

La biodiversité des carrières et anciennes carrières

Site Natura 2000 Petite Montagne du Jura



Alicia Teyssier

Septembre 2016 - Rapport de stage

Master 2 Gestion et Conservation de la Biodiversité

Maître de stage : Tristan Noyère

Référents : Sébastien Gallet et Xavier Dauvergne



Sommaire

Résumé.....	4
Remerciements	6
Présentation du site et contextualisation	8
1- Contexte administratif et législatif.....	8
2- Contexte socio-économique	8
3- Paysage et contexte abiotique	10
4- Enjeux relatifs à la biodiversité	10
Introduction.....	11
Inventaire et caractérisation des carrières	16
1- Matériels et Méthodes.....	16
2- Résultats	19
Inventaire de la biodiversité floristique et faunistique	31
1- Matériels et Méthodes.....	31
2- Résultats et Analyses.....	36
Approche globale et priorisation d’actions	53
1- Evaluer la biodiversité	55
2- Evaluer les menaces	55
3- Prioriser les actions	57
Propositions d’actions	59
1- Traiter les menaces	59
2- Maintenir et améliorer l’état de conservation.....	62
3- Sensibiliser et communiquer	64
Limites de l’étude et perspectives.....	65
Bibliographie.....	68
Webographie.....	70
Iconographie.....	71
Annexes	72

Résumé

De nombreuses carrières et anciennes carrières sont présentes en Petite Montagne. Près d'une centaine a été recensée dans le cadre de cette étude au sein du périmètre du site Natura 2000 Petite Montagne du Jura. Il ne s'agit pas de carrières industrielles mais le plus souvent de petits sites d'extraction de toute sorte de matériaux, où la nature a parfois repris ses droits. Plusieurs paramètres (abiotiques, biotiques et anthropiques) ont été pris en compte pour décrire ces espaces. Il apparaît que ces sites sont extrêmement hétérogènes (dimensions, substrats, exposition, avancement de la dynamique de recolonisation,...) et abritent des habitats d'intérêt communautaires et des espèces animales et végétales très variés. Dix HIC, dont 3 prioritaires, sont présents dans 54 carrières. Concernant la faune et la flore, 129 espèces dont 31 patrimoniales (environ 25%) ont été identifiées parmi 7 taxons. L'étude n'a pas réellement permis de mettre en évidence une biodiversité particulière aux carrières mais des enjeux de conservation ont été mis en évidence. Des fiches ont alors été rédigées pour synthétiser les données de chacun des sites et prioriser les actions en fonction des éventuels enjeux et menaces identifiés.

Le travail effectué dans le cadre de cette étude se concrétise à travers ce document mais aussi la réalisation de « Fiches Actions Carrières » (document annexe) et la compilation de données sous couches SIG.

Pour citer ce document :

TEYSSIER A., 2016. La biodiversité des carrières et anciennes carrières - Site Natura 2000 Petite Montagne du Jura. Etude pour la Communauté de Communes Petite Montagne : stage de Master 2 Gestion et Conservation de la Biodiversité, Université de Bretagne Occidentale, Brest : 85 p.

Remerciements

Je remercie mon maître de stage Tristan NOYERE pour la qualité de son encadrement, ses conseils et sa bonne humeur ; les sessions de terrain en sa compagnie ont été l'occasion de découvrir les richesses de la Petite Montagne. Merci également aux autres chargés de mission Natura 2000, Charly MOUREAU et Céline ROUX, pour leur gentillesse, leur disponibilité et le partage de leur expérience.

Je tiens à remercier la Communauté de Communes Petite Montagne de m'avoir fait confiance pour ce stage et de m'avoir aussi bien accueillie.

Je remercie chaleureusement tous les acteurs et les habitants de la Petite Montagne que j'ai croisés tout au long de mon stage et qui m'ont fait part de leur connaissance du territoire, en particulier les élus qui ont pris le temps d'échanger avec moi mais aussi Blandine, Jean-Paul et Martine.

Je remercie également Fabien BENACCHIO de l'ONF d'avoir répondu à mes questions et de m'avoir accompagnée sur les sites forestiers ; Sylviane REGAZZONI d'avoir partagé avec moi sa passion des orchidées et un peu de son temps ; Henri MENOULLARD de m'avoir ouvert l'accès à la station de pompage des Monteilly à Plaisia ; ainsi qu'Elodie RUSSIER-DECOSTER, chargée de mission Entreprises et biodiversité à l'UICN, pour toute la documentation qu'elle m'a fournie.

Une pensée pour les étudiants en projet tuteuré avec qui j'ai partagé le bonheur du terrain autour des mares de la Petite Montagne et avec lesquels on a fait de belles découvertes naturalistes.

Je tiens également à remercier l'équipe pédagogique du Master GCBio, en particulier Sébastien GALLET et Xavier DAUVERGNE, pour les opportunités qui nous ont été offertes au cours de notre formation.

Et pour finir, j'adresse un grand merci à ma famille, mes amis et en particulier à Emmanuelle et M. QUEPOUIC, qui m'ont soutenue au cours de cette expérience, chacun à leur manière et tous indispensables.

Présentation du site et contextualisation

1- Contexte administratif et législatif

Le site Natura 2000 Petite Montagne du Jura se situe au sud du département et comprend 48 communes (fig. 1) regroupées en trois communautés de communes : Petite Montagne (36 communes), Région d'Orgelet (8 communes) et Jura-Sud (4 communes). Il s'étend sur 38 293 ha, ce qui en fait le plus grand site Natura 2000 de Franche-Comté. Il a été désigné comme Proposition de Site d'Intérêt Communautaire en 1999 en particulier pour ses pelouses sèches et sa mosaïque d'habitats. Puis il a été classé en Zone de Protection Spéciale en 2006 au titre de la directive Oiseaux et en Zone Spéciale de Conservation en 2009 au titre de la Directive Habitat-Faune-Flore. Le site abrite en effet de nombreux habitats et espèces d'intérêt communautaire (annexes 1 et 2). Sa biodiversité justifie aussi le recouvrement de la quasi-totalité du site par des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) et plusieurs Arrêtés Préfectoraux de Protection de Biotope (fig. 1).

2- Contexte socio-économique

L'héritage historique et politique a conduit à un découpage fin du territoire de la Petite Montagne, avec de nombreuses communes de petite taille en termes de superficie et de population. Avec près de 8000 habitants sur le site, la densité est relativement faible, en dehors des bourgs d'Orgelet et d'Arinthod. La dispersion de la population en de nombreux hameaux a conduit à l'urbanisation d'environ 8% du territoire. La Petite Montagne, de par sa configuration géographique et son histoire, présente une composante sylvicole et agricole forte (le pâturage bovin y est particulièrement développé étant donné que la zone est classée en AOC Comté). Ces deux activités influençant le paysage et la biodiversité, la conservation des milieux naturels est étroitement liée aux pratiques agricoles et forestières. Le tourisme se concentre essentiellement dans la vallée de l'Ain et sur la période estivale. Les activités dites de « plein air » et de loisirs nature (randonnées pédestres, cyclistes, équestre ; sports nautiques ; découverte des divers patrimoines, etc.) ont un impact limité et maîtrisé sur les milieux naturels et la biodiversité à l'échelle du site Natura 2000 (Chaput et *al.*, 2014).

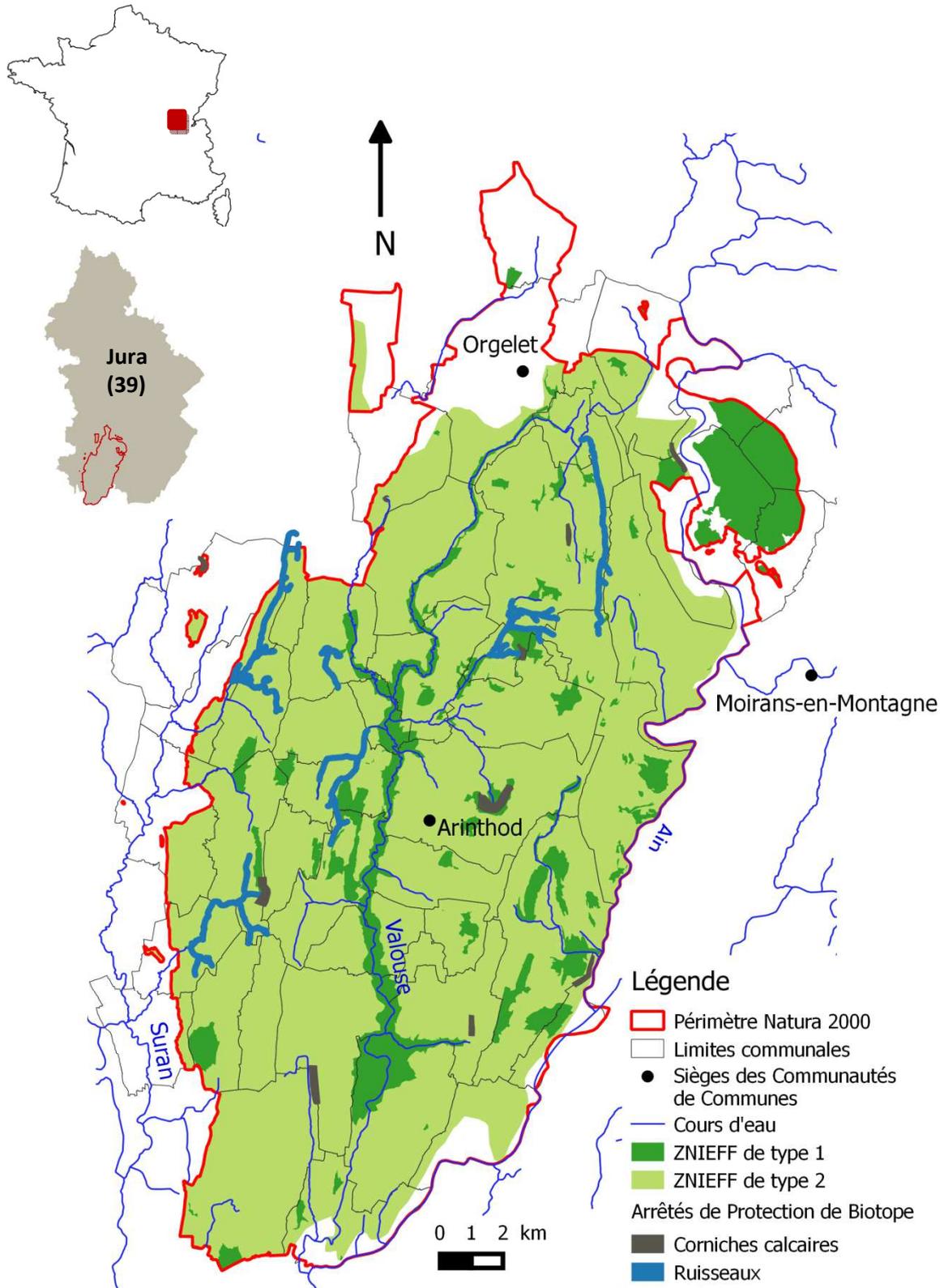


Figure 1 : Situation géographique et contexte administratif du territoire du site Natura 2000 Petite Montagne du Jura.

3- Paysage et contexte abiotique

La Petite Montagne est une entité paysagère située au sud-ouest du massif jurassien composée de lignes de crêtes et de vallées orientées selon un axe nord-sud. Le site est d'ailleurs parcouru par trois cours d'eau : le Suran, la Valouse et l'Ain (fig. 1). Le climat est de type semi-continental, avec des influences méditerranéennes et montagnardes sur certains secteurs. Le substrat géologique est majoritairement calcaire ou marneux ; les sols sont donc bien drainants mais de profondeur variable, parfois réduits à quelques centimètres d'épaisseur. Le territoire, dont l'altitude varie de 280 à 841 m, est largement dominé par des forêts (43%) et des pâtures ou prairies de fauche (26% ; annexe 3). Mais certains secteurs présentent des milieux originaux faisant de la Petite Montagne un site très diversifié et qui héberge une riche biodiversité. La déprise agricole a néanmoins entraîné la fermeture du paysage depuis une cinquantaine d'années.

4- Enjeux relatifs à la biodiversité

Natura 2000 est un programme européen basé sur les directives Oiseaux de 1979 et Habitat-Faune-Flore de 1992. Il vise à préserver la biodiversité en conciliant les activités humaines. Pour atteindre cet objectif, la France a choisi la contractualisation qui se fait sur la base du volontariat. Au sein de chaque site, les actions à mettre en œuvre pour répondre aux enjeux patrimoniaux et communautaires sont définies dans un Document d'Objectifs (DOCOB), élaboré par un comité de pilotage et des groupes de travail. En Petite Montagne, le DOCOB est appliqué depuis 2005 et a été réactualisé en 2014-2015. La désignation Natura 2000 du site de la Petite Montagne du Jura a été motivée principalement par la présence de pelouses sèches et l'existence d'un complexe d'habitats formé par une mosaïque de forêts, zones humides, prairies de fauche et pelouses qui accueillent une importante biodiversité ordinaire et remarquable. Sur le site de la Petite Montagne du Jura, 26 habitats d'intérêt communautaire (annexe 1), 56 espèces de la Directive Habitats-Faune-Flore (dont 26 en annexe 2 c'est-à-dire dont la conservation est prioritaire et qui justifient la désignation du site Natura 2000) et de nombreux oiseaux de l'annexe 1 de la Directive Oiseaux ont été recensés (annexe 2).

Introduction

Qu'est-ce qu'une carrière ?

Cette étude porte sur la biodiversité des carrières et anciennes carrières. Il est donc important de définir ce terme. D'après Larousse (2016), il s'agit d'un « terrain d'où l'on extrait des roches propres à la construction » ou plus largement de « toute exploitation à ciel ouvert (par opposition à mine) ». Le code minier, lui, définit la carrière sur la base du type de matériau, soit les roches dures, granulats rocheux, sables, argiles etc. ; *a contrario*, l'exploitation de minerais et de matières énergétiques correspond à des mines. Certaines définitions prennent aussi en compte la dimension économique où la carrière est un « site d'exploitation plus ou moins vaste (de un à plusieurs dizaines d'hectares) de substances minérales non métalliques et non énergétiques dont la nature, la qualité et le cubage sont économiquement exploitables » (Delamette, 2014). Etant donné la configuration des sites d'étude en Petite Montagne, cette dernière définition exclurait la quasi-totalité des carrières, de taille beaucoup plus modeste et non économiquement exploitables puisqu'il s'agit souvent de sites utilisés par les particuliers ou mis à disposition gratuitement par les communes pour leurs habitants. Dans le cadre de cette étude, tout **(ancien) site d'extraction de tout type de matériaux non métalliques et non énergétiques** (sables, graviers, blocs,...) est considéré comme une carrière, quels que soient son âge, sa configuration, ses dimensions (surface, hauteur et longueur du front) ou la destination des produits extraits.

Carrières et biodiversité, quels potentiels et quels enjeux ?

Les carrières, et notamment l'extraction de granulats, répondent à un besoin constant en matériaux pour la construction de nombreuses infrastructures. La démographie humaine croissante et le caractère non-renouvelable de ces matériaux créent une dynamique forte dans ce secteur avec la mise en place d'un cycle d'ouverture - exploitation - fermeture - remise en état de nombreux sites d'extraction. L'activité des carriers est particulièrement impactante pour l'environnement (nuisances visuelles, sonores,...) et entraîne une modification de la biocénose et des composantes hydrologique et pédologique du site (Gunn et Bailey, 1993 ; Menta et *al.*, 2014). La prise en compte de la biodiversité dans cette activité s'est donc imposée comme un des enjeux majeurs, en particulier dans le cas de grands sites industriels. La mise en place de partenariats entre des institutions scientifiques (Muséum National d'Histoire Naturelle, Centre National de la Recherche Scientifique, Union

Internationale pour la Conservation de la Nature...) et la sphère professionnelle des carrières (entreprises, syndicats, Union Nationale des Producteurs de Granulats, etc.) a abouti à la publication de nombreuses études, rapports et guides afin de limiter les impacts lors de l'extraction et de penser la remise en état en intégrant les aspects écologiques et socio-économiques propres à chaque site (Lafarge Granulats, 2004 ; Zorpi, 2013).

La faune, la flore et les habitats des carrières sont donc de mieux en mieux connus. On peut distinguer deux échelles d'étude complémentaires :

- à l'échelle d'une carrière : pour connaître la biodiversité présente (qui repose le plus souvent sur la création de milieux totalement artificiels comme des plans d'eau, des fronts de taille réaménagés,...) dans le but d'ajuster la gestion, mais aussi de valoriser et communiquer auprès du grand public, au sein de l'entreprise ou auprès de ses clients.
- à l'échelle de plusieurs sites ou sur plusieurs années : pour comparer dans l'espace ou dans le temps des carrières abandonnées, remises en état et/ou l'écosystème de référence afin de prédire les évolutions du milieu, adapter les méthodes de restauration etc.

Il est important d'éclaircir quelques points en termes de restauration écologique. La notion de l'« écosystème de référence » est un point clé mais il n'est pas toujours facile à définir. Dans le cas de carrières, cette référence peut correspondre à l'écosystème préexistant avant la création de la carrière (qui peut être un écosystème naturel ou semi-naturel). La remise en état, imposée par la loi, peut alors prendre plusieurs formes (Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group, 2004) :

- la restauration au sens strict correspond au « retour d'un écosystème à sa trajectoire historique » en rétablissant « l'intégrité biotique préexistante en termes de composition spécifique et de structure des communautés » ;
- la réhabilitation « insiste sur la réparation des processus, de la productivité et des services de l'écosystème » ;
- la *reclamation*, terme anglais souvent utilisé dans le cas de sites miniers, s'attache à « la stabilisation du terrain, l'assurance de la sécurité publique, l'amélioration esthétique, et généralement un retour à un paysage considéré comme utile dans un contexte régional ».

Ces trois logiques de restauration n'ont donc pas les mêmes objectifs. La biodiversité qui s'installera sur les sites n'est donc pas comparable et seule la restauration s.s. cherche à rétablir les communautés préexistantes. Néanmoins, les carrières et anciennes carrières, remises en état ou non, peuvent accueillir une importante biodiversité (ENCEN et UNICEM, 2008) et constituent même parfois un refuge pour certains taxons (papillons : Beneš et al., 2003 ; fourmis : Dekonink et al., 2010

; abeilles sauvages : Krauss et *al.*, 2009 ; faune et arthropodes : Tropek et *al.*, 2010) en offrant des habitats originaux : éboulis, pelouses pionnières, mares temporaires, falaises de sable...

Evolution du cadre réglementaire

Avant 1976, une simple déclaration en mairie suffisait à ouvrir une carrière. Mais depuis 1993, l'exploitation de ces sites est régie par le code de l'environnement. En effet, les carrières constituent des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement et doivent à ce titre faire l'objet d'une procédure aboutissant à un arrêté préfectoral d'autorisation que ce soit pour l'ouverture ou l'extension d'un site ou le renouvellement d'autorisation d'exploitation (valable pour une durée maximale de 30 ans). Ces démarches doivent notamment inclure une étude d'impact et une notice d'incidence Natura 2000 le cas échéant.

Le simple régime de la déclaration peut être suffisant sous certaines conditions. C'est le cas notamment des « carrières de marne, de craie et de tout matériau destiné au marnage des sols ou d'arène granitique, à ciel ouvert, sans but commercial, distantes d'au moins 500 m d'une carrière soumise à autorisation ou à déclaration, lorsque la superficie d'extraction est inférieure à 500 m² et lorsque la quantité de matériaux à extraire est inférieure à 250 t par an et que la quantité totale d'extraction n'excède pas 1 000 t, lesdites carrières étant exploitées soit par l'exploitant agricole dans ses propres champs, soit par la commune, le groupement de communes ou le syndicat intercommunal dans un intérêt public » (Rubrique ICPE 2510-5, article 1^{er} de l'arrêté du 26 décembre 2006).

Dans tous les cas, des garanties financières sont exigées pour la remise en état du site après exploitation. Celle-ci est d'ailleurs obligatoire et doit comporter au minimum (article 12 de l'arrêté du 22 septembre 1994) :

- la mise en sécurité des fronts de taille ;
- le nettoyage de l'ensemble des terrains et, d'une manière générale, la suppression de toutes les structures n'ayant pas d'utilité après la remise en état du site ;
- l'insertion satisfaisante de l'espace affecté par l'exploitation dans le paysage, compte tenu de la vocation ultérieure du site.

Les activités relatives aux carrières sont donc bien encadrées et doivent répondre à un certain nombre d'exigences, y compris pour les sites de taille modeste car, comme l'a souligné le Ministère de l'Aménagement du territoire (1998), l'exploitation des carrières est « la cause d'excavations qui créent différents types de nuisances comme l'atteinte au paysage, la perturbation de la circulation des eaux souterraines et superficielles, la mise à nu des eaux souterraines et, en l'absence de remise

en état, la transformation fréquente en décharge sauvage ». La DREAL, sous l'autorité du préfet, a d'ailleurs en charge la police des Installations Classées Pour l'Environnement.

Le cas particulier des carrières de la Petite Montagne

Les carrières sont donc largement étudiées et les connaissances ne cessent de s'accroître en termes de biodiversité, de processus de restauration ou encore de génie écologique grâce au travail en synergie des différents acteurs. Mais si les impacts, les stratégies de réduction ou d'évitement et les méthodes de réhabilitation sont bien maîtrisés et documentés dans le cadre de grands sites industriels (Zorpi, 2013), les connaissances sont très limitées concernant les sites beaucoup plus modestes. Cela peut s'expliquer par le fait que les enjeux économiques et en termes de communication sont moindres mais aussi que la plupart n'est pas (ou n'a pas été) déclarée. Elles ne sont donc répertoriées dans aucun document et ne sont connues que de leurs propriétaires et de quelques usagers qui les fréquentent. Il devient alors plus délicat de les étudier et il est difficilement envisageable d'y dédier un programme de recherche scientifique à large échelle. Seules de rares études ont été menées localement, par exemple dans un cadre universitaire (Rouge et *al.*, 2012).

Il faut donc distinguer deux types de carrières puisque les enjeux économiques, sociaux et environnementaux relatifs à ces deux types d'exploitation ainsi que les connaissances scientifiques, les budgets et les outils mobilisables ne sont pas comparables :

- les sites industriels de plusieurs hectares exploités par des professionnels, ayant un fort impact environnemental et de nombreuses nuisances sur le plan paysager, hydrologique et écologique ;
- les très petits sites (inférieurs à un hectare), exploités ponctuellement par des particuliers ou des communes dans les milieux ruraux et ayant a priori un impact limité sur l'environnement car l'activité d'extraction y est moins importante dans le temps et dans l'espace.

L'intérêt de cette étude est d'améliorer les connaissances concernant la biodiversité de ces petites carrières, qu'elles soient abandonnées ou encore exploitées. Le site Natura 2000 Petite Montagne s'y prête parfaitement dans la mesure où ces sites sont très nombreux, en partie connus et peuvent constituer une source d'hétérogénéité (modifications de l'habitat, de la faune, de la flore et des dynamiques végétales) au sein de la matrice majoritairement agricole et forestière. L'inventaire et la caractérisation des carrières du site Natura 2000 puis l'étude de différents groupes floristiques et faunistiques visent à répondre à deux questions :

- Y'a-t-il une **biodiversité particulière**, inféodée à ces milieux ?
- Existe-t-il des **enjeux** concernant la biodiversité présente dans les carrières ?

L'analyse des données a permis de dégager les enjeux en termes de biodiversité et d'évaluer les menaces. Les carrières ont ensuite été hiérarchisées et d'éventuelles actions ont été proposées pour préserver et valoriser le patrimoine naturel de ces sites, en accord avec les objectifs Natura 2000 et en cohérence avec le contexte territorial.

Inventaire et caractérisation des carrières

1- Matériels et Méthodes

Dans un premier temps, les carrières et anciennes carrières présentes au sein du périmètre Natura 2000, quels que soient leur âge, leurs dimensions et le type de matériau exploité (cf. définition p.11), ont été inventoriées. Une cinquantaine de sites avait été préalablement cartographiée à partir des connaissances de terrain des chargés de mission Natura 2000, des ortho-photographies aériennes et des cartes IGN. Cet état des lieux des connaissances a été complété notamment grâce aux témoignages des habitants rencontrés sur le territoire et aux données disponibles sur InfoTerre (BRGM, 2016). Tous les sites repérés ont ensuite été visités pour s'assurer qu'il s'agissait bien de carrières et non d'affleurements naturels, de plateformes de retournement ou de dépôt,... Lorsqu'il était difficile d'interpréter le paysage sur le terrain, les mairies concernées ont été contactées pour connaître l'histoire du site et confirmer ou infirmer leur identité, notamment pour les carrières les plus anciennes, partiellement remblayées et/ou bien recolonisées par la végétation. En raison des contraintes temporelles et saisonnières pour appliquer les protocoles d'études des taxons, il a été décidé que tout site connu après le 20 juin ne serait pas inclus dans l'étude mais que sa position géographique serait entrée sous SIG pour une éventuelle vérification ultérieure.

Lors de cette première session de terrain, plusieurs données ont été recueillies (tab. 1) dans le but de catégoriser *a posteriori* les différentes carrières et d'orienter les futures prospections (taxons à étudier, effort d'échantillonnage à fournir...). Ont été notées des informations relatives :

- à l'identité du site (numéro, références géographiques) ;
- aux paramètres abiotiques ;
- aux paramètres biotiques ;
- aux paramètres anthropiques.

Certaines carrières ont été subdivisées en plusieurs secteurs (par exemple, la carrière n°15 a été divisée en 15a et 15b) car elles présentaient des différences sur certains aspects, par exemple le type de matériau exploité ou l'avancement de la recolonisation. Toutes ces données ont ensuite été entrées sous QGis, chaque carrière a été pointée et son périmètre tracé sur le logiciel pour calculer sa superficie. La caractérisation de chaque site est donc basée sur des données de terrain, complétées ensuite par le cadastre (identité du ou des propriétaire(s)), les connaissances disponibles concernant le site Natura 2000 (cartographie des habitats) et le traitement sous SIG (calcul des surfaces).

	Paramètres	Modalités						Source d'acquisition des données	
Paramètres abiotiques	Substrat		sable	groise	galets	blocs	pierres sèches	Terrain	
	Hauteur du front de taille (m)		< 2	2 à 10	> 10			Terrain	
	Longueur du front de taille (m)		< 20	20 à 50	> 50			Terrain	
	Surface (m ²)								SIG
	Exposition du front de taille		points cardinaux						Terrain
	Présence d'eau		mare	cours d'eau	flaques	suintement		Terrain	
Paramètres biotiques	Recolonisation de la végétation		< 5% de recouvrement	stade pionnier, strate herbacée et mousses	petits ligneux	strate buissonnante / en fermeture	strate arborescente / fermée	Terrain	
	Matrice d'habitats/occupation des sols		pâturage	prairie	forêt	cours d'eau/étendue d'eau	...	Terrain	
	Habitat (dans la carrière)	type	pelouse sèche	habitat forestier	zones rudérales	...		Cartographie N2000	
		code CORINE							
code N2000									
Paramètres anthropiques	Propriété		privée	communale	autre			Cadastre (GéoJura)	
	Historique d'exploitation		période d'activité						Témoignages
	Activité actuelle d'extraction		Aucune	En activité officieusement	En activité officiellement			Terrain	
	Remblai		oui	non	en partie			Terrain	
	Autres activités sur le site		Vélo/motocross	Pâturage	Décharge sauvages	Ruches	Stationnement de véhicules	Terrain	
	Présence de déchets		non	oui (involontaire)	oui (volontaire)			Terrain	
	Accès	type	route	chemin				Terrain	
accessibilité		oui, libre	fermé (clôturé, barrière)	inaccessible					

Table 1 : Paramètres étudiés pour la caractérisation de chaque carrière.

D'autre part, se pose également la question de la définition de la carrière dans l'espace. La délimitation du périmètre peut être délicate. Il a été décidé de prendre en compte l'ensemble de la carrière c'est-à-dire la zone d'extraction à proprement parler mais aussi le carreau et les voies d'accès spécifiques (fig. 2). La carrière est donc considérée comme une perturbation d'origine anthropique entraînant une modification du paysage, de la végétation voire de la faune ; ces trois composantes seraient *a priori* différentes si le milieu n'avait pas été perturbé par cette activité.

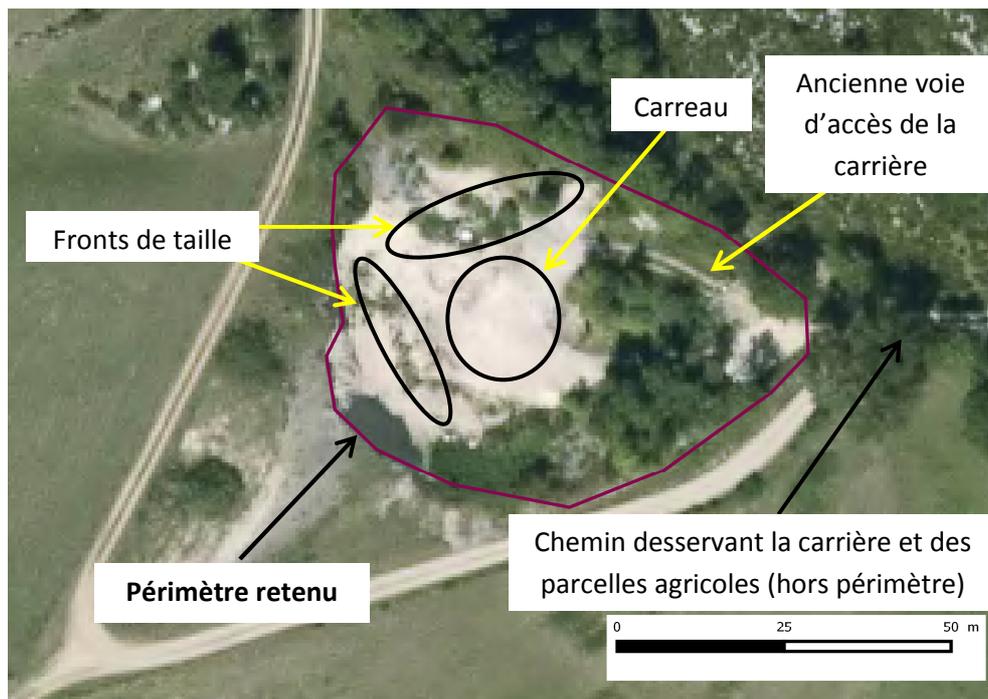


Figure 2 : Délimitation du périmètre d'une carrière : l'exemple de l'ancienne carrière des Volières à Cornod. Le carreau, les fronts de taille, l'ancienne voie d'accès et plus généralement toutes les zones portant les traces des activités liées à l'extraction ont été inclus dans le périmètre. En revanche, le chemin à droite (desservant la carrière et d'autres parcelles) en est exclu car son existence n'est pas directement liée à l'activité d'extraction du site.

2- Résultats

Grâce au travail de recensement effectué, 90 sites ont été retenus dans le cadre de cette étude (sur près d'une centaine visitée), alors que seule une cinquantaine avait été préalablement repérée. Certains ont été subdivisés en secteurs qui présentaient différentes modalités pour un même paramètre. Un secteur étant considéré comme une carrière à part entière, un total de 104 carrières, réparties sur 32 communes, ont été retenues dans cette étude (fig. 3) : elles se concentrent dans un grand tiers sud-est, en particulier sur le coteau à l'est de la vallée de la Valouse. Au contraire, le tiers nord du site en compte peu même si neuf anciennes sablières sont concentrées au sud de Plaisia. Néanmoins, cet inventaire n'est pas exhaustif, de nouveaux sites ayant été ponctuellement découverts tout au long du stage. Chaque carrière a été caractérisée suivant différents paramètres.

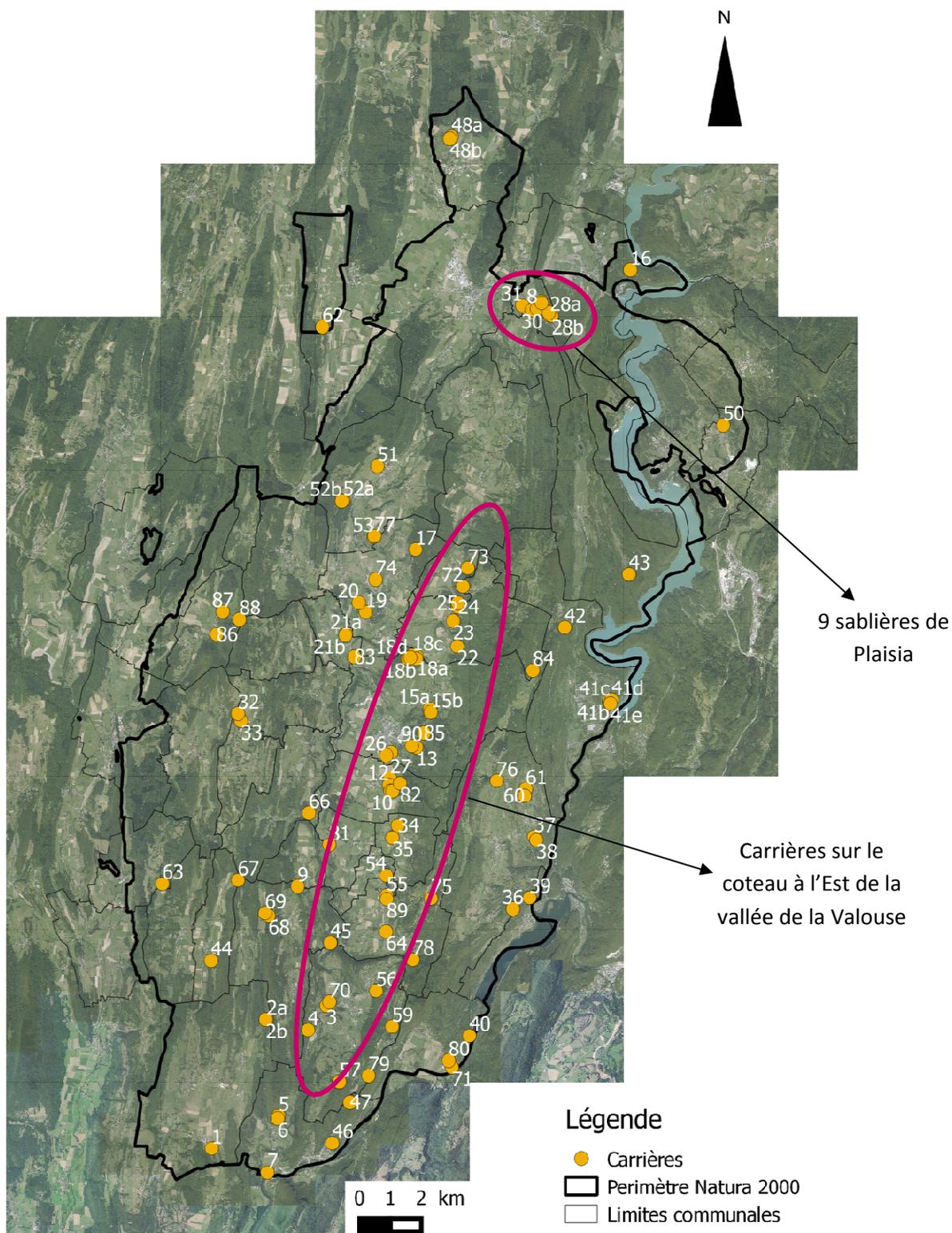


Figure 3 : Répartition des 104 carrières identifiées sur le site Natura 2000 (orthophotos 2013).

a- Paramètres abiotiques

Substrat

Le substrat détermine en partie la végétation qui va recoloniser ces sites profondément perturbés et souvent mis à nus par l'activité d'exploitation. Il est important de préciser que le substrat actuel ne correspond pas toujours au type de matériau qui a été extrait. Dix catégories, réparties de façon hétérogène sur le territoire ont été identifiées selon ce critère (fig. 4 ; annexe 4). Le sable, provenant de dépôts alluvionnaires ou morainiques, a été retrouvé dans la moitié des sites, pur (36%) ou en mélange (21%). Les autres matériaux, en particulier la groise (12,5 % ; nom local donné à « des éboulis calcaires à éléments anguleux calibrés et à matrice argilo-sableuse qui se sont formés au Quaternaire » (DREAL Franche-Comté, 2010)) et les blocs calcaires (7,7%) sont aussi présents sur le territoire. Il est important de préciser que les sites marneux sont généralement des carrières qui ont été exploitées jusqu'à épuisement du matériau recherché ; celui-ci n'est donc pas toujours identifiable mais un des sites (n°59, Cornod) fournissait par exemple des pierres calcaire pour alimenter les fours à chaux situés à moins d'un kilomètre (J-P Campant, 2016, *communication personnelle*). Enfin, cinq sites ont été remblayés mais ils ont été conservés dans l'étude.

Exposition

L'exposition du front de taille influence aussi les conditions climatiques locales : une carrière bien exposée peut présenter une température légèrement plus élevée que dans les milieux alentours, d'autant plus que la roche accumule la chaleur. Les différentes orientations sont assez bien représentées (fig. 5), avec une majorité de carrières qui sont bien exposées aux heures les plus chaudes (ouest, sud-ouest ou sud). Il est aussi important de remarquer que 15% des carrières ont plusieurs orientations et peuvent donc potentiellement présenter des températures assez élevées. Enfin, dans certains cas, il était difficile de déterminer l'orientation de la carrière notamment lorsque les fronts de taille sont peu marqués ou que les carrières ont été remblayées.

Structure

La structure de la carrière est aussi un élément à prendre en compte puisqu'elle peut avoir des conséquences sur la circulation de l'eau, l'érosion, la capacité de recolonisation de la végétation ou en termes de nuisances paysagères. En Petite Montagne, 70% des carrières ont été creusées à flanc de colline (fig. 6). Le mode d'exploitation qui consiste à creuser dans le sol est donc plus rare (11 sites), mais il peut être combiné à une exploitation à flanc (14 sites).

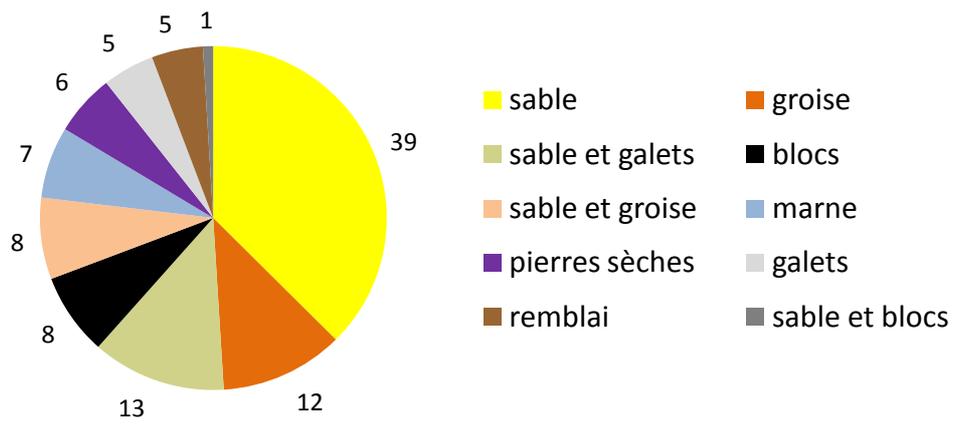


Figure 4 : Types de substrat identifiés sur les 104 carrières du site.

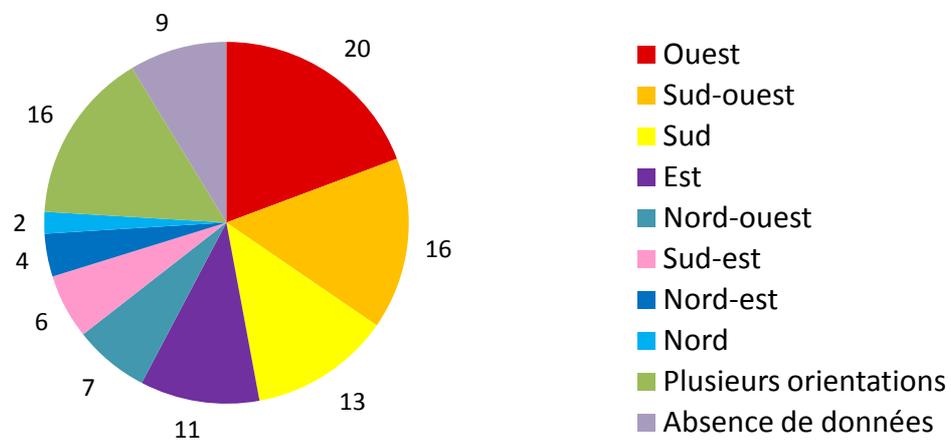


Figure 5 : Orientation des carrières du site.

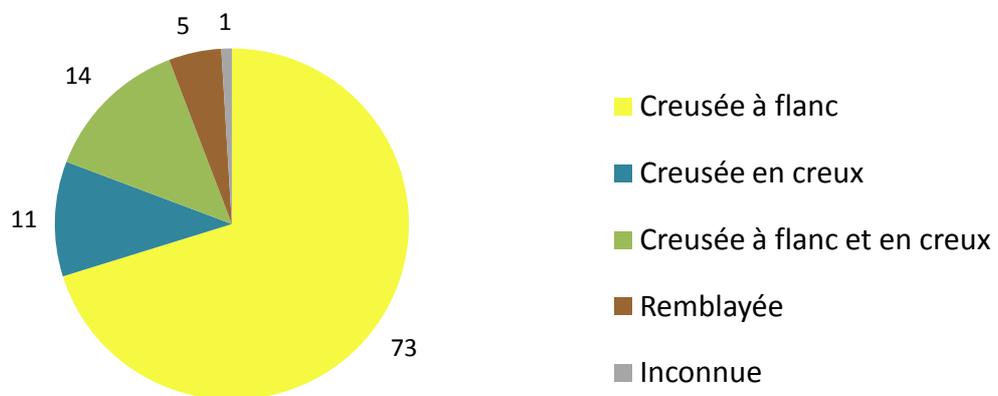


Figure 6 : Structure des carrières du site.

Dimensions

D'autre part, les dimensions des carrières ont été renseignées : surface (calculée sous SIG), longueur et hauteur du front de taille (estimées sur le terrain). Des classes de taille ont été définies a posteriori en fonction de l'amplitude des valeurs (allant de 70 m² à 20 500 m²) et de l'expérience sur le terrain. Les carrières classées comme « moyennes », dont la surface est comprise entre 1000 et 5000 m², constituent la moitié des sites (fig. 7). Les petites et très petites carrières sont en nombre égal et représentent ensemble plus d'un tiers des sites. Les (très) grandes carrières sont donc minoritaires (environ 15%). En revanche, les trois classes de longueur du front de taille sont bien représentées (fig. 8) avec une dominance (40%) des carrières ayant un front de taille moyen (20 à 50 m). Ce schéma est un peu plus marqué en ce qui concerne la hauteur du front de taille (fig. 9), puisque 50% des carrières ont une hauteur moyenne, entre 2 et 10 mètres de haut. Les classes inférieure et supérieure sont légèrement déséquilibrées : les carrières hautes de plus de 10 mètres sont plus nombreuses que celles ne dépassant pas les 2 mètres.

Points d'eau

Enfin, la présence de points d'eau au sein des sites est un critère important puisque cela peut être un support à la biodiversité en accueillant par exemple des amphibiens ou des odonates. Ainsi, 17 carrières présentent une ou plusieurs mares, fossés et autres ornières potentiellement favorables. Près de la moitié des points d'eau (20 sur les 38 identifiés) sont temporaires, essentiellement alimentés par les précipitations, et se retrouvent donc régulièrement à sec en période estivale. Il est important de préciser que deux mares ont été creusées dans deux carrières (n°3 à Cornod et n°11 à Chisséria) dans le cadre d'un chantier écovolontaire et d'un contrat Natura 2000. De nombreuses autres carrières présentent des flaques (qui attirent quelques coléoptères ou punaises aquatiques) mais aussi des suintements (où peuvent se développer des bryophytes ou des hépatiques) mais cela n'a pas été considéré comme des points d'eau à part entière.

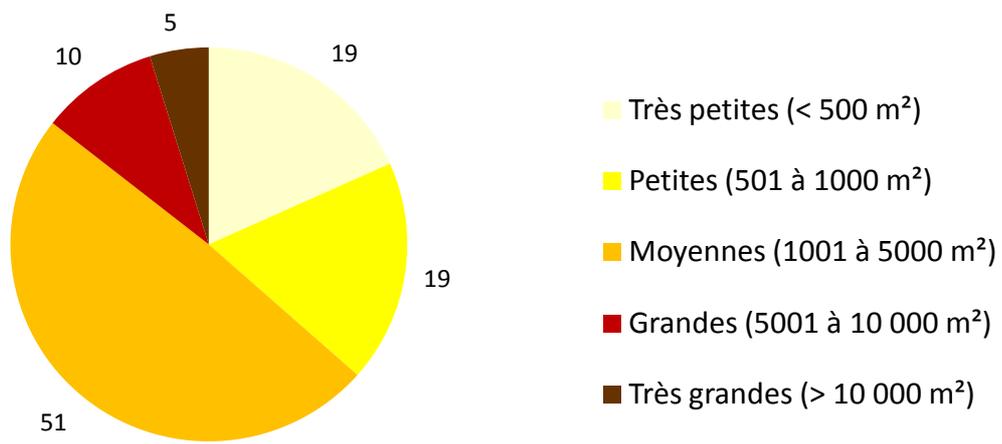


Figure 7 : Surface totale des carrières.

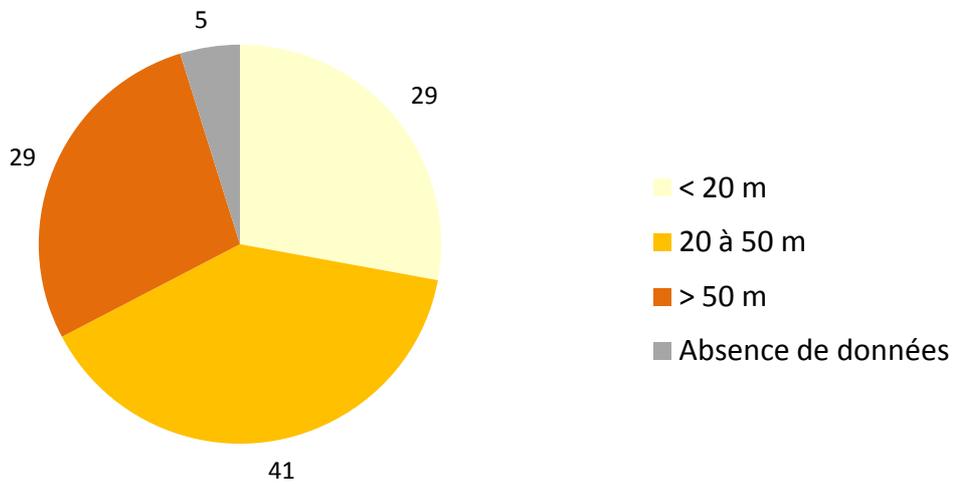


Figure 8 : Longueur totale du front de taille.

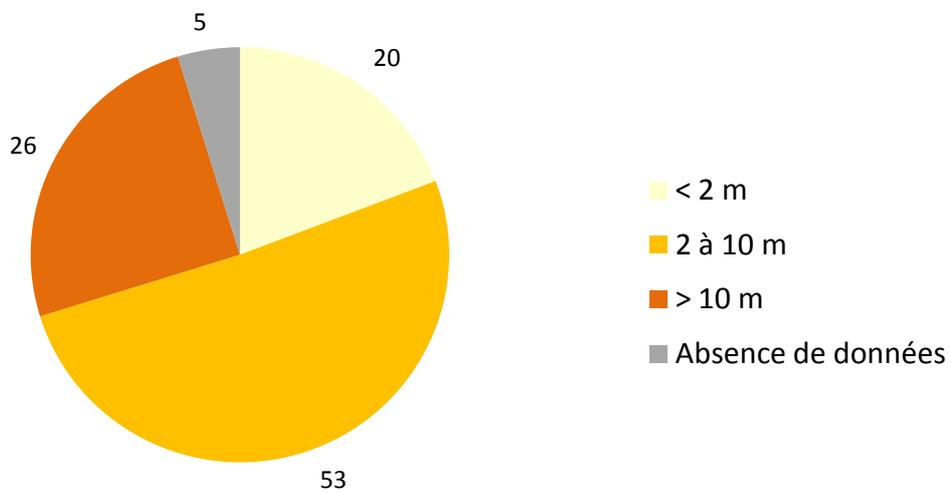


Figure 9 : Hauteur du front de taille.

b- Paramètres biotiques

Recolonisation végétale

La recolonisation végétale a été évaluée selon cinq stades, définis sur la base de deux critères : strates présentes et densité de la végétation (tab. 2). Cette évaluation s'est focalisée sur le carreau et le front de taille (où la végétation subit davantage les conséquences d'une éventuelle activité d'exploitation) et a négligé l'état de la végétation bordant la carrière. Dans le cas de carrières assez hétérogènes, c'est le stade le plus avancé qui a été noté.

Les différents stades sont bien représentés (fig. 10), même si les carrières dont le recouvrement de la végétation est inférieur à 5% sont minoritaires (9 sites). En revanche, près de 50% des carrières présentent une recolonisation bien avancée, avec l'existence de strates arbustives et/ou arborées (stade 3 et 4). Les autres sites ne présentent qu'une strate herbacée composée de mousses, graminées et autres espèces particulièrement abondantes sur les fronts de taille comme *Tussilago farfara*, *Fragaria vesca*, *Saponaria officinalis*, *Thymus sp*, etc. avec le développement (18%) ou non (20%) de petits ligneux tels que le genêt poilu *Genista pilosa*, la ronce mais aussi de jeunes noisetiers, saules, pins, genévriers, buis...

Stade de recolonisation	Description
0	Recouvrement végétal < 5 %
1	Stade pionnier, pelouse ou prairie
2	Présence de ligneux < 1 m
3	Présence d'une strate buissonnante (entre 1 et 7 m) ; milieu en fermeture
4	Présence d'une strate arborescente (> 7 m) ; milieu fermé, impénétrable

Table 2 : Description des cinq stades de recolonisation des carrières par la végétation.

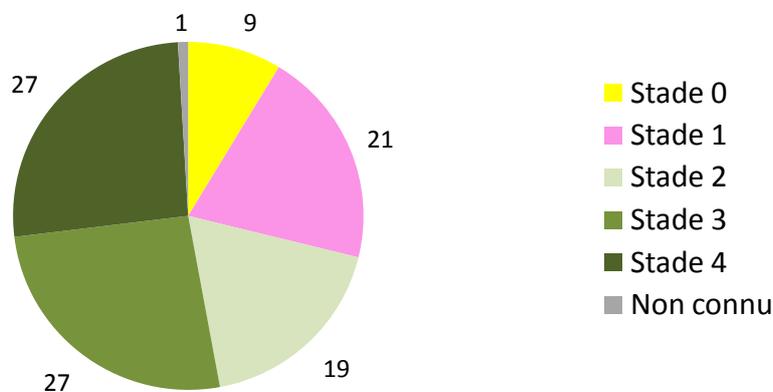


Figure 10 : Avancement de la recolonisation des carrières par la végétation.

Habitats

La cartographie des habitats du site Natura 2000, réalisée par différents bureaux d'étude, est en cours depuis 2005. Parmi les 104 carrières retenues, certaines sont en dehors des secteurs déjà prospectés ou n'ont pas été cartographiées comme des habitats mais ont été classées en « carrière », « terril crassier et autre tas de détritux », « zone anthropisée » ou « zone rudérale ». Les carrières restantes ont au moins une partie de leur périmètre qui a été identifiée comme un habitat naturel ou semi-naturel (milieu forestier, petit bois/bosquet, bordure de haies, pelouse sèche etc. ou plus rarement saussaie, éboulis, falaises continentales et rochers exposés). Elles cumulent en majorité plusieurs types d'occupation des sols et/ou d'habitats, qui sont parfois des habitats d'intérêt communautaire ou HIC (définis comme tels dans la Directive Habitat-Faune-Flore). En effet, plus de 50% des carrières ont dans leur périmètre un HIC (38 sites) voire deux (16 sites). L'HIC le plus représenté est la pelouse sèche, présente dans 43 carrières du site, mais neuf autres HIC ont aussi été cartographiés dont certains sont prioritaires comme les pelouses pionnières ou les éboulis (tab. 3). Il faut néanmoins préciser que ces HIC sont parfois en mosaïque ou très minoritaires en termes de surface occupée dans la carrière, notamment lorsqu'il s'agit d'une petite partie de la parcelle située au-dessus de la carrière. Mais il faut en tenir compte dans la mesure où une exploitation trop importante ou trop profonde du front de taille peut aboutir à la destruction de cet habitat par instabilité et effondrement du sol. L'avancement de l'emprise de certaines carrières sur les parcelles forestières ou agricoles les surplombant est parfois bien visible (chute d'arbres et de clôtures agricoles).

Type d'habitats d'intérêt communautaire	Code Natura 2000	Nombre de carrières
Pelouse sèche	6210	43
Habitat forestier d'intérêt communautaire	9130-5	8
Pelouse pionnière prioritaire	6110-1* ; 6110-2*	7
Prairie de fauche	6510-6	5
Formations à <i>Juniperus communis</i> sur landes ou pelouses calcaires	5130-2	3
Prairie humide / mégaphorbiaie	6410-1 ; 6430-1	2
Eboulis prioritaire	8160-3*	1
Eaux oligo-mésotrophes calcaires avec végétation benthique à <i>Chara spp.</i>	3140-10	1

Table 3 : Habitats d'intérêt communautaire (*prioritaires) présents dans les carrières.

c- Paramètres anthropiques

Propriété

D'après les données cadastrales, près de 70% des carrières sont situées sur des parcelles communales et plus de 20 % appartiennent à des privés (fig. 11). Quelques-unes sont à la fois des propriétés communales et privées. Les cinq carrières restantes sont la propriété d'associations, du ministère de l'Agriculture ou du département. Les élus restent des interlocuteurs privilégiés.

Activité d'exploitation

Sur l'ensemble des carrières visitées, 70% ont été considérées comme abandonnées (fig. 12) au vu de l'état du front de taille, des voies d'accès (chemin embroussaillé) et/ou de la végétation. Les autres carrières sont donc encore ponctuellement exploitées (d'après les traces récentes et le témoignage d'habitants) mais ne sont pas régularisées ; certaines ont été fermées par arrêté préfectoral (pour des raisons de sécurité ou de proximité à un captage d'eau) mais cela n'est pas toujours respecté. L'activité d'extraction reste néanmoins modérée puisqu'elles sont fréquentées par leur propriétaire (dans le cas de carrière privée) ou par quelques habitants (dans le cas de carrière communale). Il ne s'agit pas d'exploitations industrielles à but commercial, contrairement à celle d'Arinthod (n°13), ouverte depuis 1985, et qui produit en moyenne 20 000 t de concassés de roche calcaire par an (Flandre, 2016). C'est d'ailleurs la seule à être officiellement déclarée sur le site Natura 2000.

Autres activités

Bien que l'activité d'extraction ait cessé sur la plupart des sites, ils ne sont pas tous totalement abandonnés par l'Homme. En effet, les carrières peuvent être le lieu d'autres usages, en lien avec les activités agricoles (certaines sont pâturées car situées dans une parcelle accueillant des bovins ou des chevaux) ou forestières (carreau servant de place de dépôt pour le bois). Des ruches ont également été repérées dans sept carrières. Des activités de loisirs comme la chasse, la pêche, le VTT ou le motocross semblent pratiquées sur quelques sites. Un piège photo a même été trouvé sur une carrière de Chisséria. Certaines zones pourraient également présenter un intérêt géologique et/ou fossilifère (ammonites, rostrés, divers coquillages,...) susceptible d'attirer des connaisseurs. Enfin, certaines reconversions sont assez originales : aire de pique-nique (Chisséria), station de captage d'eau (Plaisia) ou encore carrière remblayée qui sert aujourd'hui de terrain de camping aux festivaliers de MeLaZik (Savigna).

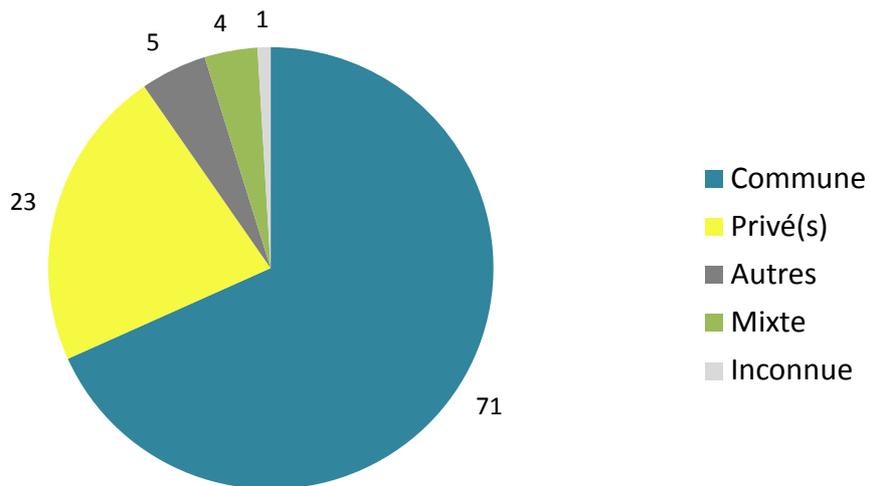


Figure 11 : Nature des propriétaires des carrières.

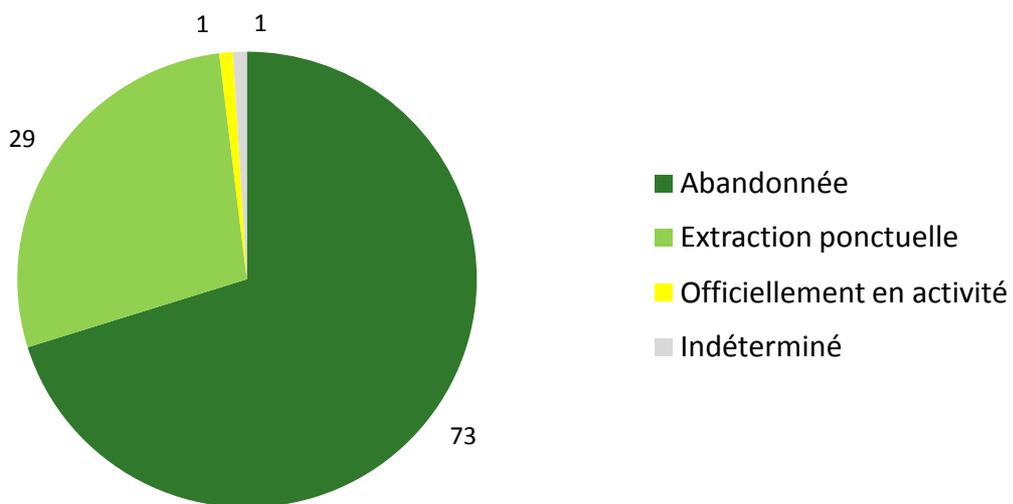


Figure 12 : Etat actuel de l'activité d'exploitation sur les 104 carrières du site.

Mais ces sites abandonnés sont parfois perçus négativement et assimilés à des zones de rebut où sont déposés des tas de gravillons, toutes sortes de déblais, de déchets verts ou du fumier. Se pose alors le problème de décharge sauvage quand viennent s'ajouter d'autres types de déchets : métaux, pneus, fibrociment, plastiques, cartons... (fig. 13). Trois carrières sont particulièrement concernées : n°48b à Dompierre-sur-Mont, n°14 à Arinthod et n°70 à Cornod. Les déchets sont même parfois brûlés sur place ; sans parler de l'illégalité de ces pratiques et du risque de pollution, cela peut entraîner des incendies et dégager des fumées nocives.

Aspects sociologique et historique

Un nombre aussi élevé de carrières sur le site Natura 2000 (d'autant plus que l'inventaire n'est pas exhaustif) pose la question de l'histoire de ce territoire. Quelques-unes de ces anciennes carrières ont été exploitées dans un but commercial jusque dans les années 1970-80 et exportaient leurs matériaux dans toute la région : c'est le cas de la carrière de Vogna comme en témoigne Gérard Charrière (maire de Fétigny et référent Natura 2000 à la CCPM) ou certains noms de rue (fig. 14). Mais la multitude de petites carrières s'explique par un tout autre phénomène. En effet, jusque dans les années 1960, il était possible de payer ses impôts en réalisant des « prestations » auprès des communes : les habitants étaient alors chargés de réparer des portions de chemins (tirées au sort) avec du sable et de la groisse. C'est pourquoi il y a au moins une carrière de ce type dans la plupart des communes (Gérard Charrière, 2016, *communication personnelle*).

Aujourd'hui, certaines communes mettent encore une carrière à disposition de leurs habitants, ce qui semble particulièrement apprécié. Elle sert notamment à se procurer un peu de sable ou de tout venant pour l'entretien de chemins privés ou pour la réalisation de petits travaux. Mais les quantités prélevées sont parfois importantes (fig. 15) et posent la question du bienfondé de ces pratiques, que ce soit sur le plan environnemental ou de la sécurité (risque d'effondrement par exemple). Enfin, les carrières privées encore en activité appartiennent souvent à des agriculteurs dont, pour certains, les grands-parents utilisaient déjà le site.

Quant à l'illégalité de ces carrières, elle peut paraître surprenante dans la mesure où des contrôles devraient être effectués. Mais la plupart des sites ont dû être ouverts avant le changement de réglementation (la procédure était alors simplifiée) et n'ont pas été régularisés. Aujourd'hui, ces carrières devraient être au moins déclarées à la préfecture voire faire l'objet d'une demande d'autorisation mais il semble qu'une certaine tolérance perdure.



Figure 13 : Certaines carrières abandonnées deviennent des décharges sauvages. C'est ici le cas, à l'ancienne carrière de Dompierre-Sur-Mont (n°48b, au nord du site).



Figure 14 : Ce panneau, situé à l'entrée du chemin menant à l'ancienne carrière du cirque de Vogna à Arinthod (n°15), témoigne de l'importance de ce site qui extrayait de la groise.



Figure 15 : Un habitant de Savigna vient récupérer du sable, en quantité importante, dans la carrière communale sur Crevalle (n°19) pour réaliser des travaux chez lui.

Inventaire de la biodiversité floristique et faunistique

1- Matériels et Méthodes

Cette étude s'intéresse à la biodiversité des carrières afin de mieux la connaître et la préserver. Dans un cadre Natura 2000, on se focalise essentiellement sur les habitats et les espèces. En raison des contraintes temporelles et de la non disponibilité des compétences en interne, l'aspect « habitats » n'a pas été traité sur le terrain et a simplement été abordé *via* la cartographie des habitats (comme explicité précédemment). L'approche « espèces » a donc été privilégiée pour répondre aux deux principales problématiques à savoir s'il existe une biodiversité particulière, inféodée à ces milieux et/ou s'il y a des enjeux de conservation spécifiques.

Un inventaire pluri-taxonomique a été réalisé. Les groupes ciblés ont été choisis en fonction :

- de la pertinence et de la complémentarité des informations apportées concernant ce type de milieu ;
- de l'existence d'enjeux (espèces patrimoniales, protégées et/ou d'intérêt communautaire) à différentes échelles (territoriale, régionale, nationale, européenne) ;
- des compétences naturalistes disponibles au sein de l'équipe.

La sous-estimation du nombre de carrières a amené à ajuster les protocoles (élimination de certains taxons, réduction du nombre de passages et de carrières prospectées,...) en réponse aux contraintes matérielles (temps et saisonnalité) relatives au stage. Huit groupes ont été étudiés : amphibiens, odonates, lépidoptères rhopalocères, orchidées, oiseaux nichant dans les falaises de sable (guêpier d'Europe et hirondelle de rivage), reptiles, autre faune et flore patrimoniale et plantes invasives (tab.4). Il est important de préciser que le but premier était d'acquérir des données. Chaque visite (dont le nombre varie d'un à six selon les carrières) a été l'occasion de réaliser diverses observations, qui ont été notées même si elles étaient réalisées en dehors du protocole dédié au taxon. D'autre part, l'accès à certains sites était restreint (n°5 de Chaléa à Thoirette (jardin d'un particulier) ; n°13 à Arinthod (en exploitation) ; et partiellement pour la carrière n°26 sur Luffe à Arinthod). Tous les protocoles n'ont donc pas été menés dans leur totalité sur ces trois sites mais cela reste négligeable sur l'ensemble des 104 carrières, la plupart des sites étant communaux et facilement accessibles.

Les données recueillies ont ensuite été numérisées sous Excel et en partie sous Qgis (notamment pour les espèces à enjeux, afin d'enrichir la base de données du site mais aussi au niveau régional puisqu'elles seront communiquées à divers organismes dans le cadre de conventions d'échange).

Taxons étudiés	Méthode de prospection	Standardisation du protocole	Nombre de passages	Nombre de carrières concernées sur les 104 retenues dans l'étude	Conditions particulières	Bibliographie et ouvrages d'identification
Amphibiens	Ecoute et observation	Non	1	17	Nuit douce	ACEMAV et <i>al.</i> , 2003
Odonates	Chasse à vue et recherche d'exuvies	Non	2	17	Météo favorable *	Grand et Boudot, 2006 ; Dijkstra et Lewington, 2007 ; Doucet, 2010 ; SFO et MNHN, 2011
Orchidées	Recherche des pieds fleuris et rosettes	Non	1	102	-	Bournérias et <i>al.</i> , 2005
Rhopalocères	Chasse à vue	Oui (arrêt si 20 min sans nouvelle espèce)	1	95	Météo favorable *	Langlois et Gilg, 2007 ; FRAPNA, 2012 ; Dupont, 2014 ; Lafranchis, 2014 ;
Guêpier et Hirondelle de rivage	Recherche des trous dans le front de taille	Non	nombre de visites	104	-	Svensson et <i>al.</i> , 2010
Reptiles	Opportuniste	Non	nombre de visites	102	Température douce, pas de pluie	Vacher et Geniez, 2010
Autre faune et flore patrimoniale	Opportuniste	Non	nombre de visites	102	-	Chaput et <i>al.</i> , 2014
Plantes invasives	Opportuniste	Non	nombre de visites	102	-	CBN-FC, 2006

Table 4 : Récapitulatif des protocoles mis en place pour les sept taxons ciblés. Le nombre de passages indiqué est un minimum et correspond au nombre de sessions dédiées au taxon (dans le cas des Amphibiens, Odonates, Orchidées et Rhopalocères).

* Une météo favorable pour l'étude des Odonates et Rhopalocères correspond à une température douce (>17°C), une couverture nuageuse limitée, peu de vent et pas de pluie.

a- Amphibiens

Les enjeux liés à ce groupe sont forts : tous les amphibiens sont protégés au niveau national et certains d'entre eux figurent également sur la liste de la Directive Habitat, avec deux espèces d'intérêt communautaire en annexe 2 (dite DH2) : le triton crêté *Triturus cristatus* et le sonneur à ventre jaune *Bombina variegata*. De plus, deux espèces peuvent être considérées comme typiques des carrières : l'alyte accoucheur *Alytes obstetricans* et le crapaud calamite *Bufo calamita*. Les 17 carrières ayant un ou plusieurs points ont donc été prospectées en soirée, d'avril à début juin sous des conditions météorologiques relativement favorables (température > 7°C, peu ou pas de vent). Toutes les espèces contactées (observées ou entendues ; stade adulte, larvaire ou ponte) ont été notées. Les grenouilles vertes (*Pelophylax sp.*) et brunes (*Rana sp.*) n'ont pas été identifiées jusqu'à l'espèce en raison de la difficulté de vérifier les critères sans pouvoir manipuler les individus.

b- Odonates

Les libellules et demoiselles dépendent du milieu aquatique pour le développement de leur phase larvaire. Les étudier permet de compléter les données de biodiversité dépendant des points d'eau dans les carrières sans un effort d'échantillonnage trop important (deux journées de terrain pour couvrir les 17 carrières concernées) ; cela fournit des informations supplémentaires pour définir l'intérêt des propositions d'actions comme le creusement de mares. De plus, étant à la fois des proies et des prédateurs, les odonates sont un élément clé des réseaux trophiques aquatiques, en particulier des milieux lenticules. Enfin, certaines espèces sont protégées (comme l'Agrion de mercure *Coenagrion mercuriale*), rares et/ou menacées et peuvent donc constituer des enjeux de conservation. Etant particulièrement appréciées du grand public, elles peuvent aussi être un bon support de communication.

Comme pour les amphibiens, les prospections ont ciblé les carrières avec des points d'eau. Ces derniers sont généralement de petite taille et ont pu être inventoriés de façon opportuniste ; une durée minimale de 10 minutes par mare a été imposée. Dans la mesure du possible, pour chaque espèce, le nombre d'individus, le sexe et le comportement (errance, chasse, territorialité, accouplement, ponte,...) ont été renseignés. Les exuvies trouvées à proximité des points d'eau ont aussi été déterminées (Doucet, 2010) et la présence de larves a été notée. Il est conseillé de réaliser plusieurs passages pour ce groupe (SFO et MNHN, 2011 ; Adam et al., 2015) : une visite a donc eu lieu début juin et mi-juillet dans des conditions météorologiques favorables (annexe 5). Dans le cas où les points d'eau se sont complètement asséchés, le temps d'observation a été écourté. Les espèces rencontrées sur les carrières non ciblées par ce protocole (sans point d'eau) ont quand même été notées.

c- Lépidoptères Rhopalocères

Les papillons dits « de jour » constituent de bons indicateurs de la qualité du milieu (FRAPNA, 2012). En effet, ils dépendent étroitement de la composition de la végétation que ce soit pour l'alimentation ou la reproduction ; ils sont aussi sensibles aux modes de gestion (pâturage, fauche) et au phénomène d'enfrichement. Bien que certaines espèces soient ubiquistes, d'autres sont inféodés à des milieux particuliers (pelouses sèches, ourlets,...). Les carrières peuvent alors être une source d'hétérogénéité intéressante pour les Rhopalocères dans la matrice essentiellement forestière et prairiale de la Petite Montagne. De plus, il s'agit de milieux très diversifiés et profondément modifiés par l'Homme sur lesquels l'étude des communautés et l'identification de cortèges peut apporter indirectement des informations en termes d'habitat(s). Enfin, quelques espèces sont d'intérêt communautaire comme le Damier de la succise *Euphydryas aurinia* ; d'autres sont rares et/ou menacés à l'échelle nationale ou régionale.

Le protocole a dû être adapté en fonction de la diversité des carrières dans leur forme, leur taille et l'avancement de la recolonisation végétale. Neuf carrières n'ont pas été prospectées car elles n'avaient pas de carreau, étaient difficilement pénétrables ou n'étaient pas accessibles. L'inventaire s'est fait par une chasse à vue des individus adultes, avec capture au filet si nécessaire pour l'identification. Afin de réaliser un inventaire le plus exhaustif possible quelle que soit la surface à prospecter, l'ensemble de la carrière a été parcouru. Chaque espèce contactée a été notée ; la prospection se terminait lorsqu'aucune nouvelle espèce n'était détectée durant 20 minutes (sur le principe du chronoventaire ; Dupont, 2014). Les inventaires se sont étalés du 9 juin au 17 août dans le respect des conditions météorologiques favorables (température douce, couverture nuageuse limitée, peu de vent et pas de pluie) entre 9h et 17h.

d- Orchidées

Un inventaire exhaustif de la flore présente sur chacun des sites n'était pas réalisable. C'est pourquoi seules les orchidées ont été ciblées car certaines espèces sont protégées et/ou patrimoniales, elles sont relativement faciles à identifier et peuvent constituer un bon support de communication auprès du grand public. De plus, les carrières peuvent être des habitats favorables à ce groupe et viendraient étoffer le réseau de pelouses sèches (semi) naturelles voire abriter des espèces peu communes.

Les orchidées ont été recherchées activement durant les mois de mai et juin en parcourant attentivement l'ensemble du périmètre de chaque site afin de dresser la liste la plus exhaustive possible. Pour chaque espèce rencontrée, le nombre d'individus a été noté. La présence des rosettes sans inflorescence n'a pas toujours permis une identification jusqu'à l'espèce, notamment dans le cas des *Epipactis sp.*, dont la floraison est assez tardive.

e- Oiseaux nichant dans les falaises de sable

Deux espèces ont été ciblées en raison de leurs exigences écologiques : le guêpier d'Europe et l'hirondelle de rivage. Ces deux oiseaux migrateurs nichent dans les falaises de sable et colonisent les berges sableuses mais aussi les anciennes sablières et gravières. Les fronts de taille sableux ou avec des inclusions sableuses ont donc fait l'objet d'une attention particulière de juin à début août pour détecter la présence de l'espèce *via* l'existence de trous et estimer la taille des éventuelles colonies.

f- Reptiles

Ce groupe n'a pas fait l'objet de recherche active malgré les enjeux relatifs (espèces protégées et d'intérêt communautaire, connaissances limitées en Petite Montagne) et les potentialités des carrières, qui sont souvent attractives. En effet, elles constituent *a priori* des lieux favorables à la thermorégulation des reptiles de par leur température généralement plus élevée et la présence de nombreux abris (roches, buissons,...). L'étude de ce groupe se résume donc uniquement à des observations ponctuelles lors des visites de terrain (un protocole standardisé aurait été trop lourd à mettre en place et la pose de plaques à reptiles dans un milieu où de nombreux abris rocheux sont disponibles ne paraissait pas pertinente).

g- Espèces végétales invasives

Les carrières sont des milieux à surveiller concernant les plantes invasives car ce sont des zones perturbées, qui parfois présentent un sol nu et accueillent de la terre végétale, des déblais ou des gravats (déposés légalement ou non). De plus, l'extraction de matériau et le passage de véhicules peuvent favoriser la dispersion de certaines espèces au sein de la carrière mais aussi en dehors. La présence d'espèces végétales invasives (Vuilleminot et *al.*, 2016) a donc été notée et cartographiée.

2- Résultats et Analyses

a- Amphibiens

Des prospections nocturnes ont été effectuées sur les carrières ayant des points d'eau susceptibles d'accueillir des amphibiens (mares, ornières, fossés,...) ; sur certains sites, des données ont aussi été récoltées de jour (lors de visites pour inventorier d'autres groupes) pour les espèces relativement actives comme les grenouilles et l'alyte accoucheur (chant en pleine journée). Dix espèces ont été contactées (annexe 6) dont 4 Urodèles (la salamandre tachetée *Salamandra salamandra*, le triton alpestre *Ichtyosaura alpestris*, le triton palmé *Lissotriton helveticus* et le triton crêté *Triturus cristatus*) et 6 Anoures (l'alyte accoucheur *Alytes obstetricans*, le crapaud commun *Bufo bufo*, le crapaud calamite *Bufo calamita*, le sonneur à ventre jaune *Bombina variegata*, le complexe des « grenouilles vertes » *Pelophylax sp.* et les « grenouilles brunes » *Rana sp.*). Tous les amphibiens sont protégés en France mais les enjeux sont très variables selon les espèces. Parmi celles recensées, certaines sont très communes en Petite Montagne, comme le triton alpestre, ou à l'échelle régionale et nationale comme le crapaud commun ou les grenouilles vertes. D'autres sont en revanche d'intérêt communautaire ou patrimoniales : quatre espèces inscrites en annexe 2 et 4 de la Directive Habitats et régionalement menacées ont été observées (tab. 5 ; fig. 16).

Nom latin	Nom français	DHFF	Statut en France	Statut régional	Rareté en Franche-Comté	Rareté en Petite Montagne
<i>Alytes obstetricans</i>	Alyte accoucheur	4	LC	NT	Assez commun	Assez commun
<i>Bombina variegata</i>	Sonneur à ventre jaune	2	VU	NT	Assez commun	Bien présent, à rechercher
<i>Bufo calamita</i>	Crapaud calamite	4	LC	EN	Rare	Très rare
<i>Triturus cristatus</i>	Triton crêté	2	LC	VU	Assez rare	Rare

Table 5 : Statut et rareté des amphibiens d'intérêt communautaire et patrimoniaux présents dans les carrières de la Petite Montagne (d'après Paul, 2011 et Chaput, 2014).

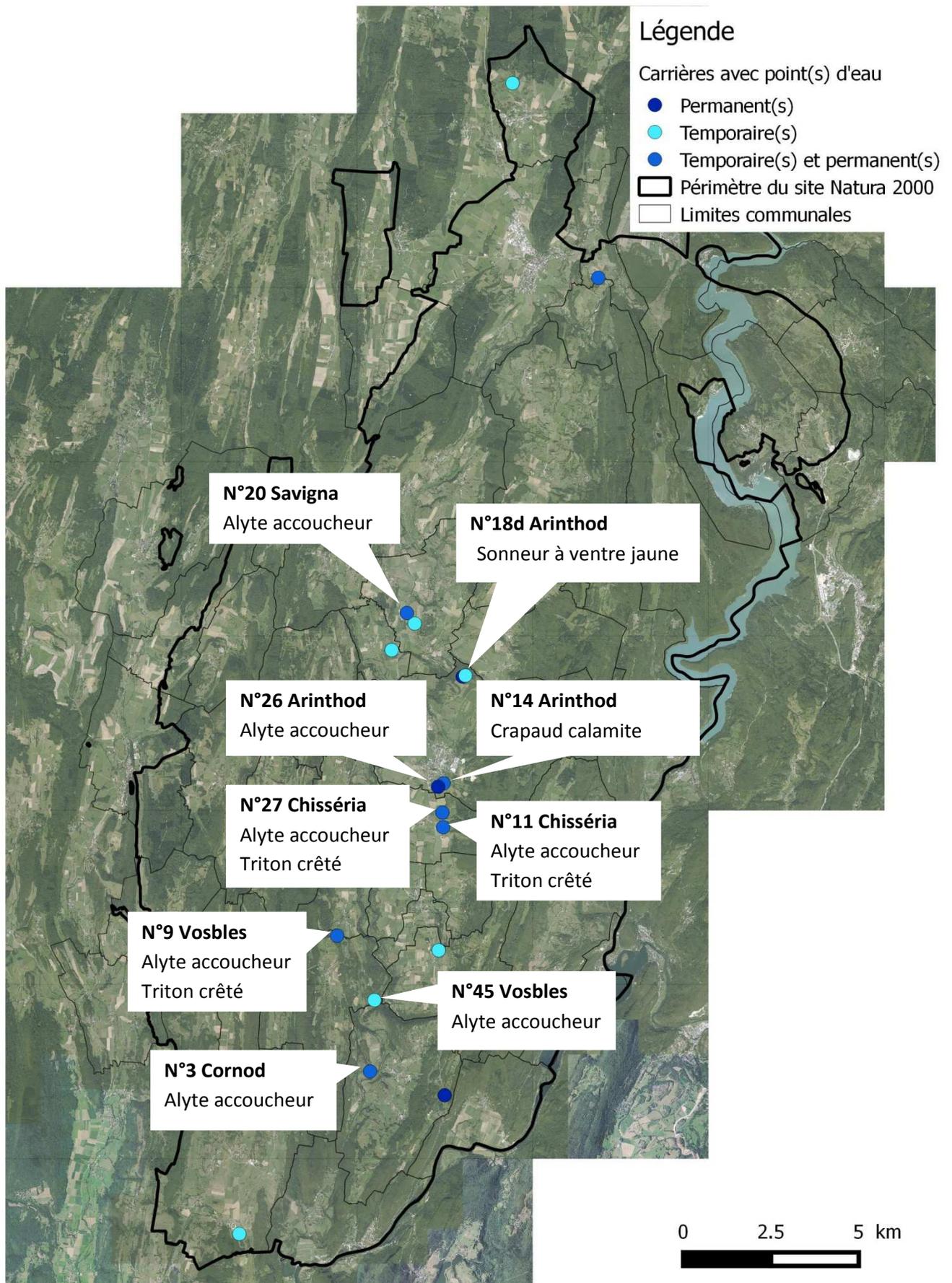


Figure 16 : Situation géographique des carrières ayant des points d'eau. La présence des quatre amphibiens patrimoniaux est signalée.

La richesse spécifique varie de une à six espèces par carrières à l'exception de trois sites où aucun amphibiens n'a été trouvé (sur les 17 prospectés). Le triton palmé est l'espèce la plus fréquente (présente dans 8 carrières), suivie de près par l'alyte accoucheur (7 carrières) et le triton alpestre (6 carrières). Ces résultats semblent cohérents puisqu'il s'agit des deux espèces de triton les plus communes sur le site ; quant à l'**alyte accoucheur**, c'est un amphibien qui apprécie les milieux minéraux et qui est assez indépendant du milieu aquatique (les œufs sont accrochés aux pattes postérieures du mâle de la fécondation à l'éclosion). Il est donc un hôte classique des carrières et anciennes carrières où les blocs rocheux et les galets constituent des gîtes favorables. L'espèce semble bien se porter en Petite Montagne (Chaput et *al.*, 2014) puisque généralement, plusieurs mâles ont été entendus dans les carrières (à l'exception de la n°3 à Cornod avec un seul chanteur) et des têtards ont été fréquemment observés. De plus, certaines stations sont suffisamment proches pour être connectées, à condition que des corridors existent au sein de la matrice d'habitats. La principale menace à moyen terme est la fermeture des carrières due à l'évolution naturelle de la végétation vers un stade mature et une strate arborescente développée.

Le **crapaud calamite** est aussi emblématique des carrières. En effet, c'est un crapaud pionnier et très mobile qui affectionne les mares temporaires peu profondes (le maintien de l'espèce en Franche-Comté repose actuellement surtout sur des milieux d'origine artificielle ; Paul, 2011). Le calamite était connu sur trois carrières en Petite Montagne (fig. 17) mais une seule station subsiste aujourd'hui (Sur Luffe, commune d'Arinthod, près de la carrière n°14 et n°26). L'espèce semble avoir régressée et s'est donc maintenue dans des conditions peu favorables : urbanisation croissante (extension d'Arinthod), abandon et fermeture des carrières par évolution naturelle de la végétation, comblement partiel de la mare par des gravats, décharge sauvage,... Il se reproduit aujourd'hui dans une mare assez dégradée à Arinthod (observation de pontes à plusieurs reprises mais sans certitude que le stade adulte ait été atteint). Une observation a également été effectuée en avril 2016 dans le cadre d'un projet tuteuré (Rebillard, 2016) sur la commune de Chisséria (fig. 17). Il s'agissait d'un individu en migration (en déplacement vers le nord, sur une route donc en dehors de son habitat, par temps pluvieux). Malgré d'importants efforts de prospection de l'ensemble des sites favorables connus situés à proximité, aucun crapaud calamite n'a été retrouvé dans ce secteur. Etant donné qu'il se situait à environ 1 km au sud de la station identifiée lors du stage (fig. 17), on peut supposer qu'il y a des échanges entre les individus de cette mare et ceux d'une autre station (non connue), d'autant plus que cette espèce fonctionne généralement en métapopulation. Le statut de conservation du crapaud calamite au niveau régional (en danger), sa rareté en Franche-Comté et en Petite Montagne, l'état actuel de la population et les menaces qui pèsent sur la seule station connue en font une des priorités d'actions du site Natura 2000.

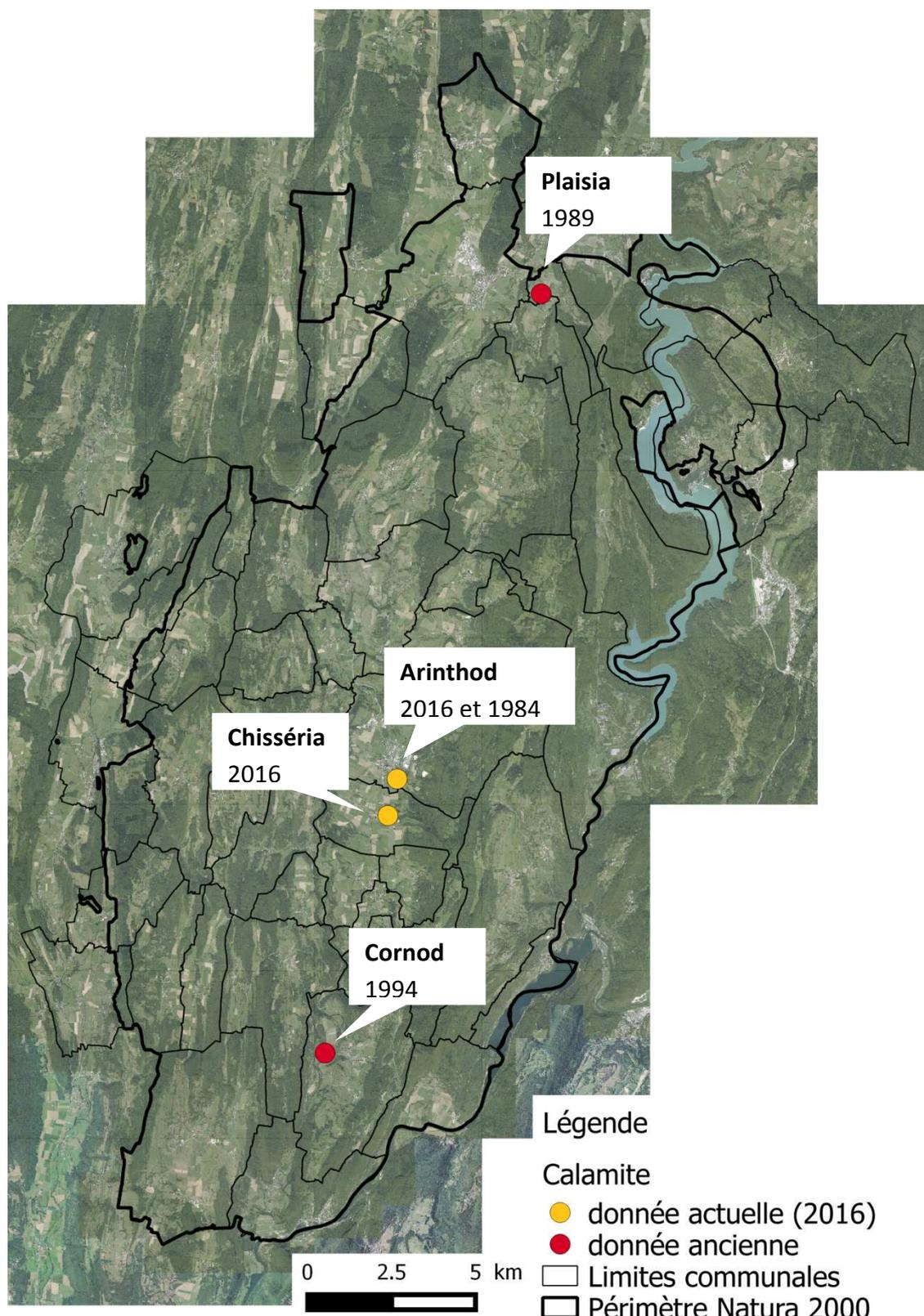


Figure 17 : Données anciennes et actuelle du crapaud calamite sur le site de la Petite Montagne. Leur position géographique peut être impécise. (Sources : CCPM et obs-natu).

Le **tritron crêté**, classé vulnérable en Franche-Comté, a été trouvé dans quatre anciennes carrières bien recolonisées par la végétation, dont deux constituent des nouvelles stations (n°20 à Savigna et n° 27 à Chisséria). Les sous-populations des carrières semblent en bonne santé (plusieurs individus observés dont des femelles gestantes). La mare de Savigna pose néanmoins question car une seule femelle a été vue et elle semble relativement isolée du reste de la population (à 5-6 km de la plus proche station connue alors que la distance de dispersion de l'espèce est en moyenne de 250 m et peut atteindre 1 km). La découverte d'autres stations au Nord du site (hors cadre du stage) lors du printemps 2016 laisse supposer que la population de ce triton d'intérêt communautaire est peut être sous-estimée à l'échelle du site Natura 2000. Il affectionne généralement des mares bien végétalisées et profondes ; pourtant il a été observé dans des mares de faible profondeur (20-30 cm d'eau) et quasiment dépourvues de végétation. On peut alors faire l'hypothèse que la conformation du paysage conditionne davantage la présence de l'espèce. La Petite Montagne paraît favorable puisque le triton crêté a besoin d'un réseau dense de mares interconnectées, avec des formations arborées situées à quelques dizaines ou centaines de mètres des points d'eau (Paul, 2011).

Enfin, le **sonneur à ventre jaune** a été trouvé sur une ancienne carrière (n°18d à Arinthod) qui a évolué en prairie marneuse à molinie et où deux dépressions remplies d'eau accueillent quelques individus. Cette donnée constitue une nouvelle station pour l'espèce, déjà bien implantée en Petite Montagne, et qui devrait être relativement pérenne (évolution lente du milieu, réseau de flaques et d'ornières colonisés par de nombreux individus et présentant des dizaines de pontes sur le chemin desservant la carrière et les champs alentours).

b- Odonates

L'inventaire ciblait les 17 carrières possédant des points d'eau mais les espèces rencontrées sur les autres sites ont aussi été notées : 20 espèces ont ainsi été observées sur 42 carrières (annexe 7). La richesse spécifique maximale de huit espèces a été atteinte sur trois anciennes carrières bien recolonisées par la végétation qui ont la particularité :

- de posséder un étang artificiel, toujours en eau, avec une végétation rivulaire bien développée constituant de nombreux perchoirs et offrant des secteurs ensoleillés ou ombragés (n°26 à Arinthod et n°27 à Chisséria) ;
- ou de présenter un réseau de fossés bien ensoleillé dans une prairie à molinie, qui forme ensuite une zone d'eau faiblement courante et bien ombragée (n°59 à Cornod) ;

Deux de ces sites hébergent d'ailleurs des espèces remarquables : l'**agrion de mercure** *Coenagrion mercuriale* (demoiselle protégée, figurant en annexe 2 de la DHFF, assez commun sur le site), qui est présent à Cornod et l'**agrion délicat** *Ceriagrion tenellum* (classé vulnérable en Franche-Comté et

assez rare sur le site), qui a été observé sur l'ancienne carrière d'Arinthod (n°26), qui constitue une nouvelle station pour l'espèce (la présence de poissons (carpes ?) dans l'étang pose néanmoins question quant à la prédation sur les larves et adultes de cette espèce et donc la pérennité de cette station). Leurs effectifs laissent présager une population en bonne santé mais la présence de ces espèces restent anecdotiques dans les carrières, fréquentées en majorité par des espèces communes comme *Anax imperator*, *Libellula depressa*, *Calopteryx virgo* ou encore *Enallagma cyathigerum* (fig. 18). La diversité des autres carrières est plus faible (entre une et quatre espèces), voire nulle pour trois des carrières ayant un point d'eau. D'autres paramètres doivent donc entrer en jeu, d'autant plus que des odonates ont été rencontrées sur des carrières *a priori* non favorables (absence de mare ou de cours d'eau aux environs immédiats) ; certaines espèces ont même été observées en majorité (*Enallagma cyathigerum*) voire exclusivement (*Sympecma fusca*) sur ce type de site (fig. 18).

L'existence d'un point d'eau est donc synonyme d'une plus grande diversité mais la présence des libellules et demoiselles est alors davantage liée à ce milieu aquatique qu'au fait qu'il s'agisse d'une carrière. En revanche, le comportement de certains Anisoptères (chasse, territorialité, individus posés) au sein de certaines carrières sans eau, généralement assez ouvertes, démontre qu'elles les utilisent en tant qu'habitat terrestre.

Il est important de préciser que certaines espèces sont plus discrètes (de par leur comportement, leur taille et leur coloration) et donc plus difficilement observables. Néanmoins, la réalisation d'un inventaire des papillons a été l'occasion de détecter davantage d'odonates. La recherche d'exuvies a également permis de compléter efficacement les inventaires mais elle reste difficile à standardiser et peut être source de biais (les sites où des exuvies ont été trouvées s'avèrent être les plus diversifiés). Enfin, la réalisation d'un troisième passage (fin août – début septembre) aurait permis de compléter la composition du peuplement d'odonates qui fréquente un point d'eau. Des espèces comme *Sympetrum sp.* ou *Aeshna cyanea*, assez tardive, auraient pu être davantage détectées.

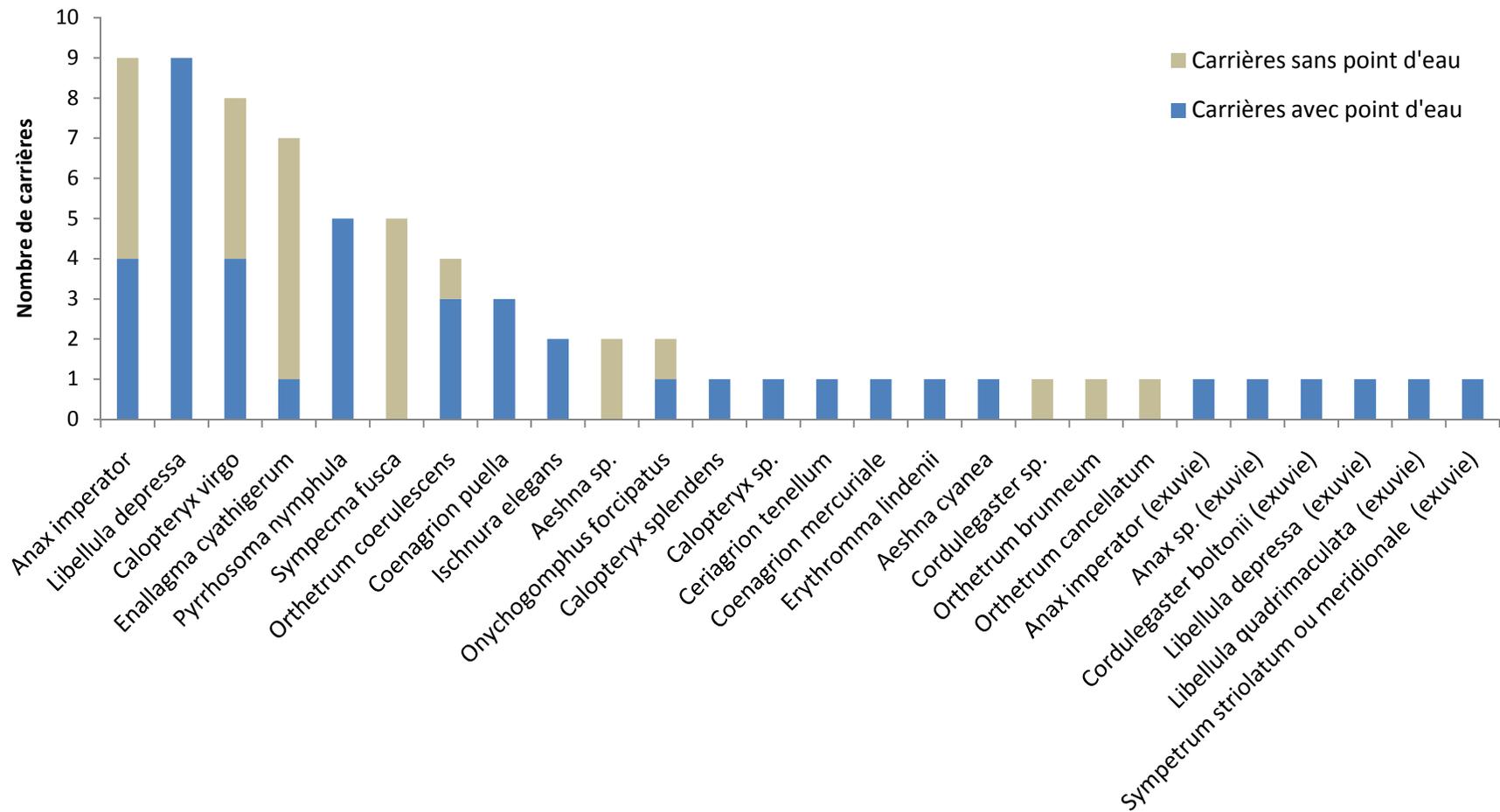


Figure 18 : Occurrence des espèces d'odonates présentes sur les carrières avec ou sans point d'eau. Les genres indéterminés (Anisoptère sp., Agrion sp.,....) ne sont pas représentés.

c- Lépidoptères Rhopalocères

Sur les 95 carrières retenues pour l'étude des Rhopalocères, huit n'ont pas pu être prospectées par manque de temps. Sur les 88 sites prospectées, 62 espèces ont été inventoriées dont 22 n'ont été observées que sur une ou deux carrières (tab. 6).

Nom latin	Nom français	Type d'habitats
<i>Apatura ilia</i>	Petit mars changeant	Milieus forestiers
<i>Araschnia levana</i>	Carte géographique	Milieus plus ou moins humides
<i>Argynnis adippe</i>	Moyen nacré	Ourlets
<i>Argynnis aglaja</i>	Grand nacré	Ourlets
<i>Brintesia circe</i>	Silène	Ourlets
<i>Celastrina argiolus</i>	Azuré des nerpruns	Ourlets
<i>Cupido minimus</i>	Argus frêle	Prairies et pelouses sèches
<i>Cyaniris semiargus</i>	Demi argus	Milieus plus ou moins humides
<i>Euphydryas aurinia</i>	Damier de la succise	Prairies et pelouses sèches à ± humides
<i>Hesperia comma</i>	Comma	Prairies et pelouses sèches
<i>Issoria lathonia</i>	Petit nacré	Tout type d'habitats
<i>Lasiommata megera</i>	Satyre/mégère	Prairies et pelouses sèches
<i>Limenitis reducta</i>	Sylvain azuré	Ourlets
<i>Lycaena tityrus</i>	Cuivré fuligineux	Milieus plus ou moins humides
<i>Melitaea cinxia</i>	Mélitée du plantain	Prairies et pelouses sèches
<i>Mellitaea diamina</i>	Mélitée noirâtre	Milieus plus ou moins humides
<i>Pararge aegeria</i>	Tircis	Milieus forestiers
<i>Plebejus idas</i>	Moyen argus	Prairies et pelouses sèches
<i>Satyrrium ilicis</i>	Thècle de l'yeuse	Ourlets
<i>Satyrrium spini</i>	Thècle des nerpruns	Prairies et pelouses sèches
<i>Spiala sertorius</i>	Hespérie de la sanguisorbe	Prairies et pelouses sèches
<i>Thymelicus lineola</i>	Hespérie du dactyle	Tout type d'habitats

Table 6 : Liste des espèces de Rhopalocères présentes uniquement dans une ou deux carrières. Le type d'habitat qu'elles fréquentent est aussi indiqué.

Parmi l'ensemble des espèces observées, plusieurs types d'habitats sont représentés : prairies et pelouses sèches (20 espèces), ourlets (18 espèces), milieux ouverts plus ou moins humides (9 espèces) et milieux forestiers (4 espèces). Les autres papillons sont ubiquistes, comme le myrtil *Maniola jurtina* qui est présent dans plus de 85% des carrières et souvent en abondance (fig. 19). Les espèces d'ourlets sont également très fréquentes et peuvent constituer l'essentiel de la communauté de papillons dans les carrières situées en forêt, où l'activité d'extraction a entraîné une ouverture du milieu et la création de lisières. Cela explique également que les espèces forestières soient moins nombreuses et moins fréquentes. Quelques espèces plutôt associées aux prairies et

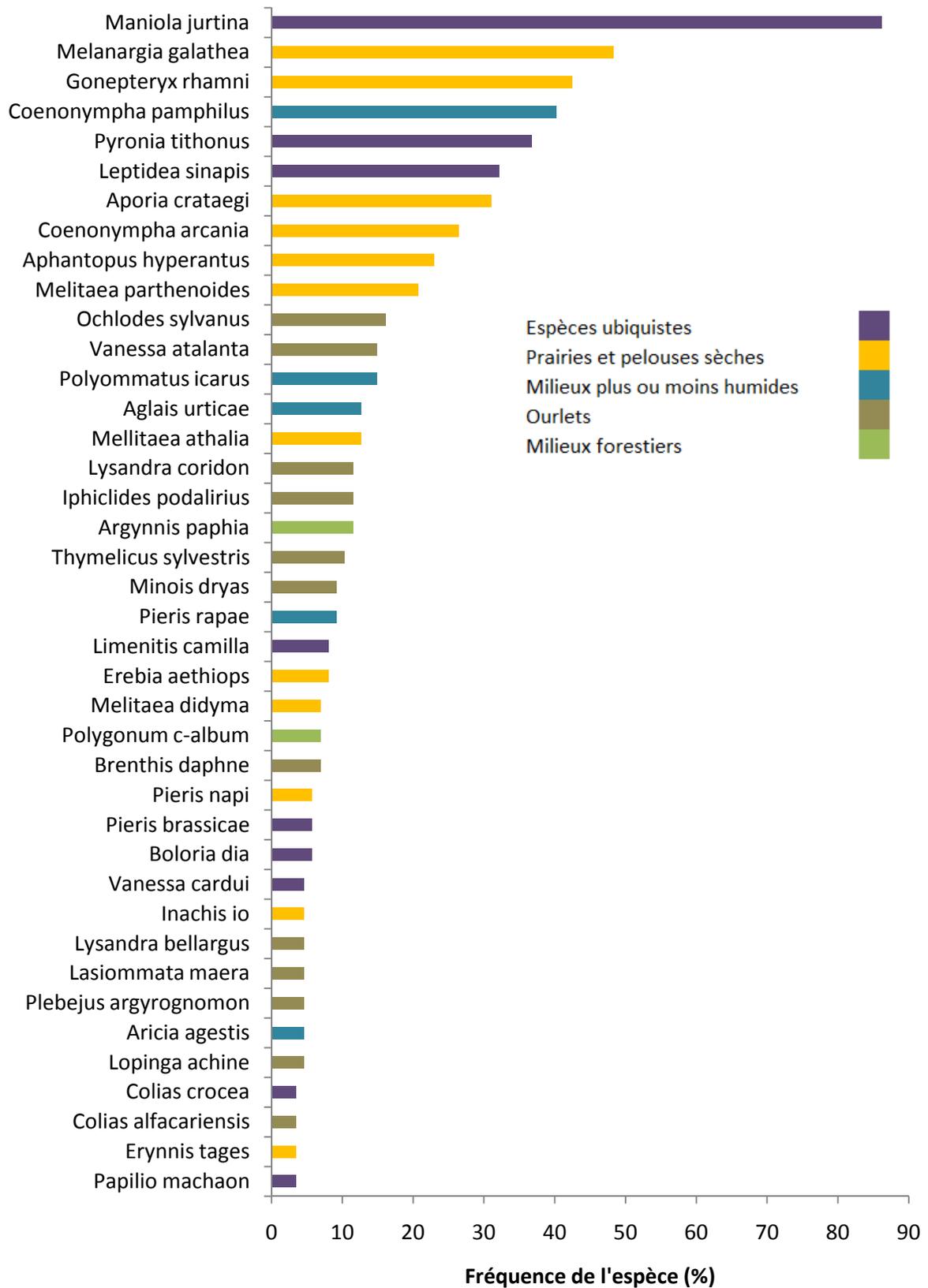


Figure 19 : Fréquence des espèces de Rhopalocères observées dans les carrières. Leur type de milieu est aussi indiqué. Les espèces observées uniquement dans une ou deux carrières ne sont pas représentées.

pelouses sèches ont été rencontrées dans plus de 10% des sites ; il s'agit d'espèces xérophiles et/ou thermophiles qui semblent apprécier les carrières correspondant à des milieux ouverts et relativement chauds (stade de recolonisation de la végétation peu avancé) et pouvant abriter les plantes nécessaires à leur alimentation ou à leur reproduction. Les quelques carrières où aucune de ces espèces n'est présente sont surtout des sites forestiers ; le paysage influencerait donc la composition des communautés mais cela reste difficile à démontrer et à quantifier. Enfin, les espèces inféodées aux milieux plus ou moins humides sont absentes dans près de la moitié des carrières, même si la piéride de la moutarde *Leptidea sinapis*, espèce plutôt mésophile, a été observée dans 30% des sites. Les carrières semblent donc peu attractives pour ces papillons, ce qui est cohérent avec le fait qu'il s'agisse de milieux secs, souvent pauvres, au substrat bien drainant et qui ne permettent pas l'installation d'une végétation prairiale méso-hygrophile. D'autre part, la diversité spécifique par carrière varie de 1 à 18 espèces (avec une moyenne de $7,5 \pm 3,6$), ce qui reste relativement faible en comparaison des prairies et pelouses sèches de la Petite Montagne qui abritent généralement entre 15 et 40 espèces (Charly Moureau, 2016 ; *communication personnelle*). La composition et la diversité spécifiques sont donc très variables selon les sites ; les résultats ne permettent pas de dégager une biodiversité typique des carrières concernant les Rhopalocères mais certaines espèces présentent un intérêt communautaire ou patrimonial (tab. 7). En effet, les inventaires et les observations réalisées hors protocole ont permis de recenser deux espèces inscrites sur la Directive Habitat : la bacchante *Lopinga achina* (présente sur trois carrières dont une nouvelle station), et le damier de la succise *Euphydryas aurinia* (présent sur deux carrières, qui constituent deux nouvelles stations pour l'espèce). Six espèces patrimoniales ont aussi été observées. Dans l'ensemble, ces espèces présentent des enjeux à des échelles régionales, nationales ou européennes mais elles peuvent être fréquentes sur le site Natura 2000, avec de nombreuses stations et des populations relativement importantes. La prise en compte de ces espèces est néanmoins importante pour qu'elles puissent se maintenir dans un bon état de conservation.

Nom latin	Nom français	DH	Statut en France	Statut en Franche-Comté
<i>Apatura ilia</i>	Petit mars changeant			NT
<i>Euphydryas aurinia</i>	Damier de la succise	2		NT
<i>Glaucopsyche alexis</i>	Azuré des cytises			NT
<i>Hesperia comma</i>	Virgule			NT
<i>Lopinga achina</i>	Bacchante	4	NT	VU
<i>Melitaea didyma</i>	Mélitée orangée			NT
<i>Minois dryas</i>	Grand nègre des bois			NT
<i>Plebejus idas</i>	Moyen argus			NT

Table 7 : Rhopalocères d'intérêt communautaire et patrimoniaux présents dans les carrières.

Il faut préciser que l'azuré des cytises *Glaucopsyche alexis* n'a pas été vu lors des prospections ciblant les papillons mais hors protocole. C'est aussi le cas pour trois autres espèces plus communes comme l'argus vert *Callophrys rubi*, la lucine *Hamearis lucina* et l'aurore *Anthocharis cardamines*, qui amènent donc la diversité spécifique totale à 66 espèces. Cela montre les limites de la méthode utilisée et du fait de n'avoir pu faire qu'une seule session en termes d'exhaustivité. Cela rend aussi les résultats plus difficiles à comparer entre les carrières, d'autant plus que les inventaires se sont étalés sur deux mois (évolution des cortèges bien visible, notamment avant et après la période de fauche (mi-juillet cette année)) et ont été réalisés par un ou deux observateurs selon les cas.

d- Orchidées

Près de 50% des carrières abritent des orchidées (annexe 8) ; 19 espèces sur la quarantaine d'espèces connues en Petite Montagne ont été recensées sur 55 sites. La richesse spécifique est très variable ($3,7 \pm 2,1$) et atteint 8 espèces dans 4 carrières ; sachant que les pelouses sèches du site Natura 2000 les plus riches en orchidées peuvent abriter une quinzaine d'espèces, la diversité inter-site reste relativement faible. Seules deux espèces sont considérées comme patrimoniales : l'**ophrys abeille** *Ophrys apifera* (protégée en Franche-Comté), présent dans trois carrières, et l'**épipactis des marais** *Epipactis palustris*, présent dans 7 carrières et atteignant fréquemment des dizaines voir quelques centaines d'individus. La présence d'autres espèces est aussi remarquable étant donné qu'elles sont rares (*Dactylorhiza maculata*) voire très rares (*Cephalanthera rubra*) en Petite Montagne, du moins en l'état des connaissances actuelles. Il est important de souligner que la fréquence au sein des carrières ne reflète pas nécessairement la rareté des espèces à l'échelle de la Petite Montagne (fig. 20) : certaines semblent plus courantes dans les carrières qu'au sein du site Natura 2000, comme *Ophrys insectifera* (présente dans 33 carrières et comptant des dizaines voire plus d'une centaine d'individus sur certains sites). Cette orchidée est plutôt euryèce et présente des exigences écologiques « classiques » pour ce groupe (pleine lumière à mi-ombre, pelouse et bois clair sur sol calcaire). Cette différence de fréquence est peut-être due à une sous-estimation de cette espèce, assez discrète, sur le territoire. A l'inverse, d'autres orchidées ont été rarement observées alors qu'elles sont considérées comme fréquentes (*Anacamptis morio*, présente dans une seule carrière) ou très fréquentes (*Neotinea ustulata*, repérée uniquement dans sept carrières).

Les espèces rencontrées ont des exigences écologiques très variées concernant le substrat et cohabitent parfois sur un même site, ce qui démontre encore l'hétérogénéité des carrières étudiées. Il ne semble donc pas y avoir de communautés d'orchidées typiques des carrières. Néanmoins, il est intéressant de noter que l'Épipactis pourpre-noirâtre (*Epipactis atrorubens*), peu fréquent en Petite

Montagne, a été observé au sein de huit sites, sur des fronts de taille et dans des zones instables, souvent en abondance (plusieurs dizaines de pieds). Cette espèce colonise en effet les éboulis et anciennes carrières (Bournérias et *al.*, 2005).

Enfin, l'absence d'orchidées sur la moitié des sites peut s'expliquer par une trop forte érosion (dans les hautes carrières de groise et de sable notamment), des perturbations anthropiques importantes (dans le cas de passage de véhicule et d'une activité d'extraction trop intenses pour que des orchidées se développent) ou des strates arborée et arbustive trop denses, défavorables à la majorité des espèces préférant la pleine lumière ou la mi-ombre (Bournérias et *al.*, 2005). Il est aussi important de préciser que la phénologie des espèces rend la saison des orchidées assez étendue (de mai à juillet) et qu'il est probable qu'une seule visite par carrière ait été insuffisante. Cette limite a été en partie palliée pour les sites faisant l'objet d'un inventaire odonates et rhopalocères puisque ces sessions de terrain ont permis de recenser les espèces tardives.

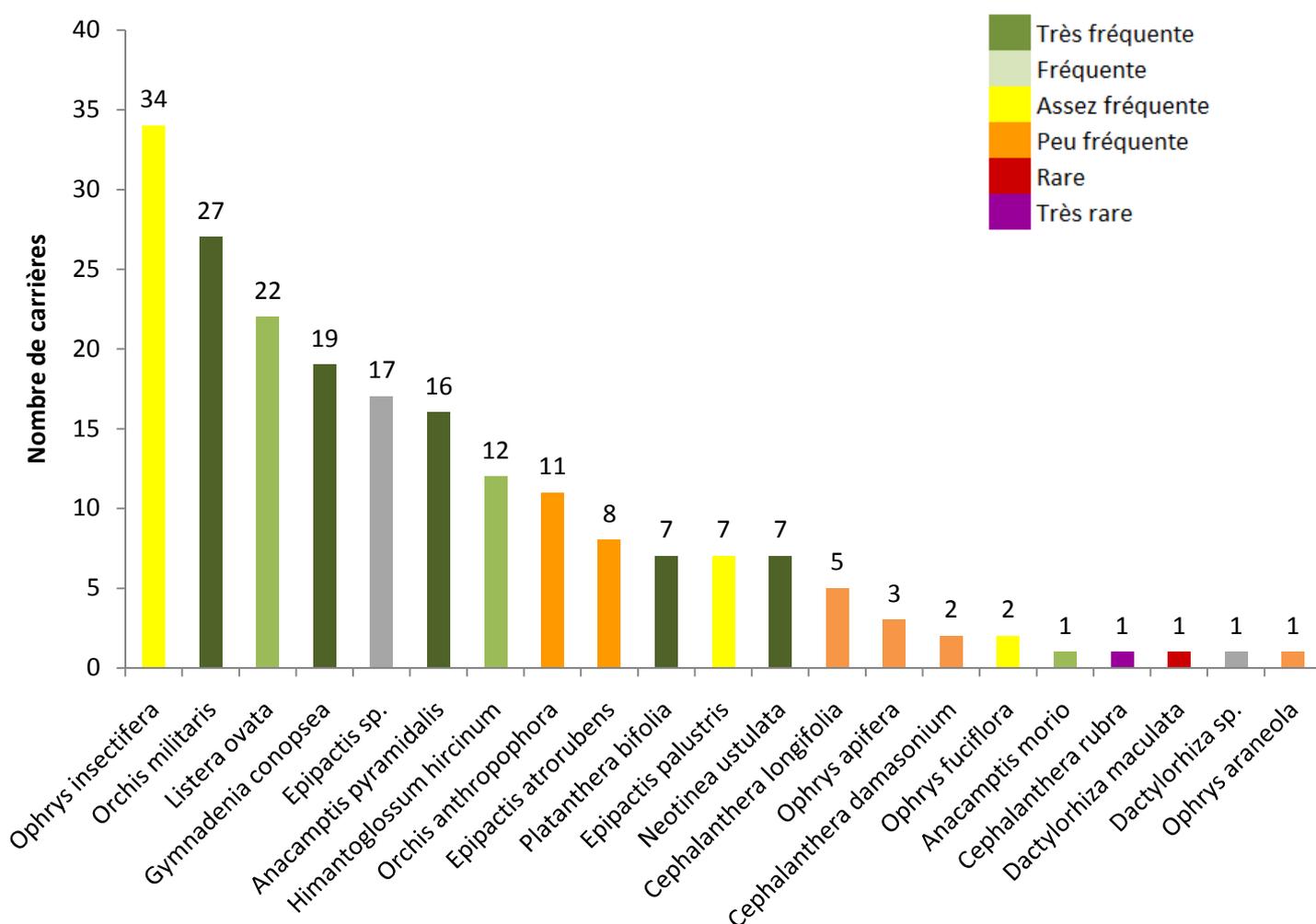


Figure 20 : Occurrence des espèces d'orchidées présentes sur les carrières et leur degré de rareté en Petite Montagne. Celui-ci n'est pas indiqué quand l'espèce n'a pas été déterminée.

e- Oiseaux nichant dans les falaises de sable

Le **guêpier d'Europe** n'a été rencontré sur aucune carrière et semble absent du site Natura 2000 cette année. Les fortes pluies ont causé des crues importantes au printemps, ce qui peut expliquer que l'espèce n'ait pas occupé les lieux ; mais les carrières alentours, non soumises aux risques d'inondation, auraient pu constituer une alternative intéressante.

Concernant les **hirondelles de rivage**, seulement deux carrières présentent des trous dans leur front de taille (n°7 à Thoirette, au bord de l'Ain, et n°89 à Lavans-sur-Valouse, au-dessus de Faverge) mais une seule est fréquentée par l'espèce (celle de Faverge), sans que la reproduction ne soit avérée. Il s'agit d'une ancienne petite carrière de sable appartenant à un propriétaire privé. La base de données du site Natura 2000 révèle que cinq carrières (dont quatre occupées) présentaient des trous d'hirondelles en 2011 (Noël, 2011 ; fig. 21). Dans le DOCOB, le statut de conservation de l'espèce est jugé « bon » à l'échelle du territoire mais la population tend à diminuer tant en effectifs qu'en nombre de sites de nidification occupés en comparaison des données antérieures (Noël, 2011). Malgré la tendance actuelle internationale de la population à la régression (BirdLife International, 2012), l'espèce se porte bien à l'échelle nationale (plus de 100 000 couples nicheurs ; classée LC) et régionale (2500 couples ; classé NT « potentiellement menacée »), mais l'importance de son déclin en cinq ans à l'échelle du site Natura 2000 pose question, même si les hirondelles de rivage sont connues pour subir d'importantes fluctuations interannuelles (Paul, 2011). Il serait d'ailleurs intéressant de voir si de telles tendances ont été observées dans d'autres colonies du Jura par exemple.

L'enjeu est donc surtout local : la colonie repérée dans le cadre de cette étude semble être la dernière station de l'espèce en Petite Montagne mais son avenir est incertain. L'abandon des autres sites pourrait être dû à une activité d'exploitation trop importante, les rendant inhospitalières pour l'espèce. Son habitat est pourtant protégée (interdiction de détruire les nids et de détruire, d'altérer ou de dégrader ses sites de reproduction d'après l'arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection) mais le portée à connaissance est parfois intervenu trop tardivement (*cf.* lettre de Laurent Delafolliye à la commune de Cornod en 2013).

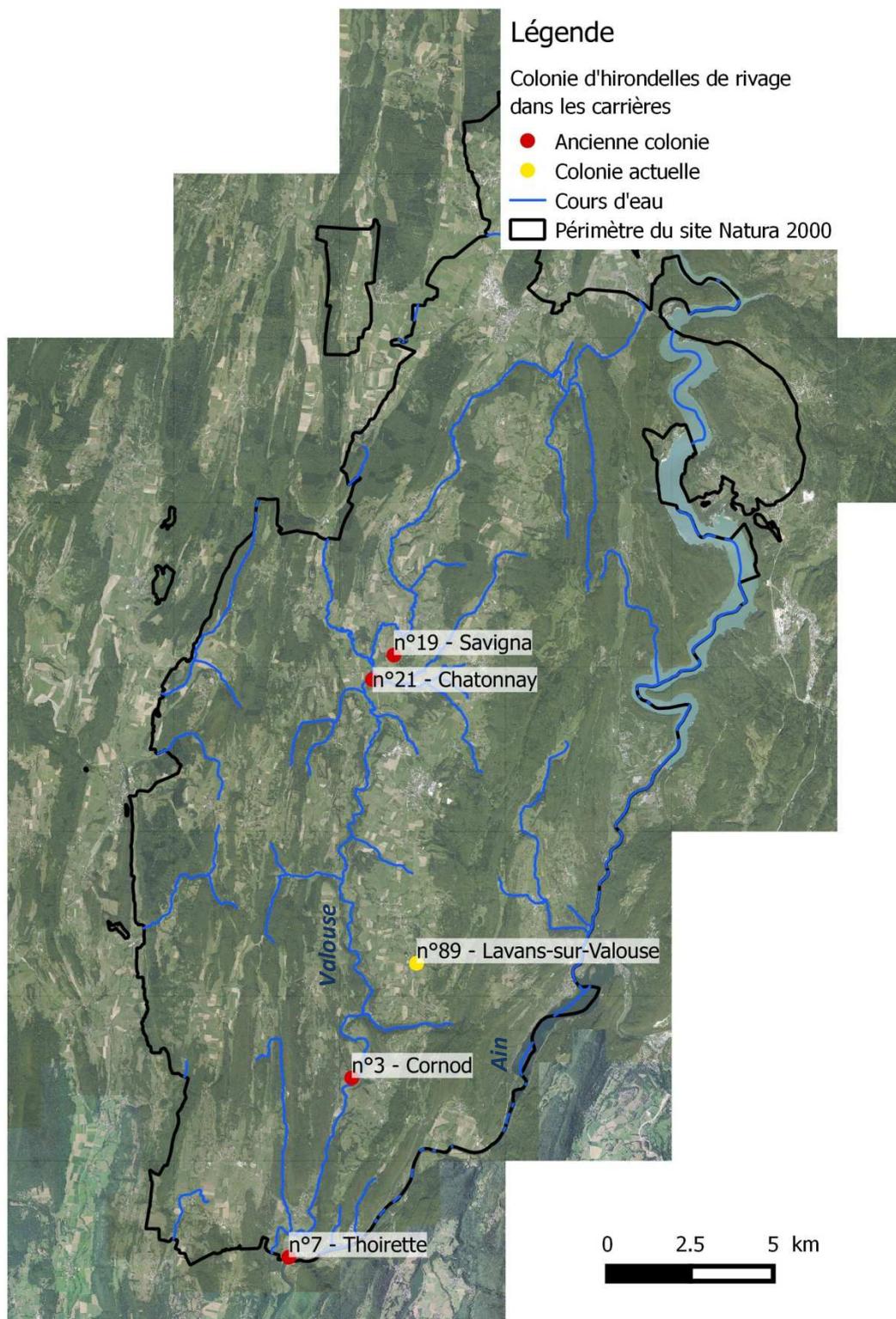


Figure 21 : Présence de l'hirondelle de rivage sur le site Natura 2000 (d'après les données de la CCPM et les données recueillies sur le terrain en 2016). Les sites de nidification correspondent à des carrières situées dans la vallée de la Valouse ou de l'Ain (n°7).

f- Reptiles

Durant le stage, 44 observations de reptiles ont été réalisées sur 36 carrières. Les lézards étant moins discrets, ils ont été plus facilement repérés (90% des observations) que les serpents. Cinq espèces ont été rencontrées : couleuvre à collier, **couleuvre d'Esculape**, **couleuvre verte et jaune**, **lézard vert et lézard des murailles**. Elles sont toutes protégées et figurent à l'annexe 4 de la Directive Habitat, à l'exception de la couleuvre à collier. Celle-ci affectionne les milieux aquatiques : elle a été vue dans les mares ou étangs de deux carrières et semble assez commune en Petite Montagne, comme le lézard des murailles *Podarcis muralis* et le lézard vert *Lacerta bilineata*. La couleuvre vipérine *Natrix maura* fréquente certainement la carrière n°81 (Saint Hymetière) en bord de la Valouse d'après Fabien Benacchio (communication personnelle). Une prospection dans des conditions favorables permettrait de confirmer cette donnée.

Il est important de préciser que la pression d'observation n'est pas homogène car le nombre de visites par carrière varie de 1 à 6. Il est donc difficile de tirer des conclusions de ces résultats mais les carrières semblent appréciées des reptiles, la présence de rochers, de petits buissons et tas de branches offrant des microhabitats intéressants pour la thermorégulation ; l'existence d'un point d'eau est aussi susceptible d'attirer la couleuvre à collier.

g- Autre biodiversité remarquable

Faune

Les nombreuses visites effectuées sur les carrières ont aussi été l'occasion d'observer une faune remarquable n'appartenant pas aux taxons ciblés. Des oiseaux patrimoniaux comme le faucon pèlerin (n°15 à Arinthod) et la pie-grièche écorcheur (n°20 à Savigna et n°53 à Chambéria) ont été aperçus à proximité des carrières étudiées mais ils n'utilisent pas directement le site. En revanche, l'engoulevent, qui a été contacté sur Cernon (n°41) et Arinthod (n°85), peut être considéré comme une espèce présente dans ces carrières étant donné son écologie. La responsabilité du site Natura 2000 pour la conservation de cet oiseau à l'échelle régionale est forte (30 à 50 % des nicheurs régionaux, en limite altitudinale ; Chaput et *al.*, 2014). L'Oedipode rouge *Oedipoda germanica*, un criquet classé vulnérable et assez rare en Franche-Comté (CBNFC-ORI, 2014), a été observé sur deux carrières (n°41c à Cernon ; n°74 à Savigna). Ces sites constituent des habitats intéressants dans la mesure où cet insecte aime les milieux pierreux et caillouteux, ayant peu de végétation. Des chamois ont aussi été aperçus sur les communes d'Arinthod (n°15), de Vescles (n°36) et de Cernon (n°41). D'autre part, des trous qui semblent creusés dans le sable par des hyménoptères ont été repérés

dans de nombreuses carrières. Actuellement, ce groupe n'est pas pris en compte dans le DOCOB ni dans la plupart des documents officiels (Directive Habitat, listes rouges,...) car les connaissances sont encore en pleine évolution. Mais il semblerait que les enjeux soient assez forts dans les carrières, en particulier pour les abeilles solitaires (Lemoine, 2015).

Flore

Quelques plantes patrimoniales ont été observées dans les carrières (tab. 8). Il est aussi intéressant de noter la présence dans de nombreux sites de l'œillet des chartreux *Dianthus carthusianorum*, espèce qui s'était raréfiée ces dernières décennies (S. Regazzoni, 2016 ; communication personnelle) et dont la cueillette est interdite dans le Jura (Arrêté préfectoral n° 60 du 18 janvier 1993). La présence d'*Ophioglossum vulgatum* dans la carrière n°8 de Plaisia (au-dessus du marais de Plaisia, où l'espèce est connue) au niveau d'une zone un peu plus humide est aussi à souligner.

Nom latin	Nom français	Protection	Carrière(s) concernée(s)
<i>Anemone pulsatilla</i>	Anémone pulsatille	-	16 (tour-du-Meix)
<i>Aster amellus</i>	Aster amelle	Nationale	19 (Savigna)
<i>Blackstonia perfoliata</i>	Blackstonie perfoliée	-	18c et d (Arinthod), 26 (Arinthod)
<i>Lotus maritimus</i>	Lotier maritime	-	59 (Cornod)
<i>Thesium linophyllum</i>	Thésium à feuilles de lin	Régionale	60 (Vescles)

Table 8 : Espèces végétales patrimoniales (Chaput, 2014) présentes dans les carrières.

h- Espèces végétales invasives

Les différentes visites sur les carrières ont été l'occasion de détecter la présence éventuelle d'invasives. Quatre espèces ont été identifiées (fig. 22) ; en Franche-Comté, elles sont classées (Vuilleminot et al., 2016) :

- « espèces exotiques envahissantes majeures dans les milieux naturels ou semi-naturels » :
 - la verge d'or ou solidage *Solidago canadensis* et *Solidago gigantea* ;
 - la renouée du Japon *Reynoutria japonica* ;
- « espèces exotiques potentiellement envahissantes dans les milieux naturels ou semi-naturels » :
 - l'arbre à papillons *Buddleia davidii* ;
 - la vergerette du Canada *Erigeron canadensis*.

Près d'un quart des carrières comptent une espèce invasive dans leur périmètre. Il s'agit le plus souvent de *Solidago sp.*, qui peut former des patches assez importants. Dans la plupart des cas, la situation semble encore gérable par un arrachage manuel des pieds à l'exception de la carrière n°26 (Sur luffe, Arinthod). C'est aussi le cas pour une des quatre zones à renouée si une intervention est

menée rapidement (n°8 à Plaisia). Les quatre stations de *Buddleia* sont concentrées dans la vallée de l'Ain, sur des carrières situées en forêt ; celle du Montain à Coisia (n°80) est particulièrement importante (six pieds de plus d'un mètre de haut). Enfin, les six stations de vergerette du Canada (dont l'identification est à confirmer) ne présentent que quelques pieds facilement arrachables.

Le risque de prolifération de ces plantes au sein des carrières (Bio Beri et *al.*, 2014) et dans les milieux naturels avoisinant ne doit pas être négligé, surtout lorsque les sites sont encore fréquentés par l'Homme : la circulation de véhicules et l'importation de matériaux peut alors accélérer leur dispersion sur le territoire. Il semble donc important de traiter ces foyers pour limiter la dégradation du milieu à terme, en particulier dans les carrières présentant une riche biodiversité et/ou des enjeux de conservation. Enfin, il est possible que certaines stations n'aient pas été repérées, notamment pour la vergerette du Canada, assez discrète et visible surtout en fin d'été, et pour l'ambrosie à feuille d'armoise *Ambrosia artemisiifolia*, présente en Petite Montagne.

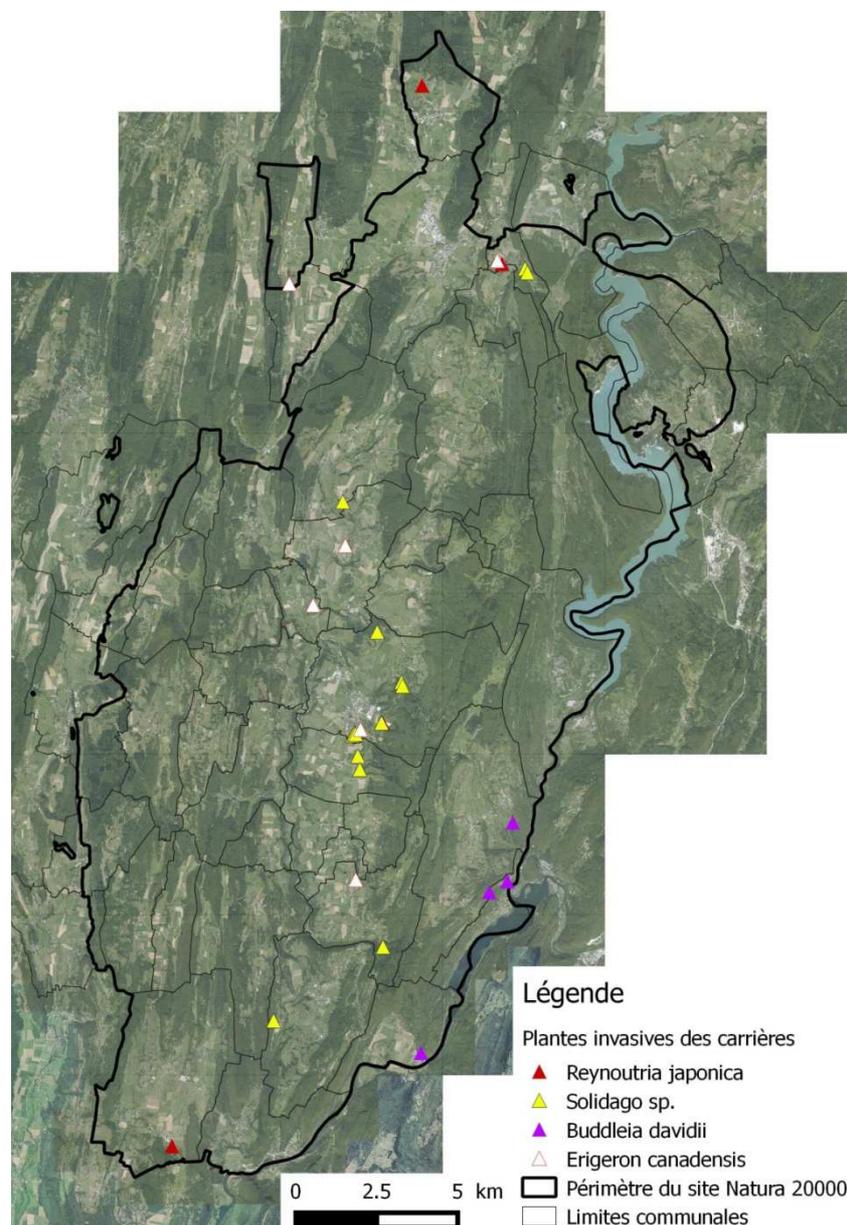


Figure 22 : Stations des quatre espèces invasives identifiées dans les carrières.

Approche globale et priorisation d'actions

Cette étude a permis d'identifier 129 espèces appartenant à neuf taxons, dont 31 espèces faunistiques et floristiques patrimoniales, ainsi que dix habitats d'intérêt communautaire sur l'ensemble des carrières recensées. La présence de points d'eau implique la plupart du temps une plus grande diversité spécifique à l'échelle de la carrière, qui abrite potentiellement plus d'amphibiens et d'odonates. Ces milieux anthropisés abritent donc de nombreux éléments du patrimoine naturel du site Natura 2000. Mais ce constat est à nuancer à l'échelle de chaque site : 74 carrières comptent au moins une espèce patrimoniale et/ou un HIC mais la richesse spécifique et le nombre d'espèces patrimoniales sont très variables et ne semblent pas corrélées (fig. 23). L'analyse graphique met en évidence la carrière n°26 Sur Luffe (Arinthod), qui abrite 41 espèces dont 7 patrimoniales, mais ne permet pas de définir des groupes de carrières. Au contraire, on observe un grand nombre de combinaisons en termes de richesse. Cette continuité du jeu de données peut s'expliquer par la grande hétérogénéité des carrières et donc des conditions offertes à la faune et à la flore. La richesse spécifique des carrières n'est pas un critère suffisamment discriminant pour hiérarchiser les sites et constitue de toute façon une approche incomplète et biaisée, d'autant plus que les habitats d'intérêt communautaire ne sont pas pris en compte ici.

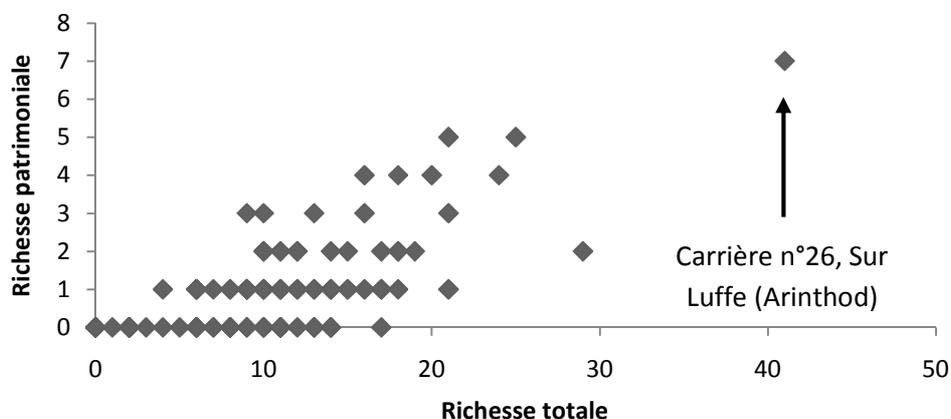


Fig. 23 : Richesse spécifique patrimoniale et richesse spécifique totale au sein des carrières.

Il faut donc mettre en place une réflexion qui prenne en considération la biodiversité ordinaire et patrimoniale, les espèces et les habitats mais aussi les différentes approches en termes d'enjeu de conservation (échelles géographiques, niveaux de menace, degrés de rareté,...). L'intégration des éventuelles menaces existant au sein de chaque site devrait ensuite permettre de prioriser les 104 carrières et donc les actions à entreprendre. Un système de notation est proposé ici afin de répondre à cet objectif (tab. 9).

	Paramètres	Modalités	Points
ENJEUX DE CONSERVATION	Richesse spécifique		1 point par espèce présente
	Enjeux patrimoniaux - Espèce	Espèce présente	1
		Espèce inscrite en DH2	4
		Espèce inscrite en DH4	2
		Espèce inscrite en DH5	1
		Espèce inscrite en DO1	4
		Espèce figurant dans le DOCOB (hors directives)	1
		Niveau de menace régional	NT (0) ; VU (1) ; EN (2)
		Degré de rareté en PM	Assez rare (1) ; rare (2) ; très rare (3) ou
		ou nombre de stations	> 30 (0) ; 20 à 30 (1) ; 10 à 20 (2) ; <10 (3)
	Enjeux patrimoniaux - HIC	Présence d'un HIC	4
		HIC prioritaire	1 point supplémentaire
	Point d'eau	Présence d'un ou plusieurs points d'eau	1
Priorité de conservation	La carrière constitue la seule station d'une espèce en Petite Montagne	2	
MENACES	Plantes invasives	Présence d'espèces envahissantes majeures (renouée ou solidage)	2
		Présence d'espèces potentiellement envahissantes (vergerette ou buddleia)	1
	Dépôts de déchets	Décharge sauvage	2
		Remblais et déchets inertes	2
		Déchets verts	1
	Relatives aux points d'eau	Comblement de la mare	2
		Passage de véhicules ou d'animaux (bovins, équins)	1
		Fermeture par évolution naturelle	1
		Présence de poissons	1
	Fermeture du milieu menaçant une espèce patrimoniale à moyen terme		1

Table 9 : Notation mise en place pour prioriser les carrières selon leurs enjeux de conservation et leurs niveaux de menaces.

1- Evaluer la biodiversité

Trois composantes de la biodiversité ont été prises en compte : la richesse spécifique, les enjeux patrimoniaux spécifiques et la présence d'habitats d'intérêt communautaire (tab. 9). La note attribuée à une espèce patrimoniale (c'est-à-dire inscrite sur une directive européenne et/ou en liste rouge régionale et/ou rare en Petite Montagne) est basée sur plusieurs éléments. Dans le cas du triton crêté par exemple : l'espèce étant inscrite en DH2 (4 points), classée vulnérable en Franche-Comté (1 point) et considérée comme rare sur le site Natura 2000 Petite Montagne (2 points), elle correspond à 7 points de patrimonialité. Si elle est présente sur une carrière (1 point), elle rapporte donc 8 points à ce site.

La somme de ces trois paramètres a permis de donner une note « Biodiversité » à chaque carrière. Celle-ci varie de 0 à 57 pour une valeur moyenne de $15,7 \pm 10,7$. Quatre niveaux d'enjeux ont été définis : faible ou inconnu (0 à 2 ; aucune espèce patrimoniale ou HIC recensé), modéré (3 à 15), fort (16 à 28) et très fort (29 à 57).

La présence d'un point d'eau (qui améliore le potentiel d'accueil du site pour la biodiversité ordinaire et remarquable) et le fait que la carrière constitue la seule station connue en Petite Montagne pour une espèce patrimoniale sont deux critères qui peuvent apporter une valeur supplémentaire. Il a été choisi de ne pas y associer de note mais le fait que la carrière soit la dernière station d'une espèce patrimoniale surclasse le site d'un niveau. C'est le cas de la carrière n°14 à Arinthod pour le crapaud calamite et n°89 à Faverge (Lavans-sur-Valouse) pour l'hirondelle de rivage qui basculent respectivement dans la catégorie « très fort enjeu » et « fort enjeu » Biodiversité. La présence de milieux aquatiques sera, elle, prise en compte dans les préconisations.

2- Evaluer les menaces

L'intégration des éventuelles menaces à l'échelle de chaque carrière permet de relativiser l'importance des enjeux relatifs à la biodiversité. Il s'agit de facteurs pouvant porter atteinte à la biodiversité ordinaire et/ou remarquable à plus ou moins long terme. Quatre catégories ont été identifiées (tab. 9), comme par exemple la présence de plantes invasives, dont les conséquences sur les milieux naturels et la biodiversité en général ne sont plus à démontrer. Certaines activités humaines, comme le dépôt de divers déchets, posent aussi problème dans la mesure où elles impliquent une fréquentation (plus ou moins règlementée) de la carrière et peuvent être source de pollutions et/ou d'apport de plantes invasives dans les remblais et déchets verts par exemple. D'autres menaces plus particulières concernent les points d'eau. Le piétinement et/ou le passage de véhicules, le comblement par des gravats ou la fermeture d'une mare par évolution naturelle de la

végétation peuvent entraîner à terme la disparition du milieu aquatique et priver des amphibiens et odonates présents de leur milieu de reproduction. Le comblement volontaire par des gravats (2 points) a été accentué par rapport à la fermeture liée à l'évolution naturelle de la végétation (1 point) car il s'agit d'une menace imprévisible et soudaine, impliquant des moyens financier, humain et technique plus importants pour restaurer le milieu. Enfin, l'introduction de poissons impactent également la biodiversité, les interactions de prédation et de compétition rendant la cohabitation impossible avec certains amphibiens par exemple (ACEMAV, 2003).

Le fait que le site soit encore exploité (officiellement ou non) n'a pas été inclus dans les menaces. Cette activité est certes synonyme de perturbations, notamment *via* le passage d'engins, mais permet aussi au milieu de se maintenir dans de jeunes stades en bloquant ou en ralentissant l'évolution naturelle (rajeunissement du système au niveau du front de taille et du carreau). Mais il est difficile de définir cet équilibre et de quantifier l'exploitation au sein de chaque carrière. Cela peut être très variable dans le temps, l'espace et en termes de fréquence et de quantité de matériaux importée. De plus, il n'est pas toujours possible d'acquiescer ces données. En revanche, l'avancement de la dynamique de fermeture est bien visible sur certains sites et pourrait menacer à moyen terme le maintien de certains HIC ou espèces patrimoniales inféodées à des milieux ouverts ou aux ourlets, comme le crapaud calamite, l'engoulevent ou la bacchante, chacun ayant des exigences particulières. Cette fermeture peut être considérée comme une régénération naturelle du milieu, qui dans certains cas correspond à un retour à l'état initial (avant ouverture de la carrière) mais peut aussi s'orienter vers des systèmes moins intéressants qualitativement et quantitativement en termes de biodiversité, comme lorsque le site est recolonisé par des pins (n°52 à Chambéria, n°18e à Arinthod). L'intérêt écologique de la carrière en tant que milieu ouvert (création de zones de lisère, présence d'espèces patrimoniales ou d'HIC) disparaît alors. Il est donc nécessaire d'être vigilant concernant la fermeture de ces milieux particuliers voire de la maîtriser si cette dynamique menace des espèces ou des habitats associés à des enjeux de conservation.

La note évaluant le degré de menace varie de 0 à 6, avec une moyenne de $0,8 \pm 1,2$. La pression sur ces milieux semble plutôt faible. D'ailleurs, aucune menace n'a été identifiée sur deux tiers des sites. Quatre niveaux ont été définis : menace inexistante ou non détectée (0), faible (1), modérée (2) et élevée (3 à 6, plusieurs menaces).

3- Prioriser les actions

Le croisement des aspects « biodiversité » et « menaces » à l'échelle de chaque carrière a permis de classer les 104 sites selon six niveaux de priorité d'intervention (fig. 24 et annexe 9). Le nombre de carrières par classe augmente quand la priorité est moindre. Bien évidemment, les carrières ayant un enjeu biodiversité élevé et soumises à un fort niveau de menace sont à privilégier en termes d'intervention.

Les carrières qui n'abritent aucune espèce ou habitat patrimonial mais qui présentent un niveau de menace modéré ou fort ne doivent pas être négligées dans la mesure où cela peut s'étendre à l'extérieur de la carrière (cas des plantes invasives notamment) et menacer à terme la biodiversité du site Natura 2000.

Enfin, certaines menaces n'étant pas prévisibles, les carrières présentant un fort intérêt patrimonial sont à surveiller pour prévenir la disparition d'une espèce/station ou la dégradation d'un habitat, en particulier lorsque le devenir de ces sites n'est pas maîtrisé. La sensibilisation des propriétaires et la communication auprès des communes sur leur patrimoine naturel est à privilégier. Cela limite ainsi les risques de destruction accidentelle d'une espèce ou la dégradation d'un habitat d'intérêt communautaire. Le porté à connaissances est d'ailleurs un des rôles de l'animateur Natura 2000.

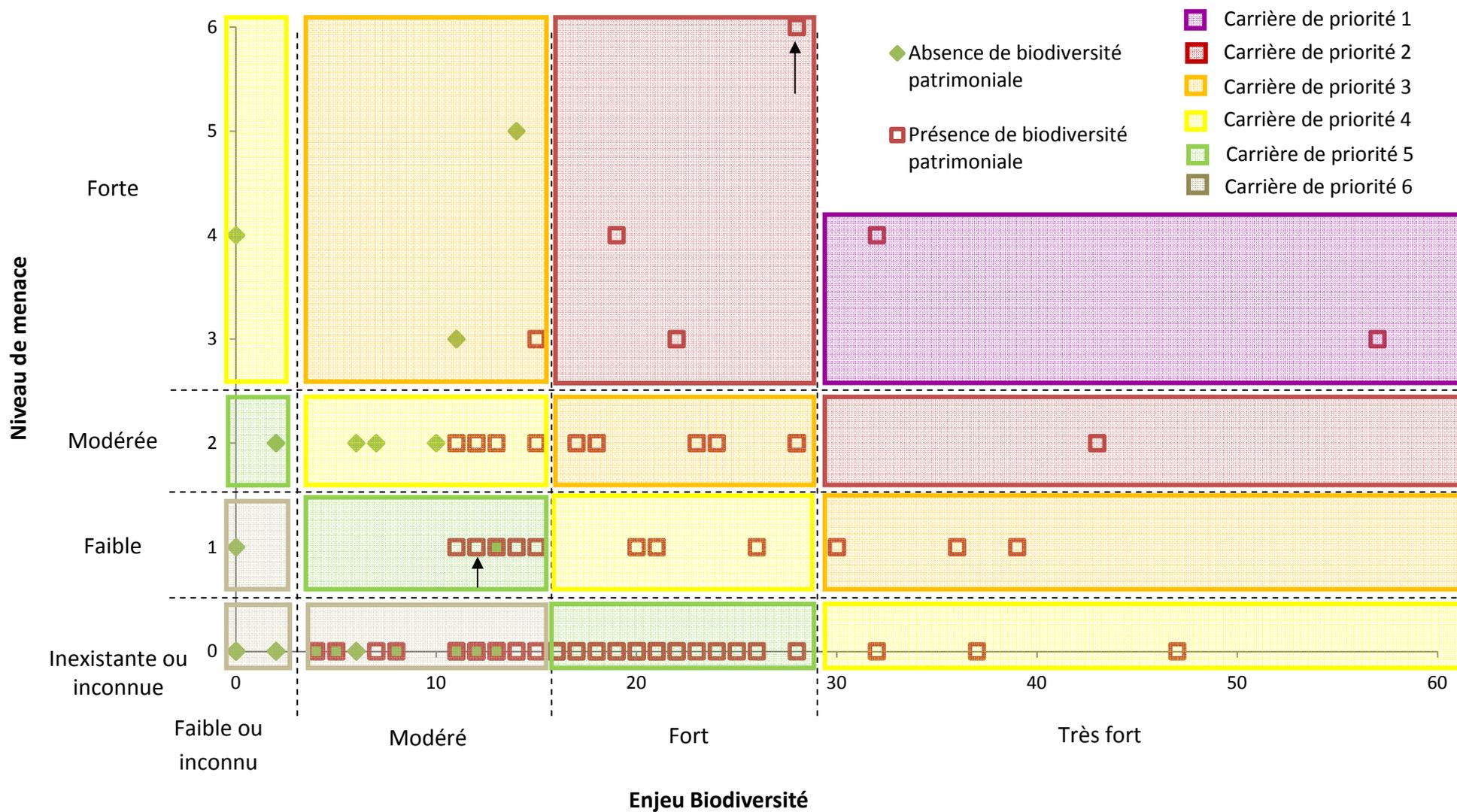


Figure 24: Répartition des carrières dans les différentes classes de priorité en fonction de l'enjeu Biodiversité et du niveau de menace. Les deux flèches indiquent les carrières qui constituent la dernière station d'une espèce patrimoniale en Petite Montagne. Ce critère augmente d'un niveau leur enjeu biodiversité et donc leur classe de priorité par rapport à ce qui indiqué sur le schéma.

Propositions d'actions

La hiérarchisation des carrières sur la base des enjeux biodiversité et du niveau de menace a permis de mettre en évidence les sites à prioriser en termes d'actions. Les carrières classées en priorité 1 et 2 sont à privilégier. Une fiche actions a été réalisée pour chaque carrière : elle présente rapidement le site, récapitule les enjeux et propose des actions visant à préserver la biodiversité inventoriée. L'ensemble des fiches est compilé dans un document annexe intitulé « Fiches Actions Carrières ». Les actions proposées s'intègrent dans trois volets :

- **réduire ou éliminer les menaces** identifiées ;
- **maintenir et améliorer l'état de conservation** des espèces ou des habitats patrimoniaux recensés ;
- **sensibiliser et communiquer** sur le patrimoine naturel des carrières.

Plusieurs types d'actions répondent à ces objectifs. Les généralités relatives à certaines actions (gestion des espèces végétales invasives par exemple) sont exposées dans le rapport (et non sur la fiche) : conditions de réalisation, période conseillée et estimation du temps des interventions, moyens matériels et financiers nécessaires. Le cahier technique du DOCOB comprend un tableau de gestion des espèces et des habitats qu'il convient de consulter pour optimiser les opérations.

1- Traiter les menaces

a- Gestion des plantes invasives

Quelle que soit l'espèce concernée, des précautions sont à prendre. Les espèces invasives ont la particularité de coloniser rapidement un site, de se disperser efficacement et il est souvent difficile de s'en débarrasser. Elles portent atteinte à terme à la biodiversité locale (faune, flore, habitats). Il convient donc d'être vigilant quant à ces espèces et à l'évolution des stations connues. Il s'avère parfois nécessaire d'intervenir pour limiter leur dispersion (voire de les éliminer si c'est encore possible) quand elles menacent le bon état de conservation du milieu et des espèces présentes, notamment s'il s'agit de biodiversité patrimoniale. Plusieurs interventions sont souvent nécessaires pour éradiquer la plante, d'où la nécessité de suivre les sites sur quelques années pour s'assurer que l'objectif a été atteint. Les modalités d'intervention dépendent de la biologie, de l'écologie et de la

phénologie de chaque espèce. Elles sont détaillées ci-après concernant les quatre invasives détectées.

La verge d'or ou *Solidago sp.*

Cette astéracée invasive prolifère par graines (floraison de mi-juillet à octobre) et par reproduction végétative (fragments de rhizomes). L'arrachage manuel est peu documenté dans la mesure où l'invasion est généralement trop avancée et nécessite une intervention mécanique (fauche). Une visite en période de floraison est conseillée afin de s'assurer de la réussite de l'opération sur les années qui suivent l'intervention. Il peut être nécessaire de renouveler l'opération plusieurs années pour éliminer l'espèce.

Cas 1 : arrachage manuel possible. La plupart des stations identifiées dans le cadre de cette étude ne compte que quelques pieds, qui peuvent encore être arrachés à la main, en essayant d'extraire au maximum les rhizomes. La végétation arrachée peut ensuite être placée dans des sacs plastiques.

- Période d'intervention conseillée : juin - juillet, si possible avant la fructification.
- Temps estimé : 10 à 30 min selon les stations (+ visite annuelle).
- Matériel spécifique : non.
- Coût : faible.

Cas 2 : arrachage manuel non envisageable.

Lorsque l'espèce est bien implantée (nombreux pieds, surface couverte importante), un fauchage est recommandé. Idéalement, deux fauches sont à effectuer par an (entre mai et août pour empêcher la dispersion de nouvelles graines). Les zones concernées peuvent être traitées à la débroussailleuse (surface inférieure à 30m², accès déconseillé aux engins agricoles). Le produit de fauche est ensuite stocké dans des sacs plastiques ou brûlé.

- Période d'intervention conseillée : deux interventions, mai et août.
- Temps estimé : 1h à 2h (+ visite annuelle).
- Matériel spécifique : oui (débroussailleuse, exportation des sacs).
- Coût : moyen.

La renouée du Japon ou *Reynoutria japonica*

La renouée du Japon est difficile à éradiquer. Si la station se limite à quelques jeunes individus, un arrachage manuel, avec une attention particulière portée aux rhizomes, peut être envisagé. Si l'espèce est déjà bien implantée, il s'agit surtout de surveiller son expansion et d'éviter sa dissémination artificielle (volontaire ou involontaire par l'homme, les véhicules...). Les zones de

remblais et un sol nu sont propices à son installation. La phase de réhabilitation d'une carrière est particulièrement sensible (vigilance quant à la carrière industrielle n°13 à Arinthod).

La vergerette du Canada ou *Erigeron canadensis*

Cette invasive potentielle semble coloniser les sols peu végétalisés (remblais, sols caillouteux,...) et abonde en fin d'été. L'arrachage manuel est relativement aisé. L'intervention n'apparaît pas comme prioritaire.

L'arbre à papillons ou *Buddleia davidii*

Cette espèce est difficile à éradiquer (excellente capacité de rejets à partir de la souche). De plus, elle présente une bonne capacité de dispersion via ses graines. La gestion des individus des sites situés en forêt peut-être discutée avec l'ONF.

b- Pressions relatives aux points d'eau

Fermeture d'une mare par évolution naturelle de la végétation

Les points d'eau sont progressivement colonisés par la végétation. Les mares en particulier tendent à se fermer à cause du développement d'hélophytes comme les typhas. Ceux-ci constituent un habitat intéressant pour certains oiseaux et espèces aquatiques mais ils peuvent à terme entraîner l'atterrissement de la mare. Afin de préserver ce milieu, il est conseillé de contrôler le développement de ces végétaux par faucardage (fauche) sur 75% de la surface. Idéalement, les produits de coupe doivent être laissés quelques jours à proximité de la mare pour permettre aux invertébrés et autres animaux prélevés accidentellement de regagner leur milieu. Les matériaux peuvent ensuite être exportés pour éviter d'enrichir le milieu mais cela entraîne un coût supplémentaire (en termes de temps et de matériel).

- Période d'intervention conseillée : hiver.
- Temps estimé : 2 à 3h pour quelques m².
- Matériel spécifique : waders, matériel de coupe voire matériel pour transporter les produits de faucardage.
- Coût : faible.

Présence de poissons exogènes

Les interactions négatives exercées par les poissons sur les amphibiens sont bien documentées (ACEMAV, 2003) : prédation, compétition,... Certaines espèces peuvent s'avérer particulièrement

sensibles. En revanche, les études spécifiques sur les odonates sont plus rares mais on peut imaginer que les larves sont des proies potentielles pour certains poissons. Par précaution, l'introduction de poissons dans les mares ou étangs abritant des espèces patrimoniales est déconseillée. L'évolution du peuplement d'odonates et d'amphibiens sont à étudier le cas échéant afin d'améliorer les connaissances concernant les conséquences d'une telle introduction et de préconiser un retrait des poissons si une tendance régressive est constatée.

Limiter le piétinement des points d'eau par le bétail

Les mares peuvent servir d'abreuvoir pour le bétail, auquel cas il est compliqué d'en restreindre l'accès. En revanche, une mise en défend peut être envisagée pour les autres points d'eau, en particulier lors de la période de reproduction des amphibiens (mars à juin) pour éviter l'écrasement des individus (adultes, larves et pontes). Pour être efficace, la zone doit inclure le point d'eau et une ceinture de 2 m autour des berges.

- Période d'intervention conseillée : mars à juin.
- Temps estimé : 1h à 3h (variable selon la taille du point d'eau).
- Matériel spécifique : matériel de mise en défend adapté au bétail.
- Coût : moyen.

2- Maintenir et améliorer l'état de conservation

Création d'une mare

La création d'une mare répond à deux objectifs :

- permettre à une espèce cible (présente sur le site ou à proximité) de se reproduire. Il peut s'agir d'une création de mare *ex nihilo* ou de creuser suffisamment le sol au niveau d'une dépression humide ou d'une flaque déjà existante pour avoir un niveau d'eau et une période en eau permettant l'accomplissement du cycle de l'espèce (lorsque ceux-ci sont jugés insuffisants) ;
- établir une connectivité entre deux mares. Dans ce cas, la distance ne doit pas excéder quelques centaines de mètres (selon les capacités de dispersion des espèces cibles). Si possible, les points d'eau doivent être connectés par des corridors utilisés par les espèces cibles (haies, bandes enherbées,...).

Quelle que soit l'espèce ciblée, les berges doivent être en pente douce et aucun poisson ne doit être introduit. La profondeur, l'ensoleillement et le caractère temporel ou permanent de la mare est à adapter aux exigences écologiques des espèces ciblées (se référer au cahier technique du DOCOB).

La zone de création de la mare est proposée en fonction du contexte géologique, de l'usage des sols et de la propriété. Idéalement, le terrain doit être plat et non drainant. Les parcelles communales sont privilégiées car cela simplifie les conditions d'intervention et d'accès pour les suivis et actions de gestion à venir. A l'inverse, la création d'un point d'eau dans un champ cultivé ou fauché est difficilement compatible avec l'activité agricole de la parcelle.

- Période d'intervention conseillée : automne-hiver.
- Temps estimé : 1 journée.
- Matériel spécifique : outils voire engin de chantier.
- Coût : moyen à élevé (dépend de la nature du maître d'œuvre : prestataire rémunéré ou chantier éco-volontaire ; location ou prêt à titre gracieux du matériel nécessaire, etc.).

Rendre un site attractif pour l'hirondelle de rivage

Les paramètres jouant sur l'attractivité d'un site pour l'hirondelle de rivage étant complexes et pas toujours bien connus (granulométrie, hauteur et verticalité du front de taille, proximité à un cours d'eau,...), les efforts sont à concentrés sur les anciennes stations de l'espèce (4 carrières concernées en Petite Montagne). Il s'agit d'identifier et de traiter le facteur ayant déclenché l'abandon du site.

Un chantier écovolontaire avait été organisé par l'association JNE pour recréer un habitat favorable au guêpier d'Europe. L'écologie de ces deux espèces étant proche, ce type d'action pourrait être conduite en Petite Montagne (Jura Nature Environnement, 2016).

3- Sensibiliser et communiquer

Ce volet d'actions ne se fait pas à l'échelle d'une carrière mais s'appuie plutôt sur la globalité de l'étude. Les résultats qui en découlent doivent être valorisés et servir la préservation de la biodiversité des carrières voire plus généralement des richesses naturelles du site de la Petite Montagne. C'est aussi une porte d'entrée pour communiquer sur les impacts (parfois positifs) des activités humaines mais aussi sur les menaces qui pèsent sur ces milieux et sur la nécessité d'agir. Le meilleur moyen de préserver efficacement cette biodiversité est qu'elle soit connue par les acteurs locaux (élus, habitants, institutions,...), sur le principe que le respect de ces sites passe par la compréhension de leurs enjeux. Une approche pédagogique (mini-conférences, sorties nature sur le thème de la découverte des orchidées, amphibiens et autres espèces remarquables) semble être le premier pas vers l'évolution des mentalités, qui sera garante à terme de la pérennité des espèces et des habitats patrimoniaux et plus globalement de la biodiversité (ordinaire ou remarquable) du site Natura 2000. Quelques carrières constitueraient un bon support de communication et de sensibilisation dans la mesure où elles présentent une grande richesse spécifique ; certains groupes comme les papillons, les libellules ou encore les orchidées sont particulièrement appréciés du grand public. D'autre part, une intervention est envisagée auprès des élus et du CoPil afin de les informer des résultats de l'étude et des actions qui sont à mener prioritairement. Cette démarche est d'autant plus importante que la majorité des sites est communale. A ce titre, les municipalités devraient prendre leur responsabilité concernant l'utilisation d'anciennes carrières comme décharge (dépôts de déchets et brûlage sur place) et rappeler l'existence de déchetteries sur le secteur.

Certaines carrières constituent des cas particuliers dans la mesure où elles peuvent faire l'objet d'une communication ciblée. C'est le cas par exemple de la carrière abritant le crapaud calamite : un chantier éco-volontaire a été planifié avec l'association Jura Nature Environnement. Il vise à rendre le site plus favorable pour l'espèce (nettoyage, enlèvement des gravats, réouverture et création d'une mare,...) et sera aussi l'occasion d'impliquer les locaux (propriétaires, élus, habitants,...).

Limites de l'étude et perspectives

Pour appréhender correctement les résultats de cette étude, il faut être conscient de ses limites. Le nombre de carrières avait été initialement sous-estimé (50 connues au début de l'étude, 104 au total), ce qui a amené à **rajuster les protocoles et les objectifs**. L'inventaire des carrières **n'est pas exhaustif** et serait à actualiser (ajout de nouveaux sites ou retrait de certains qui ne sont pas des carrières en fait). La vallée de la Valouse semble concentrer la majorité des carrières de la Petite Montagne et le tiers nord est en revanche assez pauvre (en dehors du secteur de Plaisia). Il serait intéressant de se référer aux **données géologiques** pour déterminer si cette répartition est due à la présence ou non de matériaux à exploiter ou s'il s'agit d'un biais de l'étude (secteur nord sous prospecté, carrières de la Valouse visibles depuis l'axe routier...). Concernant la phase de **caractérisation des carrières**, elle s'est beaucoup étalée dans le temps et certains critères sont assez subjectifs : l'avancement de la recolonisation et la présence ou non d'une activité d'extraction est parfois difficile à définir et dépend de la période à laquelle la donnée a été prélevée.

La biodiversité patrimoniale a pu être sous-estimée sur certains sites. En effet, les **inventaires naturalistes** ne sont pas exhaustifs, d'autant plus que l'effort de prospection n'a pas été homogène selon les carrières (nombre de visites très variable en fonction des protocoles mis en place, présence d'un ou parfois deux observateurs) et difficile à standardiser pour certains groupes. Il a également fallu composer avec les conditions météorologiques particulières de cette année : un hiver 2015-2016 relativement doux (précocité de certaines espèces) puis printemps très pluvieux (création de mares temporaires « exceptionnelles ») avec des périodes de température assez basse (retard dans l'activité de certaines espèces comme les papillons) et enfin une fin d'été marqué par la sécheresse.

Concernant les **habitats**, il n'y avait ni le temps ni les compétences nécessaires pour mener cette étude sur le terrain à l'échelle de chaque carrière. La cartographie des habitats du site Natura 2000 (toujours en cours) a donc servi de référence. Cela n'est pas entièrement satisfaisant dans la mesure où tous les sites n'ont pas encore été cartographiés, que la donnée remonte à 2005 pour certains secteurs et que les carrières sont difficiles à appréhender méthodologiquement (délimitation du périmètre, rattachement à quelle catégorie CORINE ?). La présence ou absence d'HIC reste donc à confirmer sur le terrain.

D'autre part, le fait de se concentrer sur les **espèces et habitats d'intérêt communautaire et patrimoniaux** ne doit pas pour autant effacer la **biodiversité dite ordinaire**. Mais ce sont eux qui

justifient l'existence du site Natura 2000, définissent son champ d'action et conditionnent la mobilisation des moyens financiers et le montage des contrats. La richesse spécifique de chaque site a néanmoins été intégrée dans le système de notation à travers l'enjeu biodiversité pour prendre en compte cette composante ordinaire.

La mise en place d'un tel **système d'évaluation** reste contestable (les carrières ayant un point d'eau accueillent généralement plus d'espèces, dont certaines sont patrimoniales, et sont donc souvent d'un niveau de priorité supérieur) et comporte toujours une part de subjectivité. C'est pourquoi la hiérarchisation qui en découle est à considérer avec un certain recul mais elle a le mérite d'exister et a permis de prioriser les 104 carrières, extrêmement hétérogènes (on pourrait même considérer que chacune d'entre elles est unique), retenues dans cette étude.

Ce système confère également la **possibilité d'actualiser** l'évaluation d'un des sites en fonction de la progression des connaissances naturalistes ou de noter de nouvelles carrières. Cela peut s'avérer intéressant sachant que des anciennes carrières sont régulièrement découvertes sur le territoire (plus d'une dizaine depuis juillet) et pourraient compléter ultérieurement l'étude. A l'inverse, des sites ont été pris en compte mais ce sont avérés ne pas être des carrières : ils n'ont pas été retirés de l'étude car l'information est arrivée trop tardivement. Ceci est révélateur de la **difficulté de recenser ces sites et de connaître leur historique**, certains ayant plus de 70 ans ; c'est pour cela que l'âge des carrières n'a pas été pris en compte. Enfin, il aurait été intéressant d'**analyser statistiquement** les données, notamment pour établir des corrélations entre la diversité d'un site et ses paramètres abiotiques, biotiques ou anthropiques.

Ces sites se sont révélés très intéressants et leur prospection a permis de faire **progresser les connaissances naturalistes** du site Natura 2000 (nouvelles stations découvertes). Ils offrent des milieux très variés qui mériteraient d'être davantage étudiés sur le plan botanique et en termes d'habitats. De plus, ils pourraient constituer un bon **terrain de recherche** pour travailler sur la régénération naturelle de ces milieux et ainsi améliorer les méthodes de génie écologique utilisées dans la réhabilitation des carrières industrielles.

Les carrières de la Petite Montagne pourrait aussi faire l'objet d'une étude approfondie des **Hyménoptères Aculéates psammophiles** c'est-à-dire les bourdons et abeilles solitaires qui affectionnent les zones sableuses ou limoneuses. En effet, les carrières représentent des milieux de substitution importants pour ces insectes (Lemoine, 2015). Les connaissances sur ce groupe sont encore en plein essor et aucun hyménoptère ne figure sur les listes régionales, françaises ou européennes. Les Hyménoptères Aculéates font néanmoins l'objet d'une recommandation du Comité permanent de la Convention de Berne (n° 21 - 1991 : protection des espèces et de leurs habitats) et sont même pris en compte dans les études relatives aux carrières de Wallonie en Belgique (Remacle,

2005). Enfin, il semblerait que la présence de ruchers dans les anciennes carrières ne soit pas favorable aux abeilles solitaires sauvages car elles entrent en concurrence avec l'abeille domestique (Lemoine, 2015). Mais les interactions abeille domestique – hyménoptères solitaires sont complexes. Les carrières sableuses de la Petite Montagne pourraient constituer un terrain d'étude puisque quelques-unes abritent des ruchers d'abeille domestique (48a à Dompierre ; 29, 30 et 65 à Plaisia).

Bibliographie

ACEMAV coll., Duguet R. et Melki F., 2003. Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) : 480 p.

Adam Y., Béranger C., Delzons O., Frochot B., Gourvil J., Lecomte P. et Parisot-Laprun M., 2015. Guide des méthodes de diagnostic écologique des milieux naturels - Application aux sites de carrière. 390 p.

Beneš J., Kepka P. et Konvička M., 2003. Limestone Quarries as Refuges for European Xerophilous Butterflies. *Conservation Biology* 17 : 1058-1069.

Bio Beri F., Adam Y., Beranger C. et Voeltzel D., 2014. Guide « Espèces invasives sur les sites de carrière : comprendre, connaître et agir », UNPG : 60 p.

Bournérias M., Prat D. et le Collectif de la Société française d'Orchidophilie, 2005. Les Orchidées de France, Belgique et Luxembourg (deuxième édition). Biotope, Mèze (Collection Parthénope) : 504 p.

Chaput E., Gilles M. et Guitteny M., 2014. Documents d'objectifs Petite Montagne du Jura site Natura 2000 FR 4301334 et FR 4312013 – actualisation janvier 2015. Adapemont et Communauté de Communes Petite Montagne, Saint Julien : 155 p.

Vuilleminot M. (coord.), Ferrez Y., André M., Gillet F., Hendoux F., Mouly A., Thiery F., Tison J.-M. et Vadam J.-C., 2016. Liste hiérarchisée des espèces végétales exotiques envahissantes et potentiellement envahissantes en Franche-Comté et préconisations d'actions, 2016. Conservatoire botanique national de Franche-Comté – Observatoire régional des Invertébrés : 56 p.

CBNFC-ORI (Conservatoire Botanique National de Franche- Comté - Observatoire Régional des Invertébrés), 2014. Listes rouges régionales d'insectes de Franche-Comté. 16 p.

Dekoninck W., Hendrickx F., Dethier M., et Maelfait J.P., 2010. Forest Succession Endangers the Special Ant Fauna of Abandoned Quarries along the River Meuse (Wallonia, Belgium). *Restoration Ecology* 18 : 681-690.

Delamette M., 2014. Les carrières de roches dures, un projet de territoire naturel et humain. CEN Rhône-Alpes : 28 p.

Dijkstra K.-D.B. et Lewington R., 2007. Guide des libellules de France et d'Europe. Delachaux et Niestlé, Paris : 320 p.

Doucet G., 2010. Clé de détermination des exuvies des Odonates de France. Société française d'odonatologie, Bois-d'Arcy : 64 p.

Dupont P., 2014. Le Chronoventaire. Un protocole d'acquisition de données pour l'étude des communautés de Rhopalocères et Zygènes. Version 1. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris. Rapport SPN 2014 – 22 : 47 p.

ENCEM et UNICEM, 2008. Le patrimoine écologique des carrières de roches massives. Les Impressions Dumas : 6 p.

FRAPNA, 2012. Inventaire préliminaire des lépidoptères et orthoptères de l'espace nature des îles et îlons du Rhône à l'aval de Lyon (Rhône). 38 p.

Grand D. et Boudot J.-P., 2006. Les libellules de France, Belgique et Luxembourg. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) : 480 p.

Gunn J. et Bailey D., 1993. Limestone quarrying and quarry reclamation in Britain. *Environment Geology* 21 : 167-172.

Krauss J., Alfert T. et Steffan-Dewenter I., 2009. Habitat area but not habitat age determines wild bee richness in limestone quarries. *Journal of Applied Ecology* 46 : 194-202.

Lafarge Granulats, 2004. L'aménagement des carrières. Karibu Editions, France : 111 p.

Lafranchis T., 2014. Papillons de France – Guide de détermination des papillons diurnes. Diatheo, Barcelone : 351 p.

Langlois D. et Gilg O., 2007. Méthode de suivi des milieux ouverts par les Rhopalocères dans les Réserves Naturelles de France. Réserves Naturelles de France : 34 p.

Lemoine G., 2015. Les carrières de sable : une opportunité pour les abeilles solitaires. Établissement Public Foncier Nord – Pas de Calais & UNPG, Paris : 140 p.

Menta C., Conti F.D., Pinto S., Leoni A. et Lozano-Fondón C., 2014. Monitoring soil restoration in an open-pit mine in northern Italy. *Applied Soil Ecology* 83 : 22-29.

Ministère de l'Aménagement du territoire, 1998. Réponse à la question écrite n° 07478 de M. Jacques-Richard Delong (Haute-Marne - RPR). JO Sénat du 20/08/1998 : 2659.

Noël L., 2011. Etat initial de l'avifaune et de l'herpétofaune des berges de la Valouse. Rapport de stage de Licence Ecologie et Biologie des Organismes, Université de Poitiers, Poitiers : 27 p.

Paul J.-P. (coord.), 2011. Liste rouge des vertébrés terrestres de Franche-Comté. LPO Franche-Comté : 210 p.

Rebillard V., 2016. Création d'un réseau de mares favorable au triton crêté et au crapaud calamite. Rapport de projet tuteuré. Licence professionnelle Analyses et Techniques d'Inventaires de la Biodiversité, Université Claude Bernard, Lyon : 34 p.

Remacle A., 2005. L'inventaire des carrières de Wallonie (Belgique) : présentation générale et aspects entomologiques. Notes fauniques de Gembloux 57 : 73-79.

Rouge J., Noyere B. et Behague P., 2012. Inventaire faune-flore des carrières de la vallée sèche de Hautecourt-Romanèche (Ain) – Colonisation végétale – Intérêt écologique. LP ATIB, Université de Lyon 1, Lyon : 25 p.

SFO (Société Française d'Odonatologie) et MNHN (Muséum National d'Histoire Naturelle), 2011. Suivi Temporel de Libellules STELI : 5 p.

Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group, 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. www.ser.org & Tucson : Society for Ecological Restoration International : 15 p.

Svensson L., Mullarney K. et Zetterstrom D., 2010. Le guide Ornitho : Le guide le plus complet des oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient : 900 espèces. Delachaux et Niestlé.

Tropek R., Kadlec T., Karesov, P., Spitzer L., Kocarek P., Malenovsky I., Banar P., Tuf I.H., Hejda M. et Konvicka M., 2010. Spontaneous succession in limestone quarries as an effective restoration tool for endangered arthropods and plants. *Journal of Applied Ecology* 47 : 139-147.

Vacher J-P. et Geniez M., 2010. Les Reptiles de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) : 544 p.

Zorpi M.J., 2013. Environnement et Carrières. Union Nationale des Industries de Carrières et Matériaux Provence-Alpes Côte d'Azur-Corse : 193 p.

Webographie

BirdLife International. 2012. *Riparia riparia*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T22712176A38570616. <http://www.iucnredlist.org/details/22712176/0> (consulté le 05/07/2016).

BRGM, 2016. InfoTerre, le visualiseur des données géoscientifiques. <http://infoterre.brgm.fr/> (consulté le 19/05/2016).

DREAL Franche-Comté, 2010. Annexe 8 - Aptitudes hydrogéologiques des carrières du Jura au comblement par des déchets inertes. <http://www.franche-comte.developpement-durable.gouv.fr/annexe-8-aptitudes-a456.html> (consulté le 22/08/2016).

Flandre S., 2016. FAMY – Nos métiers : exploitation de carrières. <http://www.famy.fr/metier-exploitationdecARRIERES/> (consulté le 08/09/2016).

Jura Nature Environnement, 2016. Chantier éco-volontaire en faveur du Guêpier d'Europe et de l'Hirondelle de rivage. <http://www.jne.asso.fr> (consulté le 21/04/2016).

Larousse, 2016. Carrière. <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/carri%C3%A8re/13433> (consulté le 20/06/2016).

Site Natura 2000 Petite Montagne du Jura, 2014. Natura 2000 – les acteurs : la structure animatrice. <http://petitemontagnedujura-n2000.fr> (consulté le 04/05/2016).

Iconographie

Les figures et photos dont la source n'est pas précisée sont des productions personnelles.

Annexes

Annexe 1 : Habitats d'intérêt communautaire présents sur le site Natura 2000 Petite Montagne du Jura (Chaput et *al.*, 2014). Les codes avec un astérisque (*) signalent les habitats d'intérêt communautaire prioritaires.

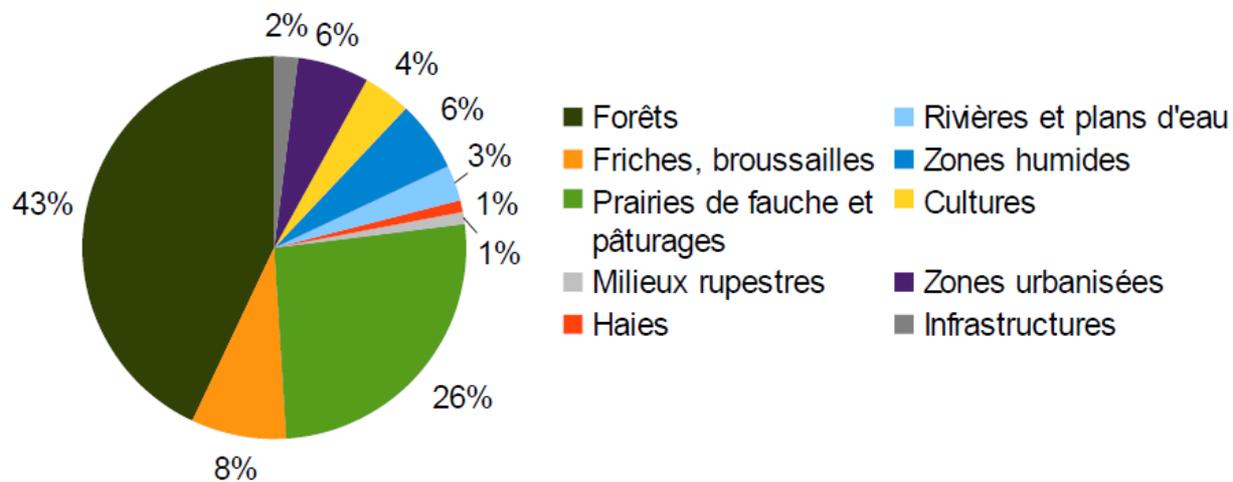
Nom	Code
Eaux oligo-mésotrophes calcaires avec végétation benthique à <i>Chara spp.</i>	3140
Lacs eutrophes naturels avec végétation du <i>Magnopotamion</i> ou de l' <i>Hydrocharition</i>	3150
Rivières alpines avec végétation ripicole ligneuse à <i>Salix eleagnos</i>	3240
Rivières des étages planitiaires à montagnard avec végétation du <i>Ranunculion fluitantis</i> et du <i>Callitricho-Batrachion</i>	3260
Formations stables xéro-thermophiles à <i>Buxus sempervirens</i> des pentes rocheuses calcaires	5110
Formations à <i>Juniperus communis</i> sur landes ou pelouses calcaires	5130
Pelouses rupicoles calcaires de l' <i>Alysso-Sedion albi</i>	6110*
Sites d'orchidées remarquables	6210*
Pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement sur calcaires (<i>festuco-brometalia</i>)	6210
Prairies à <i>Molinia</i> sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux (<i>Molinion caeruleae</i>)	6410
Mégaphorbiaies hydrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnard à alpin	6430
Pelouses maigres de fauche de basse altitude (<i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>)	6510
Tourbières de transition et tremblantes	7140*
Marais calcaires à <i>Cladium mariscus</i> et espèces du <i>Caricion davallianae</i>	7210*
Sources pétrifiantes avec formation de travertins (<i>Cratoneurion</i>)	7220*
Tourbières basses alcalines	7230
Eboulis ouest-méditerranéens occidentaux et thermophiles	8130
Eboulis médio-européens calcaires des étages collinéen à montagnard	8160*
pentons rocheuses calcaires avec végétation chasmophytique	8210
Grottes non exploitées par le tourisme	8310
Forêts alluviales à <i>Alnus glutinosa</i> et <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>)	91E0*
Hêtraies du <i>Luzulo - Fagetum</i>	9110
Hêtraies de l' <i>Asperulo - Fagetum</i>	9130
Hêtraies calcicoles médio-européennes du <i>Cephalanthero - Fagion</i>	9150
Chênaies pédonculées ou chênaies-charmaies subatlantiques et médio-européennes du <i>Carpinion betuli</i>	9160
Forêts de pentons, éboulis, ravins du <i>Tilio - Acerion</i>	9180*

Annexe 2 : Espèces présentes sur le site Natura 2000 Petite Montagne du Jura (Chaput et *al.*, 2014) et figurant à l'annexe II et IV de la directive Habitat-Faune-Flore (DH2 et DH4) et à l'annexe I de la directive Oiseaux (DO1).

Taxon	Nom vernaculaire	Nom latin	
Plantes	Liparis de Loesel	<i>Liparis loeselii</i>	DH2
	Glaïeul des marais	<i>Gladiolus palustris</i>	DH2
Odonates	Agrion de mercure	<i>Coenagrion mercuriale</i>	DH2
Lépidoptères	Cuivré des marais	<i>Lycaena dispar</i>	DH2
	Damier de la Succise	<i>Euphydryas aurinia</i>	DH2
	Laineuse du prunellier	<i>Eriogaster catax</i>	DH2
	Bacchante	<i>Lopinga achine</i>	DH4
	Mélibée	<i>Coenonympha hero</i>	DH4
	Azuré des paluds	<i>Maculinea nausithous</i>	DH2
	Azuré du serpolet	<i>Maculinea arion</i>	DH4
Coléoptères	Lucane cerf-volant	<i>Lucanus cervus</i>	DH2
Reptiles	Lézard des murailles	<i>Podarcis muralis</i>	DH4
	Lézard des souches	<i>Lacerta agilis</i>	DH4
	Lézard vert occidental	<i>Lacerta bilineata</i>	DH4
	Couleuvre d'Esculape	<i>Elaphe longissima</i>	DH4
	Coronelle lisse	<i>Coronella austriaca</i>	DH4
	Couleuvre verte et jaune	<i>Coluber viridiflavus</i>	DH4
Mammifères	Petit rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	DH2
	Grand rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	DH2
	Rhinolophe euryale	<i>Rhinolophus euryale</i>	DH2
	Petit Murin	<i>Myotis blythi</i>	DH2
	Grand murin	<i>Myotis myotis</i>	DH2
	Barbastelle	<i>Barbastella barbastellus</i>	DH2
	Murin à roeilles échanquées	<i>Myotis emarginatus</i>	DH2
	Murin de Beichstein	<i>Myotis beichsteini</i>	DH2
	Minioptère de Schreibers	<i>Miniopterus schreibersi</i>	DH2
	Vespertilion de daubenton	<i>Myotis daubentoni</i>	DH4
	Vespertilion à moustaches	<i>Myotis mystacinus</i>	DH4
	Oreillard	<i>Plecotus sp.</i>	DH4
	Molosse de Cestoni	<i>Tadarida teniotis</i>	DH4
	Vespère de Savi	<i>Hypsugo savii</i>	DH4
	Castor d'Europe	<i>Castor fiber</i>	DH2
	Lynx boréal	<i>Lynx lynx</i>	DH2
	Chat sauvage	<i>Felis sylvestris</i>	DH4
Muscardin	<i>Muscardinus avellanarius</i>	DH4	

Amphibiens	Triton crêté	<i>Triturus cristatus</i>	DH2
	Sonneur à ventre jaune	<i>Bombina variegata</i>	DH2
	Alyte accoucheur	<i>Alytes obstetricans</i>	DH4
	Crapaud calamite	<i>Bufo calamita</i>	DH4
	Rainette verte	<i>Hyla arborea</i>	DH4
	Grenouille de Lessona	<i>Pelophylax lessonae</i>	DH4
	Grenouille agile	<i>Rana dalmatina</i>	DH4
Crustacés	Ecrevisse à pieds blancs	<i>Austropotamobius pallipes</i>	DH2
Mollusques	Mulette épaisse	<i>Unio crassus</i>	DH2
Poissons	Lamproie de Planer	<i>Lampetra planeri</i>	DH2
	Blageon	<i>Leuciscus souffia</i>	DH2
	Chabot	<i>Cottus gobio</i>	DH2
Oiseaux	Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i>	DO1
	Milan noir	<i>Milvus migrans</i>	DO1
	Milan royal	<i>Milvus milvus</i>	DO1
	Circaète Jean-le-Blanc	<i>Circaetus gallicus</i>	DO1
	Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	DO1
	Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i>	DO1
	Gélinotte des bois	<i>Bonasa bonasia</i>	DO1
	Grand-duc d'Europe	<i>Bubo bubo</i>	DO1
	Chouette de Tengmalm	<i>Aegolius funereus</i>	DO1
	Engoulevent d'Europe	<i>Caprimulgus europaeus</i>	DO1
	Martin pêcheur d'Europe	<i>Alcedo atthis</i>	DO1
	Guêpier d'Europe	<i>Merops apiaster</i>	DO1
	Pic noir	<i>Dryocopos martius</i>	DO1
	Alouette lulu	<i>Lullula arborea</i>	DO1
	Pie-grièche écorcheur	<i>Lanius collurio</i>	DO1

Annexe 3 : Occupation des sols et diversité des grands milieux présents sur le site Natura 2000 Petite Montagne du Jura (Chaput et *al.*, 2014).



Annexe 4 : Types de substrat identifiés (d'en haut à gauche à en bas à droite): **sable** (n°7, Thoirette) ; **galets** (n°70, Cornod) ; **groise** (n°56, Cornod) ; **sable et groise** (n°45, Vosbles) ; **sable et galets** (n°10, Chisséria) ; **blocs** (n°41c, Cernon) ; **marne** (n°18c, Arinthod) ; **pierres sèches** (n°62, Beffia) ; **carrière remblayée** (n°74, Savigna) ; la carrière avec blocs et sable n'est pas illustrée.



10 cm



8 cm



10 cm



20 cm



8 cm



1 m



15 cm



20 cm



Annexe 5: Conditions météorologiques optimales pour la prospection des odonates d'après le protocole STELI (SFO et MNHN, 2011).

		Température			
		< 17°C	17°C - 25°C	> 25°C	>30°C
Nébulosité	> 75%	non	oui	oui	oui
	< 75%	oui	oui	oui	oui
Pluie		non	non	non	non
Force du vent	> 5 Beaufort	non	non	non	non
Heure		10h-16h	10h-16h	10h-17h	9h - 18h

Annexe 6 : Espèces d'amphibiens et effectifs observés dans les carrières. La richesse spécifique par carrière et l'occurrence des espèces sont aussi renseignées. Les carrières avec point d'eau mais où aucun amphibien n'a été détecté ne sont pas représentées.

N° carrière			3	9	11	20	14	27	59	89	26	18d	21	48	45		
Commune			Cornod	Vosbles	Chisséria	Savigna	Arinthod	Chisséria	Cornod	Lavans-sur-Valouse	Arinthod	Arinthod	Chatonnay	Dompierre-sur-Mont	Vosbles	Occurrence espèce	
Nom français	Nom latin	Stade															
Urodèles	Triton palmé	<i>Lissotriton helveticus</i>	Adulte	6	1	24	2	2	> 10	25	6					8	
	Triton alpestre	<i>Ichtyosaura alpestris</i>	Adulte		8	32	7		> 10	3				10		6	
	Salamandre tachetée	<i>Salamandra salamandra</i>	Larve	2						4						2	
	Triton crêté	<i>Triturus cristatus</i>	Adulte		4	10	1		4							4	
Anoures	Alyte accoucheur	<i>Alytes obstetricans</i>	Adulte	1	4	1	8		2			3			1	7	
			Têtard		30		3										
	Grenouille verte	<i>Pelophylax sp.</i>	Adulte	1	1			1				>15		1		5	
	Crapaud commun	<i>Bufo bufo</i>	Adulte	1	8			4									4
			Têtard			> 10											
	Grenouille brune	<i>Rana sp.</i>	Adulte	1		1	1									3	
	Crapaud calamite	<i>Bufo calamita</i>	Adulte					2									1
			Ponte					2									
	Sonneur à ventre jaune	<i>Bombina variegata</i>	Adulte										3				1
Anoure sp.		Têtard							>100	1						2	
Richesse spécifique				6	6	6	5	4	4	4	2	2	1	1	1		

Annexe 7 (1/2) : Espèces d'odonates présentes sur les carrières ayant un point d'eau et leurs effectifs. La richesse spécifique par carrière est aussi indiquée.

		N° carrière													
		14	26	1	21	27	11	3	59	48a	89	19	20	9	45
Adultes	Zygoptères (Demoiselles)	<i>Calopteryx virgo</i>		1			2	3						1	
		<i>Calopteryx splendens</i>								1					
		<i>Calopteryx sp.</i>				1									
		<i>Ceriagrion tenellum</i>		>15											
		<i>Coenagrion mercuriale</i>								3					
		<i>Coenagrion puella</i>		5			10	2							
		<i>Enallagma cyathigerum</i>		2											
		<i>Erythromma lindenii</i>								1					
		<i>Ischnura elegans</i>		>20									2		
		<i>Pyrrhosoma nymphula</i>		1		2	3	8		3					
		<i>Sympecma fusca</i>													
		<i>Agrion sp.</i>			1					1					
	Anisoptères (Libellules)	<i>Aeshna cyanea</i>					2								
		<i>Aeshna sp.</i>													
		<i>Anax imperator</i>		1			1		1	1					
		<i>Cordulegaster sp.</i>													
		<i>Libellula depressa</i>	1	2		1	2	1		1		2	1		1
		<i>Onychogomphus forcipatus</i>			1										
		<i>Orthetrum brunneum</i>													
		<i>Orthetrum cancellatum</i>													
<i>Orthetrum coerulescens</i>					2			3		1					
<i>Anisoptère sp.</i>		1		1										1	
Larves	<i>Anisoptère sp.</i>						2						1	1	
Exuvies	Zygoptère sp.		1												
	<i>Anax imperator</i>		2												
	<i>Anax sp.</i>		1												
	<i>Cordulegaster boltonii</i>								1						
	<i>Libellula depressa</i>					2									
	<i>Libellula quadrimaculata</i>					2									
	<i>Sympetrum striolatum ou meridionale</i>					1									
Richesse spécifique		1	8	2	4	8	4	2	8	1	2	2	1	2	1

Annexe 7 (2/2) : Espèces d’odonates présentes sur les carrières sans point d’eau et leurs effectifs. La richesse spécifique par carrière est aussi indiquée.

		N° carrière																															
		15b	18a	18b	90	2b	41e	25	44	54	12	82	40	80	39	4	57	16	55	75	78	22	65	17	7	47	36	63	68				
Adultes	Zygoptères (Demoiselles)	<i>Calopteryx virgo</i>		1													2				2									1			
		<i>Calopteryx splendens</i>																															
		<i>Calopteryx sp.</i>																															
		<i>Ceriagrion tenellum</i>																															
		<i>Coenagrion mercuriale</i>																															
		<i>Coenagrion puella</i>																															
		<i>Enallagma cyathigerum</i>						1						1		4		1									1		1				
		<i>Erythromma lindenii</i>																															
		<i>Ischnura elegans</i>																															
		<i>Pyrrhosoma nymphula</i>																															
		<i>Sympecma fusca</i>					1			1								2			2									1			
	<i>Agrion sp.</i>	1													1						1				1		2						
	Anisoptères (Libellules)	<i>Aeshna cyanea</i>																															
		<i>Aeshna sp.</i>									1																		1				
		<i>Anax imperator</i>										1		1		1				1											1		
		<i>Cordulegaster sp.</i>										1																					
		<i>Libellula depressa</i>																															
		<i>Onychogomphus forcipatus</i>															1																
		<i>Orthetrum brunneum</i>										2																					
		<i>Orthetrum cancellatum</i>																		1													
<i>Orthetrum coerulescens</i>																								1									
Anisoptère sp.		1		1	1			1				1											1		1	1							
Richesse spécifique		2	1	3	1	1	1	2	1	2	3	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2	1	2										

Annexe 8 (1/2) : Espèces d'orchidées présentes sur les carrières et leurs effectifs. La richesse spécifique par carrière est indiquée. La mention « nc » signifie que le nombre de pieds n'a pas été compté.

	N°carrière	2b	3	8	9	10	11	12	14	15b	16	17	18a	18b	18c	18d	18e	20	23	24	25	26	27	28	29	30	
<i>Anacamptis morio</i>	Orchis bouffon																									1	
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	Orchis pyramidal	10			17		25		7	2										2	8		23				
<i>Cephalanthera damasonium</i>	Céphalanthère de Damas																					9					
<i>Cephalanthera longifolia</i>	Céphalanthère à feuilles étroites					2																	1	25			
<i>Cephalanthera rubra</i>	Céphalanthère rose				19																						
<i>Dactylorhiza maculata</i>	Dactylorhize tachetée																										
<i>Dactylorhiza sp.</i>	Dactylorhize sp.																										
<i>Epipactis atrorubens</i>	Epipactis pourpre-noirâtre	70			36					>10													1				
<i>Epipactis palustris</i>	Epipactis des marais				15								>20	>20	>40								nc				
<i>Epipactis sp.</i>	Epipactis sp.					1			7							>20	6		5					4	4		
<i>Gymnadenia conopsea</i>	Orchis moucheron	20			57	2						5			26	2	47	6					1	1			
<i>Himantoglossum hircinum</i>	Orchis bouc			1		9	4	> 20											1				7		1	13	
<i>Listera ovata</i>	Listère ovale			> 50	84		> 40	> 20	4				23	13	11	1	26	12	1				29	35	>200	1	4
<i>Neotinea ustulata</i>	Orchis brûlé		3					> 40			3							4		7		29					
<i>Ophrys apifera</i>	Ophrys abeille																	6									
<i>Ophrys araneola</i>	Ophrys petite araignée														10												
<i>Ophrys fuciflora</i>	Ophrys bourdon																										
<i>Ophrys insectifera</i>	Ophrys mouche	1	2	6	19		1			7	5	58	10	50	57	30	25						5	36	164	>100	3
<i>Orchis anthropophora</i>	Homme pendu			1		11	2	4	4														63	4	1		
<i>Orchis militaris</i>	Orchis militaire	15		>70	4	11	1	1	1					14		2							3	22	27	6	
<i>Platanthera bifolia</i>	Platanthère à deux feuilles											1	27	15	>150	16	16										
	Richesse spécifique	5	2	5	8	6	6	5	5	3	2	3	4	5	6	6	5	4	3	2	1	8	8	8	6	2	

Annexe 8 (2/2) : Espèces d'orchidées présentes sur les carrières et leurs effectifs. La richesse spécifique par carrière est indiquée.

	30	31	32	34	35	38	41a	41b	41c	41d	41e	42	45	48	49	52	54	58	59	60	63	64	65	72	74	76	81	82	83	85	89		
<i>Anacamptis morio</i>																																	
<i>Anacamptis pyramidalis</i>									2	5				10		19		1	1				20							50			
<i>Cephalanthera damasonium</i>																							3										
<i>Cephalanthera longifolia</i>		5																					5										
<i>Cephalanthera rubra</i>																																	
<i>Dactylorhiza maculata</i>																1																	
<i>Dactylorhiza sp.</i>			70																														
<i>Epipactis atrorubens</i>												30							50														
<i>Epipactis palustris</i>																			60	>300													
<i>Epipactis sp.</i>				1		26	2	nc			1						3					11	6					6	1				
<i>Gymnadenia conopsea</i>								1				20				8		1	10				1			1			3	8			
<i>Himantoglossum hircinum</i>		4												1												14				8			
<i>Listera ovata</i>	4														2		20	10					95							24			
<i>Neotinea ustulata</i>																									2								
<i>Ophrys apifera</i>																5						3											
<i>Ophrys araneola</i>																																	
<i>Ophrys fuciflora</i>					1																						4						
<i>Ophrys insectifera</i>	3	14		2	1	3		22		5						2	1			4		12	4	46		6		2	2	26			
<i>Orchis anthropophora</i>													1										2									2	
<i>Orchis militaris</i>		17		1	2	3								13	4			15		5		7	3		9		7		5	3			
<i>Platanthera bifolia</i>																1														3			
Richesse spécifique	2	4	1	3	3	3	1	3	1	2	1	2	1	3	2	5	3	7	3	2	1	7	5	1	3	3	2	2	7	3	1		

Annexe 9 : Liste par ordre numérique des carrières et leur niveau de priorité.

N°	Commune	Priorité
1	Aromas	3
2a	Aromas	6
2b	Aromas	6
3	Cornod	5
4	Cornod	3
5	Thoirette	6
6	Thoirette	6
7	Thoirette	4
8	Plaisia	2
9	Vosbles	4
10	Chisséria	5
11	Chisséria	1
12	Chisséria	6
13	Arinthod	6
14	Arinthod	1
15a	Arinthod	4
15b	Arinthod	3
	Tour du	
16	Meix	5
17	Savigna	3
18a	Arinthod	5
18b	Arinthod	4
18c	Arinthod	4
18d	Arinthod	3
18e	Arinthod	6
19	Savigna	5
20	Savigna	3
21a	Chatonnay	5
21b	Chatonnay	5

N°	Commune	Priorité
22	Légna	5
23	Légna	5
24	Légna	3
25	Légna	5
26	Arinthod	1
27	Chisséria	2
28a	Plaisia	4
28b	Plaisia	5
29	Plaisia	5
30	Ecrille	5
31	Plaisia	3
32	Dramelay	6
33	Dessia	6
34	Cézia	6
35	Cézia	6
36	Vescles	5
37	Vescles	6
38	Vescles	4
39	Condes	4
40	Coisia	6
41a	Cernon	6
41b	Cernon	5
41c	Cernon	5
41d	Cernon	5
41e	Cernon	3
42	Cernon	6
43	Onoz	6
44	Charnod	6
45	Vosbles	5

N°	Commune	Priorité
46	Thoirette	6
47	Thoirette	6
48a	Dompierre-sur-Mont	4
48b	Dompierre-sur-Mont	4
49	Plaisia	5
50	Charchilla	3
51	Chambéria	5
52b	Chambéria	6
53	Chambéria	5
54	Chemilla	5
55	Lavans-sur-Valouse	5
56	Cornod	6
57	Cornod	6
58	Plaisia	3
59	Cornod	4
60	Vescles	5
61	Vescles	5
62	Beffia	6
63	Villeneuve-lès-Charnod	5
64	Lavans-sur-Valouse	5
65	Plaisia	5
66	Valfin-sur-Valouse	6
67	Charnod	6
68	Vosbles	5
69	Vosbles	4
70	Cornod	3
71	Coisia	6
72	Fetigny	6
73	Fetigny	3

N°	Commune	Priorité
74	Savigna	3
75	Lavans-sur-Valouse	4
76	Vescles	6
77	Chambéria	6
78	Lavans-sur-Valouse	4
79	Cornod	6
80	Coisia	5
81	Saint-Hymetière	6
82	Chisséria	6
83	Chatonnay	6
84	Légna	6
85	Arinthod	5
86	Montrevel	6
87	Montrevel	4
88	Montrevel	6
89	Lavans-sur-Valouse	4
90	Arinthod	2

