



UFR SCIENCES ET TECHNIQUES COTE BASQUE

Licence Professionnelle Espaces Naturels  
Option Biologie Appliquée aux Ecosystèmes Exploités

**Amélioration des connaissances sur l'Azuré du Serpolet (*Maculinea arion*)  
au niveau des continuités thermophiles entre les réseaux  
de coteaux calcaires de Creuzier et du Vernet (Allier - 03)**



**BERGEROT Guillaume**

Stage effectué du 07 Avril au 28 Août au Conservatoire d'espaces naturels de l'Allier, maison des associations, 03500 CHATEL-DE-NEUVRE, sous la direction scientifique de Bruno SCHIRMER et Emeline CADÉ.



*"Le présent rapport constitue un exercice pédagogique qui ne peut en aucun cas engager la responsabilité de l'Entreprise ou du Laboratoire d'accueil"*

## Remerciements

Pour commencer, je tiens à remercier Bruno SCHIRMER, Chargé de missions au C.E.N. Allier et maître de stage, pour sa bonne humeur et son enthousiasme, sans oublier qu'il est le porteur de ce projet.

Je souhaite également remercier Emeline CADE, Chargée d'études au C.E.N. Allier et maître de stage, pour son aide précieuse et ses conseils tout au long de mon stage.

Je remercie aussi toute l'équipe du C.E.N. Allier pour leur accueil chaleureux dans cette région que je ne connais point et pour leur disponibilité, ainsi que les stagiaires pour les bons moments passés durant ce stage.

Un grand merci à Bernard KAUFMANN, chercheur du L.E.H.N.A. (CNRS – Université Lyon 1) et spécialiste des Formicidés pour la journée de formation sur le protocole "fourmi" qu'il m'a fait partager et les connaissances qu'il a ainsi pu me transmettre.

Merci encore à Christophe GALKOWSKI, systématien de l'association AntArea et taxonomiste des fourmis pour avoir pris le temps d'identifier les fourmis présentes dans les 350 tubes utilisés durant le protocole "fourmi".

## Avant-propos

Le présent document présente l'étude et l'amélioration des connaissances sur un papillon de jour, *Maculinea arion*, sur un réseau de coteaux calcaires du Sud-Est de l'Allier. Il a été réalisé durant un stage au Conservatoire d'espaces naturels de l'Allier (C.E.N. Allier) du 07 Avril au 28 Août 2015.

L'étude a été menée sur le réseau de coteaux calcaires qui s'étend de Saint-Germain-des-fossés à Abrest et qui contourne les agglomérations de Cusset et de Vichy. Elle a pour objet de connaître la présence et la répartition de *Maculinea arion* ainsi que de ses hôtes sur ce réseau de coteaux calcaires bourbonnais, mais aussi de déterminer la présence et la viabilité des connexions entre les différents coteaux et zones de pelouses sèches.

Les résultats de cette étude montrent que la région est divisée en deux écomplexes déconnectés, d'une part à cause de l'urbanisation qui grignote peu à peu sur l'environnement, d'autre part à cause de l'absence d'espèces hôtes essentielles à *Maculinea* et des obstacles naturels que sont les zones forestières qui découpent la zone d'étude à divers endroits.

# Sommaire

<b>Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>1. Contexte de l'étude</b> .....	<b>2</b>
1.1. Le Plan Régional d'Actions en faveur des <i>Maculinea</i> en Auvergne .....	2
1.2. La Trame Verte et Bleue .....	3
1.3. Déroulement de l'étude .....	3
<b>2. Matériel et méthodes</b> .....	<b>4</b>
2.1. Description de la zone d'étude.....	4
2.2. L'association "papillon-plante-fourmi" .....	6
2.2.1. Le papillon : <i>Maculinea arion</i> - Linnaeus 1758.....	6
2.2.2. Les plantes : <i>Origanum vulgare</i> et <i>Thymus serpyllum</i> .....	7
2.2.3. Les fourmis : <i>Myrmica sabuleti</i> et <i>Myrmica scabrinodis</i> .....	8
2.3. Mise en place du suivi de <i>Maculinea arion</i> .....	9
2.3.1. Principe.....	9
2.3.2. Objectif .....	9
2.3.3. Protocole .....	9
<b>3. Résultats et discussions</b> .....	<b>14</b>
3.1. Analyse du recensement des plantes-hôtes .....	14
3.2. Echantillonnage des fourmis-hôtes.....	15
3.3. Analyse cartographique des habitats de la zone d'étude .....	17
3.4. Evaluation des effectifs de <i>M. arion</i> sur la zone d'étude .....	19
3.5. Propositions de gestion .....	19
<b>Conclusion et perspectives</b> .....	<b>22</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>23</b>
<b>Annexes</b> .....	<b>24</b>

## Introduction

En Europe, les habitats ont subi une importante fragmentation durant les dernières décennies, et plus particulièrement les pelouses calcaires semi-naturelles.

En France, la tendance n'a pas dérogé à la règle. L'arrêt des pratiques pastorales, la mise en culture, l'abandon des terres agricoles ou la destruction de ces habitats au profit d'activités commerciales ont fortement impacté ces milieux fragiles qui abritent souvent de nombreuses espèces végétales et animales remarquables, notamment certaines Orchidées ou des Rhopalocères inféodés à ce type de milieu comme l'Azuré du Serpolet (*Maculinea arion*). Aujourd'hui, les pelouses des coteaux calcaires tendent à se refermer par enrichissement voire boisement et, là où elles perdurent, sont entretenues par l'Homme à travers le pâturage extensif ou la fauche.

Dans le département de l'Allier, une étude menée en 2009 par le Conservatoire d'espaces naturels de l'Allier (anciennement appelé Conservatoire des sites de l'Allier) a permis d'identifier 56 pelouses sèches calcaires grâce à des analyses bibliographiques et/ou par photo-interprétation. L'historique de ces pelouses influe sur leur état de conservation ainsi que sur leur superficie, ces dernières représentant les vestiges d'un complexe beaucoup plus vaste autrefois situé de part et d'autre de la plaine de la Limagne. Ces pelouses font de nos jours l'objet d'une surveillance et d'actions de gestion de la part des organismes de protection de la nature.

En ce qui concerne *Maculinea arion*, c'est un papillon bleuté protégé au niveau européen et national, déterminant en Auvergne et inscrit sur la liste rouge européenne de l'UICN en tant qu'espèce en danger de disparition. Il fait également l'objet d'un Plan National d'Actions, comme tous ses congénères *Maculinea*, décliné en Plan Régional d'Actions pour les *Maculinea* en Auvergne.

De plus, il possède un cycle de vie très particulier, à savoir que 2 espèces-hôtes lui sont nécessaires afin d'achever son cycle biologique. La première espèce est végétale (thym ou origan) et la seconde est animale (fourmi du genre *Myrmica*), ce qui complique grandement son étude *in vivo*.

Ce dernier vit en métapopulation, ce qui le rend particulièrement vulnérable à la fragmentation ou la disparition de son habitat. Aussi, pour assurer sa survie, il doit emprunter des couloirs ou corridors écologiques qui permettent sa dispersion d'un site à l'autre. Cela favorise ainsi les échanges et les flux de gènes entre les différentes populations. Plusieurs individus de cette espèce ont été récemment inventoriés lors de prospections naturalistes sur certains coteaux calcaires du Sud-est du département de l'Allier. Des données historiques indiquent aussi sa présence ancienne sur ces mêmes secteurs.

## 1. Contexte de l'étude

L'étude menée sur *Maculinea arion* a été mise en place en respectant certaines orientations, trames et schémas de cohérence écologique. De plus, elle doit suivre les protocoles standardisés de récolte des données afin d'être viable quant aux résultats qui en ressortiront. Voici les éléments sur lesquels se base cette étude.

### 1.1. Le Plan Régional d'Actions en faveur des *Maculinea* en Auvergne

Un Plan Régional d'Actions est un document d'orientation décliné du Plan National d'Actions et visant à définir les actions nécessaires à la conservation et la restauration des espèces les plus menacées, afin de s'assurer de leur bon état de conservation. Il répond ainsi aux exigences de la Directive "Oiseaux" et de la Directive "Habitats-Faune-Flore" qui engage au maintien et/ou à la restauration des espèces d'intérêt communautaire dans un bon état de conservation.

Le Plan Régional d'Actions décrit ici a été rédigé par le Conservatoire d'espaces naturels d'Auvergne et la Société d'Histoire Naturelle Alcide-d'Orbigny (SHNAO), puis validé par le Conseil scientifique régional du patrimoine naturel d'Auvergne en Juin 2013. Ce document a pour objectif de réaliser la synthèse des connaissances disponibles sur deux espèces de *Maculinea* (dont une possède deux écotypes), à savoir *Maculinea arion* (Figure 1), *Maculinea alcon alcon* et *Maculinea alcon rebeli*, afin de définir les actions prioritaires à mettre en œuvre pour améliorer l'état de conservation et la préservation de ces espèces en Auvergne. C'est une stratégie coordonnée à l'échelle nationale et déclinée à l'échelle régionale.

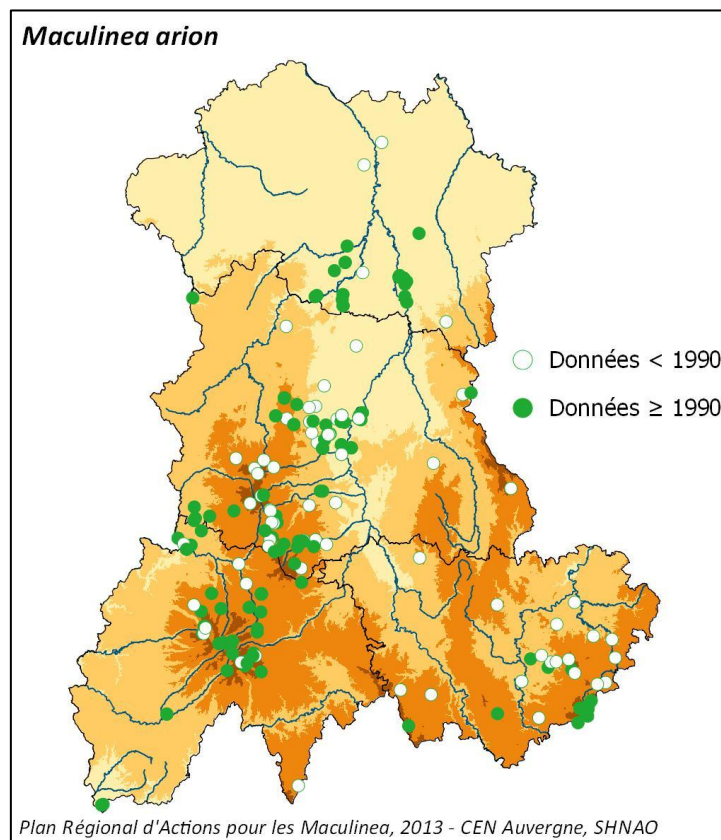


Figure 1. Répartition de *Maculinea arion* en Région Auvergne

## 1.2. La Trame Verte et Bleue

La loi du Grenelle de l'environnement dite loi "Grenelle II" a défini la notion de Trame Verte et Bleue (ou T.V.B) comme étant un réseau formé de continuités écologiques terrestres et aquatiques. Elle constitue un outil d'aménagement durable du territoire et contribue à l'état de conservation favorable des habitats naturels et des espèces et au bon état écologique des masses d'eau. Il s'agit là de conserver ou de rétablir les continuités ou "corridors" propices à la circulation et à l'interaction des espèces animales et végétales afin qu'elles puissent librement assurer les fonctions nécessaires à leur survie. La loi "Grenelle II" a également décrit les objectifs de la Trame et a établi trois niveaux d'échelles et d'actions emboîtées :

- Le niveau national, avec l'élaboration d'orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques par l'Etat, en association avec un comité national "Trames verte et bleue".
- Le niveau régional, avec la co-élaboration par la Région et l'Etat du Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) dans le cadre d'une démarche participative, en association avec un comité régional "Trames verte et bleue".
- Le niveau local, avec la prise en compte du SRCE par les documents de planification (SCoT, PLU et carte communales) et les projets de l'Etat, des collectivités territoriales et de leurs groupements. L'objectif de préservation et de remise en bon état des continuités écologiques est intégré par les documents d'urbanisme.

## 1.3. Déroulement de l'étude

L'étude menée ici a pour objectif de déterminer la présence de *Maculinea arion* sur certains coteaux calcaires, mais aussi de définir la répartition et le fonctionnement des populations existantes sur le réseau de coteaux calcaires situés entre Creuzier-le-Vieux et Abrest. Ceci va permettre de définir les opérations de gestion à mettre en œuvre pour préserver ou restaurer le fonctionnement des populations présentes sur ce réseau de sites calcaires.

Afin de mener à bien cette étude, plusieurs "sous-études" sont réalisées conjointement sur une grande partie de la zone :

- Une cartographie des habitats présents sur la zone d'étude ainsi que des corridors potentiels entre chaque site avec une analyse de leur fonctionnalité par photo-interprétation et vérification de terrain.
- Un échantillonnage des plantes-hôtes et des fourmis-hôtes sur plusieurs sites (sur lesquels aucun *Maculinea arion* n'a été observé) afin d'analyser leur potentiel d'accueil.
- Une recherche poussée de *Maculinea arion* sur le terrain, avec plusieurs passages successifs sur chacun des sites.

Pour finir, les différents moyens de restauration ou de préservation des populations de *Maculinea arion* ainsi que des continuités écologiques sont recherchés et proposés.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Description de la zone d'étude

La zone d'étude est située au Sud-est du département de l'Allier, à droite de la faille géologique de la Limagne, délimitant deux grands alignements de coteaux calcaires dans les départements du Puy de Dôme et de l'Allier (Annexe 1).

Ce réseau de coteaux calcaires de plus de 3 200 hectares a été choisit comme zone d'étude suite à la réflexion menée en 2009 par Bruno Schirmer et Aurélie Soissons (C.S.A.), en partenariat avec le Conseil Général de l'Allier, et ayant pour but de hiérarchiser les coteaux de l'Allier par enjeux biologiques de conservation. Par ailleurs, ce secteur a également été sélectionné parce que *Maculinea arion* a récemment ou anciennement été observé sur certains coteaux de la région et qu'au premier abord, leurs capacités d'accueil vis à vis de cette espèce à enjeux semblent importantes. Les caractéristiques de chaque site sont synthétisées dans l'Annexe 2.

- Les coteaux de Creuzier



Figure 2. Photographie du site des Cornillons

Le réseau de coteaux de Creuzier est composé de 4 sites situés à moins de 1 km les uns des autres, à savoir "Les Bourses", "Les Bravets", "Les Bussonnets" et "Les Cornillons" (Figure 2). Une étude réalisée en 2010 sur une zone de plus de 800 ha allant de Saint-Germain-des-Fossés à Creuzier-le-Vieux montre que ces coteaux possèdent une métapopulation stable de *M. arion* dont la pérennité semble garantie par la qualité globale des stations. La surface totale des sites recouvre environ 78 ha de pelouses sèches, cultures de céréales, parcelles pâturées et zones boisées. L'urbanisation y est peu dense et se cantonne essentiellement aux abords Est et Ouest de la zone.

- Les Morats

Ce site fût visité lors de l'étude de hiérarchisation des coteaux calcaires du département de l'Allier en 2009, mais n'avait pas été retenu comme site d'étude, compte tenu du peu d'intérêt et de faisabilité qu'il présente. Ce petit coteau de presque 25 ha (Figure 3), est en sérieuse voie de modification, que ce soit dans des objectifs d'urbanisation résidentielle, de cultures viticoles ou encore de plantations de résineux. Il constitue cependant un lien entre le Nord et le Sud de la zone d'étude, et mérite d'être prospecté afin de s'assurer de sa potentialité.



Figure 3. Photographie du site des Morats

- Les Combes



Figure 4. Photographie du site des Combes

Avec une superficie de près de 60 ha, ce coteau forme une côte boisée qui domine la zone périurbaine de l'Agglomération de Vichy (Figure 4). Il est donc en proie à l'urbanisation accélérée et peu contrôlée qui mite la colline. Il est très proche du site ENS de la Côte Saint-Amand avec lequel il est en continuité biologique et écologique. Il est formé d'une mosaïque d'habitats allant de la formation boisée à la pelouse sèche, cette dernière occupant une superficie non négligeable. Ce site présente une belle population d'orchidées sur le secteur nord, sans oublier l'Azuré du Serpolet, dont la population est divisée entre ce coteau et celui de la Côte Saint-Amand.

- La Côte Saint-Amand

Cette vaste colline (Figure 5), d'une superficie avoisinant les 80 ha, surplombe l'agglomération Vichyssoise et les méandres du Val d'Allier. C'est le seul coteau labellisé ENS localisé le long de la chaîne de reliefs calcicoles qui borde la frange Est de la Limagne Bourbonnaise. Ce site présente une flore très riche avec pas moins de 321 taxons recensés dont une plante rare messicole, l'Adonis d'automne (Adonis anua). L'avifaune fait également partie des traits majeurs du site avec plusieurs espèces rares au niveau départemental. Avec une dynamique prononcée d'embroussaillage, ce site a bénéficié de mesures de gestion lourdes depuis 2011. L'Azuré du Serpolet est présent sur ce coteau et bénéficie du site des Combes pour rester génétiquement stable.



Figure 5. Photographie du site de la Côte Saint-Amand

- Le biotope

Les pelouses sèches calcaires sont des milieux thermophiles herbacés appartenant à la classe phytosociologique des *Festuca-Brometea*. En Auvergne, on les rencontre la plupart du temps sur les pentes bien exposées où les conditions climatiques sont sèches et les sols squelettiques exposés à l'érosion. La flore y est très diversifiée grâce à l'interaction de plusieurs facteurs : l'affleurement des substrats géologiques (marnes, calcaires), les conditions climatiques et la persistance de pratiques favorables au maintien des pelouses sèches. Cette diversité floristique est à l'origine d'une faune riche et spécialisée, notamment en ce qui concerne les Lépidoptères. Cependant, ces milieux sont soumis à de multiples menaces, comme l'enfrichement puis le boisement suite à l'abandon des pratiques pastorales, le changement d'affectation des sols, la modification des pratiques d'entretien ou encore la plantation d'arbres.



Figure 6. Photographie d'une pelouse sèche calcaire



## 2.2. L'association "papillon-plante-fourmi"

### 2.2.1. Le papillon : *Maculinea arion* - Linnaeus 1758

- Généralités

L'Azuré du Serpolet est une espèce de Rhopalocère appartenant à la famille des *Lycaenidae*, à la sous-famille des *Polyommatainae* et au groupe des *Maculinea*. Son envergure varie entre 16 et 22mm, ce qui le classe comme l'un des plus grands représentants de sa famille. Le dessus des ailes est bleuté avec une bordure sombre (de largeur variable selon l'altitude) et présente des taches ovales noires. Le dessous des ailes est fauve pâle et présente des points noirs dont un situé dans la "cellule" (absent chez les autres espèces de *Maculinea*) ainsi qu'une large suffusion bleue basale sous l'aile postérieure. Deux rangées de points sinués se trouvent dans la zone post-discale du dessous des ailes (Figure 7). Ces taches sont moins grandes et toujours rondes chez les autres *Maculinea*. Les mâles et les femelles sont identiques chez cette espèce.



Figure 7. Photographie de *Maculinea arion* pondant sur *Origanum vulgare*

- Ecologie et habitat

L'Azuré du Serpolet est un papillon univoltin et la période de vol de l'imago s'étale de mi-juin à mi-août (Figure 8) en fonction des régions (altitude et latitude) et des conditions climatiques (météorologie et période de floraison de la plante-hôte). Ce dernier peut être observé jusqu'à 2400m sur des biotopes mésophiles (en altitude) à xérothermophiles (étage collinéen) calcicoles ou acidiphiles. Les exigences écologiques de *Maculinea arion* reflètent celles de sa fourmi-hôte principale, *Myrmica sabuleti* (Biotope, 2007). L'adulte possède une moyenne de déplacements assez faible qui se situe entre 200 et 400m mais avec une distance maximum observée de 5,7km (Nowicki *et al*, 2005 *in* Dupont, 2010).

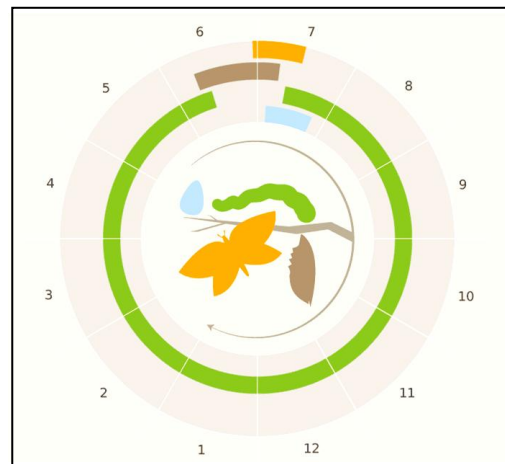


Figure 8. Cycle biologique de *Maculinea arion*

- Cycle de vie

Le mode de vie de l'Azuré du Serpolet est très particulier (Figure 8) car ce parasite est inféodé à deux hôtes obligatoires successifs : une plante (*Thymus gr. Serpyllum* ou *Origanum vulgare*) et une fourmi thermophile (principalement *Myrmica sabuleti*) (Dupont, 2010 ; Mercier *et al*, 2004). Durant sa courte vie (2,8 à 3,5 jours en moyenne, 17 jours d'espérance de vie) (Dupont, 2010), la femelle va s'accoupler puis pondre sur des bourgeons de thym ou d'origan généralement non éclos. Elle disposera environ 60 œufs de manière isolée (un seul par bourgeon, Figure 9) (Griebeler et Seitz, 2002) car les chenilles peuvent être cannibales durant leur 1<sup>er</sup> stade de développement.

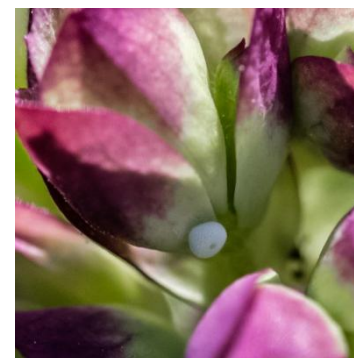


Figure 9. Photographie d'un œuf de *M. arion* sur *O. vulgare*

Les trois premiers stades de la chenille (environ 3 semaines) se déroulent au sein du bourgeon floral dont elle se nourrit. Durant cette période, elle acquiert seulement 1% de son poids final (Griebeler et Seitz, 2002). Parvenue au 4<sup>ème</sup> stade de développement, la chenille se laisse tomber au sol. Dès qu'elle est repérée par une fourmi (généralement *Myrmica sabuleti*) qui la palpe avec ses antennes, elle produit une goutte de miellat. La fourmi l'absorbe et continue de stimuler la chenille durant quelques heures. Puis, la

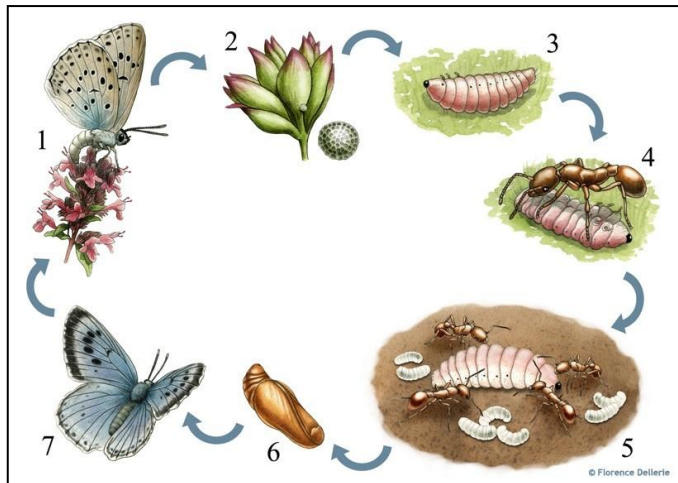


Figure 10. Cycle de vie de *Maculinea arion*

fourmi la saisit avec ses mandibules et l'emmène dans la fourmilière. A l'intérieur de la fourmilière, la chenille se nourrit d'œufs, de larves et de nymphes de fourmi. Elle hiverne dans la fourmilière et se nymphose au début de l'été. La chrysalide produit une sécrétion attirant les fourmis qui la lèchent et permettent de prévenir le développement des moisissures. Enfin, l'imago sort de la chrysalide et émerge de la fourmilière pour recommencer un cycle de vie (Figure 10).

Etant donné ses exigences écologiques, *M. arion* constitue un réel indicateur du bon fonctionnement d'un réseau de coteaux. Ce papillon est donc considéré comme "espèce parapluie", ce qui signifie que si l'environnement est favorable pour cette espèce fragile et exigeante, alors il sera sûrement favorable pour d'autres espèces d'insectes ou de plantes, de même statut ou moins menacées, inféodées aux coteaux secs calcaires.

### 2.2.2. Les plantes : *Origanum vulgare* et *Thymus serpyllum*

*Maculinea arion* peut pondre sur différentes plantes hôtes selon sa localisation dans son aire de répartition, à savoir le Thym (plusieurs sortes) et l'Origan (Figure 11). A noter que les espèces de Thym concernées ne sont pas connues avec certitude en France (*Thymus polytrichus* Borbas, *Thymus praecox* Opiz, *Thymus pulegioides* L. et *Thymus serpyllum* L. sont les taxons les plus répandus. Toutes ces plantes sont héliophiles et thermophiles, elles se retrouvent ainsi sur des milieux de type pelouse sèche ou ourlet ensoleillé. Les caractéristiques édaphiques et climatiques de chaque espèce ne sont pas décrites ici car il serait trop long de les expliquer. A noter que sur les pelouses mésoxérophiles à xérophiles, le recouvrement optimal par le thym doit être de plus de 5% de la surface totale pour assurer la survie d'une population de *M. arion* (Griebeler et Seitz, 2002).



Figure 11. Photographie d'*Origanum vulgare*

Suivant sa localisation au sein de son aire de répartition, *M. arion* utilise donc le thym dans les régions fraîches où les fourmis hôtes vivent dans des habitats de végétation herbacée basse ou clairsemée permettant un réchauffement rapide du sol, et l'origan dans les régions chaudes où les fourmis se protègent de la chaleur dans les végétations herbacées plus hautes de type "ourlet".

### 2.2.3. Les fourmis : *Myrmica sabuleti* et *Myrmica scabrinodis*

La principale fourmi-hôte de *M. arion* est *Myrmica sabuleti* (Figure 12), une fourmi thermophile rousse ou brune de la sous-famille des Myrmicinae de petite taille (4mm). Cette dernière affectionne les milieux calcaires secs et chauds à végétation basse et ne se rencontre quasiment jamais sur sol acide. Les colonies, oligogynes (2 à 3 reines en général), ont une taille moyenne relativement faible se situant aux alentours de 500 ouvrières (Wardlaw *et al*, 1998). *M. sabuleti* exploite sa nourriture dans un rayon de 2m autour du nid, et son régime se compose de sucres (nectars floraux essentiellement) comme de viande.



Figure 12. Photographie de *Myrmica sabuleti*

C'est l'espèce de *Myrmica* la plus largement répandue en France mais aussi la plus abondante (Wardlaw *et al*, 1998). Elle tolère une large variété d'habitats et sa niche écologique se superpose sur plusieurs autres niches d'espèces du même genre, comme le montre la Figure 13 ci-dessous.

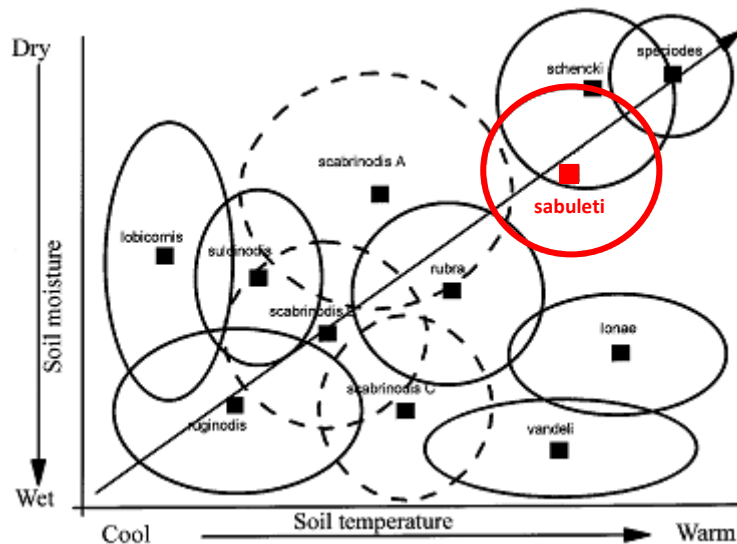


Figure 13. Niche écologique de plusieurs *Myrmica* européennes communes en fonction de la température et de l'humidité du sol (Elmes *et al*, 1998)

On la confond souvent avec *Myrmica scabrinodis*, hôte secondaire de *M. arion*, qui exploite souvent les mêmes milieux mais demeure moins exigeante en ce qui concerne l'humidité et la température du sol (Figure 13).

Enfin, la densité des nids de *M. sabuleti* autour des plantes-hôtes semble être un facteur important pour le maintien des populations de l'Azuré du Serpolet (Dupont, 2010) : c'est généralement le facteur limitant de la réussite de l'installation de *M. arion* sur un milieu. Dans leur étude, Griebeler et Seitz (2002) ont montré qu'une population qui habite une zone d'un hectare est probablement considérée comme sauvée pour les 50 années à venir si (entre-autres) la densité minimale de nids de fourmis-hôtes est supérieure à 500 par hectare, soit plus de 5 nids pour 100m<sup>2</sup>.

## 2.3. Mise en place du suivi de *Maculinea arion*

### 2.3.1. Principe

Le suivi de *Maculinea arion* s'effectue en trois phases :

- La première consiste à cartographier les habitats de la zone d'étude et cibler les secteurs de pelouses sèches afin de définir la zone de réalisation du suivi.
- La seconde consiste à vérifier la disponibilité de chaque site répertorié en plante-hôte et en fourmi-hôte à travers la mise en place d'un protocole standardisé sur le terrain qui permettra de déterminer la densité de chaque espèce-hôte et ainsi définir le potentiel d'accueil vis-à-vis de *Maculinea arion*.
- La troisième phase se traduit par le suivi, à proprement parler, de *M. arion*. Cela consiste à définir la présence de *Maculinea* sur chaque site en utilisant la méthode des transects pour recenser les individus afin d'estimer, à minima, la taille de la population.

Sachant que les coteaux du secteur de Creuzier ont déjà été prospectés en 2010 et possèdent une métapopulation stable, ces derniers ne seront pas pris en compte. Cela va permettre d'optimiser le temps de travail imparti sur les autres sites, à savoir les sites des Combes et de la Côte St-Amand ainsi que les biotopes relais susceptibles de relier les deux ensembles favorables.

Etant donné la durée de vie très courte des individus de *M. arion* (2,7 à 3,5 jours) la faible durée de la période de vol (17 jours en moyenne) et le nombre de sites à prospecter (8 sites), un passage tous les 10 jours en moyenne est réalisé sur chaque site durant tout le mois de Juillet (période de vol de l'espèce dans le département de l'Allier). Ainsi, chaque station est prospectée entre 4 et 5 fois en totalité, ce qui permet d'identifier de manière quasi certaine l'espèce si elle est présente sur le site. Cependant, cette méthode ne permet pas de comptabiliser le nombre d'individus de la population. Les chiffres obtenus grâce à ce suivi en termes d'effectifs permettront d'évaluer, à minima, la viabilité de la population.

### 2.3.2. Objectif

L'objectif de ce suivi est de définir les sites d'accueil potentiels pour *Maculinea* sur le secteur de coteaux allant de Saint-Germain-les-Fossés à Abrest, répertorier la présence des espèces-hôtes sur chaque site répertorié, définir la présence de *M. arion* sur ces sites et évaluer la potentialité des corridors écologiques s'il en existe. Cela permettra, à terme, de proposer des actions de gestion et d'aménagement dans le cadre des Trames Verte et Bleue au travers du S.R.C.E. et des documents d'urbanisme des communes concernées, ceci afin de préserver et remettre en bon état les populations de *Maculinea arion*.

### 2.3.3. Protocole

- Cartographie des habitats et de leur perméabilité

Avant de cartographier les habitats présents sur la zone d'étude, il est nécessaire de définir une typologie des milieux. Les recherches bibliographiques sur ce sujet ne révèlent que peu de références dans ce domaine, et l'article de Soissons et al. (2007) et l'un des seuls à avoir publié une typologie en

matière de cartographie des corridors pour les espèces de coteaux. Cette dernière a donc été choisie pour servir de base à la réalisation de la typologie de cette étude (Annexe 3), avec de légères modifications afin de prendre en compte plusieurs facteurs paysagers (hauteur et densité de haie, présence d'espaces verts, chemins forestiers ouverts ou fermés,...). Cette typologie a ainsi été définie dans le but de séparer les types d'habitats potentiellement différents pour la connectivité, tout en restant suffisamment simple pour permettre une analyse par photo-interprétation.

Ensuite, la cartographie est réalisée par photo-interprétation à partir des ortho-photographies de 2013 du Centre Régional Auvergnat de l'Information Géographique (CRAIG) et de l'IGN avant d'effectuer une vérification sur le terrain, notamment pour les zones de pelouses sèches.

Pour ce qui est de la "perméabilité" des éléments typologiques, elle a été définie de manière empirique à l'aide de la bibliographie sur la perméabilité des grands milieux pour les papillons et des connaissances générales accumulées. Deux paramètres principaux ont ainsi un impact sur la dispersion de *M. arion* :

- La "favorabilité" des habitats pour la nutrition (aspect nectarifère des éléments typologiques) comme une friche ou une bande enherbée par exemple, qui seront logiquement plus attractives qu'une grande culture pour la dispersion des individus.
- L'effet "barrière" ou "guide" des éléments structurants du paysage pour les individus, tels que les haies ou les lisières de forêt.

Un gradient de perméabilité constitué de 4 niveaux (barrière, peu favorable, favorable, très favorable) est donc affecté à chaque élément, ce qui permet un traitement informatique plus facile et plus rapide des données.

Suite à cela, une analyse cartographique est réalisée afin d'estimer les principales connexions entre les différentes zones de présence de *Maculinea* ainsi que les points noirs entre les sites. Les "connexions" correspondent aux corridors écologiques empruntables "à vol de papillon" afin de relier chaque pelouse favorable, et donc aux distances réelles (dans notre cas) entre les deux pelouses. Dans le cas où plusieurs corridors sont identifiés entre deux stations ou sites, on identifiera alors de manière arbitraire le trajet le plus court afin de raisonner sur la distance minimale à parcourir entre les deux zones de pelouse. Le calcul de ces distances minimales permet d'analyser le fonctionnement des populations en identifiant les "stations"<sup>1</sup>, les "sites"<sup>2</sup> et les "écocomplexes"<sup>3</sup>. Ces derniers sont définis pour *M. arion* par (selon Dupont, 2010) :

- Entre stations : il faut plus de 400 m pour différencier deux stations.
- Entre sites : il faut plus de 2 850 m pour différencier deux sites.
- Entre écocomplexes : il faut plus de 5 700 m pour différencier deux écocomplexes.

---

<sup>1</sup> Station : ensemble spatial au sein d'un macro-habitat ou d'un complexe de macro-habitats renfermant des zones avec des micro-habitats favorables.

<sup>2</sup> Site : ensemble de stations fortement connectées entre elles.

<sup>3</sup> Ecocomplexe : ensemble de site connectés entre eux.

- Disponibilité en plantes-hôtes

La recherche de pieds d'*Origanum vulgare* et de *Thymus gr. Serpyllum* a été effectuée durant les prospections de terrain lors de la phase de cartographie des habitats, afin de déceler les zones les plus favorables, à savoir les pelouses sèches à Thym et/ou Origan.

Une seconde recherche lors de la phase de suivi de *M. arion* a été réalisée sur les zones de pelouses où aucune plante-hôte n'a été détectée durant la première phase car, à cette période, les plantes sont en fleur et donc plus facilement détectables.

Suite à cela, les zones de plantes-hôtes ont été répertoriées afin d'être croisées avec les données du protocole "fourmis" et ainsi définir le potentiel d'accueil des stations vis-à-vis de *M. arion*.

- Le protocole "fourmis"

L'échantillonnage des fourmis a été mis en place en suivant le protocole du P.N.A. Maculinea 2011 - 2015 permettant d'évaluer la présence et l'importance des *Myrmica* au sein des communautés de fourmis.

Ce protocole d'échantillonnage commun et normalisé permet à des non spécialistes d'établir la présence de fourmis du genre *Myrmica*, leur répartition spatiale à l'échelle d'une parcelle et la diversité de la communauté de fourmis à laquelle ces dernières sont confrontées. Ces trois éléments sont nécessaires à une meilleure appréhension de l'état de conservation des populations de *Maculinea* et des possibilités de réintroduction ou de renforcement des populations. Ce protocole ne permet pas d'estimer des abondances ou des densités ponctuelles ni un échantillonnage exhaustif de toutes les espèces de fourmis car il est biaisé en faveur des *Myrmica* : la probabilité de détection ponctuelle est de 70% contre moins de 50% pour les autres espèces.

Pour maximiser les chances de capturer des *Myrmica*, les dates et horaires d'échantillonnage ont été sélectionnées avec précaution. L'activité annuelle maximale des fourmis se situe entre le 15 Avril et le 15 Juillet. Les *Myrmica* sont des espèces préférant les températures d'activité relativement basses, il faut donc éviter les heures les plus chaudes de la journée. En règle générale, une température comprise entre 17° et 22°C mesurée au sol et à l'ombre au moment de la pose des appâts semble idéale pour l'ensemble des espèces du territoire français. Les relevés ont donc été effectués entre le 29 Juin et le 03 Juillet, et entre 7h et 12h.

L'échantillonnage est réalisé à partir d'appâts (Figure 14) disposés en grille (Figure 15), pouvant être intégral sur de petites parcelles ou représentatif sur de plus grandes parcelles. Les parcelles dépassant les 10 ha peuvent faire l'objet de plusieurs répétitions du protocole, mais pour une question de temps, un seul protocole sera réalisé sur chaque site possédant au moins l'une des plantes-hôtes. Chaque échantillonnage comporte 70 appâts afin d'obtenir une information de qualité. Comme l'objectif ici est de tester la viabilité des sites pour *Maculinea*, le positionnement des appâts a été concentré autour des zones de plantes-hôtes. Les transects ont donc été planifiés sur photographie aérienne avant d'être réalisés sur le terrain.



Figure 14. Photographie d'appât utilisé pour le protocole "fourmi"

Le relevé s'effectue comme suit :

- Les lignes de transects sont réalisées sur les zones de plantes-hôtes à l'aide de décamètres (50 ou 60m) fixés par des sardines. Des cordeaux étalonnés tous les 4 m peuvent également être utilisés si le nombre de décamètres est insuffisant.
- Les appâts sont préparés sur un plateau à l'abri du vent. Une miette de rillette bien tassée est disposée au centre d'un carré bristol de 3x3cm et une goutte de miel est déposée dessus.
- Les tubes prévus pour récupérer les fourmis sont numérotés (étiquetage au marqueur sur le capuchon afin d'indiquer le site et le numéro du tube) et il faut déposer un tube à côté de chaque appât près de la ligne de mesure.
- Les appâts sont placés à 4 m les uns des autres et déposés bien à plat avec un maximum de surface en contact avec le sol (il peut être nécessaire de dégager la végétation pour bien poser l'appât). L'heure de dépôt du premier appât doit être notée sur une fiche de terrain.
- Le premier relevé se fait 30 min après la pose du premier appât. Les fourmis sont prélevées à l'aide d'un aspirateur à bouche (inutile d'en aspirer plus d'une vingtaine de la même forme et de la même couleur) sur et sous l'appât, ainsi que 10 cm autour de ce dernier. Elles doivent ensuite être transférées dans un tube de récolte contenant de l'alcool à 70°.
- Le second relevé commence 1h après le début du premier relevé. Il se passe dans les mêmes conditions et les fourmis prélevées sont placées dans le même tube pour chaque appât.
- Pour finir, il faut récupérer les 70 tubes et les placer à la verticale dans une boîte ou un carton (pour éviter l'évaporation d'alcool), ramasser tous les appâts et les déposer dans une poche plastique afin de les jeter à la poubelle puis récupérer les décamètres.

De retour de terrain, les tubes doivent être conservés jusqu'à ce que tous les relevés soient réalisés. Ensuite, tous les tubes doivent être envoyés à l'association AntArea (en particulier Mr GALKOWSKI) afin d'obtenir une identification rapide et précise de chaque espèce.

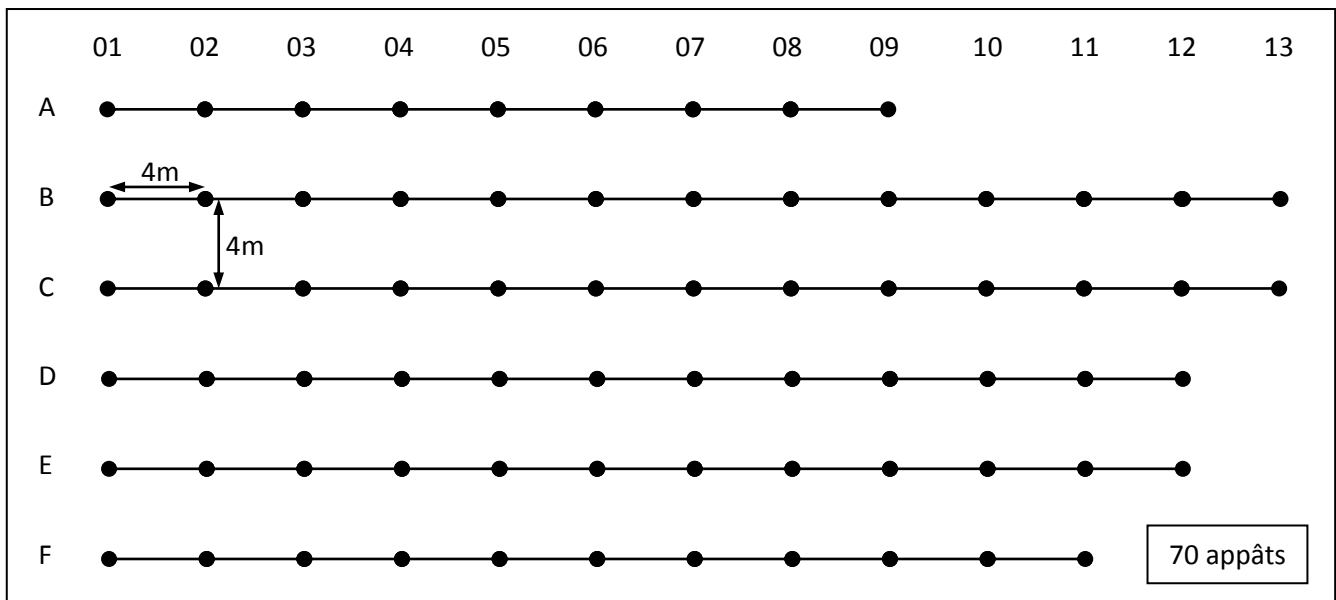


Figure 15. Représentation du dispositif d'échantillonnage des fourmis-hôtes

- Suivi de *Maculinea arion*

Après avoir réalisé les inventaires des plantes et fourmis-hôtes, le suivi de *Maculinea* peut être mis en place. Avant d'effectuer les inventaires de terrain, il faut préparer les transects à suivre sur photographie aérienne. Le transect doit mesurer entre 100 et 250 m et peut être composé de "virages", c'est-à-dire qu'il ne doit pas forcément être rectiligne mais qu'il peut tourner afin de couvrir au mieux la zone à prospector, tout en respectant une distance d'au moins 25m avec le reste du transect (Figure 16). De plus, le transect doit traverser un secteur aussi homogène que possible, ici une pelouse sèche à Brachypode.

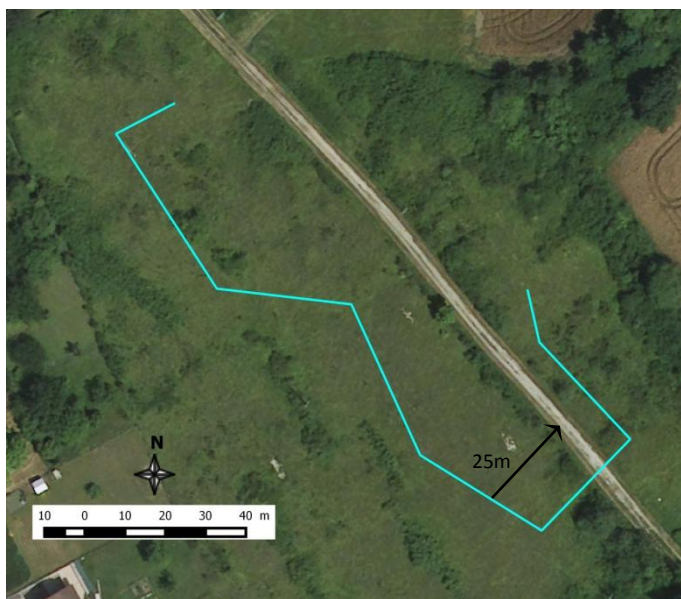


Figure 16. Représentation d'un transect de suivi de *Maculinea arion* sur photographie aérienne du coteau des Combes

Si la parcelle est trop petite pour effectuer un transect, l'observateur peut se placer à un endroit stratégique de la zone (d'où il peut voir l'intégralité de la parcelle) et observer durant une dizaine de minutes, ce qui équivaut au temps de parcours d'un transect. Lorsque la parcelle est très grande et qu'un seul transect n'est pas représentatif, l'observateur peut en réaliser plusieurs afin de couvrir la parcelle de façon optimale. Chaque transect ne doit être parcouru qu'une seule fois et dans un seul sens. Les mêmes transects sont parcourus lors de chaque visite et toujours en 10 minutes.

A la fin de chaque sortie, les coordonnées des papillons observés sont transférées sur ordinateur afin de visualiser leur répartition sur la zone d'étude et d'estimer le pic d'abondance de l'espèce dans le temps et sur la région. Chaque site doit être prospecté en moyenne tous les 10 jours afin d'obtenir une bonne représentativité de l'activité de *M. arion*, tout en évitant le double comptage d'individus.

La méthode CMR, ou Capture-Marquage-Recapture, sur *M. arion* pourrait permettre de manière moins théorique de définir les connectivités réelles entre les différents sites et d'évaluer la taille de la population. Cependant, cette méthode est impossible à mettre en œuvre car trop aléatoire à cause de la surface du territoire à couvrir. Les populations étant relativement faibles, la capture et la recapture d'individus pourrait également nuire à la survie de l'espèce dans cette région, les adultes étant fragiles à toute manipulation.

Les inventaires sont effectués sur les zones de pelouse sèche présentant du Thym ou de l'Origan ainsi que des nids de *Myrmica sabuleti*. De plus, *M. arion* a été recherché sur les zones de pelouse sèche ne présentant pas une ou plusieurs espèces-hôtes. Huit sites ont donc été prospectés, avec une pression de suivi plus importante pour les sites à espèces-hôtes. Lorsque *Maculinea* n'est plus détecté deux fois consécutives sur la station, cela signifie que l'espèce a terminé sa période de vol (qui s'achève aux alentours de mi-août). Les inventaires sont donc interrompus et le suivi est clos.



### 3. Résultats et discussions

#### 3.1. Analyse du recensement des plantes-hôtes

La cartographie de l'Origan et du Thym nous montre que ces espèces n'ont été observées que sur le secteur Nord et le secteur Sud de la zone d'étude (Figure 17). Pour les deux espèces, la distribution spatiale se fait plutôt par agrégats, les patches les plus denses étant souvent regroupés autour des calcaires affleurants, là où la concurrence est moins rude. Aucune espèce n'a été détectée sur le secteur Ouest, à savoir au Sud-Est et autour du site des Morats. En superposant une carte géologique de la région (Annexe 4), on remarque que les zones de présence du Thym et de l'Origan se situent sur un sol calcaire, présent au Nord et au Sud de la zone d'étude, alors que les secteurs où aucune espèce n'a été détectée sont soit caractérisés par un sol de type différent (grés, argile, granite, formations alluviales,...), soit urbanisés. Une transition du sol se fait de l'Ouest vers l'Est à partir du site de Champagnat et passe d'un sol calcaire à une mosaïque de sols microgranitiques, argilo-sableux et sédimentaires. Cette transition de sols pourrait également expliquer le fait que l'on ne trouve plus de plantes-hôtes (inféodées aux substrats calcaires) après Champagnat, créant ainsi une "barrière" aux déplacements de *M. arion*.

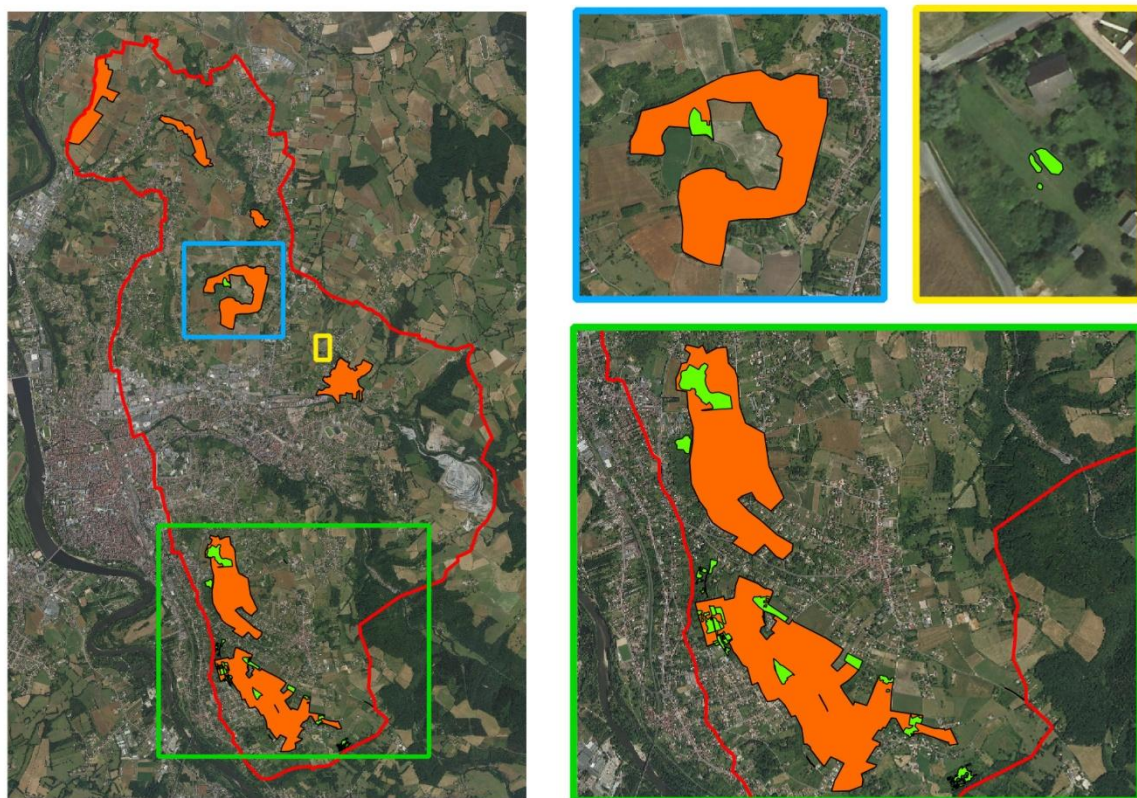
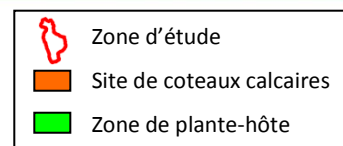


Figure 17. Recensement des plantes-hôtes sur la zone d'étude



### 3.2. Echantillonnage des fourmis-hôtes

Le retour des données envoyées à l'association AntArea pour détermination révèle la présence de 14 espèces de fourmis différentes (Tableau 1), dont *Myrmica sabuleti*. La fourmi-hôte secondaire de *Maculinea arion*, *Myrmica scabrinodis*, n'a cependant été observée sur aucun échantillon, laissant le monopole à *M. sabuleti*. En prenant en compte le fait que *M. sabuleti* exploite sa nourriture sur environ 2m autour du nid, le nombre d'appâts présentant des individus de *M. sabuleti* permet d'extrapoler le nombre de nids présents sur l'échantillon.

Tableau 1. Liste des espèces de fourmis détectées sur les sites d'échantillonnage

Myrmica sabuleti	Myrmica specioides	Myrmica schencki	Lasius fuliginosus	Lasius alienus	Lasius paralienus	Lasius niger
Formica cunicularia	Formica rufibarbis	Formica pratensis	Formica gagates	Tapinoma erraticum	Tetramorium	Solenopsis fugax

#### Site des Cornillons

Sur le site des Cornillons, situé entre le centre urbanisé et le Nord de la zone d'étude, 9 espèces de fourmis ont été récoltées, dont *M. sabuleti*. Pour cette dernière, ce ne sont pas moins de 40 nids qui ont été détectés sur 1120m<sup>2</sup> échantillonnés (Figure 18). Cela représente 3,6 nids/100m<sup>2</sup>, ce qui apparaît insuffisant pour permettre l'installation d'une population de *Maculinea arion* sur le long terme (au moins 50 ans). Cependant, la zone échantillonnée recouvrait une zone beaucoup plus grande que celle recouverte par l'Origan.

Si l'on se concentre donc sur une zone de pelouse sèche avec présence d'Origan (Figure 18, encadré rouge), on passe d'une surface de 1120m<sup>2</sup> à 144m<sup>2</sup>, presque 8 fois inférieur. Ainsi, on constate que 9 nids sont comptabilisés sur ces 144m<sup>2</sup>, ce qui représente alors 6,25 nids/100m<sup>2</sup>. Cela apparaît donc suffisant pour maintenir une population d'Azuré du Serpolet stable sur le long terme, même si la zone favorable pour *M. arion* ne recouvre pas la totalité de la station.

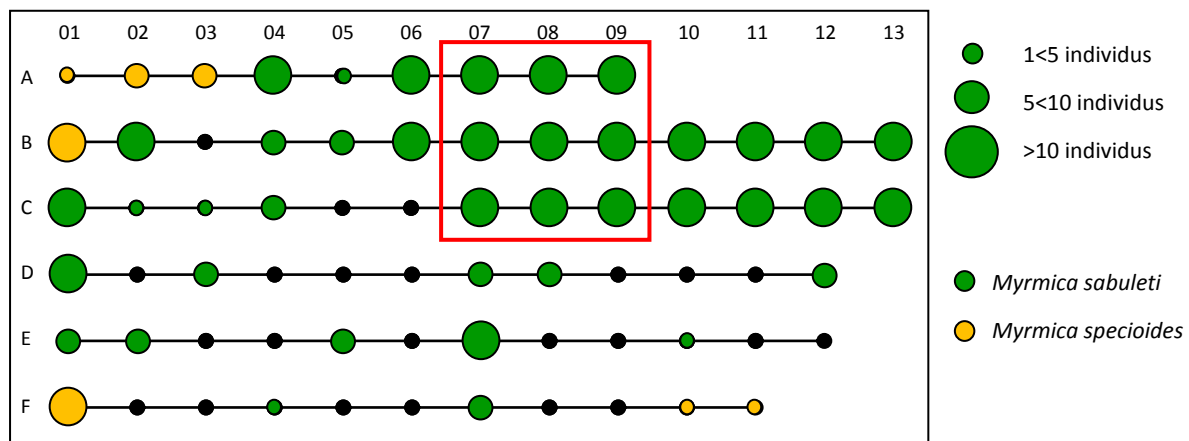


Figure 18. Représentation schématique de l'échantillonnage de fourmis sur le site des Cornillons

#### Site des Combes

En ce qui concerne le site des Combes, situé entre le centre urbanisé et la zone Sud de la zone d'étude, seulement 7 nids de *M. sabuleti* ont été comptabilisés sur 1120m<sup>2</sup> échantillonnés (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) ce qui se traduit par 0,6 nids/100m<sup>2</sup>. Cette valeur très faible ne permet évidemment pas à une population de *Maculinea* de rester fonctionnelle durant plusieurs

années. De plus, même si l'on se concentre sur une zone restreinte du relevé où l'Origan est plus présent, on passe d'une surface de 1120m<sup>2</sup> à 96m<sup>2</sup>, quasiment 12 fois inférieur. On constate alors que 3 nids sont détectés sur ces 96m<sup>2</sup>, ce qui représente 3,1 nids/100m<sup>2</sup>. Ce résultat est toujours trop faible pour subvenir aux besoins d'une population de *M. arion* sur le long terme.

Cependant, plusieurs individus ont été observés sur ce site, ce qui indique qu'ils parviennent à se reproduire autour de ce secteur. Plusieurs hypothèses peuvent répondre à cela :

- Tout d'abord, la température mesurée au sol durant l'échantillonnage a dépassé les 32°C alors que la température optimale pour *Myrmica sabuleti* se situe entre 20° et 25°C, ce qui laisse penser qu'une partie des fourmis pourrait être restées au nid à cause des fortes chaleurs. Ceci pourrait biaiser l'échantillonnage et engendrer une sous-estimation des effectifs de *M. sabuleti*.
  - De plus, le site des Combes est relativement grand et les zones favorables présentant de l'Origan sont petites mais nombreuses et dispersées. Une mosaïque de zones à Origan est donc plus difficile à couvrir avec un seul et imposant relevé, sa surface ne couvrant pas beaucoup de patches à Origan. Les résultats peuvent donc être noyés dans une quantité de données non pertinentes.
  - L'emplacement du relevé entre également en ligne de compte car, bien qu'il ait été choisi pour être représentatif de la station, ce dernier ne représente qu'une petite partie de la zone et il n'est pas impossible que des densités plus importantes de fourmi-hôte soient présentes ailleurs sur la station.
  - La situation géographique du site, tout proche de la Côte St-Amand et relié à ce dernier par des connections biologiques fonctionnelles, pourrait se traduire par un transit des individus d'un site à l'autre, ce qui renforce l'intérêt de conserver ces connections biologiques.
- Site de la Côte Saint Amand

Enfin, sur le site de la Côte Saint Amand, situé au Sud de la zone d'étude, 34 nids de *M. sabuleti* ont été détectés sur 1120m<sup>2</sup> d'échantillonnage ce qui se traduit par 3 nids/100m<sup>2</sup>. Néanmoins, une zone moins favorable (les deux dernières lignes du transect) fauchée et située sur le bord d'un chemin était intégrée au relevé. Cette dernière zone était composée d'une flore de prairie et non de pelouse sèche. Si l'on retire cette zone de la surface échantillonnée, on obtient donc 28 nids sur 560m<sup>2</sup>, ce qui représente 5 nids/100m<sup>2</sup>, exactement la densité nécessaire au bon fonctionnement d'une population de *M. arion* durant plusieurs dizaines d'années.

- Site de Champagnat

Cette zone, située entre le site des Morats et celui des Cornillons, est divisée en deux stations résiduelles. La première se trouve entre une prairie de fauche et un champ et possède de l'Origan. La seconde se trouve sur la pelouse d'un particulier et est tondue, ne laissant pas de place aux espèces dites "hautes", ce qui a permis au Thym de s'implanter. L'échantillonnage effectué ici ne révèle que 8 espèces de fourmis dont *Myrmica specioides* (qui ne peut être hôte de *M. arion*), mais aucun individu de *Myrmica sabuleti*. La raison est sûrement due au fait que les deux parcelles soient exploitées chaque année, ce qui nuit fortement au développement de *M. sabuleti*. Cette dernière n'apprécie pas non plus le type de sol qui se trouve sur cette zone, à la limite entre un sol argileux et sableux.

### 3.3. Analyse cartographique des habitats de la zone d'étude

Grace à la cartographie réalisée à partir des photographies aériennes et vérifiée sur le terrain, ce sont presque 150 pelouses sèches qui ont put être identifiées. On remarque ainsi que la proportion de l'habitat de pelouses sèches parmi les éléments typologiques est de 3%, ce qui est très faible comparé aux autres éléments comme les prairies de fauche ou de pâturage qui représentent 14% de la zone d'étude (Figure 19).

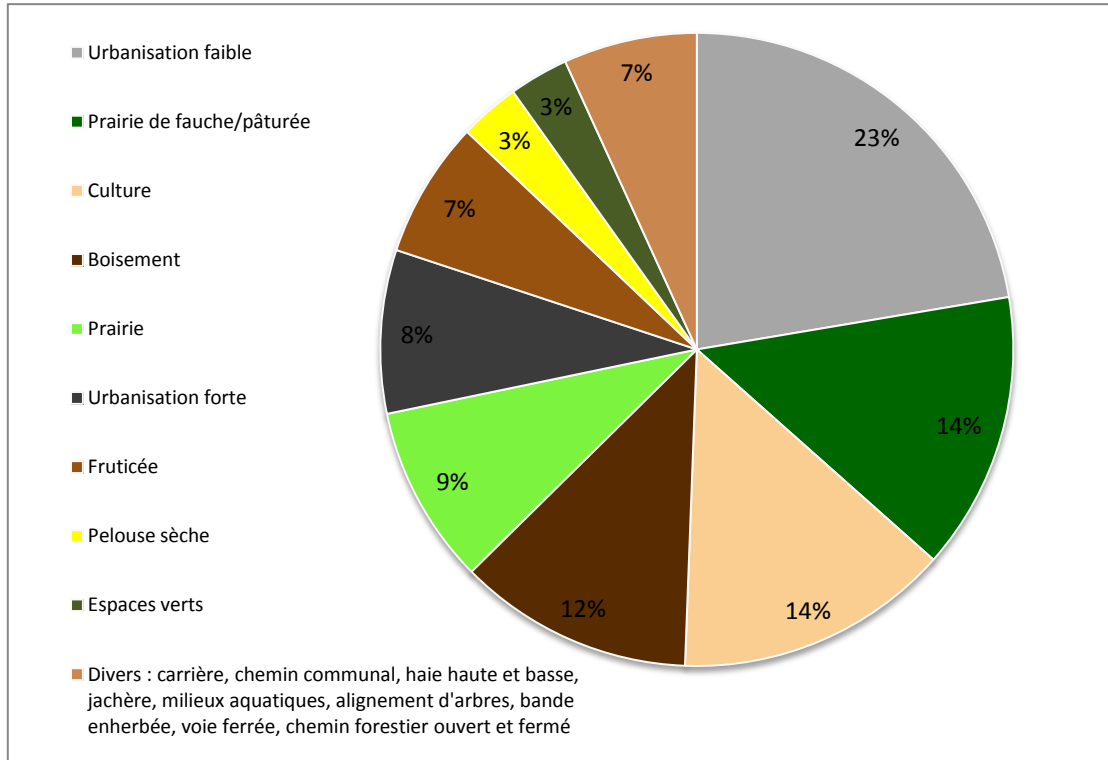


Figure 19. Répartition des éléments typologiques en fonction de leur surface (ha) sur la zone d'étude

En ce qui concerne la perméabilité des éléments typologiques, les quatre niveaux recouvrent une surface proportionnelle à leur perméabilité (Figure 20) allant des zones les plus favorables (13% de la zone d'étude) aux zones de barrière (36% de la zone). Cependant, le regroupement des zones "favorable" et "très favorable", assurant la survie et le déplacement de *Maculinea*, permettent d'obtenir une surface atteignant 32% de la zone d'étude, soit quasiment autant que la surface recouverte par les éléments de type "barrière".

Cette superficie d'éléments nécessaires à *M. arion* est théoriquement suffisante pour permettre à ce dernier de passer d'un site à un autre sans beaucoup de difficultés, mais si l'on se concentre sur le secteur situé entre les Cornillons et les Combes, la quasi-totalité de la

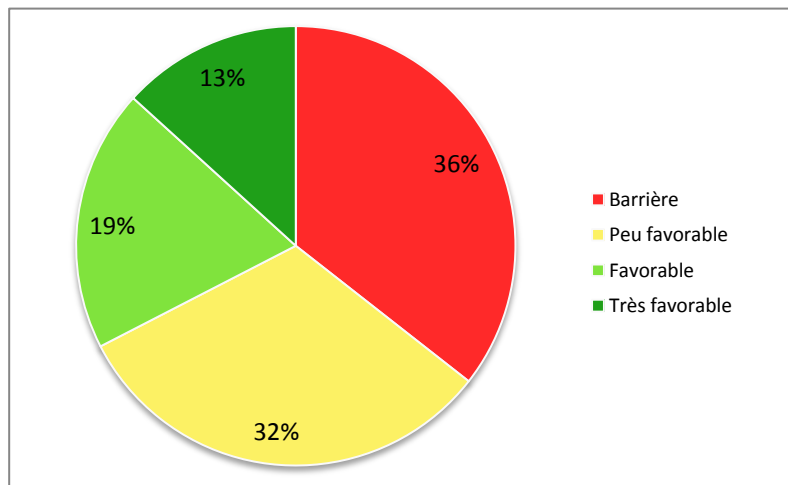


Figure 20. Proportion de chaque gradient de perméabilité de la zone d'étude

surface qui les sépare est urbanisée, faiblement ou fortement, par l'agglomération de Cusset (Annexe 5). Cela a donc un impact négatif sur les déplacements de *M. arion*, ce dernier étant obligé de contourner le centre urbain de Cusset par l'Est. Sur le secteur Est, le problème vient de deux origines. La première concerne le type de sol : n'étant plus calcaire, les plantes/fourmis-hôtes ne s'y développent plus. Cela provoque donc une coupure des continuités biologiques favorables à *Maculinea*. La seconde concerne la distance : les connexions possibles reliant le site des Cornillons à celui des Combes mesurent plus de 8km, ce qui est supérieur à la limite entre deux écosystèmes (fixée à 5700m selon Dupont, 2010). Cela sépare donc la zone d'étude en deux écosystèmes (Annexe 5), celui de Creuzier (déjà défini lors de l'étude menée par le C.E.N. Allier en 2011) et celui du Vernet, composé du site des Combes et de celui de la Côte St-Amand.

Un échange avec la Communauté d'agglomération Vichy Val d'Allier a permis de cartographier les zonages d'urbanisme de chaque commune incluse dans la zone d'étude (Figure 21), donnant ainsi une vision des secteurs naturels, agricoles, urbanisés ou à urbaniser. Les zones imperméables aux déplacements de *Maculinea* sont bien représentées à travers ces zonages d'urbanismes car la zone urbanisée de l'agglomération de Cusset, véritable barrière à l'espèce, est facilement discernable. Mais cela permet aussi de connaître les zones "à urbaniser" : ces zones sont importantes car elles représentent les secteurs encore favorables, mais qui seront bientôt construits. On constate qu'elles empiètent sur les zones naturelles et donc sur les sites à *M. arion*, et qu'une sensibilisation des élus au danger qu'elles représentent pour les espèces de coteaux thermophiles doit être rapidement mise en œuvre afin d'éviter de perdre cette diversité biologique.

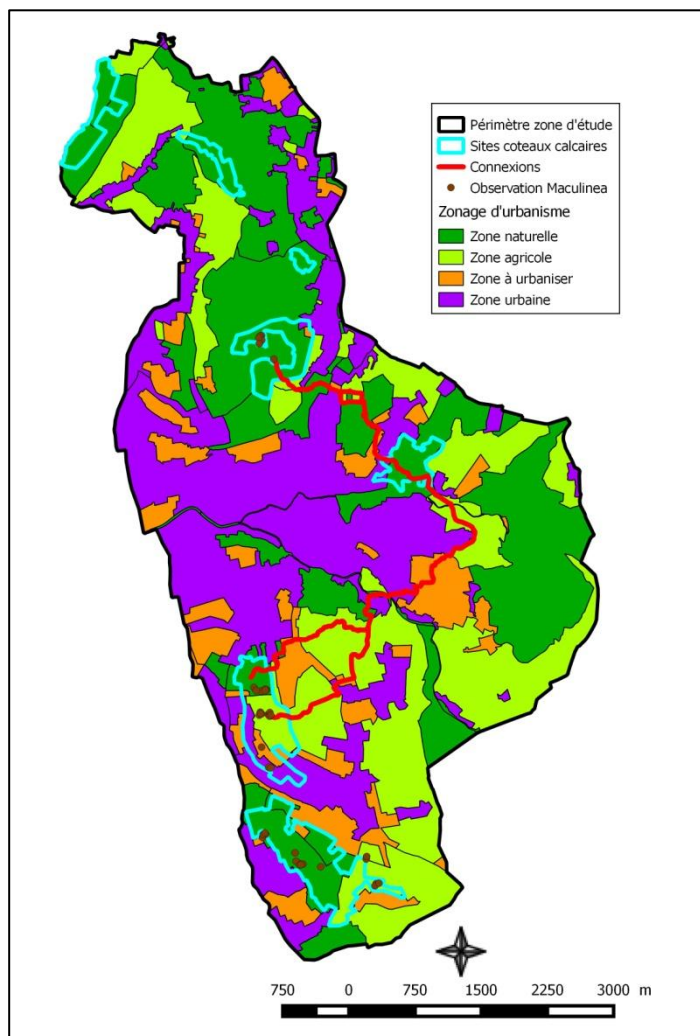


Figure 21. Connexions entre sites à *Maculinea* par rapport au zonage d'urbanisme de la zone d'étude

### 3.4. Evaluation des effectifs de *M. arion* sur la zone d'étude

Lors des prospections de terrain, *M. arion* a été trouvé sur 4 des 8 zones inspectées. Les effectifs observés sur chaque site sont présentés dans la Figure 22 ci-dessous. Les résultats mettent en évidence un pic de présence de *Maculinea arion* autour du 17 Juillet et une présence de l'espèce entre le 8 Juillet et le 18 Août, soit un mois complet. Bien entendu, ces dates ne sont pas arbitraires car des imagos auraient très bien pu émerger avant ou après ces dates sans être détectés, surtout avec les conditions météorologiques de cette saison, très sèches et présentant de fortes chaleurs, faussant de ce fait les résultats obtenus. La station de Quinssat est présentée indépendamment du site de la Côte St-Amand même si elle en fait partie car elle est isolée à la pointe Sud-Est de ce dernier. La Figure 22 montre également que la population présente sur le site de la Côte St-Amand ou des Combes est plus importante que celle du site des Cornillons.

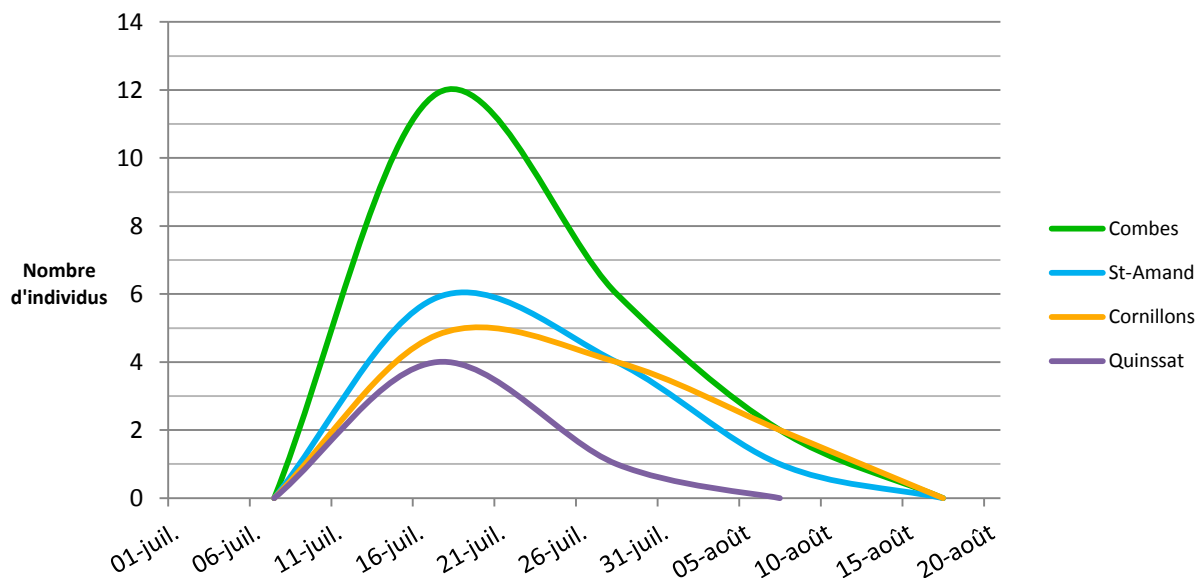


Figure 22. Evolution des effectifs de *Maculinea arion* sur chaque site en fonction du temps

Les résultats du suivi de *Maculinea arion*, qui montrent qu'aucun *Maculinea* n'a été observé sur le site des Morats ou sur celui de Champagnat, confortent l'analyse cartographique présentée précédemment qui démontre la séparation de la zone d'étude en deux écosystèmes, l'un au sud et l'autre au nord. Le premier se situe sur le secteur de la Côte St-Amand et des Combes et le second étant l'écosystème de Creuzier (incluant le site des Cornillons).

### 3.5. Propositions de gestion

A la vue des effectifs importants de *Maculinea arion* recensés sur les sites des Cornillons, des Combes et de la Côte St-Amand et de l'apparente séparation entre les deux écosystèmes, il serait plus judicieux de ne pas entreprendre d'actions ou de mesures de gestion entre les deux écosystèmes. Le coût d'une intervention pour connecter ces deux écosystèmes serait trop important par rapport aux bénéfices que cela apporterait à l'espèce.

Le plus intéressant serait de concentrer les mesures et les actions sur chaque écosystème, les populations observées y étant a priori stables et fonctionnelles. Les communes incluses dans chacun de ces écosystèmes ont une responsabilité importante quant à la préservation de l'espèce et de la

remise en bon état des corridors écologiques internes à chaque éco-complexe. Les mesures à prendre sur les deux éco-complexes étant les mêmes, elles ne seront pas distinguées.

Les actions à mettre en œuvre pour préserver la qualité des habitats sont :

- La préservation des stations existantes, au travers d'une animation foncière ou d'usage, susceptible d'en faire des sites conservatoires, ou de leur intégration éventuelle dans un dispositif de protection (E.N.S., S.C.A.P., ...).
- La mise en place, en partenariat avec les éleveurs locaux, d'un mode de rajeunissement de la végétation sur les zones non entretenues vis-à-vis des espèces envahissantes telles que *Robinia pseudoacacia* ou *Cornus sanguinea* (débroussaillage mécanique sélectif, fauche exportatrice, pâturage extensif).
- L'étude poussée des populations de *Maculinea arion*, avec la mise en place d'un protocole Capture-Marquage-Recapture afin de définir la taille de la population, et d'une analyse génétique des individus de chaque éco-complexe afin de définir si les deux populations étaient autrefois connectées.
- Suivre l'évolution des milieux à travers la poursuite des protocoles plante/fourmi-hôte sur chaque site et le suivi des densités de plantes-hôtes sur les sites de présence de *Maculinea* (en particulier les secteurs non-entretenus).
- Restaurer les habitats favorables en aidant les exploitants agricoles à adapter leurs pratiques car, même si les continuités thermophiles et les coteaux calcaires classés E.N.S. du Sud du département de l'Allier ont été exclus des Projets Agro-Environnementaux et Climatiques (P.A.E.C.) 2015 et 2016, une Mesure Agro-Environnementale Contractualisée (M.A.E.C.) "systèmes herbagers et pastoraux" est contractualisable en zone de plaine. Les critères d'éligibilité des exploitants agricoles, tenant au taux de spécialisation en herbe (>75%) et à la part de l'exploitation intégrée à la zone de plaine (>50%), sont toutefois régulièrement des points de blocage sur le secteur de l'étude pour l'engagement des éleveurs. Cependant, un autre levier existe pour les exploitations en polyculture-élevage, au niveau du positionnement stratégique sur les continuités thermophiles des Surfaces d'Intérêt Ecologique (S.I.E.) à savoir la mise en place de jachères, de bandes enherbées autour des grandes cultures, la préservation d'un maillage de haies basses, ...

Celles à privilégier pour préserver la qualité des connexions ou les remettre en bon état sont :

- Le suivi temporel des éléments typologiques des éco-complexes à travers la réalisation d'une nouvelle cartographie d'ici 5 à 10 ans.
- L'amélioration de la connectivité inter-site avec le classement adéquat des éléments identifiés de connexion dans les documents d'urbanisme (zones naturelles "N" et agricoles non constructibles "A", identification spécifique d'espaces contribuant aux continuités écologiques au titre de l'article R.123-11 du Code de l'Urbanisme). Ces derniers doivent d'ailleurs être compatibles avec les S.Co.T. du Bassin de Vichy arrêté le 24 Janvier 201 et le S.R.C.E. Auvergne approuvé à l'unanimité le 30 Juin 2015 par le Conseil Régional d'Auvergne et arrêté dans les mêmes termes par le Préfet de région le 7 Juillet 2015. Les documents d'urbanisme en cours de révision (Annexe 6), tels que le Plan d'Occupation des Sols (P.O.S.) du Vernet, constitueront à ce titre des points de vigilance privilégiés.

- La préservation des corridors biologiques en sensibilisant les acteurs locaux (exploitants agricoles, équipes techniques des collectivités locales et territoriales, élus) à une gestion différenciée des dépendances vertes des voiries rurales, communales et départementales (talus enherbés, accotements présentant des cortèges floristiques de pelouse sèche calcicole, ...) et l'aménagement des tronçons migratoires et des biotopes relais. En termes de préconisations techniques, il sera ici possible de s'appuyer sur la démarche d'entretien raisonné des bords de routes mis en œuvre par le Conseil Départemental de l'Allier dans le cadre de son Agenda 21 et de sa démarche de développement durable (passages moins fréquents et plus tardifs, hauteur de coupe supérieure, coupe systématique de la seule bande contigüe à la voirie, ...)
- L'étude des connexions existantes à l'aide d'un protocole C-M-R, éventuellement sur une espèce proche de *M. arion* mais plus facile à prospector et présente en plus grand nombre comme *Polyommatus bellargus*.

Le projet de création d'un boulevard urbain par l'Agglomération de Cusset doit également être pris en compte dans leur démarche de développement durable, ce dernier pouvant jouer un rôle quant aux connexions possibles favorables à *Maculinea*.



## Conclusion et perspectives

Les résultats obtenus sur les deux écosystèmes sont assez similaires, aussi bien du point de vue de la présence et de la dynamique des populations de *M. arion* que du point de vue de la fonctionnalité d'un réseau de corridors écologiques favorables aux espèces de coteaux thermophiles. Cependant, il a été mis en avant que le secteur Est de la zone d'étude était défavorable au développement ou au déplacement d'une population de *M. arion*, les plantes ou fourmis-hôtes y étant inexistantes. De plus, cette étude montre que l'urbanisation florissante du secteur mite le paysage et coupe les continuités écologiques nécessaires à la fonctionnalité des populations d'Azuré du serpolet, mettant en danger ses déplacements et sa survie.

Les deux écosystèmes discernés ici possèdent chacun une métapopulation stable de *M. arion*, dont la pérennité semble actuellement garantie par la qualité globale des stations, bien que certaines soient aujourd'hui abandonnées, et que les corridors qui les relient aient une perméabilité et une longueur limitées.

Ces données permettent de définir et de hiérarchiser les mesures et les actions prioritaires à mettre en œuvre en matière de préservation d'une population d'espèce à enjeux. Ainsi, une préservation des sites et des corridors existants avec une étude plus poussée des populations de *Maculinea arion* et de ses espèces-hôtes sont à privilégier sur ces écosystèmes en tant qu'actions prioritaires.

Le déploiement de telles actions dans les années à venir sera sans doute facilité par la généralisation des diverses politiques publiques actuelles, pour lesquelles la prise en compte du fonctionnement en réseaux des espaces naturels remarquables devient une priorité.

Ainsi, la loi Grenelle II instaure la notion de Trames Vertes et Bleues vouées à relier entre eux des "cœurs de nature" et incite à leur préservation durable en matière d'aménagement du territoire. La conservation de zones de migration existantes et fonctionnelles est en effet reconnue comme une priorité pour permettre aux espèces sauvages, dont les insectes, d'assurer leur survie de manière pérenne. Cependant, la réflexion sur la liste nationale d'espèces déterminantes T.V.B., élaborée et validée par le Muséum National d'Histoire Naturelle (M.N.H.N.), reste à ce jour incomplète puisque, pour des raisons méthodologiques, elle ne comprend aucun invertébré. Il serait dès lors important que la prise en compte de ces espèces dans les S.R.C.E. soit reconsidérée au niveau régional par les Conseils Scientifiques Régionaux du Patrimoine Naturel (C.S.R.P.N.) chargés de valider les listes.

Dans le même temps, un important volet sensibilisation, centré sur une réduction des intrants et une gestion différenciée des bords de route, est préconisé dans le but d'encourager les différents acteurs locaux, dont la population, à la préservation de la biodiversité qui les entoure.

De plus, une analyse de la phénologie des différentes plantes-hôtes sur l'ensemble des stations pourrait être mise en place afin d'optimiser les dates de fauche des coteaux. Il en va de même pour les dates d'arrivées des animaux sur les pelouses, qui peuvent avoir un impact sur la survie des plantes-hôtes, des chenilles et des fourmis-hôtes.

Enfin, les expériences de C-M-R pourraient permettre de mieux comprendre les phénomènes d'échange d'individus entre les populations, et donc d'affiner la compréhension du fonctionnement des corridors écologiques.

## Bibliographie

### Articles et ouvrages scientifiques

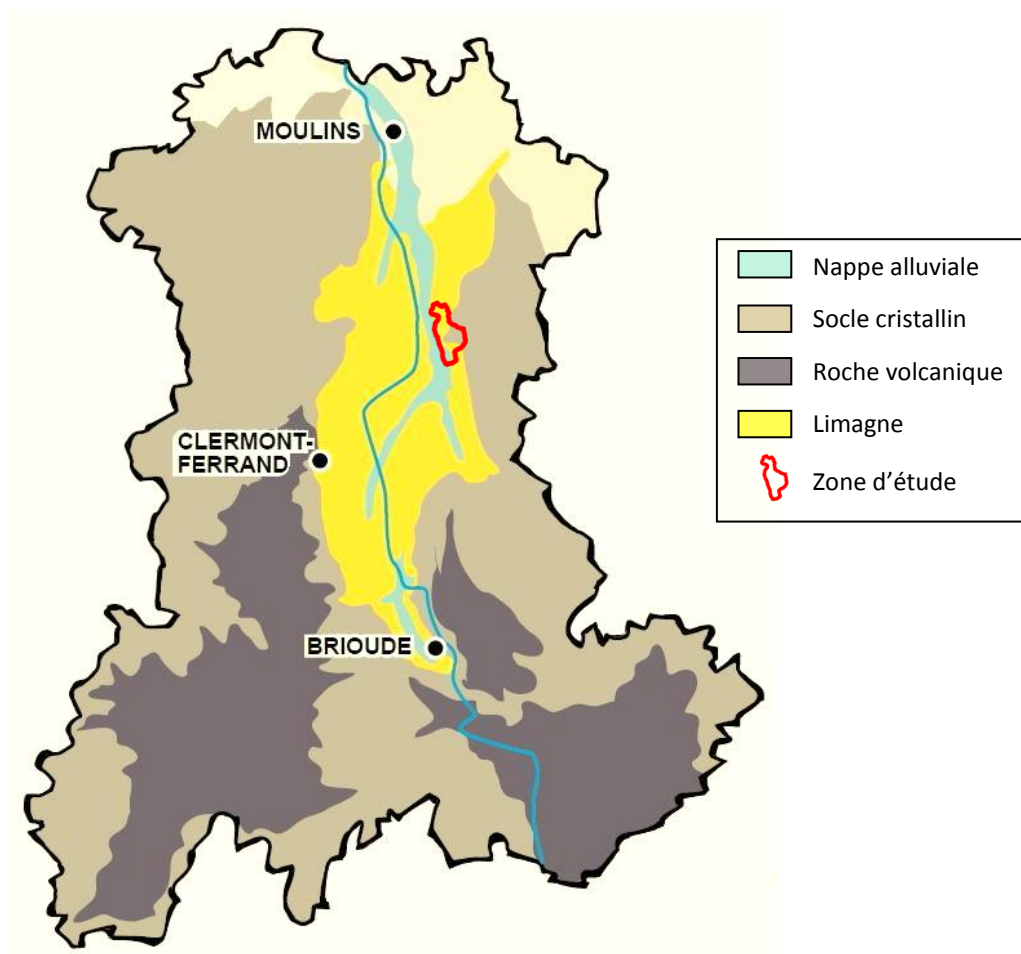
- Article L. 371-2 du code de l'environnement. Annexe Document cadre : Orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques. 71 p.
- Conseil régional d'Auvergne, DREAL Auvergne, Décembre 2013. La trame verte et bleue en Auvergne, Résumé non technique du Schéma Régional de Cohérence Ecologique. 18 p.
- Conservatoire des sites de l'Allier, Novembre 2009. Plan de gestion dans le cadre de la politique "Espaces Naturels Sensibles" du département de l'Allier. 112 p.
- Conservatoire d'espaces naturels de l'Allier, Conseil Général de l'Allier, Novembre 2013. Les coteaux calcaires. 28 p.
- Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels, Février 2012. Les cahiers techniques : Pelouses et coteaux secs. 40 p.
- Dupont P., Avril 2010. Plan National d'Actions (PNA) en faveur des Maculinea. OPIE. 135 p.
- Griebeler E.M. et Seitz A., 2002. An individual based model for the conservation of the endangered Large Blue Butterfly, *Maculinea arion* (Lepidoptera, Lycaenidae), Ecological Modelling. **156** : 43-60.
- Kaufmann B., Mercier J.-L., Itrac-Bruneau R. et Chmargounof G., 2011-2015. Protocole d'échantillonnage simple permettant d'évaluer la présence et l'importance des *Myrmica* au sein des communautés de fourmis. 6 p.
- Les Conservatoires d'espaces naturels, Octobre 2006. Une approche territoriale et concertée des espaces ruraux et de la diversité biologique. 8 p.
- Manil L., Henry P.-Y., Mars 2007. Suivi Temporel des Rhopalocères de France (STERF) Suivi Temporel des Insectes Communs (STIC). 27 p.
- Mercier J.-L. et al, 2004. Impact du projet de construction du périphérique Nord-Ouest de Tours sur la population de *Maculinea arion* (Lepidoptera, Lycaenidae) dans la vallée de la Choisille : abondance de la fourmi hôte, *Myrmica sabuleti* (Hymenoptera, Formicidae), Université de Tours, rapport d'étude final pour le Conseil Général d'Indre et Loire. 28 p.
- Ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables, 2007. Fiche : Papillons de l'annexe IV de la Directive 92/43/CEE dite "Directive Habitats". 4 p.
- Réserves naturelles de France, Avril 2002. Proposition de mise en place d'une méthode de suivi des milieux ouverts par les Rhopalocères et Zygaenidae dans les réserves naturelles. 34 p.
- SCHIRMER B., 2009. Etude de hiérarchisation des coteaux calcaires dans le département de l'Allier. Conservatoire des sites de l'Allier. 146 p.
- SEYTRE F. et BRUYERE F., 8 Mars 2012. Note méthodologique : Etude Trame Verte et Bleue de la commune de Bellerive-sur-Allier (03). Eco-stratégie. 14 p.
- Soissons A., Itrac-Bruneau R. et Schirmer B., Juin 2011. Etude des populations de *Maculinea arion* (Lepidoptera, Lycaenidae) au niveau de deux réseaux de coteaux calcaires bourbonnais (03). CEN Allier. 53 p.
- Wardlaw et al, 1998. Techniques for studying *Maculinea* butterflies : II. Identification guide to *Myrmica* ants found on *Maculinea* sites in Europe, Journal of Insect Conservation, **2** : 119-127.

### Sites internet

- <http://maculinea.pnaopie.fr/>
- <http://www.trameverteetbleue.fr/presentation-tvb/qu-est-ce-que-trame-verte-bleue/definitions-trame-verte-bleue>
- <http://inpn.mnhn.fr/programme/plans-nationaux-d-actions/presentation>

## Annexes

Annexe 1 : Carte géologique de la Région Auvergne



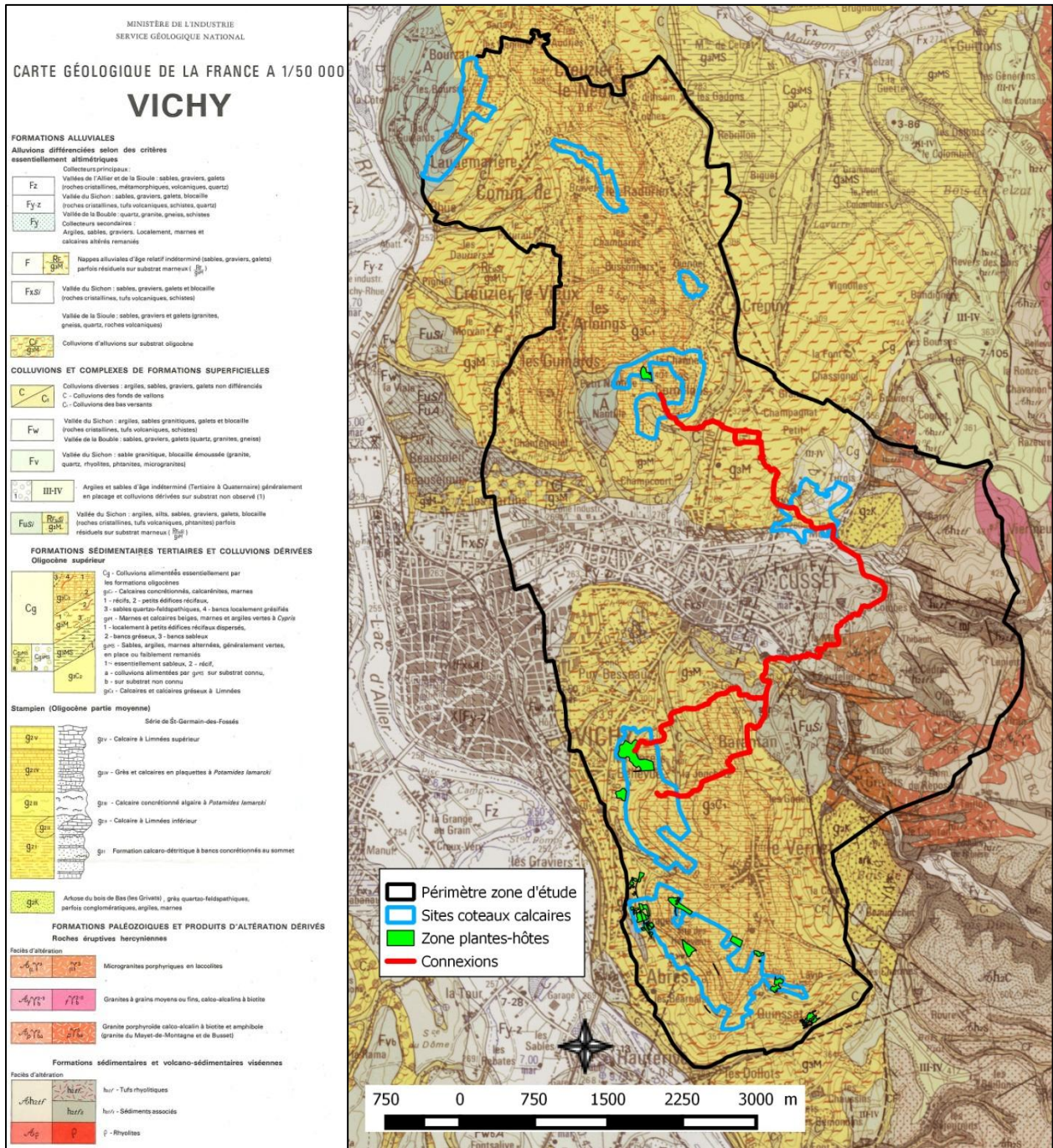
Annexe 2 : Synthèse des caractéristiques de chaque site d'étude

Nom du site	Bourses	Bravets	Bussonnets	Cornillons	Morats	Combes	Côte Saint-Amand	
Commune(s)	St-Germain-les-Fossés/Creuzier-le-Vieux	Creuzier-le-Neuf	Creuzier-le-Vieux	Creuzier-le-Vieux	Cusset	Cusset / Le Vernet	Le Vernet / Abrest	
Superficie	27,4 ha	12,3 ha	4 ha	34,3 ha	24,6 ha	58,7 ha	79,3 ha	
Statut de protection	-	-	-	-	-	-	E.N.S	
Statut d'inventaire	ZNIEFF 1	ZNIEFF 1	ZNIEFF 1	-	-	-	-	
Mode de gestion	Aucun	Pâturage bovin	Aucun	Pâturage ovin	Fauche / pâturage ovin	Aucun	Pâturage ovin	
Etat de conservation	Embroussaillage	Bon	Bon	Surpâturage et embroussaillage	Embroussaillage	Bon	Bon	
Plante-hôte principale	Origan	Thym et Origan	Origan	Origan	Aucune	Origan	Thym et Origan	
Maculinea arion	Présence	?	Oui	Oui	Oui	-	Oui	Oui
	Dernière observation	2012	2011	2011	2011	-	2012	2014
	Observateur	A. Ratie – C.E.N. Allier	R. Itrac-Bruneau – C.E.N. Allier	R. Itrac-Bruneau – C.E.N. Allier	R. Itrac-Bruneau – C.E.N. Allier	-	E. Cadé – C.E.N. Allier	E. Cadé – C.E.N. Allier

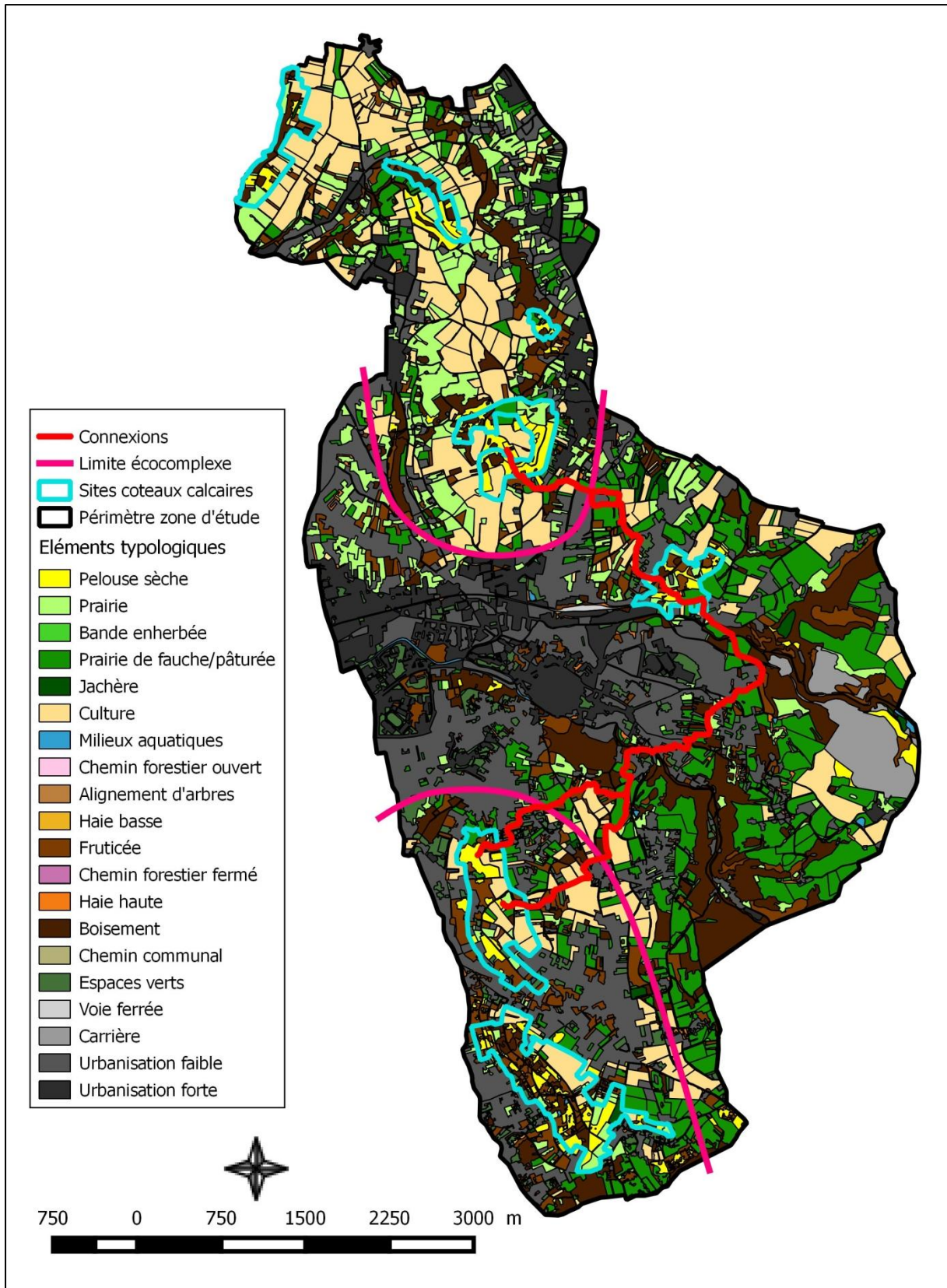
## Annexe 3 : Typologie des habitats de la zone d'étude

<b>1. Zones agricoles</b>	
11 – Pelouse sèche :	Zone de végétation rase et thermophile. Elle peut constituer un milieu de vie pour les espèces typiques ou une station relais pour les espèces migrantes.
12 – Prairie :	Zones plus mésophile au sol plus profond et où la végétation, qui n'abrite pas d'espèces de pelouse, est de manière générale plus haute et plus dense.
13 – Bande enherbée :	Bande de végétation herbacée située en lisière de culture ou de route nationale et autoroute. Ces bandes sont souvent constituées d'espèces végétales nitrophiles et calcicoles variées. Les bandes en herbe observées au bord des chemins (fossés, talus et accotements) sont intégrées dans l'unité 41 de la typologie intitulée "Chemin communal", que l'on considèrera toujours bordé de bandes végétales en herbe.
14 – Prairie de fauche / pâturée :	Zone de prairie comme cité dans l'unité 12, mais où la gestion se fait par pâturage (bovin, ovin...) et/ou par fauche.
15 – Jachère :	On considèrera ici les jachères fixes herbacées. Elles concentrent de nombreuses espèces végétales, dont le nectar attire une grande diversité d'insectes.
16 – Culture :	Tous les types de grandes cultures sont rencontrés dans cette catégorie (colza, maïs, blé...).
<b>2. Milieux aquatiques</b>	
21 – Milieux aquatiques :	Ce sont les rivières, les étangs, les mares, les ruisseaux, etc... Les fossés pouvant être engorgés, symbolisés sur les cartes I.G.N. sont aussi pris en compte dans cette catégorie.
<b>3. Zones forestières</b>	
31 – Chemin forestier ouvert :	Zone de lisière. Ces voies ne sont prises en compte que si elles sont suffisamment larges pour être visibles sur photographie aérienne et être ainsi considérées comme un milieu ouvert.
32 – Alignement d'arbres :	Plantation d'arbres de haut-jet alignés. Les essences les plus fréquemment plantées ainsi sont le marronnier, le platane, le noyer et le tilleul.
33 – Haie basse :	Haie ne dépassant pas une hauteur de 4 mètres ou étant éparse et laissant ainsi des passages ouverts.
34 – Fruticée / fourré / friche :	Zones en cours de recolonisation par la forêt. Végétation de type arbustive, petit diamètre des troncs et hauteur des tiges basse caractérise cette formation. On rencontre beaucoup d'espèces comme le noisetier, le prunelier et l'aubépine. Les jeunes plantations entrent dans cette catégorie.
35 – Chemin forestier fermé :	Zone à l'intérieur d'un boisement, invisible sur photographie aérienne et ainsi considérée comme un milieu fermé
36 – Haie haute :	Haie dont la hauteur dépasse 4 mètres de haut, ou suffisamment dense pour ne pas laisser de passages ouverts.
37 – Boisement :	Cette zone comprend les forêts, bois et bandes boisées appartenant à tous les types de formations (chêne, charmaie, plantations de feuillus ou de résineux...).
<b>4. Zones urbaines</b>	
41 – Chemin communal :	ce sont les chemins de terre carrossables ou non. On considèrera dans cette étude que les chemins communaux ont des accotements, fossés ou talus enherbés de chaque côté. Par ailleurs, ces chemins, de faible largeur et peu empruntés par les véhicules automobiles, ne représentent pas un obstacle pour le déplacement des papillons.
42 – Espace vert	Zone de jardins, petites cultures ou pâtures situés dans la zone d'urbanisation faible ou forte.
43 – Voie ferrée :	Voie de chemins de fer, considérée comme milieu ouvert.
44 – Carrière :	Zone de carrière en activité ou non encore recolonisée par la végétation.
45 – Urbanisation faible :	Périphérie des villages et des hameaux, zone résidentielle lâche, maisons isolées... où le tissu urbanisé et artificialisé est moins continu. Cette zone comporte de nombreux jardins, des petites cultures ou pâtures... qui en font un milieu moins fermé à la migration des espèces. Les routes communales (souvent goudronnées) et départementales sont également classées dans cette catégorie. On considèrera d'ailleurs que leurs accotements sont bordés de bandes enherbées lorsque celles-ci sont situées en dehors des zones urbaines.
46 – Urbanisation forte :	Cœur de ville et de village, bourg de hameau et secteur résidentiel à urbanisation dense. Les routes nationales et autoroutes entrent dans cette catégorie. Les rares espaces libres ne laissent ici que peu de place à la végétation.

Annexe 4 : Carte géologique de la zone d'étude



Annexe 5 : Cartographie des éléments typologiques, des limites des écocomplexes et des connexions possibles entre les sites à *M. arion*.



Annexe 6 : Tableau récapitulatif des documents d'urbanisme des communes de la zone d'étude

<b>Commune</b>	<b>Type de document</b>	<b>Etat</b>	<b>Etape</b>
Abrest	Plan d'Occupation des Sols valant Plan Local d'Urbanisme	En cours de révision	Diagnostic terminé, zonage en cours
Creuzier-le-Neuf	Plan Local d'Urbanisme	Approuvé	-
Creuzier-le-Vieux	Plan d'Occupation des Sols valant Plan Local d'Urbanisme	Arrêt de projet, en cours de révision	Enquête publique prochainement
Cusset	Plan Local d'Urbanisme	Révision prochainement	Fin 2015
Le Vernet	Plan d'Occupation des Sols	En cours de révision	Diagnostic terminé, PADD en cours, zonage à partir de septembre
St-Germain-des-fossés	Plan Local d'Urbanisme	Révision prochainement	Fin 2015
Vichy	Plan Local d'Urbanisme	En cours de révision	Diagnostic en cours

Annexe 7 : Tableau des tâches effectuées durant le stage

Intervenant	Idée originale	Bibliographie	Mise en place des protocoles	Collecte des données	Analyse des résultats	Rédaction
<b>Principal</b>	B. Schirmer	G. Bergerot	B. Kaufmann	G. Bergerot	G. Bergerot	G. Bergerot
<b>Secondaires</b>		B. Schirmer	E. Cadé G. Bergerot	C. Galkowski	B. Schirmer	

G. Bergerot : Guillaume Bergerot, stagiaire.

E. Cadé : Emeline Cadé, Chargée d'études, maître de stage.

B. Schirmer : Bruno Schirmer, Chargé de missions, maître de stage.

B. Kaufmann : Bernard Kaufmann, Chercheur spécialiste des Formicidés.

C. Galkowski : Christophe Galkowski, Taxonomiste des fourmis.

Annexe 8 : Calendrier de stage

	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Recherche bibliographique	■		■		■
Collecte des données		■			
Analyse des résultats			■	■	
Rédaction				■	



## Résumé

Ce rapport de stage présente l'étude et l'amélioration des connaissances sur un papillon de jour, *Maculinea arion* (*Lepidoptera, Lycaenidae*), sur un réseau de coteaux calcaires du Sud-Est de l'Allier. Il a été réalisé durant un stage au Conservatoire d'espaces naturels de l'Allier (C.E.N. Allier) du 7 Avril au 28 Août 2015.

L'étude a été menée sur le réseau de coteaux calcaires qui s'étend de Saint-Germain-des-fossés à Abrest et qui contourne les agglomérations de Cusset et de Vichy. Elle a pour objet de connaître la présence et la répartition de *Maculinea arion* ainsi que de ses hôtes sur ce réseau de coteaux calcaires bourbonnais, mais aussi de déterminer la présence et la viabilité des connexions entre les différents coteaux et zones de pelouses sèches.

Des protocoles ont donc été mis en place afin de cartographier les éléments typologiques présents sur la zone d'étude, recenser les plantes et fourmis-hôtes de *Maculinea* sur les sites intéressants, évaluer la potentialité des connexions entre les sites des Cornillons et des Combes, et pour finir suivre l'évolution de la population de *M. arion* sur ces coteaux.

Les résultats de cette étude montrent que la région est divisée en deux écocomplexes déconnectés, d'une part à cause de l'urbanisation qui grignote peu à peu sur l'environnement, d'autre part à cause de l'absence d'espèces hôtes essentielles à *Maculinea* et des obstacles naturels que sont les zones forestières qui découpent la zone d'étude à divers endroits. Néanmoins, les populations présentes sur chaque éco complexe sont stables et fonctionnelles, ce qui n'empêche pas la mise en place de mesures et d'actions afin de préserver *M. arion* ainsi que les espèces inféodées aux coteaux calcaires, sans oublier les continuités écologiques qui les relient.

## Mots clés

- *Maculinea arion*
- *Myrmica sabuleti*
- *Origanum vulgare*
- Plan National d'Actions
- Coteaux calcaires
- Allier