1	Hyménoptères vespidé	<i>Vespula vulgaris</i>	1
Coléoptères coccinellidés	<i>Calvia 14-guttata</i>	1	Isopodes	<i>Oniscus asellus</i>	2
Coléoptères coccinellidés	<i>Chilocorus bipustulatus</i>	2	Isopodes	<i>Porcellio scaber</i>	1
Coléoptères coccinellidés	<i>Chilocorus renipustulatus</i>	1	Névroptères	<i>Libelloides ictericus</i>	1
Coléoptères coccinellidés	<i>Coccinella 7-punctata</i>	14	Névroptères	<i>Palpares libelluloides</i>	2
Coléoptères coccinellidés	<i>Exochomus 4-pustulatus</i>	1	Névroptères	<i>Theleproctophila variegata</i>	1
Coléoptères coccinellidés	<i>Exochomus nigromaculatus</i>	1	Opilions	<i>Phalangium opilio</i>	1
Coléoptères coccinellidés	<i>Halyzia 16-guttata</i>	1	Trichoptères	<i>Limnephilus centralis</i>	1
Coléoptères coccinellidés	<i>Hippodamia 13-punctata</i>	3			
Coléoptères coccinellidés	<i>Hippodamia variegata</i>	10			
Coléoptères coccinellidés	<i>Propylea 14-punctata</i>	5			
Coléoptères coccinellidés	<i>Thea 22-punctata</i>	1			
Coléoptères coccinellidés	<i>Tytthaspis 16-punctata</i>	6			

## Annexe VII Liste des espèces d'oiseaux observées (par ordre alphabétique de nom français)

Abréviation utilisée pour la liste rouge française (Rocamora, 1999) :

AP statut à préciser ; D espèce en déclin ; V espèce vulnérable ; R espèce rare ; E espèce en danger

Les espèces non nicheuses sont figurées en grisé.

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre de sites où l'espèce est nicheuse	Nombre de sites où l'espèce est déterminante	Annexe I directive Oiseaux	Liste rouge France
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>	23			
Aigle de Bonelli	<i>Hieraetus fasciatus</i>			X	E
Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i>			X	
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	8			AP
Alouette lulu	<i>Lullula arborea</i>	8	6	X	
Autour des palombes	<i>Accipiter gentilis</i>				
Balzacqz pêcheur	<i>Pandion haliaetus</i>			X	V
Bécasse des bois	<i>Scolopax rusticola</i>				AP
Bécassine des marais	<i>Gallinago gallinago</i>				E
Bécassine sourde	<i>Lymnocyptes minimus</i>				AP
Bergeronnette des ruisseaux	<i>Motacilla cinerea</i>	8	2		
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	27			
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	1			
Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i>			X	
Bouscarle de Cetti	<i>Cettia cetti</i>	2	1		
Bouvreuil pivoine	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	7	1		
Bruant des roseaux	<i>Emberiza schoeniclus</i>	2			
Bruant fou	<i>Emberiza cia</i>	1	1		
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	19			
Bruant ortolan	<i>Emberiza hortulana</i>			X	D
Bruant proyer	<i>Miliaria calandra</i>	3			
Bruant zizi	<i>Emberiza cirlus</i>	14	1		
Busard cendré	<i>Circus pygargus</i>			X	
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>			X	
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>			X	
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	4			
Caille des blés	<i>Coturnix coturnix</i>	3	2		AP
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	15			
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	21			
Chevalier aboyeur	<i>Tringa nebularia</i>				
Chevalier cul-blanc	<i>Tringa ochropus</i>				
Chevalier gambette	<i>Tringa totanus</i>				R
Chevalier guignette	<i>Actitis hypoleucos</i>	1	1		R
Chevêche d'Athéna	<i>Athene noctua</i>	1	1		D
Choucas des tours	<i>Corvus monedula</i>	4			
Chouette hulotte	<i>Strix aluco</i>	1			
Circaète Jean-le-Blanc	<i>Circaetus gallicus</i>			X	R
Cisticole des joncs	<i>Cisticola juncidis</i>	1			
Cochevis de Thékla	<i>Galerida theklae</i>	1	1	X	V
Cochevis huppé	<i>Galerida cristata</i>	1	1		D
Corbeau freux	<i>Corvus frugilegus</i>	2			
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	18			
Coucou geai	<i>Clamator glandarius</i>	1	1		R
Coucou gris	<i>Cuculus canorus</i>	13			
Courlis corlieu	<i>Numenius phaeopus</i>				
Engoulevent d'Europe	<i>Caprimulgus europaeus</i>	1	1	X	
Épervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>	6			
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	10			
Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	3			
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	18			
Faucon hobereau	<i>Falco subbuteo</i>				
Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i>	2	2	X	R
Fauvette à lunettes	<i>Sylvia conspicillata</i>	1	1		V
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	33			
Fauvette des jardins	<i>Sylvia borin</i>	14	1		
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	14	1		
Fauvette mélanocéphale	<i>Sylvia melanocephala</i>	4			
Fauvette passerinette	<i>Sylvia cantillans</i>	4			
Fauvette pitchou	<i>Sylvia undata</i>	8	4	X	
Foulque macroule	<i>Fulica atra</i>	4	1		
Fuligule milouin	<i>Aythya ferina</i>				D

## Annexe VII (suite)

## Liste des espèces d'oiseaux observées

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre de sites où l'espèce est nicheuse	Nombre de sites où l'espèce est déterminante	Annexe I directive Oiseaux	Liste rouge France
Fuligule morillon	<i>Aythya fuligula</i>				R
Gallinule poule d'eau	<i>Gallinula chloropus</i>	13			
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	21			
Gobemouche gris	<i>Muscicapa striata</i>	3	2		
Gobemouche noir	<i>Ficedula hypoleuca</i>				
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>				
Goéland brun	<i>Larus fuscus</i>				
Goéland leucophée	<i>Larus cachinnans</i>				
Grand Corbeau	<i>Corvus corax</i>	2	2		
Grand Cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>			X	
Grand-duc d'Europe	<i>Bubo bubo</i>	3	3	X	R
Grande Aigrette	<i>Ardea alba</i>			X	V
Grèbe castagneux	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	7	2		
Grèbe huppé	<i>Podiceps cristatus</i>	1			
Grimpereau des bois	<i>Certhia familiaris</i>	1	1		
Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i>	8			
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	2			
Grive litorne	<i>Turdus pilaris</i>	1	1		
Grive muscienne	<i>Turdus philomelos</i>	25			
Gros-bec casse-noyaux	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>				
Guépier d'Europe	<i>Merops apiaster</i>	2	1		
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>				
Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbica</i>				
Hirondelle de rivage	<i>Riparia riparia</i>	2	2		
Hirondelle de rochers	<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	4	2		
Hirondelle rousseline	<i>Hirundo daurica</i>	1	1		V
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>				D
Huppe fasciée	<i>Upupa epops</i>	1			D
Hypolaïs icterine	<i>Hippolaïs icterina</i>	1	1		D
Hypolaïs polyglotte	<i>Hippolaïs polyglotta</i>	21			
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>	26			
Locustelle lusciniotide	<i>Locustella luscinioides</i>	1			D
Loriot d'Europe	<i>Oriolus oriolus</i>	4			
Martinet à ventre blanc	<i>Apus melba</i>				
Martinet noir	<i>Apus apus</i>				
Martinet pâle	<i>Apus pallidus</i>				R
Martin-pêcheur d'Europe	<i>Alcedo atthis</i>	1		X	
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	34			
Mésange à longue queue	<i>Aegithalos caudatus</i>	22			
Mésange bleue	<i>Parus caeruleus</i>	29			
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	31			
Mésange huppée	<i>Parus cristatus</i>	5	1		
Mésange noire	<i>Parus ater</i>	4			
Mésange nonnette	<i>Parus palustris</i>	6	2		
Milan noir	<i>Milvus migrans</i>	2	1	X	
Milan royal	<i>Milvus milvus</i>			X	
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	11			
Moineau friquet	<i>Passer montanus</i>	1			
Moineau soulcie	<i>Petronia petronia</i>	1			
Monticole bleu	<i>Monticola solitarius</i>	1	1		R
Monticole de roche	<i>Monticola saxatilis</i>	1			
Mouette rieuse	<i>Larus ridibundus</i>	1			
Œdicnème criard	<i>Burhinus oediconemus</i>	1	1	X	D
Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>	3			D
Perdrix rouge	<i>Alectoris rufa</i>	8	2		D
Petit Gravelot	<i>Charadrius dubius</i>	5	4		
Pic cendré	<i>Picus canus</i>	1	1	X	
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>	9			
Pic épeichette	<i>Dendrocopos minor</i>	3	1		

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre de sites où l'espèce est nicheuse	Nombre de sites où l'espèce est déterminante	Annexe I directive Oiseaux	Liste rouge France
Pic noir	<i>Dryocopus martius</i>			X	
Pic vert	<i>Picus viridis</i>	15	1		
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	12			
Pie-grièche à tête rousse	<i>Lanius senator</i>	1	1		D
Pie-grièche écorcheur	<i>Lanius collurio</i>	4	4	X	D
Pigeon biset domestique	<i>Columba livia</i>	3			
Pigeon colombin	<i>Columba oenas</i>	7	1		AP
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	28			
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	31			
Pipit des arbres	<i>Anthus trivialis</i>	5			
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>	2	1		
Pipit rousseline	<i>Anthus campestris</i>	3	2	X	
Pouillot de Bonelli	<i>Phylloscopus bonelli</i>	2			
Pouillot fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	12	3		
Pouillot siffleur	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	1			
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	29			
Râle d'eau	<i>Rallus aquaticus</i>	2			AP
Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapillus</i>	2			
Roitelet huppé	<i>Regulus regulus</i>	4			
Rossignol philomèle	<i>Luscinia megarhynchos</i>	18			
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	30			
Rougequeue à front blanc	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	8	2		AP
Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i>	18	2		
Rousserolle effarvate	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	2	1		
Rousserolle turdoïde	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	1	1		D
Rousserolle verderolle	<i>Acrocephalus palustris</i>	1			
Sarcelle d'hiver	<i>Anas crecca</i>				R
Serin cini	<i>Serinus serinus</i>	10			
Sittelle torchepot	<i>Sitta europaea</i>	5			
Tadorne de Belon	<i>Tadorna tadorna</i>	1			
Tarier des prés	<i>Saxicola rubetra</i>	2	2		D
Tarier pâtre	<i>Saxicola torquata</i>	11	3		AP
Tarin des aulnes	<i>Carduelis spinus</i>	1	1		R
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	22	2		D
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	5			
Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>	2	2		AP
Traquet oreillard	<i>Oenanthe hispanica</i>	1	1		V
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	31			
Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>				D
Verdier d'Europe	<i>Carduelis chloris</i>	17			

## Annexe VIII

## Statut de reproduction des espèces d'oiseaux observées au cours de l'étude

(source : GOB, 2004)

Probabilité de nidification	Comportement
<b>Simple présence</b>	Espèce observée en période de nidification.
<b>Nidification possible</b>	Espèce observée en période de nidification dans un habitat favorable.
	Chant (ou autre manifestation vocale associée à la reproduction) en période de reproduction.
<b>Nidification probable</b>	Couple(s) dans un habitat favorable en période de reproduction.
	Territoire permanent attesté par des comportements territoriaux à plusieurs dates en un lieu donné.
	Parades ou vols nuptiaux, accouplements.
	Visite d'un site de nid probable (cavité...).
	Adultes agités ou inquiets (alarme...).
	Plaque incubatrice (sur un oiseau tenu en mains).
	Construction de nid (ou forage de cavité).
<b>Nidification certaine</b>	Manœuvre de dissuasion ou de diversion (aile cassée).
	Nid utilisé (ou coquilles).
	Juveniles récemment envolés (espèces nidicoles) ou en duvet (espèces nidifuges).
	Adultes dans un site (y entrant ou en sortant) dans des conditions indiquant l'existence d'un nid occupé (cas des nids élevés ou en cavité dont le contenu ne peut être vu) ou adultes sur un nid couvant ou abritant des poussins.
	Transport d'aliments pour les jeunes ou de sacs fécaux par des adultes.
	Nid contenant des œufs.
	Nid contenant des jeunes (vus ou entendus).

Région	Nombre de sites	Espèces déterminantes par station (moyenne)					Diversité spécifique					Espèces par station (moyenne)				
		Orthoptères	Flore	Odonates	Amphibiens	Cumulé	Orthoptères	Formations végétales	Flore	Odonates	Amphibiens	Orthoptères	Flore	Odonates	Amphibiens	
Alpes	3 sites	Carreau sec					12	1	22			7,0	22,0			
		Carreau humide		0,3		1,0	1,3	5	3	31		2	5,0	12,3		1,0
		Remblais		2,6			2,6	10	5	114			10,0	34,6		
		Éboulis et blocs		0,7			0,7	20	3	77			11,7	17,0		
		Zone de circulation		1,0			1,0		1	11			0,0	11,0		
		Zone décapée		4,0			4,0	8	1	86			6,5	86,0		
		Bassin permanent				1,0	1,0					1				
Bassin aquitain	2 sites	Carreau sec	1,0	2,3			3,3	15	3	141			11,0	49,3		
		Carreau humide	1,0	1,0	0,5	1,2	3,7	9	5	63	10	7	9,0	18,8	7,5	2,0
		Remblais	1,8	2,0			3,8	30	5	132			10,2	22,3		
		Éboulis et blocs							1	13				13,0		
		Bassin permanent			2,0	1,3	3,3				24	7			9,0	2,7
		Bassin de décantation				1,0	1,0					1				
Bassin Parisien et Vallée de la Loire	5 sites	Carreau sec		0,9			0,9	15	5	178			6,0	23,9		
		Carreau humide		2,1	3,0	1,7	6,8	4	4	111	8	8	4,0	19,7	8,0	3,0
		Remblais	2,3	0,2			2,5	25	10	254			7,6	20,6		
		Éboulis et blocs		1,7			1,7		3	44				18,7		
		Zone décapée	1,0	1,0			2,0	7	1	21			4,5	21,0		
		Bassin permanent		0,2		0,4	0,6	0	3	53		8		12,4		2,2
		Bassin de décantation	0,8	1,5			2,3	19	7	87	4	3	8,5	17,1		3,0
		Plan d'eau de fosse			0,3		0,3					14			7,0	
Massif Armoricain	14 sites	Carreau sec	0,8	0,7			1,5	25	7	178			5,6	30,1		
		Carreau humide	1,2	0,3		1,5	3,0	27	14	237	4	11	6,6	20,6	4,0	2,7
		Remblais	0,4	0,2			0,6	26	15	333			8,8	26,9		
		Éboulis et blocs		0,1			0,1		6	160				19,1		
		Zone de circulation	0,9	0,5			1,4	24	4	148			9,2	37,5		
		Zone décapée	1,3	1,1			2,5	18	5	112			12,0	25,4		
		Bassin permanent		0,4	1,4	1,2	3,0		7	51	26	12		9,4	6,2	3,2
		Bassin de décantation		0,7	0,8	1,3	2,7		7	126	22	8		16,2	5,9	2,4
Plan d'eau de fosse		0,5	0,3	1,7	2,5		1	3	8	9		1,5	4,0	3,3		
Massif central	7 sites	Carreau sec	0,6	0,5			1,2	34	7	203			9,8	21,2		
		Carreau humide	3,0	0,5	0,3	0,8	4,6	5	7	68	21	8	6,0	10,8	10,3	1,6
		Remblais	2,2	0,7			2,9	11	5	109			6,0	16,3		
		Éboulis et blocs							4	62				13,3		
		Zone de circulation	0,3				0,3	22					9,3			
		Zone décapée							3	71				19,8		
		Bassin permanent			1,2	1,7	2,9		4	44	20	7		12,3	11,2	2,8
		Plan d'eau de fosse			1,5		1,5	9	1	13	15	1	9,0	13,0	11,0	1,0
Région méditerranéenne	4 sites	Carreau sec						22	3	142			10,0	40,5		
		Carreau humide	2,0	1,0		0,4	3,4	13	1	28	2	4	13,0	12,0	1,5	2,0
		Remblais	0,4				0,4	37	3	299			12,8	40,0		
		Éboulis et blocs						19	2	99			16,0	41,7		
		Zone de circulation						14					14,0			
		Zone décapée							1	122				45,0		
		Bassin permanent										1				1,0
		Front		1,0			1,0		1	26				26,0		
		>2	>2	>2	>2	>3						>10	>30	>10	>3	

## **Bibliographie - Glossaire Crédit photographique**



# BIBLIOGRAPHIE

- ACEMAV coll., Duguet R. & Melki F. ed., 2003. Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg. Collection Parthénope, éditions Biotope, Mèze (France). 480 p.
- Albouy V. & Caussanel C., 1990. *Dermaptères ou Perce-Oreilles*. Faune de France n°75. FFSSN, Paris, 245 p.
- Bardat J., Bioret F., Botineau M., Boulet V., Delpech R. Géhu J-M., Haury J., Lacoste A., Rameau J., Royer J-M., Roux G. & Touffet J., 2004. *Prodrome des végétations de France*. Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 171 p. (Patrimoines naturels, 61)
- Bellmann H. & Luquet G., 1995. *Guide des Sauterelles, Grillons et Criquets d'Europe occidentale*. Delachaux & Niestlé, 383 p.
- Bissardon M., Guibal L. & Rameau J-C., 1997. *Corine biotopes, types d'habitats français*, ENGREF-ATEN, 175 p. dernière mise à jour : 4 avril 2005
- Bitsch J., Barbier Y., Gayubo S.F., Schmidt K. & Ohl M., 1997. *Hyménoptères Sphecidae d'Europe Occidentale* – vol.2. Faune de France n°82. FFSSN, Paris, 429 p.
- Blanc L., 2000. *Données spatio-temporelles en écologie et analyses multitableaux : examen d'une relation*. Thèse de l'Université Claude Bernard - Lyon I, pp. 266.
- Boulet L., 1996. *Approche phytoécologique de la dynamique des végétations primaires dans les carrières de roches massives*. Thèse de l'Université de Rennes 1.
- Boulet V., 1986. *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. Lille.
- Bournérias M., Arnal G. & Bock C., 2001 (4e édition, année de référence, 1968). *Guide des groupements végétaux de la région parisienne*. Belin, Paris, 640 p.
- Braun-Blanquet J. et al., 1952. *Les groupements végétaux de la France méditerranéenne*. CNRS. Paul Lechevalier. Paris.
- Chevrier M. & al., 2004. *Les Invertébrés continentaux de Bretagne*. Coll. Les Cahiers Naturalistes de Bretagne, GRECIA, Ed. Biotope : 144 p.
- Collette J., 2003. *Les oiseaux sauvages des carrières de Normandie*. UNICEM Normandie. Édition du cormoran. 60 p.
- Conseil des communautés européennes, 1979. Directive 79/409/CEE du Conseil du 2 avril 1979 concernant la conservation des Oiseaux sauvages. Journal Officiel des communautés européennes N° L 206/7 du 25 avril 1979.
- Conseil des communautés européennes, 1992. Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des Habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages. Journal Officiel des communautés européennes N° L 206/7 du 22 juillet 1992.
- Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles, 2005. *Modernisation des ZNIEFF en Languedoc-Roussillon, Version 2*.
- Conservatoire botanique pyrénéen, 2004. Document provisoire : *Inventaire des ZNIEFF en Midi-Pyrénées, Méthodologie de hiérarchisation de la fonge, de la flore vasculaire et des habitats patrimoniaux de Midi-Pyrénées et liste préliminaire d'espèces et d'habitat déterminants*.
- Conservatoire des sites naturels de Picardie, 2004. *Modernisation des ZNIEFF Picardie, Méthodologie de l'inventaire*.

- CSRPN & DIREN Basse Normandie, 2000. *Liste des espèces observées en Basse-Normandie*.
- Defaut B., 1994. *Les synusies orthoptériques en région paléarctique occidentale*. Ed. Association des Naturalistes de l'Ariège, La Bastide de Sérou (Fr.) : 275 p.
- Delpech R., Dumé G. & Galmiche P., 1985. *Typologie des stations forestières*. Vocabulaire. IDF.
- Directive 92/43/CEE du conseil du 21 Mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages.
- DIREN Auvergne, 2005. *Liste d'espèces déterminantes (inventaires ZNIEFF modernisés)*. Validation du SRPN du 4 Février 2004.
- DIREN Bourgogne, 1999. *Espèces de grand intérêt et déterminantes en Bourgogne*.
- DIREN Bretagne, 2004. *Liste des espèces déterminantes pour la réalisation des fiche ZNIEFF*.
- DIREN Centre, 2003. *Actualisation de l'inventaire régional des ZNIEFF*. Guide des espèces et milieux déterminants en région Centre.
- DIREN Languedoc-Roussillon, 2003. *Liste d'espèces déterminantes des ZNIEFF du Languedoc-Roussillon*.
- DIREN Limousin & CSRPN, 1999. *Liste des espèces déterminantes*.
- DIREN Lorraine, 2002. Document de travail : *Modernisation des ZNIEFF en région Lorraine, Espèces et habitats déterminants de Lorraine*.
- DIREN Nord/Pas-de-Calais, date inconnue. *Liste des espèces déterminantes pour la modernisation des ZNIEFF dans le Nord Pas-de-Calais*.
- DIREN Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2004. *Actualisation de l'inventaire des ZNIEFF de Provence Alpes Côte d'Azur : liste des espèces et habitats déterminants et remarquables*.
- DIREN Rhône-Alpes & CSRPN, 2005. *Guide méthodologique régional pour la modernisation de l'inventaire des ZNIEFF de Rhône-Alpes*.
- Dommanget J.L., 1987. *Étude faunistique et bibliographique des odonates de France*. Inventaires de Faune et de Flore n°36, MNHN/SFF, Paris, 283 p.
- Drouet E. & Faillie L., 1997. *Atlas des espèces Françaises du genre Zygaena Fabricius*. Ed. J-M Desse. 74 p.
- Dubois P.J. D., Le Maréchal P., Oliosio G. & Yesou P., 2000. *Inventaire des Oiseaux de France, Avifaune de la France métropolitaine*. Nathan/HER, Paris, 397 p.
- Dupias G. & Rey P., 1985. *Document pour un zonage des régions phyto-écologiques*. Centre national de la recherche scientifique.
- Dupont P., 1990. *Atlas de la flore de France*. MNHN.
- Dussoulier F., 1999. *Géographie des Orthoptères de Bretagne. Les Orthoptères en Bretagne : bio-indicateurs climatologiques ou résultats de l'artificialisation de la biosphère ?* Mémoire de Maîtrise de Géographie, Université de Haute-Bretagne, Rennes II, 181 p.
- Écosphère, 2001. *Carrières et zones humides. Le patrimoine écologique des zones humides issues des carrières*. CNC-UNPG.
- ENCEM, 1997. *Expertise écologique de la carrière de Kerhoual - Commune de Plouay (Morbihan). Programme carrières et zones humides. Le patrimoine écologique des zones humides issues des carrières*. CNC-UNPG 139 p.

## BIBLIOGRAPHIE

- ENCEM, 2000. *Dossier de demande d'autorisation au titre des installations classées pour la protection de l'environnement. Renouvellement et extension de carrière*. Etude d'impact, carrières de Voutré (Mayenne). 329 p.
- ENCEM, 2003. *Carrières de roche éruptive du Massif armoricain. Potentialités écologiques et réaffectations. Typologie des habitats naturels*. ENCEM & CNC-UNPG, 40 p.
- ENCEM, 2007. *Carrières de roches massives. Potentialités écologiques et réaffectations. Analyse bibliographique et réflexions*. ENCEM, CNC-UNPG, SFIC & CNFCGM.
- Encyclopedia Universalis, 2001. *Dictionnaire de l'écologie*. Albin Michel.
- Fiers V., B. Gauvrit, E. Gavazzil, P. Haffner, H. Maurin & coll., 1997. *Statut de la faune de France métropolitaine. Statut de protection, degrés de menace, statut biologiques*. Col. Patrimoines naturels, volume 24 – Paris, Service du patrimoine naturel/IEGB/MNHN, Réserves naturelles de France, Ministère de l'environnement : 225p.
- Fishesser B. & Dupuis-Tate M.F., 1996. *Le guide illustré de l'écologie*. La Martinière. 320 p.
- Foucault (de) B., 1984. *Systémique, structuralisme et synsystématique des prairies hygrophiles des plaines atlantiques françaises*. Thèse Univ. Haute Normandie.
- Geniez P. & Cheylan M, 2005. *Reptiles et batraciens de France*. Cdrom, éditions educagri.
- Groupe Ornithologique Breton, 2004. *Protocole de l'atlas des oiseaux nicheurs de Bretagne 2004-2008*. Bulletin de liaison N° 48, 31 p.
- Grand D. & Boudot J-P., 2006. *Les libellules de France, Belgique et Luxembourg*. Biotope, Mèze, Collection Parthénope, 480 p.
- Guermeur Y. & Monnat J-Y, 1980. *Histoire et géographie des oiseaux nicheurs de Bretagne*. Société pour l'étude et la protection de la nature en Bretagne (SEPNB), Centrale ornithologique bretonne, Ministère de l'environnement et du cadre de vie, direction de la protection de la nature, Aurillac, 240 p.
- Hecnar, S.J. 1995. *Acute and chronic toxicity of ammonium nitrate fertilizer to amphibians from southern Ontario*. Environmental Toxicology and Chemistry 14:2131–2137.
- Hunault G., 1999. *Liste régionale indicative des espèces déterminantes en Pays-de-la-Loire. Espèces végétales*. DIREN des Pays de la Loire. CSRPN.
- Jiguet F. & Julliard R., 2003. *Suivi temporel des oiseaux communs. Bilan du programme STOC pour la France en 2003*. Centre de Recherches sur la Biologie des Populations d'Oiseaux (CRBPO), 26 p.
- Joli P., 1998. *Biologie des populations d'amphibiens, connectivité et aménagement du territoire*. Troisième rencontre « Route et Faune Sauvage », Strasbourg, Conseil de l'Europe, 1998.
- Jourde P. & Terrisse J. (coord.), 2001. *Espèces animales et végétales déterminantes en Poitou-Charentes*. Coll. Cahiers techniques du Poitou-Charentes, Poitou-Charentes Nature. Poitiers, 154 p.
- Journaux L., 2006. *Analyse multispectrale d'images satellitaires et analyse multi-tableaux : application à la répartition des populations d'oiseaux et à la structure du paysage*. Thèse de l'Université de Bourgogne, pp.260.
- Julve Ph, 1998. *Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France*. Baseflor. Site internet de Telabotanica.
- Kerguélen M., 1999. *Index Synonymique de la Flore de France*.
- Lafranchis T., 2000. *Les Papillons de jour de France, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles*. Collection Parthénope, Ed. Biotopes, Mèze (Fr.), 448 p.

Larousse 2003, le dictionnaire.

Le Petit Robert 2003, *Dictionnaire de la langue française*.

Magnanon S., 1993. *Liste rouge des espèces végétales rares et menacées du Massif armoricain*. E.R.I.C.A n°4, Conservatoire botanique nationale de Brest. 22 p.

Maurin H., Theys J., Feraudy (de) E. & Duhautois L., 1997. *Guide méthodologique sur la modernisation de l'inventaire des zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique*. Coll. Notes de méthode. Institut français de l'environnement. Orléans. 66 p.

Maurin H. & Keith P., 1994. *Inventaire de la faune menacée de France*. Muséum national d'histoire naturelle. Nanthan. 175 p.

Meridionalis, 2005. *Liste des espèces déterminantes d'oiseaux en Languedoc-Roussillon*.

MNHN, 2004. Muséum national d'histoire naturelle de Paris, site du CRBPO (Centre de recherche sur la biologie et les populations d'oiseaux) : [http://www.mnhn.fr/mnhn/crbpo/r%E9sultats\\_etat\\_populations.htm](http://www.mnhn.fr/mnhn/crbpo/r%E9sultats_etat_populations.htm)

MNHN, 2006. Muséum national d'Histoire naturelle [Ed]. 2003-2006. *Inventaire national du Patrimoine naturel*. Site Web : <http://inpn.mnhn.fr>

Mothiron P., 1997. *Inventaire commenté des Lépidoptères d'Île de France*. I. Noctuelles (Lepidoptera Noctuidae). Supplément hors-série au tome 19 d'Alexanor, Paris, 187 p.

Müller S. (coord.), 2004. *Plantes invasives en France*. MNHN. Paris, 168 p.

Olivier L., Galland J.P. & Maurin H., 1995. *Livre rouge de la flore menacée de France, Tome I : espèces prioritaires*. MNHN, CBN de Porquerolles, ministère de l'Environnement, Paris, 486 p.

Perrein C. & Guilloton J.C., 2001. *Les plantes-hôtes des lépidoptères rhopalocères en Loire-Atlantique et Vendée : revue critique et premier bilan*. La lettre de l'Atlas Entomologique Régional (Nantes) n°14 : 234-265.

Queleennec T., 2001. *Le Grand Corbeau en Bretagne*. Bulletin trimestriel de Bretagne vivante (SEPNB) n°180/181, Bannalec, 64 p.

Queleennec T., 2004. *Statut du Grand Corbeau, Corvus corax, dans l'ouest de la France. Bretagne et Normandie*. Ornithos, N° 11 - 1 : 14 - 23.

Ramade F., 2004. *Tome 2 : Éléments d'écologie : Écologie appliquée*. 6ème éditions. Dunod. Collection Sciences Sup. 904 p.

Rameau J.C., Mansion D. & Dumé G., 1989. *Flore forestière française. Tome 1: plaines et collines*. IDF.

Rameau J.C., Mansion D. & Dumé G., 1993. *Flore forestière française. Tome 2: montagnes*. IDF.

Riitters K. H., R. V. O Neill, C. T. Hunsaker, J. D. Wickham, D. H. Yankee, S. P. Timmins, K. B. Jones & B. L. Jackson, 1995. *A factor analysis of landscape pattern and structure metrics*. Landscape Ecology, vol. 10, pp. 23-39.

Rocamora G. & Yeatman-Berthelot D., 1999. *Oiseaux menacés et à surveiller en France. Listes rouges et recherche de priorités. Populations. Tendances. Menaces. Conservation*. Société d'études ornithologique de France, Ligue pour la protection des oiseaux. Paris, 560 p.

Saout, 1984. *Évaluation des potentialités écologiques des sites de carrières abandonnées en Bretagne*. Station biologique de Paimpont, Université de Rennes 1. 72 p.

Sardet E. & Defaut, B. (coord.), 2004. *Les Orthoptères menacés en France. Liste rouge nationale et listes rouges par domaines biogéographiques*. Matériaux orthoptériques et Entomocénétiques, 9 : 125-137.

- Sauveterre, 1985. *Evaluation des potentialités écologiques des sites de carrières après exploitation et modalités de leur restauration écologique*. Ministère de l'environnement, Ministère du redéploiement industriel et du commerce extérieur et Comité de la taxe parafiscale sur les granulats, 73 p.
- Simon N. Stuart, Janice S. Chanson, Neil A. Cox, Bruce E. Young, Ana S. L. Rodrigues, Debra L. Fischman & Robert W. Waller, 2004. *Status and Trends of Amphibian Declines and Extinctions Worldwide* in Science Express on 14 October 2004, Science 3 December 2004: Vol. 306. no. 5702, pp. 1783 – 1786 DOI: 10.1126/science.1103538.
- Taridvo G. (coord.), 1999. *Liste régionale indicative des espèces déterminantes en Pays de la Loire. Espèces animales*. DIREN des Pays de la Loire. CSRPN.
- Thiollay J.M. & Bretagnolle V. (coord), 2004. *Rapaces nicheurs de France, distribution, effectifs et conservation*. Delachaux & Niestlé, Paris, 176 p.
- Touffet J., 1982. Dictionnaire essentiel d'écologie. Ouest-France.
- Voisin J.F. (coord.), 2003. *Atlas des Orthoptères et des Mantides de France*. Patrimoines Naturels n°60. MNHN, Paris, 104 p.
- Yeatman-Berthelot D. & Jarry G., 1991. *Atlas des oiseaux de France en hiver*. Société ornithologique de France éditeur, Paris, 775 pages.
- Yeatman-Berthelot D. & Jarry G., 1995. *Nouvel atlas des oiseaux nicheurs de France, 1985-1989*. Société ornithologique de France, Paris, 776 p.

Ce glossaire a été établi d'après les documents suivants :

- DELPECH R., DUMÉ G. & GALMICHE P., 1985. *Typologie des stations forestières – Vocabulaire*. IDF.
- ENCYCLOPEDIA UNIVERSALIS – *Dictionnaire de l'écologie, 2001*. Albin Michel.
- LE PETIT ROBERT 2003 – *Dictionnaire de la langue française*.
- Le dictionnaire LAROUSSE 2003
- RAMEAU J.C., MANSION D. & DUMÉ G., 1993. *Flore forestière française, tome 2 : montagnes*. IDF.
- TOUFFET J., 1982. *Dictionnaire essentiel d'écologie*. Ouest-France.

<b>A</b>	
<b>Acidiphile</b>	Se dit d'un organisme ou d'un groupement* d'organismes croissant préférentiellement en conditions stationnelles acides (sols et eaux).
<b>Alliance</b>	Unité dans la classification des groupements* végétaux en phytosociologie*.
<b>Annuelle (plante - espèce)</b>	Plante dont la totalité du cycle de végétation dure moins d'un an et qui est donc invisible une partie de l'année.
<b>Anthropique</b>	Qualifie un phénomène qui est provoqué ou entretenu par l'action consciente ou inconsciente de l'homme.
<b>Anthropophile</b>	Se dit d'un organisme qui vit au contact de l'homme.
<b>Avifaune</b>	Ensemble des espèces d'oiseaux dans un espace donné.
<b>B</b>	
<b>Banquette</b>	Partie horizontale qui sépare deux fronts de taille*.
<b>Bétulaie</b>	Bois de bouleaux ou riche en bouleau.
<b>Biocénose</b>	Ensemble des organismes vivants occupant un biotope* donné ; une biocénose et son biotope* constituent un écosystème*.
<b>Biogéographie</b>	Étude de la répartition géographique des organismes vivants.
<b>Biotope</b>	Ensemble théorique des conditions physico-chimiques définissant un écosystème* donné.
<b>Bryophytes</b>	Groupe de végétaux cryptogames chlorophylliens comprenant les mousses, les hépatiques et les sphaignes.
<b>C</b>	
<b>Calcicole</b>	Se dit d'un organisme ou d'un groupement* d'organismes qui se rencontre préférentiellement sur des sols riches en calcium.
<b>Carreau</b>	Partie de carrière horizontale formée par l'avancée progressive des fronts de taille* (localisée en fond de fosse).
<b>Cortège (floristique...)</b>	Ensemble des espèces (végétales...) d'une station*, d'un site, d'une région géographique, etc. suivant le contexte.
<b>D</b>	
<b>Diachronique (approche)</b>	Qui consiste à suivre l'évolution de la végétation des carrières sur plusieurs années, voire décennies.
<b>Domaine vital</b>	C'est l'espace dans lequel un individu accomplit toutes les activités nécessaires à son cycle vital : alimentation, repos, reproduction, transit.
<b>E</b>	

<b>Écologie (d'une espèce)</b>	Rapport d'une espèce avec son milieu ; ensemble des conditions préférentielles de ce milieu dans lequel se rencontre cette espèce.
<b>Écologie (sens large)</b>	Science étudiant les interactions qui déterminent la distribution et l'abondance des organismes vivants.
<b>Écosystème</b>	Système ouvert défini approximativement dans l'espace et dans le temps et modélisant l'ensemble des relations des êtres vivants (biocénose*) entre eux et des êtres vivants avec l'environnement physico-chimique (biotopé*) ; le concept est opérationnel à des échelles très variables (forêt tropicale, mare temporaire, souche en décomposition...).
<b>Écotone</b>	Zone de transition et de contact entre deux écosystèmes voisins, telle que la lisière d'une forêt, une roselière, etc. (les écotones ont une faune et une flore plus riches que chacun des deux écosystèmes qu'ils séparent et ils repeuplent parfois ceux-ci).
<b>Édaphique</b>	Qui concerne la relation entre les êtres vivants et leur substrat* (sol principalement, vase, roche).
<b>Endogé</b>	Qui vit dans le sol, le substrat.
<b>Endophyte</b>	Se dit d'un organisme qui vit à l'intérieur d'un autre (exemple : ponte d'odonate dans la tige d'un végétal aquatique).
<b>Entomocénose</b>	Ensemble des insectes occupant un écosystème donné (cf. biocénose).
<b>Euryèce</b>	Se dit d'une espèce qui est capable de supporter des variations importantes de certains facteurs écologiques.
<b>Eurytopye</b>	Se dit d'une espèce vivant dans des biotopes très différents.
<b>Eutrophe</b>	Riche en éléments nutritifs, généralement non ou faiblement acide, et permettant une forte activité biologique.
<b>Eutrophisation</b>	Processus d'enrichissement excessif d'un sol ou d'une eau par apport, en quantité importante, de substances (azote surtout, phosphore, potassium, etc.) modifiant profondément la nature des biocénoses* et le fonctionnement des écosystèmes*.
<b>Exhaure (eau d'exhaure)</b>	Épuisement par pompage des eaux pluviales et souterraines.
<b>Exuvie</b>	Chez les arthropodes ou chez les vertébrés, l'exuvie désigne l'enveloppe (cuticule ou peau) que le corps de l'animal a quittée lors de la mue et qui est remplacée par une nouvelle.
<b>F</b>	
<b>Fécès</b>	Nom donné aux excréments solides des hommes et des animaux.
<b>Formation végétale</b>	Type de végétation défini plus par sa physionomie que sa composition floristique (e.g. prairie*, roselière*, friche, lande*, etc.).
<b>Fourré</b>	Jeune peuplement forestier ligneux composé de brins de moins de 2,50 m de haut, dense et difficilement pénétrable.
<b>Friche</b>	Formation végétale* se développant spontanément sur un terrain perturbé puis abandonné.
<b>Fronts de taille</b>	Parois verticales de la carrière, obtenues par abattage de la roche par explosif (tir de mines).
<b>G</b>	
<b>Gradin</b>	Partie de carrière constituée d'un front de taille* et de sa banquette*.
<b>Granulométrie</b>	Description de la composition minérale d'un sol selon les classes de taille des particules.
<b>Géophile</b>	Ayant une affinité prononcée pour les surfaces de sols nus.
<b>Groupe végétal (végétal) Syn. phytocénose.</b>	Ensemble des végétaux différents qui constituent une unité de végétation relativement homogène en colonisant un même milieu.

<b>H</b>	
<b>Habitat</b>	Environnement physico-chimique et biologique dans lequel vit et se reproduit une espèce.
<b>Héliophile</b>	Se dit d'un organisme ou d'un groupement* d'organismes qui ne peut se développer complètement qu'en pleine lumière (contraire de sciaphile*).
<b>Hélophyte</b>	Plante de vase dont les organes de renouvellement (rhizomes, etc.), se situent dans la vase (e.g. phragmite) et dont les organes végétatifs sont aériens et souvent dressés.
<b>Herbacé(e)</b>	Qui à la consistance souple et tendre de l'herbe ; on oppose en général les plantes herbacées aux plantes ligneuses*.
<b>Hydrologie</b>	Étude scientifique des eaux naturelles (nature, formation, propriétés physico-chimiques).
<b>Hygrophile</b>	Se dit d'un organisme ou d'un groupement* d'organismes ayant besoin de fortes quantités d'eau tout au long de son développement et croissant en conditions très humides (sol engorgé en permanence).
<b>I</b>	
<b>Imago</b>	Le terme d'imago (au masculin) désigne le stade final du développement d'un insecte ptérygote, ayant effectué sa métamorphose. Il s'agit aussi du stade adulte reproducteur, par opposition aux stades larvaires qui, sauf cas particuliers, ne sont pas capables d'assurer la reproduction de l'espèce.
<b>K</b>	
<b>Klepton</b>	Espèce d'origine hybride qui, pour se maintenir, doit utiliser le génome de l'un ou l'autre de ses parents, et, de ce fait, a besoin de la présence sur son lieu d'habitat de ce dernier pour exister.
<b>L</b>	
<b>Lagomorphe</b>	Mammifère herbivore doté de deux incisives supérieures de plus que les rongeurs ; les lapins sont des lagomorphes.
<b>Lande</b>	Formation* végétale caractérisée par la dominance d'arbrisseaux sociaux (e.g. lande à bruyères, lande à ajoncs...).
<b>Ligneux(se)</b>	Formé de bois ou ayant la consistance du bois ; on oppose généralement les espèces ligneuses (arbres, arbustes, arbrisseaux, sous-arbrisseaux) aux espèces herbacées*.
<b>M</b>	
<b>Marnage</b>	Variation du niveau de l'eau (en général, phénomène intersaisonnier, mais parfois artificiellement plus fréquent).
<b>Merlon</b>	Dépôt linéaire constitué de matériaux de découverte (terre végétale, roche altérée), généralement édifié dans un but de protection visuelle, auditive...
<b>Mésoacidiphile</b>	Se dit d'un organisme ou d'un groupement* d'organismes croissant préférentiellement en conditions stationnelles de pH modérément acide (sols et eaux).
<b>Mésogyrophile</b>	Se dit d'un organisme ou d'un groupement* d'organismes croissant préférentiellement en conditions hydriques intermédiaires entre mésophile* et hygrophile*.
<b>Mésophile</b>	Se dit d'un organisme ou d'un groupement* d'organismes croissant préférentiellement en conditions moyennes, en particulier d'humidité et de sécheresse.
<b>Mésotrophe</b>	Moyennement riche en éléments nutritifs, modérément acide et induisant une activité biologique moyenne.
<b>Mésoxérophile</b>	Se dit d'un organisme ou d'un groupement* d'organismes croissant préférentiellement en conditions hydriques intermédiaires entre mésophile* et xérophile (milieux secs notamment l'été).
<b>Monovoltine</b>	Une seule génération par an.

<b>Myrmécophile</b>	Qui vit en symbiose avec des fourmis.
<b>N</b>	
<b>Neutroacidicline</b>	Se dit d'un organisme ou d'un groupement* d'organismes croissant préférentiellement en conditions stationnelles de pH moyennement acide à neutre (sols et eaux).
<b>Neutrophile</b>	Se dit d'un organisme ou d'un groupement* d'organismes croissant préférentiellement en conditions stationnelles de pH voisin de la neutralité (ni acides ni basiques).
<b>Nitrophile</b>	Se dit d'un organisme ou d'un groupement* d'organismes croissant sur des sols riches en composés azotés.
<b>O</b>	
<b>Oligotrophe</b>	Très pauvre en éléments nutritifs et ne permettant qu'une activité biologique réduite.
<b>P</b>	
<b>Pelouse</b>	Formation* végétale basse, herbacée* et fermée, dominée par les graminées. Les pelouses se distinguent des prairies* par le fait qu'elles sont situées sur des sols superficiels plus pauvres en nutriments, ne permettant qu'un développement lent et progressif des ligneux*.
<b>Perturbation</b>	Évènement aléatoire et brusque, d'origine diverse (forte crue, gel, sécheresse, destruction par l'homme...).
<b>pH</b>	Le potentiel hydrogène ou pH est une unité de mesure du caractère acide ou basique du substrat (varie entre un (acide) à quatorze (basique), sept étant la valeur d'une solution neutre)
<b>Phytosociologie</b>	Étude scientifique des tendances naturelles que manifestent des espèces végétales différentes à cohabiter ou au contraire à s'exclure ; étude des groupements* végétaux (ou phytocénoses) à l'aide de méthodes floristiques et statistiques, débouchant sur une classification.
<b>Pionnier(ère)</b>	Relatif à une espèce ou un ensemble d'espèces aptes à coloniser des terrains nus.
<b>Point d'eau</b>	Milieu aquatique temporaire ou permanent pouvant accueillir des espèces aquatiques pour leur reproduction
<b>Population</b>	Ensemble des individus appartenant à la même espèce vivant généralement dans des conditions de milieu homogènes, dans une région donnée, à un moment donné.
<b>Prairie</b>	Formation* végétale herbacée*, fermée et dense, dominée par les graminées et faisant l'objet d'une gestion agricole par fauche ou pâturage.
<b>Psammophile</b>	Se dit d'un organisme qui préfère les sols ou les zones sableuses pour se développer.
<b>R</b>	
<b>Régalage</b>	Opération qui consiste à étaler les matériaux (terre végétale...) de manière relativement régulière sur un espace donné.
<b>Rhéophile</b>	Se dit de la faune et de la flore des torrents, capable de s'adapter au courant.
<b>Roselière</b>	Peuplement dense de grandes plantes herbacées* (roseaux...) poussant dans des zones humides.
<b>Rudéral(e)</b>	Se dit d'un organisme ou d'un groupement* d'organismes caractéristiques de terrains fortement transformés par les activités humaines (décombres, jardins, friches industrielles, cultures...).
<b>Rupestre</b>	Relatif à un organisme se développant sur les rochers.
<b>Rupicole</b>	Se dit d'un organisme se développant sur des parois et falaises.

<b>S</b>	
<b>Saprophage</b>	Qualifie un organisme qui se nourrit de matières organiques en cours de décomposition (e.g. les champignons du sol).
<b>Sciaphile</b>	Se dit d'un organisme ou d'un groupement* d'organismes tolérant un ombrage important (contraire d'héliophile*).
<b>Spontané</b>	Se dit d'une espèce ou d'un groupement d'organismes se développant à l'état sauvage, naturellement, sans introduction par l'homme.
<b>Station</b>	Étendue de terrain de superficie variable mais généralement modeste, où les conditions physiques et biologiques sont relativement homogènes. Site où se développe un organisme donné.
<b>Sténoèce</b>	Qualifie une espèce possédant une faible amplitude (valence) écologique, nécessitant donc des conditions écologiques assez strictes.
<b>Stérile(s)</b>	Matériaux minéraux non commercialisables.
<b>Substrat</b>	Support sur lequel vit un organisme ou un groupement* d'organismes.
<b>Succession</b>	Suite des groupements d'organismes qui se remplacent au cours du temps en un lieu donné et qui constituent une série évolutive progressive ou régressive.
<b>Sylvatique</b>	De milieu boisé.
<b>T</b>	
<b>Taxon</b>	Unité quelconque de la classification des organismes vivants (classe, ordre, famille, genre, espèce, sous-espèce...).
<b>Terres de découverte</b>	Matériaux superficiels (terre végétale et roche altérée) recouvrant la roche saine.
<b>Terril</b>	Dépôt volumineux de matériaux stériles*.
<b>U</b>	
<b>UNICEM</b>	Union nationale des industries de carrières et matériaux de construction.
<b>UNPG</b>	Union nationale des producteurs de granulats.
<b>V</b>	
<b>Vagile</b>	Mobile.
<b>Vivace</b>	Plante dont le cycle de végétation dure plus de deux années.
<b>X</b>	
<b>Xérique</b>	Qualifie un milieu très sec.
<b>Xérophile</b>	Se dit d'un organisme ou d'un groupement* d'organismes s'accommodant de condition sèches permanentes.



## Crédit photographique par numéro de page

**Bertrand JARRI** (Mayenne Nature Environnement) : 244.

**CERA Environnement** : 38, 49, 50, 52, 54, 56, 59, 61, 62, 65, 66, 67, 68, 71, 82, 83, 86, 88, 89, 175, 201.

**CPIE Loire et Mayenne** : 74.

**ECO-MED** : Couverture, 39 (vues 2 et 3), 48, 73, 75, 76, 77, 78, 80, 84, 124, 151, 152, 176 , 177 (Fig. 90 et fig. 91, vue de gauche), 186 (vue de droite), 190 (Fig. 103), 195, 199 (deux vues de gauche), 226 (vue en bas à droite), 227 (vue en bas à gauche), 233 (Fig. 132, vue en haut à gauche), 238 (vue de droite).

**Emmanuel BERTHIER** : 153, 187.

**ENCSEM** : 15, 23 (vue de gauche), 32, 51, 155, 181, 230 (Fig. 129, vue du centre à droite), 233 (Fig. 131), 233 (Fig. 132, vue de droite), 240 (Fig. 138), 249, 250, 252 (Fig. 147, vues du haut et du bas).

**OUEST-AMENAGEMENT** : 39 (vue du haut), 44, 45, 46, 47, 49, 53, 57, 58, 60, 63, 64, 68, 70, 72, 79, 81, 85, 87, 102, 110, 115, 117, 125 (Fig. 143, deux vues du haut), 132 (Fig. 50, vue de droite ; Fig.51), 133, 141 , 142, 145, 225 (Fig. 125, vue de gauche), 230 (Fig. 129, vue du haut à droite), 235, 246, 252 (Fig. 147, vue du centre à droite).

**Philippe FOUILLET** : 114, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 168, 170, 177 (Fig. 91, vue de droite), 186 (Fig. 97, vue de gauche), 187 (Fig. 98), 188, 191, 192, (Fig.105, vue de droite), 199 (Fig. 110, deux vues de droite), 208, 223 (Fig. 124), 225 (Fig.125, vue de gauche), 226 (Fig. 126, trois vues du haut), 230 (vue du haut à gauche, vues 1, 2 et 3), 233 (Fig. 132, vue du bas), 236, 238 (Fig. 136, vue de gauche), 240 (Fig. 137), 252 (Fig. 147, vue du centre à gauche), 256, 261.

**Société d'histoire naturelle Alcide d'Orbigny (SHNAO)** : 22 (vue de droite), 107, 125 (Fig. 153, deux vues du bas), 128, 130, 132 (Fig. 50, vue de gauche), 139, 146, 223 (Fig. 123), 226 (vue en bas à gauche), 227 (deux vues du haut et vue du bas à gauche), 293.

**Société PHOTOCOPTERE pour TARMAC Granulats** : 32, 209, 218.

