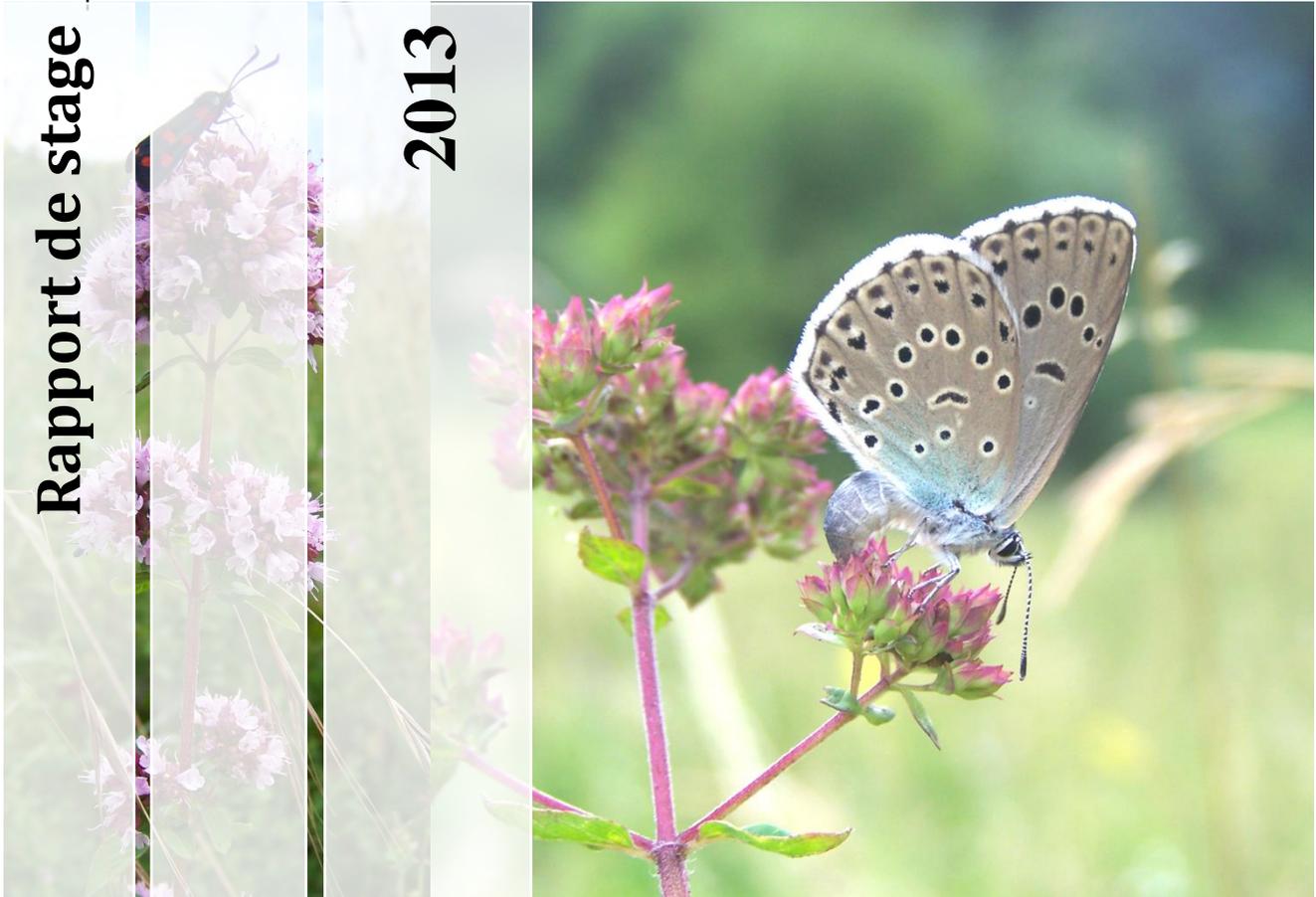


Rapport de stage

2013



Conservation des pelouses sèches à
Azuré du Serpolet (*Maculinea arion*) :
Etudes des communautés de Lycènes,
de Fourmis et de Plantes sur le plateau
de l'Isle Crémieu.

Gaëlle Chmargounof

Master 2 Professionnel Bioévaluation des
Ecosystèmes et Expertise de la Biodiversité

Maître de stage : M. Bernard Kaufmann

Tuteur de stage : M. Philippe Marc

Sommaire

Résumé.....	3
Remerciements :.....	4
Rapport Bibliographique.....	5
I] Importance écologique des Lepidoptères Rhopalocères.....	5
II] Les Lycènes, des papillons myrmécophiles	6
III] Cas de l'Azuré du Serpolet	10
1) <i>Maculinea arion</i> , Linné, 1758	10
2) Les hôtes de <i>Maculinea arion</i> :.....	14
IV] Les menaces.....	17
] Préconisation de gestion	18
VI] Problématique de l'étude.....	19
Introduction	20
Matériels et Méthodes	24
I. Les pelouses et prairies sèches et mésophiles de l'Isle Crémieu	24
II. Les sites	24
III. Protocoles d'échantillonnage	26
Résultats	31
Discussion	47
Bibliographie.....	56

RESUME

L'Azuré du Serpolet (*Maculinea arion*), un papillon protégé de la famille des Lycénidés, est en voie de régression au niveau européen, et nécessite la présence de deux hôtes pour effectuer son cycle de vie, la fourmi, *Myrmica sabuleti* et la plante *Origanum vulgare* présents ensemble dans les pelouses et prairies sèches et mésophiles de plaine, des habitats en forte régression. Afin de mieux comprendre les relations entre Lycènes, fourmis et de plantes, nous avons comparé ces communautés biologiques dans 15 sites situés en Isère (38), dans le réseau Natura 2000 de l'Isle-Crémieu, dont 8 abritent *M. arion*. Les relevés d'abondance des plantes et des fourmis, indiquent que le facteur principal expliquant l'abondance de *M. arion* est la quantité d'origan disponible. *M. sabuleti*, détectée par une méthode de transects d'appâts, est présente et abondante dans tous les sites échantillonnés, alors que l'origan n'atteint des surfaces importantes que dans 3 sites. Les communautés de plantes et de fourmis sont homogènes sur l'ensemble des sites. Les communautés de lycènes varient fortement, mais deux espèces sont très abondantes, *Polyommatus icarus* et *Lysandra bellargus*.

Pour favoriser la présence de *M. arion*, la gestion de ces milieux devra se concentrer sur l'origan, soit en retardant les dates de fauche, soit en aménageant des ourlets suffisamment importants.

ABSTRACT

The Large Blue *Maculinea arion*, belonging to the butterfly family Lycaenidae, is a protected species whose populations are diminishing over Europe, and which needs two consecutive hosts to complete its life-cycle. Its hosts, the ant *M. sabuleti* and the herbaceous plant *Origanum vulgare*, are commonly found together in planar dry and mesic meadows, which are threatened habitats. In order to better understand the relationship between Lycaenid butterflies, ants and plants, we compared biological communities across 15 sites in Isère (38), in the Isle-Crémieu district, among which 8 shelter the Large Blue. Abundance estimates of plants and ants indicate that the main factor for the abundance of the Large Blue is the amount of *O. vulgare* available. *M. sabuleti*, sampled using a bait transect method was present and abundant in all sites, whereas the host plant reached large numbers in three sites only. Ant and plant communities were homogeneous across sites. Lycaenid butterflies were more variable, but two species showed high abundances: *Polyommatus icarus* and *Lysandra bellargus*.

To bolster *M. arion* populations in the Isle-Crémieu, habitat management should therefore focus on increasing areas with *O. vulgare*, either by delaying mowing until autumn or by reserving enough area for *Origanum* to grow alongside exploited parcels.

Remerciements :

Je remercie tout d'abord mon maître de stage, Bernard Kaufmann, qui m'a accompagné tout au long de ce stage. Merci pour tous les conseils donnés et pour m'avoir donné l'opportunité de réaliser ce stage qui m'a tant apporté. Je remercie également mon tuteur de stage, Marc Philippe, pour toutes les corrections faites sur mon rapport et ses conseils avisés.

Merci à Julien Grangier pour m'avoir accompagné sur le terrain et m'avoir fait découvrir les sites de l'Isle Crémieu. Merci à Jérôme Gippet pour tes conseils sur mes analyses et ton aide sur les identifications de fourmi ; tu as été un bon professeur !

Merci à aux stagiaires qui m'ont accompagné pendant 3 mois, Théotime Colin, Vincent Bourret et Eric Francius. Merci pour votre bonne humeur sur le terrain et d'être resté en juillet pour m'aider. J'ai appris plein de chansons sur le terrain !

Je remercie Bérangère Jacquy Duverger pour ton soutien, toutes nos discussions. Ces six mois avec toi ont été une vraie partie de rires, de bons plans et de découvertes !!

Merci aux étudiants de Licence de Biologie et de Licence Professionnelle de l'Université Claude Bernard pour avoir participé aux échantillonnages des sites et à leur identification.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui m'ont aidé à faire ce stage : Grégory Guicherd et Yann Baillet de l'association FLAVIA ADE pour leur aide sur les identifications et les inventaires des Lépidoptères, à M. Loïc Raspail pour tous les renseignements donnés, à M. Jean Charles Villaret pour les documents concernant la détermination des habitats, l'association Lo Parvi pour m'avoir fourni les cartes des sites d'étude et enfin les mairies et les propriétaires contactés pour leur collaboration.

Rapport Bibliographique

I] Importance écologique des Lépidoptères Rhopalocères

Les Lépidoptères sont des invertébrés de la classe des Insectes. Il en existe plus de 200000 espèces dans le monde. Les papillons de jour font partie des Papilionidae, une superfamille monophylétique au sein des Lépidoptères (Regier & al., 2013). Les Papilionidae rassemblent des individus ayant une activité diurne et qui ont une particularité : des antennes en forme de massue. Seulement 16000 espèces de papillons font partie de cette famille.

Les papillons sont très liés à la végétation tout au long de leur vie. Les plantes leur servent à s'alimenter et se reproduire (Lafranchis, 2000). En échange, leur rôle de pollinisateur permet aux plantes d'être fécondées et de disséminer leurs gènes dans le paysage. De nombreux papillons vont jusqu'à avoir des relations très spécifiques avec les plantes ; les espèces du genre *Maculinea* ou encore le Damier de la Succise, ont besoin d'une unique plante pour se reproduire. Cette plante-hôte qui accueille les œufs de la femelle papillon, est la plante nourricière des chenilles. A l'éclosion des œufs, les chenilles vont se nourrir du végétal bien souvent aux dépens de celui-ci. Sans cette plante, ces papillons ne peuvent pas se reproduire. Ces exemples montrent que l'absence ou la présence des végétaux est un facteur important qui conditionne la présence des papillons dans un milieu.

Présents dans de nombreux pays du monde, les papillons ont colonisés de multiples milieux tels que les forêts, les marais, les landes sèches et coteaux calcaires... Quelques espèces se sont spécialisées sur des habitats particuliers, telle que *Lysandra bellargus*, un lycène inféodé aux pelouses sèches et landes calcicoles. Cette espèce n'est pas la seule à s'être spécialisée sur ces habitats ; d'autres papillons le sont également. De ce fait, il devient possible de dégager des cortèges d'espèces typiques d'un habitat. Ce sont ces cortèges qui servent d'indicateurs de l'habitat et permettent de mettre en évidence le bon ou le mauvais état de santé du milieu (Faure, 2007).

Etudiés depuis longtemps, les Lépidoptères font partie des invertébrés les plus étudiés en terme d'écologie (Fleishman & Murphy, 2009) et les mieux connus. Les invertébrés sont

très réactifs face aux changements environnementaux (Maciejewski, 2012). Les modifications de la composition botanique de leur milieu, la fragmentation de leur habitat, mêmes faibles à l'échelle du paysage, peuvent suffire induire des changements d'espèce dans les communautés de papillons. Ces altérations, d'origine anthropique ou naturelle, sont parfois même détectées plus tôt chez les invertébrés que dans les communautés végétales (Faure, 2007 ; Maccherini & al., 2009). Ils répondent également plus vite aux changements environnementaux que les vertébrés, car ils ont un cycle de vie souvent plus court.

Leur sensibilité fait des papillons de précieux outils pour évaluer les interventions réalisées sur les milieux sujets à une gestion conservatoire. La composition taxonomique des Papilionidae est un excellent indicateur de l'hétérogénéité du milieu due à des perturbations d'origines anthropiques (Kremen, 1992).

Enfin, les papillons sont des animaux colorés, attractifs, qui ne mordent pas et ne piquent pas. Ce sont des insectes charismatiques pour lesquels les politiciens sont plus enclins à débloquer des fonds pour protéger ces animaux. Facilement détectables et identifiables, de nombreux amateurs peuvent les observer en pleine nature et les reconnaître aisément.

II] Les Lycènes, des papillons myrmécophiles

Les Lycaenidae sont une famille des Rhopalocères qui compte environ 5000 espèces dans le monde, et seulement trois sous-familles se trouvent en Europe ; les Riodininae et les Lycaeninae. Les Riodininae sont représentés par une seule espèce en Europe, la Lucine (*Hamearis lucina*), les Lycaeninae rassemblent à tribus en Europe : les Théclini, les Apnaeini, et les Lycaenini et enfin les Polyommattini. Il existe généralement un fort dimorphisme sexuel au sein de cette dernière famille, qui est souvent flagrant chez les Azurés ; les mâles ont le dessus des ailes bleu, tandis que celles des femelles sont brunes (Lafranchis, 2000 ; Pierce & al., 2002).

Ce groupe présente beaucoup d'espèce spécialiste d'un habitat. Par exemple, Eric Faure (2007) dresse une liste d'espèces bioindicatrices des pelouses sèches. En effet, ces papillons intègrent les changements qui surviennent à différentes échelles et organismes, et ce plus rapidement que les autres espèces car ils ont développé des caractéristiques particulières. Afin d'augmenter leur chances de se mener à terme leur cycle biologique, les lycènes établissent des relations avec un insecte prédateur : la fourmi. Ainsi, les Lycènes peuvent

servir d'espèces parapluies et d'espèces sentinelles, mettant en avant les modifications que subit leur écosystème, que cela impact la flore ou la macrofaune

En plus de leur spécificité pour une ou plusieurs plantes, les Lycènes sont myrmécophiles ; c'est-à-dire qu'ils forment des associations d'ordre facultatif, où les chenilles sont protégées et soignées par les fourmis de façon occasionnelle, ce qui concerne 45% des associations sur l'ensemble des Lycaenidae, ou d'ordre obligatoire, auquel cas l'individu ne peut finir son cycle biologique sans la participation de la fourmi hôte qui représente environ 30% des associations. Les chenilles vont, en échange d'une protection contre les parasites et les prédateurs, de soins d'hygiène et de nourriture, fournir aux fourmis un mélange liquide composé de sucres et d'acides aminés qu'elles affectionnent beaucoup (Pierce & al., 2002).

Le tableau 1 résume le pourcentage d'espèces de Lycènes impliquées dans une association myrmécophile (Pierce & al., 2002). Il montre que la proportion d'espèces impliquées dans une association facultative ou obligatoire estimée à 82% des Lycènes est bien plus élevée que la proportion d'espèces qui ne s'associe jamais avec les fourmis, seulement 18% des espèces. Ceci illustre l'importance des associations myrmécophiles chez les Lycènes ; au cours de l'évolution de ces papillons, l'établissement de ces relations à donner un avantage certains à ces espèces, qui s'est perpétué dans le temps.

Taxonomic group	N	Ant-association (%)		
		Obligate	Facultative	None
LYCAENINAE	588	183 (31)	299 (51)	106 (18)
Theclini	226	56 (25)	117 (52)	53 (23)
Aphnaeini	95	92 (97)	3 (3)	0
Lycaenini	36	0	5 (14)	31 (86)
Polyommataini	231	35 (15)	174 (75)	22 (10)
Total	665	197 (30)	300 (45)	168 (25)

Tableau 1 : Nombre et proportion (entre parenthèses) d'espèces associées aux fourmis pour la sous-famille des Lycaeninae à l'échelle mondiale (Pierce & al., 2002)

Les associations de types facultatives correspondent à des relations spatialisées ou temporelles entre les chenilles et les fourmis. Elles ne durent qu'un temps limité et peuvent se restreindre à la plante-hôte de la chenille. La protection des fourmis permet aux chenilles d'avoir un taux de survie nettement plus élevé. Ces chenilles n'ont pas de fourmi hôte spécifique, elles peuvent s'associer avec de nombreuses espèces. Ces relations sont pour la plupart mutualistes (Pierce & al., 2002).

En Europe, pour les associations où la fourmi est un hôte obligatoire, l'espèce de Lycène est complètement dépendante de ses hôtes pour survivre. Ce sont des relations plus spécifiques, à tel point que l'adoption se fera par des fourmis d'un seul et même genre, voire une seule et unique espèce. Deux stratégies de parasitisme ont été élaborées ; la première avec les espèces dites espèces « coucou », qui vont se nourrir des régurgitations de leurs hôtes par trophallaxie. D'autres sont des espèces prédatrices qui se nourrissent directement du couvain de leurs hôtes. Les chenilles restent un temps plus ou moins long selon les espèces ; certaines finiront leur cycle dans la fourmilière et n'en sortiront qu'au stade adulte (Pierce & al, 2002).

Sur nos pelouses, les Lycènes rencontrés reflètent les trois stratégies employées : *Callophrys rubi*, *Lycaena tytirus*, *Lycaena phlaeas*, *Everes argiades*, *Everes alcetas*, d'après ce que nos informations ne forment pas d'associations avec les fourmis. *Aricia agestis*, *Lysandra bellargus*, *Plebejus argus*, *Cupido minimus*, *Lycaena dispar*, *Cyaniris semiargus*, *Polyommatus hispana*, *Polyommatus icarus* font partie de ces Lycènes myrmécophiles qui établissent des relations facultatives avec les fourmis. *Maculinea arion* est le seul exemple de relation obligatoire présent sur nos pelouses sèches.

Ces associations ne sont pas sans conséquence ; les papillons ont dû s'adapter afin de pouvoir survivre à leurs hôtes, grâce à des changements morphologiques et comportementaux. La cuticule des chenilles des Lycènes est 20 fois plus épaisse que celles des autres espèces de papillons. De plus, ces chenilles ont la possibilité de rétracter leur tête sous une lame prothoracique sclérifiée, ce afin de résister aux éventuelles agressions de la part des fourmis. Elles possèdent également des organes permettant de fabriquer le miellat, de sécréter une substance capable de calmer les fourmis, des mécanismes acoustiques imitant les reines afin de prévenir les ouvrières en cas de danger. Au niveau du comportement, face à des fourmis qui tentent de les attraper par leurs mandibules ou simplement de les mordre, les larves se défendent et essaient de faire fuir le prédateur ; c'est un comportement qu'elles n'expriment cependant pas lorsqu'elles se trouvent à proximité des fourmis (Pierce & al., 2002).

Les associations de types obligatoire, bien qu'elles augmentent les chances de survie du papillon, limitent également les espaces de vie de l'insecte. C'est le cas des Lycènes du genre *Maculinea*. Ce sont des espèces retrouvées dans des milieux cités par l'annexe I de la directive habitats ; des habitats d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation. Ces habitats sont notamment des pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement sur calcaires (site d'orchidées remarquables), des prairies de fauches de basse altitude, ou des habitats plus humides tels que des prairies humides semi-naturelles à hautes herbes, tourbières basses et bas marais. La protection du genre *Maculinea* assure une protection à ces habitats en régression, mais également à toutes les espèces vivant dans ces milieux.

La conservation des Lycènes concerne en conséquence non seulement les plantes, mais aussi les fourmis. La présence de ces papillons dans un milieu donne un indice de plus sur la faune de l'habitat ; il signale que le milieu possède à la fois la plante-hôte et la fourmi-hôte. Par conséquent, la protection de Lycènes implique des efforts de conservation se concentrant davantage sur les fourmis, pour avoir des mesures plus efficaces, permettant la ponte des œufs du papillon sur sa plante hôte mais également l'établissement des associations chenille-fourmi (Rozier, 1999).

Un des papillons ayant développé un parasitisme est l'Azuré du serpolet, que l'on trouve notamment en pelouse sèche.

III] Cas de l'Azuré du Serpolet

1) *Maculinea arion*, Linné, 1758

L'Azuré du serpolet

Selon la taxonomie actuelle, l'Azuré du Serpolet fait partie du genre *Phengaris* Doherty, 1891. Cependant, notre étude se basant sur le Plan National d'Actions en faveur des *Maculinea*, nous garderons le genre *Maculinea*.

Ce papillon fait partie de

L'Azuré du Serpolet est un grand papillon aux ailes bleutées, possédant de nombreux ocelles sur le dessous de leurs ailes, qui fait partie des Polyommatinés. Les mâles et les femelles sont semblables chez cette espèce. C'est une espèce univoltine qui vole entre mi-mai et fin août. Ses milieux de prédilection sont les pelouses sèches et rases, les prairies maigres,

les friches herbeuses et les ourlets fleuris envahis par l'Origan (*Origanum vulgare* L.), les lisières et bois clairs jusqu'à 2400 m (Lafranchis, 2000).

Maculinea arion fait partie de la liste UICN mondiale où il a le statut LR (quasi menacé). En Europe comme en France, son statut est EN (en danger). Toujours en Europe, ce papillon fait partie de l'annexe IV de la Directive Habitat; il est donc considéré comme une espèce animale d'intérêt communautaire qui nécessite une protection stricte. Il est également présent dans la Convention de Berne annexe II du 19 septembre 1979 relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe. En France, il fait partie de l'article 3 de l'arrêté du 23 avril 2007 (JO du 06/05/2007) fixant la liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

Cette espèce entretient une association avec la fourmi *Myrmica sabuleti* Meinert 1861 ; c'est un authentique exemple d'une relation de type obligatoire.

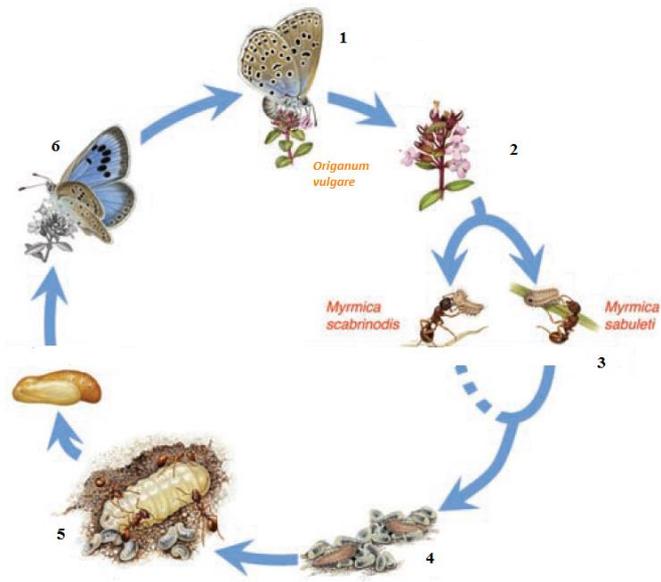


Figure 1 : Cycle biologique de l'Azuré du Serpolet (Thomas & al., 2009a)

La figure 1 présente le cycle biologique de l'Azuré du serpolet.

Après son émergence en juillet, la femelle papillon va s'accoupler et partir à la recherche d'une plante-hôte, sur laquelle elle va pondre ses œufs et aux dépens de laquelle, la larve se nourrit au début de son développement. Cette plante est le premier hôte indispensable au cycle de vie du papillon. Pour *M. arion*, il s'agit des serpolets (*Thymus serpyllum sensu lato*) ou de l'origan (*Origanum vulgare L.*) (1).

La chenille se développe sur la plante pendant les trois premiers stades larvaires, soit trois à quatre semaines (Lafranchis, 2000) (2). A ce moment-là, elle est plutôt phytophage, bien qu'elle n'hésite pas à manger ses congénères qu'elle côtoie dans les boutons floraux. Au quatrième et dernier stade larvaire en juillet-août, elle se laisse tomber au sol. C'est à cette étape que le second hôte du papillon fait son apparition. En effet, la chenille ne survivra que si elle est trouvée et adoptée par une ouvrière de l'espèce *Myrmica sabuleti* (3). Pour s'assurer d'être adoptée, elle imite physiquement les larves de sa fourmi-hôte et favorise le contact avec les ouvrières grâce à une communication chimique, ou acoustique.

La chenille est alors emportée dans le couvain de la fourmilière (4). Elle reste 10 à 11 mois dans le nid, où elle acquiert 98% de sa biomasse finale (Damm & al., 2001). *M. arion* est une espèce de type prédatrice, une fois dans le nid de sa fourmi-hôte, elle se nourrit du couvain de celle-ci. La chenille étant très vorace, le nid doit être suffisamment grand pour pouvoir supporter plusieurs larves de *M. arion*, qui sont parfois nombreuses dans les nids. Les populations de papillons sont limitées par la taille et le nombre des nids dans le milieu, ce qui explique en partie pourquoi *M. arion* est parfois absent de certaines pelouses où se trouvent pourtant ses hôtes, plante et fourmi (Pierron, 2012). La chenille poursuivra sa métamorphose dans la fourmilière (5), et émergera en juillet l'année suivante (6).

La présence de l'Azuré du Serpolet impacte directement sur l'abondance des fourmis qui suit un cycle d'abondance prédateur-proie. Une trop forte abondance du papillon dans un milieu fera chuter de façon drastique l'abondance des fourmis, et cette chute se répercutera sur le papillon qui verra sa population s'écrouler. Pour éviter ce schéma, il faut raisonner sur les macro-habitats, c'est-à-dire que *Maculinea arion* a besoin de plusieurs espaces viables, non loin les uns des autres, qu'il puisse visiter afin d'éviter une trop forte pression sur les fourmis-hôtes.

2) Les hôtes de *Maculinea arion* :

2.a) *Myrmica sabuleti*, Meinert, 1861

Le genre *Myrmica* est présent dans tous les habitats de l'hémisphère nord ; steppes, forêts, prairies, en plaine comme en montagne. Il compte plus de 300 espèces dans le monde, chacune ayant des exigences écologiques particulières. La température et l'humidité du sol, ainsi que sa structure déterminent quelles espèces seront à même d'utiliser un habitat.

Ce genre joue un rôle clef dans le cycle biologique des *Maculinea*. Comprendre la dynamique des populations de *Myrmica* s'est par conséquent révélée indispensable pour la conservation et la gestion de ces papillons (Radchenko & Elmes, 2010).

L'espèce qui nous intéresse dans cette étude est *Myrmica sabuleti*. *My. sabuleti* est une fourmi qui préfère les milieux chauds et secs (Elmes & al., 1998) comme l'illustre la figure 2. Cette figure montre également que *My. sabuleti* partage ses préférences écologiques avec d'autres espèces telles que *Myrmica schencki*, *Myrmica specioides*, ou encore *Myrmica scabrinodis*. De ce fait, il n'est pas rare de rencontrer sur un même site plusieurs espèces de *Myrmica*.

La taille des fourmilières varie entre quelques dizaines d'individus à des milliers. En ce qui concerne les espèces Européenne les plus communes, leurs nids ont une taille moyenne comprise entre 200 à 500 ouvrières suivant l'espèce (Radchenko & Elmes, 2010). La taille des nids est un facteur crucial pour le développement des chenilles de *Maculinea arion* ; en effet, il faut pour une chenille, une quantité d'œufs équivalente à la production annuelle de 350 ouvrières.

Les ouvrières *Myrmica sabuleti* sont surtout actives entre 8h-10h et 16h-19h. Elles fourragent dans un rayon d'environ 2 mètres autour du nid. Ceci est un autre facteur important, car il conditionne l'adoption de la chenille de *Maculinea arion*. En effet, en dehors de ces 2 mètres, la chenille a peu de chances d'être trouvée et donc de survivre.

En Europe, elle est l'hôte principale de *M. arion* et sert occasionnellement d'hôte à *Maculinea rebeli* et *M. teleius* (Wardlaw & al., 1998). D'autres lycènes ont des relations facultatives avec *My. sabuleti* tels que *Lysandra bellargus*, *Lysandra coridon* ou encore *Polyommatus icarus*, pouvant induire une compétition avec *M. arion*. D'autres espèces de *Myrmica* peuvent servir d'hôtes à la chenille de *M. arion* comme l'illustre la figure 3 ; ce sont des hôtes dits « secondaires ». Cependant le taux de survie de la chenille est clairement supérieur dans les nids de *My. sabuleti* (Elmes & Thomas, 1992).

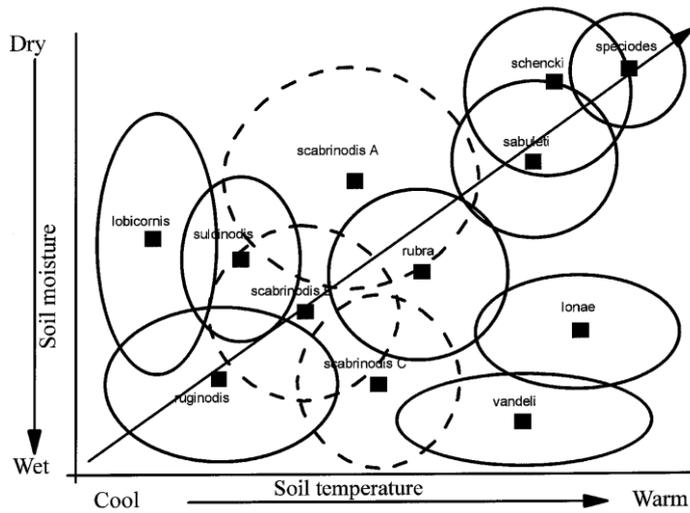


Figure 2 : Représentation schématique des préférences de niches écologiques pour les espèces européennes du genre *Myrmica* basée sur la température et l'humidité du sol (Elmes & al., 1998).

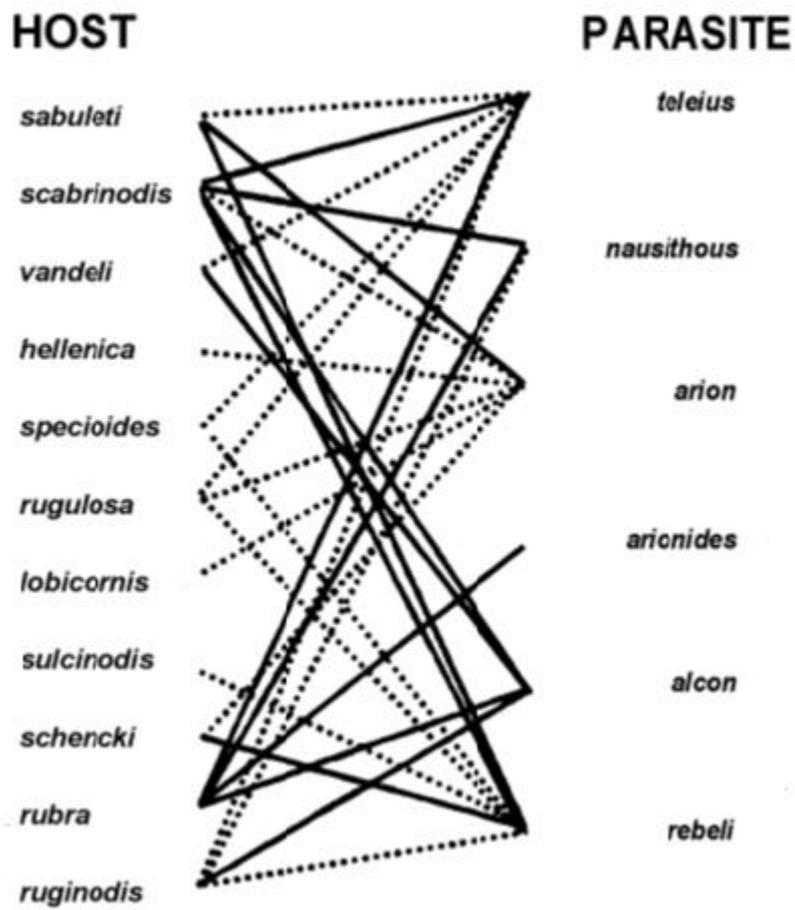


Figure 3 : Schéma représentant les fourmis hôtes principales et secondaires pour le genre *Maculinea* (Jansen & al., 2011).

En outre, la densité minimale pour qu'une population d'Azuré du Serpolet soient viable dans un milieu est estimée à 5 nids par 100m² dans un milieu. Ceci illustre l'importance de la présence de *My. sabuleti* dans les milieux de vie du papillon.

2.b) *Origanum vulgare* L.

Egalement appelé Marjolaine, l'Origan est une plante aromatique de la famille des Lamiacées. Elle se développe dans les milieux secs, sur les talus, les coteaux, les pentes de montagnes. Ses fleurs roses fleurissent en juillet et sont regroupées en inflorescences. C'est une plante vivace, dont la taille varie entre 30 et 50cm de haut (Laubert & Wagner, 2007).

La plante hôte du papillon varie selon la zone géographique ; ainsi, en altitude, le papillon est retrouvé sur des pelouses très rases (<2cm), et pond sur plusieurs espèces de Thym. Dans le Nord de la France, il vit sur des pelouses avec une hauteur de végétation entre 3 et 5cm, sur substrat calcaire ou acide ; sa plante-hôte est encore une fois le Thym. Dans le sud de la France, le papillon habite des pelouses-ourlets et des prairies pré-forestières, avec une hauteur de végétation plus élevée (15-50cm). Ici, sa plante-hôte sera l'Origan(Laubert & Wagner, 2007).

Ces préférences en matière de plante hôte vont dépendre de la hauteur de la végétation et de facteurs climatiques qui répondent aux exigences écologiques de *Myrmica sabuleti*. En période de forte chaleur, dans un milieu où la végétation est basse (milieu à serpolet), les fourmis vont rester dans leur nid, où elles vont chercher des températures plus clémentes ; par conséquent, les fourmis fourragent moins, ce qui met en péril l'adoption des chenilles. Les femelles papillon choisiront alors des milieux où la végétation est plus haute (présence d'origan) et où la température au sol leur permet d'être plus actives. En outre, quel que soit la plante hôte choisie, celle-ci doit avoir un taux de recouvrement minimum de 5% de la surface totale du milieu pour être favorable à l'installation du papillon.

Il existe plusieurs espèces hôtes connues pour *Maculinea arion* (Dupont, 2010)

- ✚ *Thymus polytrichus polytrichus* Borbas, le thym à pilosité variable
- ✚ *Thymus polytrichus britannicus* (Ronninger), le thym d'Angleterre
- ✚ *Thymus praecox* Opiz, le thym précoce
- ✚ *Thymus pulegioides* L., le thym faux pouliot
- ✚ *Thymus serpyllum* L., le thym serpolet
- ✚ *Origanum vulgare* L. l'origan

IV] Les menaces

Maculinea arion est particulièrement fréquent sur les pelouses sèches, des milieux fragiles pour la plupart d'origine anthropique. Ce sont des formations végétales rases composées en majorité de plantes herbacées vivaces, qui reposent un sol peu épais et pauvre en éléments nutritifs. Les pelouses subissent dans l'année un éclairage intense et une période de sécheresse d'origine climatique ou édaphique (Maubert et Dutoit, 1995).

Ces biotopes ont une valeur patrimoniale considérable ; ils abritent une faune et une flore remarquable, dont 30% des espèces protégées en France (26% des plantes protégées au niveau national). En outre, les pelouses ont un intérêt agricole, paysager et culturel ; elles sont une ressource alimentaire non négligeable pour le pâturage. Ce sont des espaces agréables qui constituent une coupure entre les cultures et la forêt et témoignent d'anciennes activités humaines. Ils font l'objet de nombreuses activités de loisirs comme le VTT, promenades, randonnées chasse... (Pierron, 2012 ; Maubert et Dutoit, 1995).

Il existe 3 sortes de pelouses sèches (Maubert et Dutoit, 1995):

- Pelouses de type primaire : ce sont des milieux qui sont maintenus naturellement par les conditions du milieu (pente, altitude, vent, éboulis...).
- Les pelouses secondaires : ce sont des milieux issus d'une déforestation ancienne, qui ont un sol pauvre et superficiel, avec une évolution lente de la végétation.
- Les pelouses tertiaires : semblables aux pelouses secondaires, elles ont un sol plus profond et une végétation qui évolue rapidement.

Les pelouses à *Maculinea arion* de notre étude font parties de la Directive Habitats concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages, en annexe I. Une des pelouses correspond au code 6510 : c'est une prairie maigre de Fauche de basse altitude à *Alopecurus pratensis* et *Sanguisorba officinalis*. Le reste des pelouses a pour code 6210 qui correspond à des pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement sur calcaires (*Festuco-Bormetalia*). Ces habitats sont considérés comme étant en danger de disparition et nécessitent des mesures de protection et de gestion dans le but de maintenir de la biodiversité de ces milieux.

Ces milieux sont en forte régression aujourd'hui, dû à l'abandon des terres agricoles, laissant aux graminées et aux plantes arbustives le loisir de recoloniser le milieu. Un autre facteur aggravant est l'urbanisation qui, quand elle ne détruit pas ces habitats, les fragmente

et isole les populations qui y vivent (Pierron, 2012). Or l'Azuré du Serpolet doit sa survie à deux hôtes obligatoires et il est par conséquent très sensible aux modifications de son habitat. En effet, une population de *M. arion* s'organise en sous-populations. Chaque population a besoin de plusieurs micro-habitats favorables séparés par des habitats moins propices, servant de couloirs de déplacement. Cependant, la destruction des espaces favorables isole les sous-populations empêchant de ce fait les échanges entre les populations. Ceci conduit à une perte de diversité et entraîne peu à peu leur déclin. La destruction et la fragmentation des habitats est une des causes d'extinction des populations.

Une autre menace potentielle est l'invasion des milieux par des fourmis telles que *Lasius neglectus*, Van Loon, Boosma & Andràsflavy, 1990, la fourmi invasive des jardins, qui colonise notamment les pelouses où *My. sabuleti* est présente. Ces invasions induisent des changements qui peuvent affecter les communautés de plantes et d'invertébrés. Les fourmis vont, de par leur présence, favoriser certaines espèces aussi bien qu'en désavantager d'autres ; c'est aujourd'hui le problème que posent ces invasions car elles peuvent entraîner une compétition avec les fourmis hôte de *Maculinea arion* et réduire leurs effectifs dans les habitats du papillon. Or l'Azuré du Serpolet a besoin d'un grand nombre de nids de *Myrmica sabuleti* et de taille suffisante. Ces invasions par des fourmis plus compétitrices et plus agressives que *My. sabuleti* risque de diminuer les chances d'adoption des larves par les ouvrières de *My. sabuleti*, entraînant la disparition du papillon dans le milieu.

] Préconisation de gestion

La gestion des pelouses à *Maculinea arion* se porte actuellement sur la plante-hôte uniquement. La gestion permet d'éviter un trop fort embroussaillage du site et une perte d'espèces due à la dynamique naturelle de la végétation.

Une pelouse sèche a besoin d'un entretien régulier pour la maintenir en son état. Pour cela, plusieurs méthodes peuvent être utilisées :

-la fauche : pour qu'une prairie soit fauchée, sa pente ne doit pas excéder 30%, et doit avoir une pierrosité limitée. De plus, les produits issus de la fauche doivent être exportés pour éviter tout apport de matières organiques pouvant enrichir le milieu. La période de fauche doit permettre aux végétaux d'assurer le cycle de reproduction, donc une fauche tardive est préférable ainsi que la mise en place de zones refuges non fauchées (Pierron, 2012). Dans le

cas de pelouse abritant *Maculinea arion*, la fauche doit être la plus tardive possible, donc vers fin août, le temps que les chenilles atteignent le quatrième stade larvaire et soient adoptée par une fourmilière (Dupont, 2010).

-le pâturage : le pâturage est le mode de gestion à l'origine des pelouses ; aussi, cette technique paraît la plus adaptée pour entretenir les pelouses. Cependant, il est nécessaire de tenir compte de son intensité et de la nature du pâturage; en effet, si le thym tolère le piétinement, l'origan en revanche le supporte moins (Merlet & Houard 2012). Par conséquent, il faut tenir compte des exigences des différentes essences de plantes-hôtes dont se sert l'Azuré du Serpolet et de leur taux de recouvrement dans la pelouse (Pierron, 2012).

VI] Problématique de l'étude

Dans ce contexte, il apparaît important d'étudier les milieux favorables à l'Azuré du Serpolet, où coexistent la plante hôte et la fourmi hôte, afin de comprendre pourquoi certains habitats paraissant favorables au premier abord ne révèlent aucune trace attestant de la présence de l'espèce. Pour répondre à cette question, il nous faut caractériser les trois communautés dont chacun des acteurs du cycle biologique de *Maculinea arion* fait partie. Cela concerne les communautés végétales, de Lycènes et de Fourmis de pelouse sèche.

Ces données nous permettront de voir de quel ordre sont les interactions qu'il existe entre ces communautés et l'Azuré du Serpolet et de quels sont leurs impact sur l'abondance de ce papillon.

Introduction

Les milieux ouverts herbacés permanents, qu'ils soient naturels ou artificiels à l'origine, sont en forte régression en Europe, ce qui entraîne la diminution des effectifs et des distributions de nombreuses espèces leur étant associées, en particulier des Papilionoidea, dont les populations forment un bon indicateur de l'état de ces milieux (EEA, 2013). La cause principale de cette régression est l'intensification agricole, qui conduit d'une part à la transformation des espaces les plus aisés d'accès soit en cultures annuelles, soit en prairies de fauche semée et améliorée, et d'autre part, à l'abandon des prairies moins productives ou difficiles d'accès – abandon conduisant inexorablement à l'emboisement des milieux ouverts.

Parmi les milieux ouverts les plus menacés à basse altitude en région Rhône-Alpes, les pelouses semi-sèches médio-européennes à *Bromus erectus* (Mesobromion du Jura occidental), les pelouses calcaires subatlantiques très sèches (Xerobromion du Jura occidental), et les prairies de fauche xéromésophiles planitiales médio-européennes (d'après la nomenclature Eunis 2008) sont issues d'une déforestation souvent ancienne et d'une utilisation agricole continue sur de longues périodes (en pâturage ou en fauche) permettant leur maintien (Pierron, 2012). Les trois types d'habitats sont proches car ils partagent un bon nombre d'espèces dominantes (dont *Bromus erectus*), et leurs différences actuelles sont dues à leur gestion et à l'épaisseur de sol disponible. Aujourd'hui, la dynamique naturelle de la végétation a nettement fait régresser le nombre de pelouses et la surface occupée par ces habitats. Or ils sont le refuge de nombreuses espèces, dont certaines se sont spécialisées dans ces milieux. Le déclin des pelouses provoque par conséquent la diminution et la disparition de nombreux animaux, végétaux et habitats patrimoniaux.

Le département de l'Isère (38) abrite de nombreux espaces à forte valeur patrimoniale dont le territoire de l'Isle Crémieu, situé au Nord-Est du département. Ce secteur rassemble de nombreux espaces remarquables, dont de nombreuses prairies et pelouses correspondant aux trois types d'habitats décrits plus haut, ainsi que des zones humides, et abrite de ce fait une biodiversité importante. Le patrimoine géologique et culturel est tout aussi important avec la Grotte de la Balme, des vestiges gallo-romains ou antérieurs (Site de Larina), et des sites médiévaux (Ville et Châteaux de Crémieu). Ce patrimoine est riche et diversifié, mais il est aussi fragile. C'est dans cette optique que les associations Lo Parvi et Flavia suivent, entre

autres activités, les pelouses de l'Isle Crémieu depuis de nombreuses années et réalise des inventaires sur ces habitats sur tout le territoire.

Parmi les espèces remarquables des prairies et pelouses de l'Isle-Crémieu, on compte un Lycaenidae présent sur les listes rouges européennes et protégé par la directive habitat – faune – flore (DHFF, Annexe IV), l'Azuré du Serpolet (*Maculinea arion*), un papillon qui se développe aux dépens une plante hôte, l'origan (*Origanum vulgare*) et d'une fourmi, *Myrmica sabuleti*. Le cycle de vie parasitaire de cet azuré nécessite que la fourmi et la plante résident dans un même espace, ce qui rend le papillon très vulnérable et sensible aux changements qui surviennent dans son habitat, qui ont entraîné une forte régression de sa distribution en Europe (Elmes & Thomas, 1992, EEA, 2013).

L'espèce fait partie du panel de 17 qui constitue l'indicateur européen des papillons des prairies (EEA, 2013). En France, un plan national d'action en faveur des *Maculinea* a été mis en place en 2011 et se prolonge jusqu'en 2015 (Dupont, 2011). Le plan national d'action fait tout d'abord un état des connaissances sur les *Maculinea* et récapitule région par région ce qui est fait actuellement sur la gestion et la conservation des populations de ces papillons. Le but est de redéfinir de manière précise les préférences écologiques de l'espèce et les menaces qui pèsent sur ses populations. Ce plan national d'action permettra la mise en place d'une gestion conservatoire à l'échelle nationale et régionale.

La protection de ce papillon permet de protéger à la fois des habitats en voie de disparition ainsi que les espèces inféodés à ces milieux. Il a été montré que l'Azuré du Serpolet est abondant dans des milieux qui présentent une grande diversité spécifique végétale. Ce papillon est en conséquence une espèce parapluie (c'est-à-dire dont la conservation permet la conservation d'autres espèces) importante pour la conservation des habitats et des espèces, et un bon indicateur du statut de conservation des pelouses (Casacci & al., 2011), jouant ainsi un rôle d'espèce sentinelle, étant impacté dès les premiers changements de flore ou de faune.

La présente étude a pour but d'étudier quels caractéristiques des communautés biologiques déterminent la présence de l'Azuré du serpolet dans les pelouses et prairies de fauche sèches à mésophiles de l'Isle-Crémieu. Elle a aussi pour objet de mieux connaître les communautés associées aux Azurés. Enfin, elle doit permettre la mise en place d'un protocole commun au niveau national pour l'échantillonnage des fourmis de prairies sèches à

mésophiles. Dans ce rapport, seuls les deux premiers points seront traités. Ainsi, pour répondre à ces problématiques, nous analyserons trois communautés biologiques pouvant influencer la présence du papillon sur les pelouses :

- Les communautés de Lycaenidae, la famille dont fait partie *M. arion*. Plusieurs espèces sont associées à des fourmis, dont l'espèce hôte de *M. arion*. Ils pourraient par conséquent, induire une compétition en monopolisant l'attention des fourmis.

- Les communautés de fourmis pour 1) évaluer l'abondance de l'espèce hôte 2) déterminer la richesse taxinomique et les relations de compétition avec *My. sabuleti*. Pour cela, nous établissons un protocole simple et reproductible permettant de refléter la densité de fourmilières de *My. sabuleti* sur un site. Une faible densité des nids de *My. sabuleti* dans le milieu limiterait les adoptions des chenilles par les ouvrières et par conséquent, diminuerait leurs chances de survie.

- La flore afin d'évaluer 1) préciser la composition botanique des pelouses à Origan, 2) les populations d'Origan à proximité des nids de la fourmi-hôte. Si la plante-hôte de *M. arion* est en densité trop faible dans la pelouse, le papillon n'aurait pas assez de plantes sur lesquelles se reproduire, et la population ne pourrait pas survivre. Si l'Origan est en densité suffisante mais trop éloigné des nids de *My. sabuleti*, les chenilles pourraient ne pas être adoptées et la population du papillon disparaître.

L'étude porte sur 15 pelouses sèches de l'Isle Crémieu, dont 7 connues pour héberger *M. arion*, 8 non, mais sur lesquelles la présence de la plante est attestée.

Présentation des structures d'accueil :

Le projet est financé par le Conseil Général de l'Isère, au titre de son action en faveur de la biodiversité, et par le LEHNA. Il est sous la direction du LEHNA associé à Flavia ADE.

Le Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés (LEHNA) est une unité mixte de recherche CNRS (UMR CNRS 5023) qui s'emploie à compléter les connaissances dans de nombreux domaines de l'écologie, allant de l'écologie fonctionnelle à l'écologie évolutive, en passant par différents niveaux d'organisation, de l'individu jusqu'à l'écosystème. Il est présent sur deux sites, à l'Université Claude Bernard Lyon 1 (Villeurbanne) et à l'Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat (Vaux-en-Valin).

La conservation est un enjeu majeur actuellement et fait l'objet de nombreux thèmes de recherche comme par exemple les invasions biologiques avec les renouées invasives ou la

fourmi *Lasius neglectus*, mais aussi l'étude des populations fragmentées (crapaud commun, rainette verte). Au sein de l'équipe Ecophysiologie, Comportement, Conservation, B. Kaufmann participe au plan national d'action en faveur des *Maculinea* et mène le projet d'étude des pelouses à Azuré du Serpolet.

FLAVIA A.D.E., Association Dauphinoise d'Entomologie, est une association loi 1901 à but non lucratif, fondée en 1998. Cette association de lépidoptéristes œuvre pour la connaissance, la gestion et la conservation des Lépidoptères. Ainsi, FLAVIA ADE est amenée à travailler pour de nombreux gestionnaire d'espaces naturels, des structures privées, ou en partenariat avec des laboratoires de recherches tels que le LEHNA afin de réaliser des inventaires et des suivis de population. L'association mène également de leur côté des recherches sur des points de biologie, et sensibilise le grand public sur l'importance des Lépidoptères, leur rôle dans un écosystème et l'impact des activités humaines sur ces insectes.

C'est pour la compétence reconnue de ses membres, en particulier Grégory Guicherd et Yann Baillet, dans l'étude des papillons et par leur connaissance du terrain que FLAVIA ADE collabore au projet.

Les partenaires locaux :

Lo Parvi : Lo Parvi est une association nature Nord Isère créée en 1981 et dont l'objectif est la connaissance de la nature et la transmission de ces connaissances. Le projet bénéficie de leurs données cartographiques et de gestion des espaces naturels.

La communauté de communes de l'Isle Crémieu :

La communauté de communes de l'Isle Crémieu regroupe une vingtaine de communes. Elle participe au développement et à l'aménagement du territoire de l'Isle Crémieu.

Son chargé de mission Natura 2000, M. Raspail, nous a entre autres fait parvenir le périmètre du site Natura 2000 de l'Isle Crémieu ainsi que les communes concernées.

Matériels et Méthodes

I. Les pelouses et prairies sèches et mésophiles de l'Isle Crémieu

L'Isle Crémieu est un carrefour biogéographique entre trois régions : méditerranéenne, médio-européenne et est-européenne. De ce fait, elle présente une mosaïque d'habitats très diversifiés, avec par exemple des marais, des tourbières, des coteaux secs et des pelouses sableuses. Les pelouses sèches de ce secteur sont bien connues et ont été inventoriées par le conservatoire d'espaces naturels de l'Isère, AVENIR et par l'association Lo Parvi. Les données recueillies concernent les espèces patrimoniales, la structure de la végétation, leur environnement, leur mode d'exploitation, la faune et la flore. Ces données montrent que de nombreuses espèces végétales protégées sont retrouvées sur les pelouses sèches. Certaines essences végétales ne se trouvent que dans cette partie du département de l'Isère, telles que *Orchis fragrans*, l'Ail joli or encore la Pulsatille rouge. L'importance de l'intrication de ces habitats pour la faune s'illustre bien avec la Tortue Cistude qui utilise les milieux humides pour vivre, et qui se reproduit sur les pelouses sèches (Marciau et al, 1999). Un de nos sites d'étude, Lemps, est d'ailleurs régulièrement inspecté car la tortue Cistude vit dans l'étang homonyme.

Du fait de l'importance patrimoniale de ce territoire, l'Isle Crémieu fait actuellement partie du réseau Natura 2000 (code ZSC : FR 82 01727, direction départementales des territoires de l'Isère) et possède de nombreuses ZNIEFF de type I.

II. Les sites

L'étude porte sur 15 pelouses sèches appartenant à 7 communes de l'Isle Crémieu. Le tableau 2 résume les informations pour chaque site telles qu'elles étaient connues au début de l'étude. Cependant, après les inventaires des lycènes, certaines informations concernant la présence de *M. arion* sur les sites ont changé.

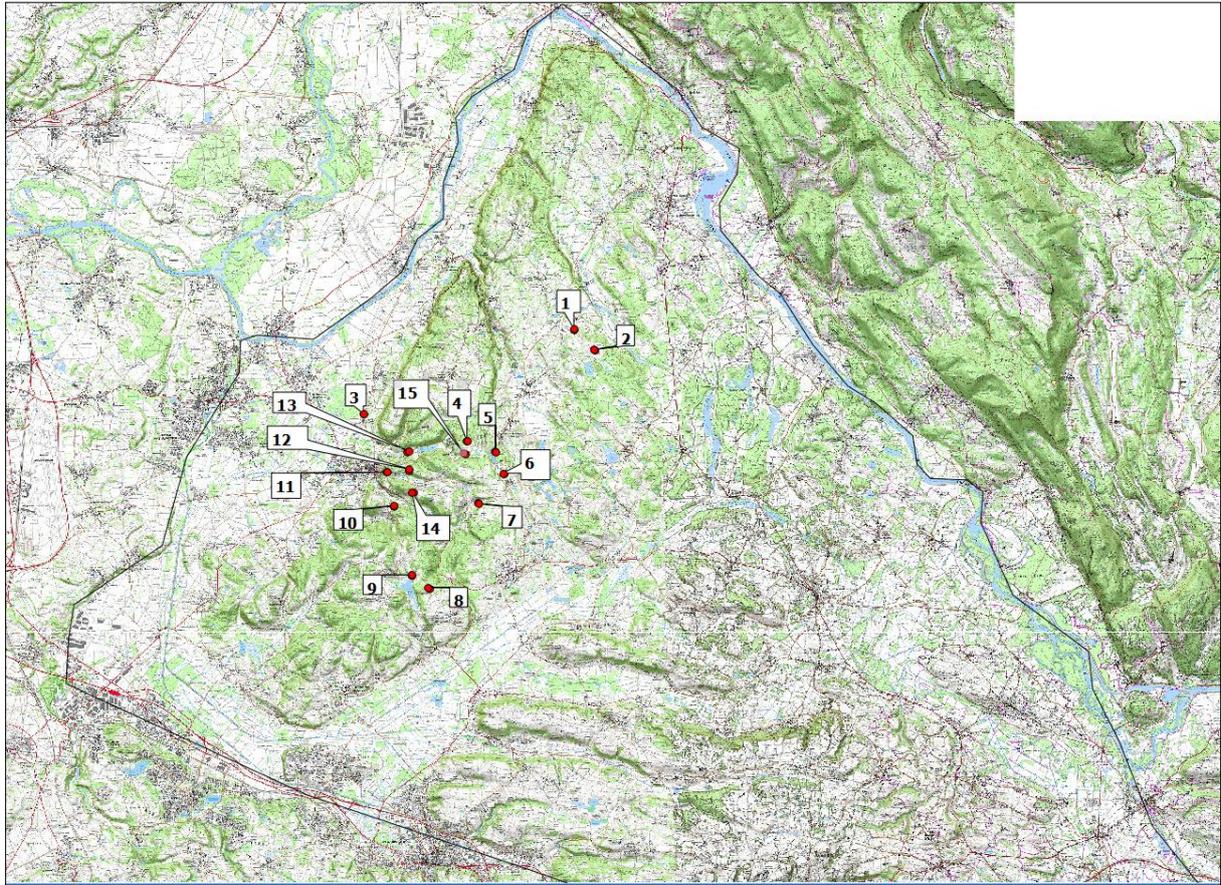


Figure 4 : Présentation de l'Isle Cremieu et localisation des sites d'études

- 1 : St Baudille
- 2 : Lemps
- 3 : Leyrieu
- 4 : Gillieu
- 5 : Benetan
- 6 : Carizieu
- 7 : Garenne
- 8 : Devinailles
- 9 : Moras
- 10 : Moirieu
- 11 : St Hippolyte
- 12 : Dizimieu
- 13 : Ry
- 14 : Signalet
- 15 : St Julien

III. Protocoles d'échantillonnage

Pour pouvoir travailler sur les sites, les mairies des différentes communes concernées et les propriétaires ou locataires de chaque site ont été contactés afin d'avoir leur autorisation pour travailler sur les pelouses. La DREAL a délivré une autorisation de capture de l'Azuré du Serpolet.

1) Echantillonnage des fourmis

La méthode des transects d'appâts permet d'évaluer la densité des nids de fourmis sur une pelouse et de dégager les communautés présentes (Agosti & al, 2000). Elle consiste à poser des appâts le long d'un transect matérialisé au sol à l'aide de décimètres. Les appâts, constitués d'un carré de bristol de 3cm de côté sur lequel est déposé une goutte miel et une boulette de rillettes de saumon, sont déposés tous les 4 mètres. Les ouvrières de *My. sabuleti* fourrageant deux mètres autour de leur nid, une distance de quatre mètres entre deux appâts nous permettrait en théorie d'éviter de compter un nid deux fois. Ensuite, deux relevés sont effectués ; le premier a lieu 30 min après le dépôt du premier appât. Les fourmis sont aspirées à l'aide d'un aspirateur à bouche et mises dans un tube contenant de l'alcool à 70°. Le second est réalisé 1h après le début du premier relevé ; les fourmis récoltées sont placées dans un deuxième tube.

Avec cette méthode, nous considérons qu'un appât présentant des individus de *My. sabuleti* atteste de la présence d'un nid à proximité de l'appât. Ainsi, nous disposons d'un indice de l'abondance des nids de *My. sabuleti* et de la composition de la communauté fourmi du milieu.

Dans la mesure du possible, nous plaçons 400m de transects sur un site. 100 appâts sont donc déposés sur chaque site (Figure 5). Un protocole plus détaillé se trouve en **Annexe 5**.

Les identifications sont effectuées en laboratoire. Les fourmis sont identifiées à l'espèce, sauf les genres *Tapinoma*, *Tetramorium*, *Temnothorax* et *Solenopsis* où une analyse moléculaire est nécessaire pour déterminer les espèces. Nous nous en tiendrons au genre pour ces fourmis. Pour *Tapinoma* et *Tetramorium*, seules deux espèces sont possibles sur les sites (*Ta. erraticum* et *Ta. subboreale* d'une part, *Te. moravicum* et *Te. U2* d'autre part).



Tableau 2 : Tableau récapitulatif des caractéristiques des sites d'études

	Dernière observation de <i>M. arion</i>	Nom du site	Commune	Surface	Gestion
Avec <i>Maculinea arion</i>	2002	Dizimieu	Dizimieu	3.4ha	pâturage ovin
	2011	Lemps	St Baudille de la Tour	1.9ha	fauche
	2011	Moirieu	Villemoirieu	0.36ha	fauche
	2003	Moras	Moras	1.2ha	rien
	2011	Ry	Siccieu St Julien et Carisieu	2.3ha	pâturage équin
	2012	St Hippolyte	Crémieu	0.78ha	rien
	?	St Julien	Siccieu St Julien et Carisieu	2ha	rien
Sans <i>Maculinea arion</i>	-	St Baudille	St Baudille de la Tour	3.82ha	fauche
	-	Bénétan	Siccieu St Julien et Carisieu	0.87ha	fauche
	-	Carisieu	Siccieu St Julien et Carisieu	3.3ha	fauche
	-	Gillieu	Siccieu St Julien et Carisieu	1.9ha	fauche
	-	La Garenne	Dizimieu	0.73ha	fauche
	-	les Devinailles	St Hilaire de Brens	1.2ha	pâturage équin
	-	Leyrieu	Leyrieu	2.2ha	fauche
	-	Signalet	Dizimieu	0.7ha	fauche



Figure 5 : exemple d'un échantillonnage par transect d'appâts (St Baudille) : chaque point violet représente un appât.

Solenopsis fugax est la seule espèce signalée en Isère à l'heure actuelle. Les *Temnothorax* sont très rares en milieu prairial.

Les individus sont identifiés à l'aide d'une loupe binoculaire (x40 à x120) et d'une clef de détermination basée sur Seifert (2007). Une fois identifiées, les fourmis sont placées dans de l'alcool à 96° dans des tubes à centrifuger (2 ml), qui seront conservés à -20°C.

2) Echantillonnage des Lycaenidae

La méthode utilisée s'inspire de la méthode du « transect en lacet » utilisée par Gonseth (Pasche & al., 2007). C'est une approche semi-quantitative qui permet d'estimer les abondances relatives des espèces présentes sur la parcelle étudiée. Elle consiste en un comptage visuel des imagos le long d'un itinéraire fixé. Le transect est parcouru à vitesse constante (2-3km/h). Dans notre cas, chaque transect est réalisé sur les transects fourmis, donc sur 400m². Seuls les papillons présents dans un rayon de 5m sont pris en compte. Comme le montre la figure 1, l'observateur imagine un cube de 5m de hauteur et de largeur, et avance en comptant les individus situés dans ce cube. Dans notre étude, il ne s'agit pas seulement de chasse à vue ; les individus sont capturés puis mis dans un tube en attendant d'être identifié. Avec la méthode de Gonseth, un seul passage est réalisé sur le transect. Nous avons adapté cette méthode en capturant tous les Lycènes jusqu'à épuisement de la parcelle. Les transects sont donc parcourus jusqu'au moment où le temps de capture entre deux individus est supérieur à 10 minutes. Nous considérons à ce moment-là que la parcelle a atteint son taux d'épuisement.

Conditions de réalisation :

L'échantillonnage se fait en une seule journée. Les conditions météorologiques requièrent du soleil, un ciel dégagé et un vent nul ou faible.

Les sites sont échantillonnés deux fois chacun : une première fois début juin avant la sortie de l'Azuré du Serpolet, et une seconde fois mi-juillet, au moment de l'émergence du papillon.

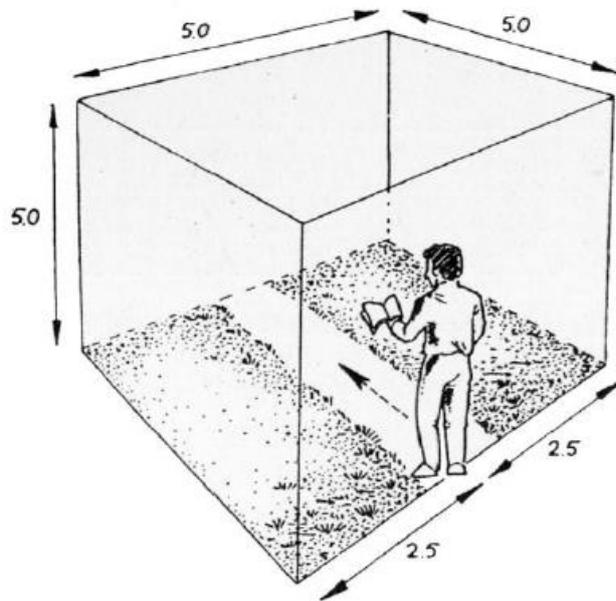


Figure 6 : Schéma du parcours d'un transect (Langlois, 2007)

3) La flore

Sur chaque site sont relevées toutes les espèces présentes. Les espèces dominantes sont relevées, leurs abondances relatives sont évaluées par la méthode de Braun-Blanquet, puis nous établissons la correspondance avec les Codes Corine Biotopes à l'aide de cette liste d'espèce. Enfin, une cartographie des habitats est réalisée pour chacune des pelouses sous Quantum GIS.

L'origan est repéré sur chaque site et cartographié sous QGIS. Son abondance est estimée chaque fois qu'il est rencontré et chaque massif est classé suivant son abondance.

4) Analyses

Les données fourmis, lycènes et floristiques sont analysées par des ACP et des AFC sur le logiciel R studio version 0.97.551 (**R Core Team**, 2013).

Le logiciel PAST version 2.17c (Hammer, Ø. Et al., 2001) permet de calculer des matrices de similarité par l'indice de Morisita qui a l'avantage de prendre en compte les espèces rares sans leur donner trop de poids dans l'analyse. Les matrices sont alors représentées 1) NM-MDS (non metric multidimensional scaling) et 2) par des arbres obtenus par méthode de clustering par UPGMA (moyenne par groupes appariés non pondérée).

Enfin, le logiciel Quantum GIS (Quantum GIS Development Team, 2012) est utilisé pour la cartographie des transects et de l'origan.

Résultats

1) Les communautés de fourmis

Au moins 28 espèces de fourmis ont été récoltées durant les inventaires (Tableau 3). Le Tableau 4 présente le nombre d'appâts où chaque espèce a été trouvée. Parmi ces espèces, les plus abondantes sur nos sites (en rouge et en gras dans le Tableau 3) sont *Lasius paralienus*, *Las. alienus*, *Formica gagates*, *Tapinoma sp*, *Tetramorium sp* et *Myr. sabuleti*. Les deux espèces de *Lasius*, les *Tetramorium* et les *Tapinoma* préfèrent des milieux chauds et secs, avec une densité de végétation moyenne. Les *Formica gagates* sont importantes car ce sont des espèces de forêts sèches et de lisières qui fourragent dans les herbes et les arbres. Elles sont dominantes et agressives et peuvent entrer en compétition avec *Myr. sabuleti*.

Les autres espèces du genre *Myrmica* sont importantes à considérer car elles peuvent elles aussi adopter des chenilles de *M. arion*, mais leur offrent des probabilités de survie plus faibles (Jansen & al., 2011). Elles sont aussi impliquées dans des relations facultatives avec d'autres lycènes. *Myr. schencki* et *Myr. specioides* vivent dans des milieux chauds et très secs, où la végétation est peu dense. *Myr. scabrinodis* vit dans des milieux beaucoup plus humides et des températures plus basses que les espèces précédentes, avec une végétation beaucoup plus dense. *Myr. ruginodis* elle, préfère les milieux encore plus froids, un peu moins humides que *Myr. scabrinodis* avec une végétation aussi dense que pour *Myr. scabrinodis*. Enfin, *Myr. sabuleti* préfère des milieux moins chauds et secs, que *Myr. schencki* et *Myr. specioides*, avec une végétation moyennement dense. La présence de *Crematogaster sordidula*, est surprenante, c'est la première fois qu'elle est signalée au nord de Valence en vallée du Rhône. C'est une espèce méditerranéenne qui apprécie les milieux très secs avec des roches affleurantes.

Tableau 3 : Liste des espèces inventoriées et les abréviations utilisées

Myrmicinae		Formicinae		Dolichoderinae	
Espèces	Abbréviations	Espèces	Abbréviations	Espèces	Abbréviations
<i>Aphaenogaster gibbosa</i>	<i>Aph.gibb</i>	<i>Camponotus aethiops</i>	<i>Cam.aet</i>	<i>Tapinoma sp</i>	<i>Tap.xxx</i>
<i>Aphaenogaster subterranea</i>	<i>Aph.sub</i>	<i>Camponotus piceus</i>	<i>Cam.pic</i>		
<i>Crematogaster sordidula</i>	<i>Cre.sor</i>	<i>Formica cunicularia</i>	<i>For.cun</i>		
<i>Myrmecina graminicola</i>	<i>Mya.gra</i>	<i>Formica fusca</i>	<i>For.fus</i>		
<i>Myrmica ruginodis</i>	<i>Myr.rug</i>	<i>Formica gagates</i>	<i>For.gag</i>		
<i>Myrmica sabuleti</i>	<i>Myr.sab</i>	<i>Formica pratensis</i>	<i>For.pra</i>		
<i>Myrmica scabrinodis</i>	<i>Myr.sab</i>	<i>Formica rufibarbis</i>	<i>For.ruf</i>		
<i>Myrmica schencki</i>	<i>Myr.sch</i>	<i>Lasius alienus</i>	<i>Las.ali</i>		
<i>Myrmica specioides</i>	<i>Myr.spe</i>	<i>Lasius emarginatus</i>	<i>Las.ema</i>		
<i>Pheidole pallidula</i>	<i>Phei.pul</i>	<i>Lasius niger</i>	<i>Las.nig</i>		
<i>Solenopsis sp</i>	<i>Sol.xxx</i>	<i>Lasius paralienus</i>	<i>Las.par</i>		
<i>Strongylognathus testaceus</i>	<i>Str.tes</i>	<i>Plagiolepis pygmaea</i>	<i>Pla.pyg</i>		
<i>Temnothorax sp</i>	<i>Tem.xxx</i>	<i>Plagiolepis taurica</i>	<i>Pla.tau</i>		
<i>Tetramorium sp</i>	<i>Tet.xxx</i>				

Tableau 4 : Nombre d'appâts occupés par chaque espèce de fourmis

Sites	aph. sub	cam. aet	cre. sor	for. gag	for. cun	las. ali	las. par	myr. sab	myr. sca	myr. sch	myr. spe	tap. xxx	tet. xxx	Nb appâts /site
Signalet	0	5	0	59	0	27	0	56	0	0	0	17	24	111
St Julien	0	8	0	2	0	1	11	38	0	0	0	28	4	102
Leyrieu	0	0	0	0	0	2	0	9	0	0	0	96	8	100
Lemps	1	10	50	33	19	12	3	45	0	0	0	39	0	100
St Baudille	0	1	0	9	6	2	15	63	0	0	0	68	8	100
Moras	1	8	0	91	0	2	0	53	0	0	0	33	0	92
Moirieu	0	0	0	26	9	46	42	30	1	2	12	3	3	100
St Hippolyte	0	0	4	38	15	21	11	27	0	0	0	11	26	99
Benetan	0	4	1	4	5	9	45	39	1	6	8	23	25	100
Devinailles	0	0	0	4	21	1	65	11	0	0	0	12	23	100
Garenne	0	0	2	0	3	52	24	11	0	0	25	16	36	100
Carizieu	2	10	0	50	2	16	5	29	1	0	1	21	3	100
Dizimieu	0	1	0	4	15	0	6	19	0	0	0	52	36	89
Gillieu	0	0	0	11	5	0	54	14	22	0	9	5	15	100
Ry	0	0	6	0	7	2	64	17	0	0	0	0	10	100

L'arbre de la figure 7 représente la répartition des sites selon l'occurrence des fourmis sur les appâts. Il distingue deux groupes, soutenus par une valeur de bootstrap élevée. D'après les abondances du Tableau 4, il en ressort une forte proportion de *Lasius paralienus* dans le groupe de Moirieu, Garenne, Benetan, Ry, Devinailles et Gillieu. Pour le reste des sites, il y a une plus forte proportion de *For. gagates* et *Tapinoma* ; de plus de dernier groupe présente l'espèce *Cam. aethiops*, totalement absente des autres sites. En outre, les sites Moras, Carizieu, Signalet et St Hippolyte sont proches sur l'arbre, de même pour Dizimieu, St Julien et St Baudille, tandis que Lemps et Leyrieu sont à part.

La figure 8 représente aussi la répartition des sites selon l'occurrence des fourmis sur les appâts. Le résultat est similaire à celui que donne la figure 6 ; les axes 1 et 2 expliquent environ 80% de la variabilité. L'axe 1 sépare les sites Moirieu, Garenne, Benetan, Ry, Devinailles et Gillieu du reste des sites. Moras, Carizieu, Signalet et StHippolyte sont très proches, St Baudille et St Julien sont très proches, Dizimieu est un peu plus loin. Lemps et Leyrieu sont toujours des sites très à part. L'axe 2 n'est pas très explicatif, cependant il sépare Carizieu, Signalet, St Hippolyte, Moirieu, Garenne et Moras du reste des sites ; de plus, il montre que Leyrieu est vraiment très éloigné de l'ensemble des sites. Le cas de Lemps peut s'expliquer facilement ; l'espèce *Cr. sordidula* est complètement dominante sur ce site, alors qu'ailleurs elle n'est que très faiblement représentée ou complètement absente. Ceci montre que Lemps est un milieu très sec là où la fourmi est retrouvée : sur la moitié Sud-Est de la prairie et au Nord-Ouest de la prairie. Entre les deux c'est *My. sabuleti* qui est trouvée sur les appâts. Sur Leyrieu, ce sont les *Tapinoma* qui sont en très forte abondance, beaucoup plus que sur les autres sites, ce qui explique le caractère singulier de cette pelouse. En réalisant une analyse multivariée, nous retrouvons Ry, Devinailles et Gillieu toujours groupés ensemble car ils ont une forte proportion de *Las.paralienus*, par contre Garenne et Moirieu abritent beaucoup de *Las. alienus* et *Myr. specioides*, ce qui explique pourquoi ils ne sont plus groupés avec les 3 autres sites; la forte abondance de *L. alienus* les éloigne des 3 autres sites. Lemps et Leyrieu sont toujours à part, influencés par leur espèce dominante, respectivement *Cre. Sordidula* et *Tapinoma*. St Baudille et St Julien sont tous deux proches de Leyrieu car ils présentent aussi beaucoup de *Tapinoma*. Enfin cette ACP montre que Carizieu et Signalet sont regroupés grâce à *For. Gagates* qui est l'espèce dominante sur ces parcelles. Les sites sont fortement influencés par les fourmis dominantes qu'ils abritent. Les mêmes analyses sont

faites sur les deux autres communautés dans le but de voir si leur réponse est similaire à celles que donne la communauté de fourmis.

En réalisant une analyse multivariée (Fig. 9), nous retrouvons Ry, Devinailles et Gillieu toujours groupés ensemble car ils ont une forte proportion de *Las.paralienus*, par contre Garenne et Moirieu abritent beaucoup de *Las. alienus* et *Myr. specioides*, ce qui explique pourquoi ils ne sont plus groupés avec les 3 autres sites; la forte abondance de *L. alienus* les éloigne des 3 autres sites. Lemps et Leyrieu sont toujours à part, influencés par leur espèce dominante, respectivement *Cre. Sordidula* et *Tapinoma*. St Baudille et St Julien sont tous deux proches de Leyrieu car ils présentent aussi beaucoup de *Tapinoma*. Enfin cette ACP montre que Carizieu et Signalet sont regroupés grâce à *For. Gagate*s qui est l'espèce dominante sur ces parcelles. Les sites sont fortement influencés par les fourmis dominantes qu'ils abritent. Les mêmes analyses sont faites sur les deux autres communautés dans le but de voir si leur réponse est similaire à celles que donne la communauté de fourmis.

La figure 7 représente la densité de nids de *Myr. sabuleti* sur 400m². Nous considérons qu'un appât occupés par des individus de *Myr. sabuleti* atteste de la présence d'au moins un nid autour de l'appât. Donc le nombre d'appâts occupés par *Myr. sabuleti* est ramené sur 400 m² pour homogénéiser les résultats. Les transects ont été réalisés sur 400m². L'occurrence totale de *Myr. sabuleti* calculée pour 1600m² est ramenée à 400m². A gauche sont représentés les sites sans *M. arion*, à droite les sites où *M. arion* est présent. Ce graphique met en avant les différentes densités de nids de fourmis de chaque site. Les sites sans *M. arion* ont une densité en fourmilière supérieure à la densité minimale nécessaire au maintien d'une population d'Azurés du Serpolet viable, c'est-à-dire 20nids/400m². Seuls deux sites sont en dessous de cette densité minimale.

Les sites à *M. arion* ont des densités de nids plus faibles ; en moyenne il y a 9 nids pour 400m² sur les sites sans *M.arion* contre 6 nids/400m² pour les sites abritant *M. arion* (différence non significative, Welch Two Sample t-test, $t = 1.2211$, $df = 11.214$, $p\text{-value} = 0.2471$). Parmi eux, 4 sites sont en dessous de la densité minimale, un seul atteint tout juste la densité minimale requise. 3 sites seulement ont des densités en nids de *My.sabuleti* supérieures à la densité minimale.

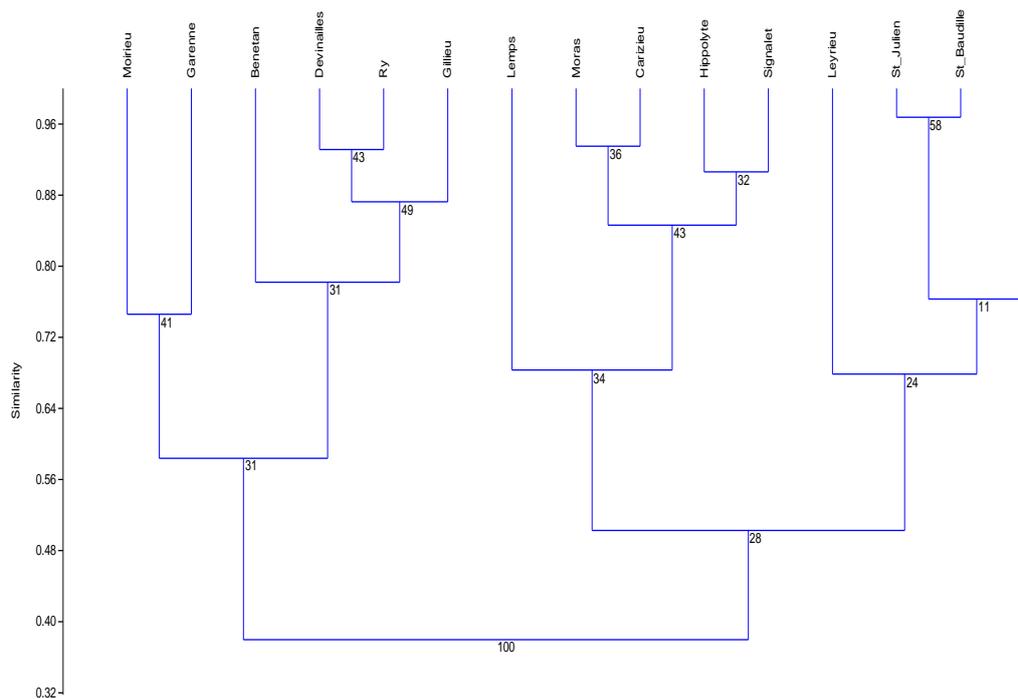


Figure 7 : Dendrogramme des similarités entre les sites d'étude réalisée à partir des occurrences totales des espèces de fourmis pour chaque site avec l'indice de Morisita (Clustering par UPGMA)

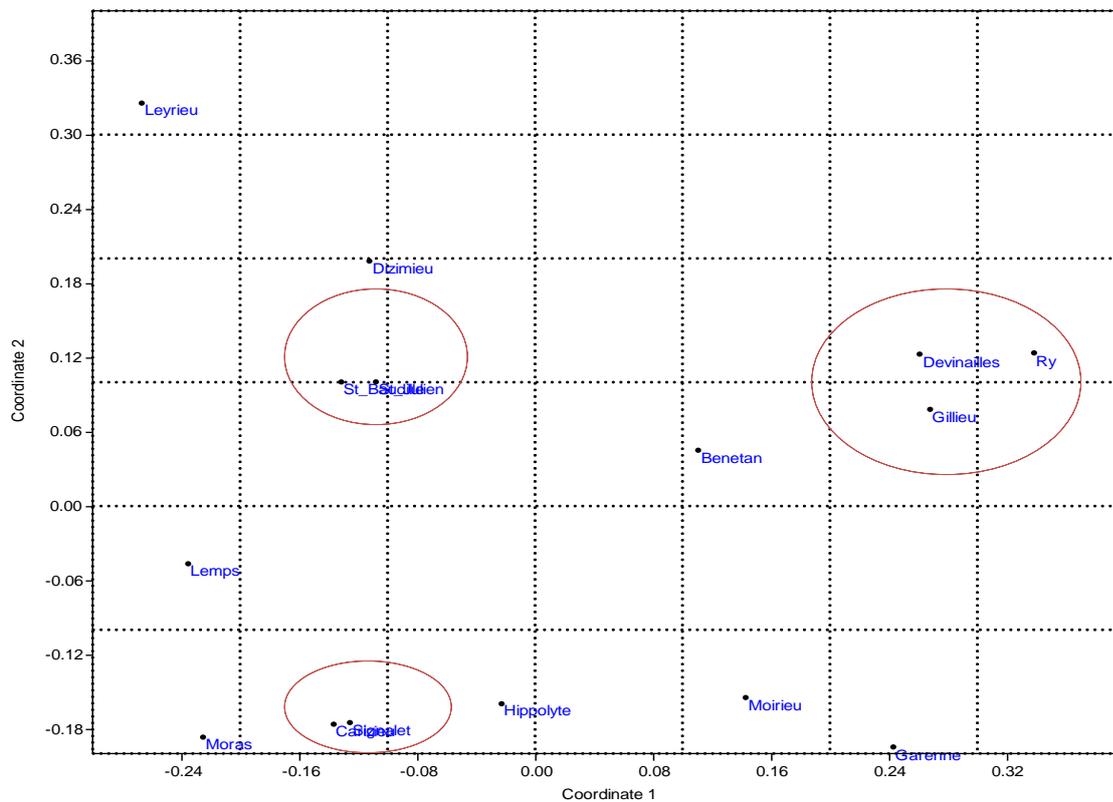


Figure 8 : Analyse des similarités par NM-MDS entre les sites basée sur les occurrences des espèces de fourmis sur chaque site, avec l'indice de Morisita, axe 1 et 2 expliquant respectivement 55% et 26%

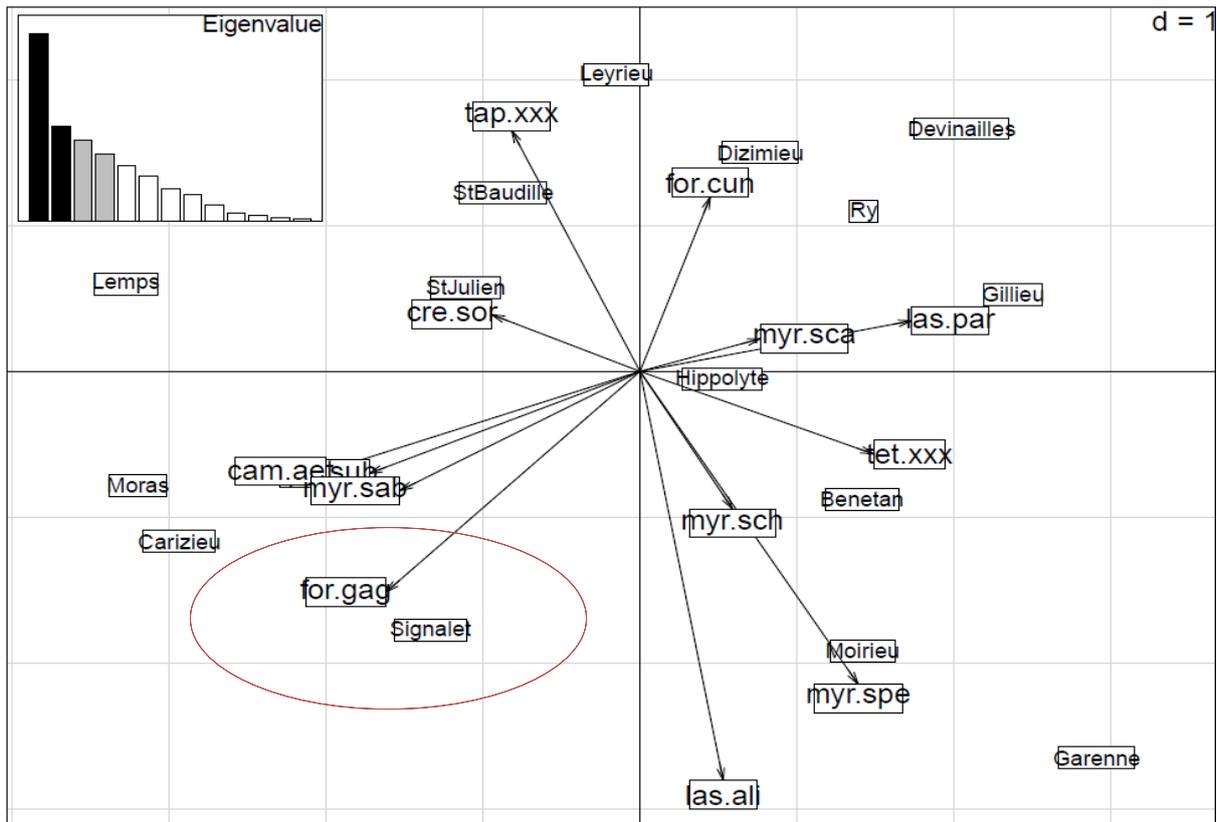


Figure 9 : Analyse en Composante Principale sur l'occurrence des fourmis sur les appâts, en axe 1 et 2 représentant respectivement 30% et 15% de la variabilité

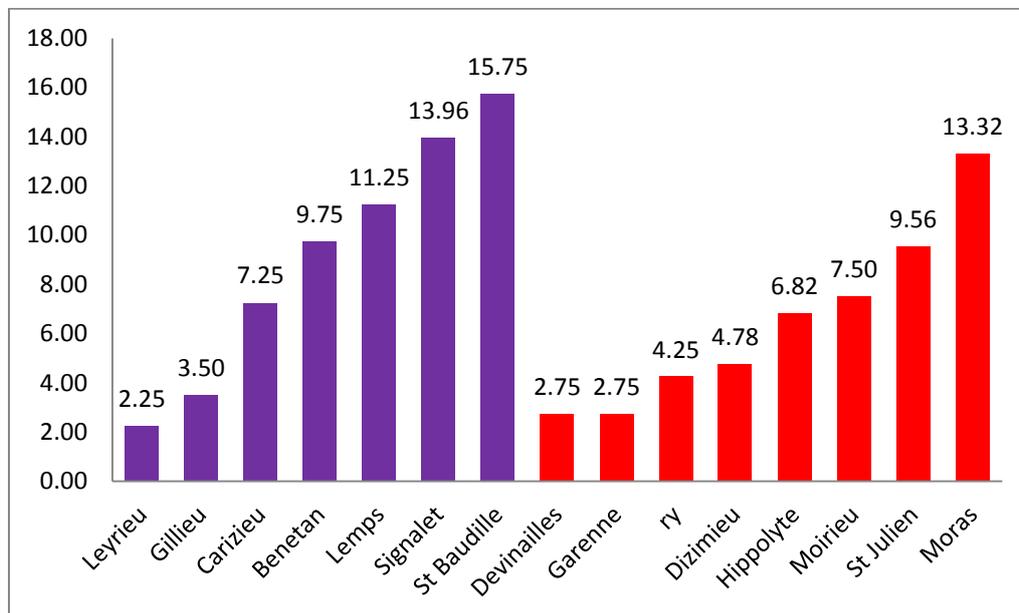


Figure 10 : Densité de nids de *Myrmica sabuleti* pour 400m² (en rouge les sites à *M. arion*, en violet les sites sans *M. arion*)

Tableau 5 : Sites avec ou sans *M. arion* après les inventaires

	Sites avant l'étude	Sites après les inventaires
Avec <i>Maculinea arion</i>	Dizimieu	Dizimieu
	Lemps	La Garenne
	Moirieu	les Devinailles
	Moras	Moirieu
	Ry	Moras
	St Hippolyte	Ry
	St Julien	St Hippolyte St Julien
Sans <i>Maculinea arion</i>	St Baudille	Bénétan
	Bénétan	Carisieu
	Carisieu	Gillieu
	Gillieu	Lemps
	La Garenne	Leyrieu
	les Devinailles	Signalet
	Leyrieu	St Baudille
	Signalet	

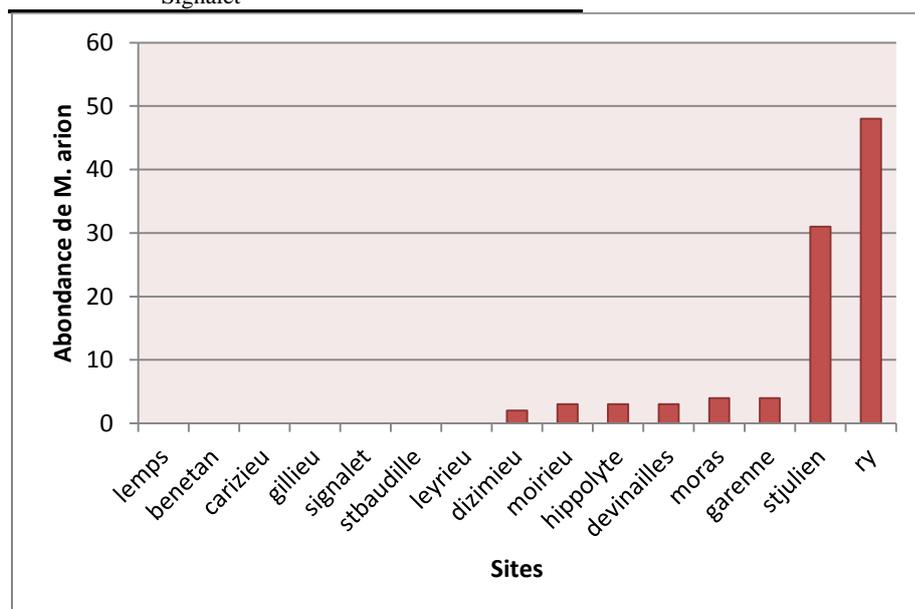


Figure 11 : Abondance du *Maculinea arion* sur les sites d'études

2) Analyses sur les Lycènes

Au total, ce sont 17 espèces qui ont été inventoriées sur les 15 sites d'études (Figure 11 et liste des espèces Annexe 1).

Maculinea arion

Les données de présence de *M. arion* dates pour certains sites de plusieurs années et certains sites ne présentent plus le papillon aujourd'hui ou au contraire, ont été découvert cette année comme sites colonisés par cet azuré (Tableau 4). Le site de l'étang de Lemps abritait le papillon en 2002. En 2013, *M. arion* n'a pas été trouvé sur ce site ; il fait donc partie des sites sans *M. arion*. Les sites de la Garenne et les Devinailles ont été choisis pour l'étude car le papillon était absent sur ces sites. Or en 2013, les inventaires ont révélé que plusieurs Azurés du serpolet étaient présents sur ces deux sites.

Il y a maintenant 8 sites avec le papillon et 7 sites sans le papillon. Sur la figure 11, les abondances de *M. arion* sur chacun des sites font ressortir deux sites : St Julien et Ry, deux stations pour lesquelles ce papillon est particulièrement abondant.

La communauté des Lycènes

La figure 12 récapitule les abondances des espèces de lycènes aux deux périodes d'inventaires. Durant le premier inventaire l'espèce la plus abondante est *L. bellargus*, suivie de près par *L. hispana*. Durant la seconde période d'inventaire, correspondant à l'émergence de *M. arion*, c'est *P. icarus* qui est la plus abondante, tandis que *L. bellargus* et ont une abondance très faible voire nulle.

L'ACP réalisée sur les abondances des Lycènes (Figure 13), montre que toutes les variables « sites » vont dans un même sens : elles pointent toutes vers les valeurs positives de l'axe 1, tandis que la plupart des lycènes se trouvent du côté des valeurs négatives de l'axe 1, excepté pour les espèces les plus abondantes : *L. bellargus*, *L. hispana* et *P. icarus*.

L'axe 2 semble également influencé par ces 3 espèces ; en haut de l'axe 2, on retrouve les sites où *P. icarus* est le plus abondant : la Garenne, Gillieu et Moras. En bas de l'axe 2, on retrouve les sites où *bellargus* est le plus abondant comme Leyrieu, St Julien, Lemps, St baudille, Carizieu.

Les autres sites, les Devinailles, St Hippolyte, Signalet, Benetan et Carizieu ne présentent pas d'espèce dominante ; sur ces sites, on trouve en plus de *L. bellargus*, *L. hispana* qui est très abondant également. Certains comme St Hippolyte présentent les trois espèces avec des abondances qui supplantent celles des autres espèces.

Ry et Moirieu sont des sites à part ; Ry présente une forte abondance de *M. arion*, ensuite c'est *P. icarus* qui est le plus présent. Sur Moirieu, les espèces les plus abondantes sont *P. argyrognomon* et *C. semiargus*. Ceci explique leur faible influence sur l'axe 1. Sur l'axe 2 ils viennent se placer du côté de *P. icarus* car c'est l'espèce la plus abondante sur ces sites après les espèces dominantes. La figure 14 regroupe les sites sur l'abondance totale des Lycènes sur les sites. En comparant avec l'ACP faite précédemment, nous observons que Ry et Moirieu sont encore séparés des autres sites car les espèces de papillons dominantes ne sont pas les mêmes que sur les autres parcelles Leyrieu, St Baudille et Lemps ont un indice de similarité supérieur à 0.9 ; les communautés de lycènes sur ces sites sont quasiment identiques. Devinailles et Signalet ont eux aussi une valeur de bootstrap élevée, et une similarité supérieure à 0.9, ce qui suppose que eux aussi ont des abondances de papillons semblables. Le reste de l'arbre n'est pas soutenu par des valeurs de bootstraps assez importantes pour tirer des conclusions valables sur autres les sites. La méthode d'analyse des similarités (MDS) reprend les mêmes résultats que l'ACP et l'arbre de la matrice de distance. Elle montre très clairement que Ry et Moirieu sont des sites très différents des autres. St Baudille, Leyrieu et Lemps sont toujours très proches, de même pour Devinailles et Signalet, Garenne et Gillieu.

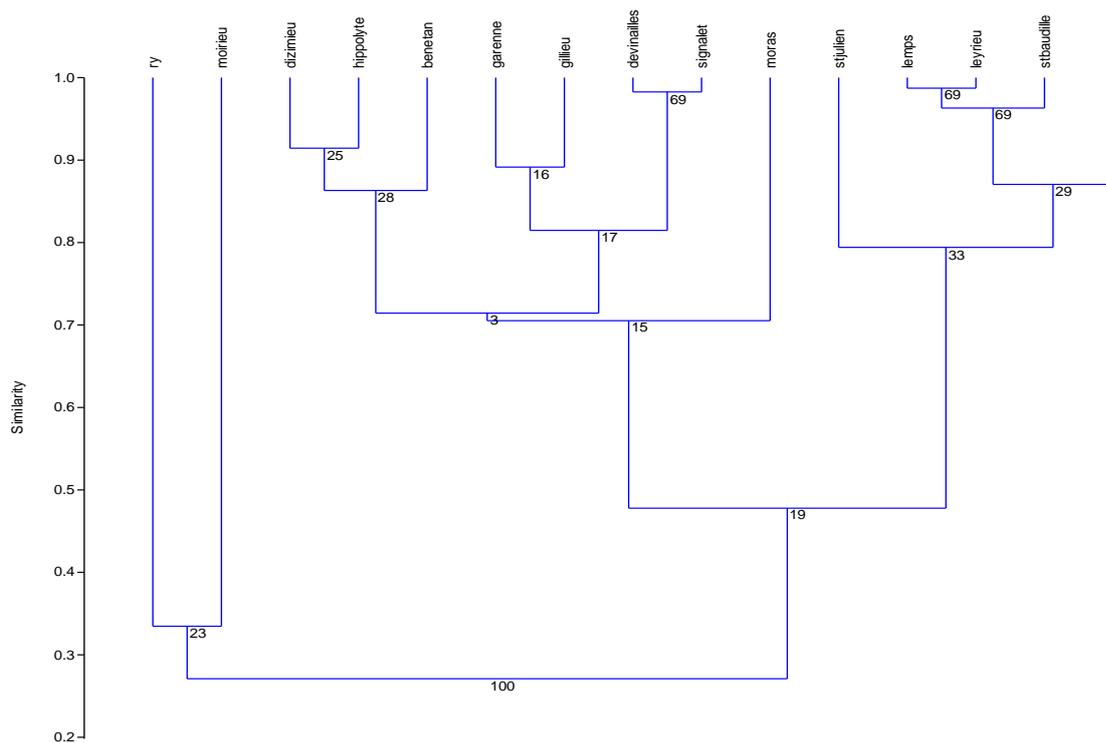


Figure 14 : Dendrogramme des sites d'étude réalisé à partir des abondances des espèces de Lycènes, avec l'indice de Morisita (Clustering par UPGMA)

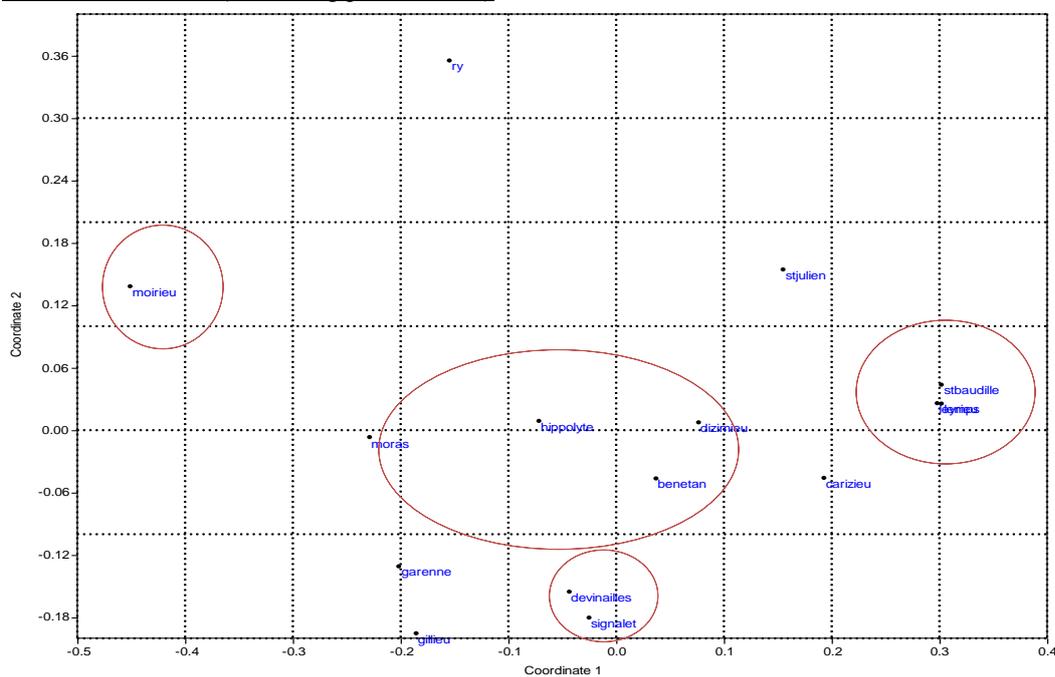


Figure 15 : Analyse des similarités et dissimilarités entre les sites basée les abondances des lycènes sur chaque site, avec l'indice de Morisita-Horn, axe 1 et 2 représentant respectivement 66% et 25%

3) Analyse floristique et gestion des sites

3.a) La flore

L'arbre construit à partir des inventaires floristiques sépare les sites en 3 groupes ; d'une part Devinailles, puis Garenne, et le reste des prairies. Ces séparations sont soutenues par des valeurs de bootstrap élevées, indiquant la robustesse de ces résultats. Pour le reste de l'arbre, les branches ont de faibles valeurs de bootstrap, qui ne nous permettent pas de tirer des conclusions sur la similarité entre les sites. Seuls St Julien et Moras ont une valeur de 67% de bootstrap, et une valeur de similarité de 0.7. Ces sites ont une végétation très similaire.

La figure 17 confirme ce qui a été remarqué précédemment. Le site de Devinailles a été enlevé de l'analyse car trop excentré de l'ensemble des sites ; cela nous permet d'avoir une meilleure visibilité de ce qu'il se passe pour le reste des sites.

L'axe 1 est plus explicatif que l'axe 2 qui représente une faible part de la variabilité. La figure est montrée deux groupes : le premier réunissant Moras, St Baudille, St Julien, Lemps, St Hippolyte, Benetan, Carizieu Signalet et Dizimieu. Pour le reste, Garenne, Leyrieu, Ry, Moirieu et Dizimieu, ils ne forment pas un groupe ; ils ont une végétation très différente de ceux entre eux et par rapport au groupe Moras, St Baudille, St Julien, Lemps, St Hippolyte, Benetan, Carizieu Signalet et Dizimieu. Moras et St Julien ont presque la même position sur l'axe 1 ce qui confirme qu'ils sont très proches en ce qui concerne leur végétation. Ici encore, nous pouvons faire les mêmes observations que pour les figures 16 et 17. L'ACP montre que Devinailles (en bas à droite) est influencé par l'absence de *Bromus erectus* qui se situe à l'opposé sur l'axe 1. D'après le tableau des abondances des végétaux, *Bromus erectus* est très abondant sur la plupart des sites excepté sur Garenne, Moirieu, Dizimieu, Ry. C'est ce qu'indique l'ACP : Signalet et Gillieu sont dominés par *Dactylis glomerata* ; Ry et Dizimieu ont une abondance élevée d'*Avena pubescens*. Le reste des sites doivent leur répartition au Brome. Moras et St Julien sont également influencés par le Brome, mais également par *Festuca sp.*, légèrement plus abondante pour St Julien que pour Moras.

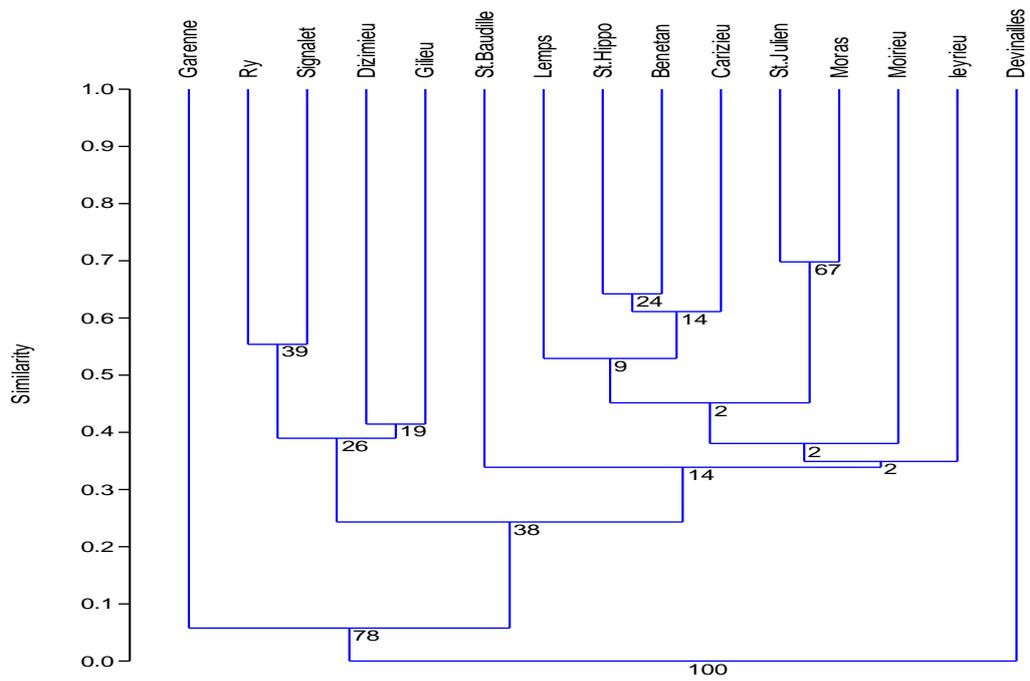


Figure 16 : Dendrogramme des sites d'étude réalisé à partir des valeurs de Braun-Blanquet d'abondance des espèces végétales, basé sur l'indice de Morisita

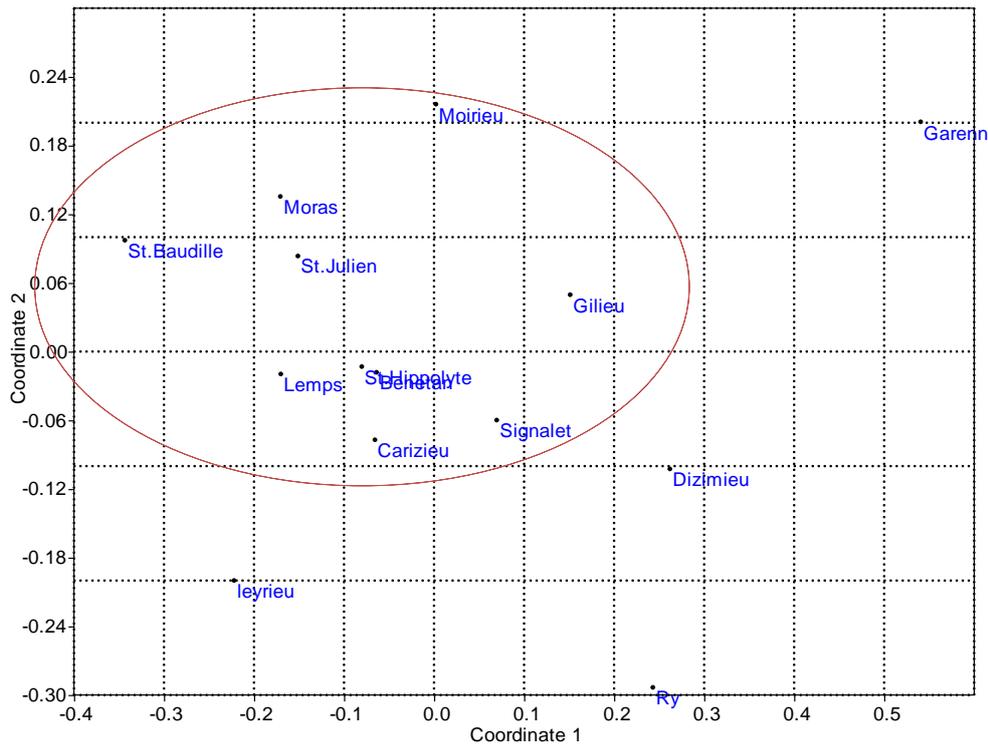


Figure 17 : Analyse des similarités entre les sites basée réalisée à partir des valeurs de Braun-Blanquet d'abondance des espèces végétales, basé sur l'indice de Morisita, l'axe 1 et 2 représentant respectivement 69% et 25%

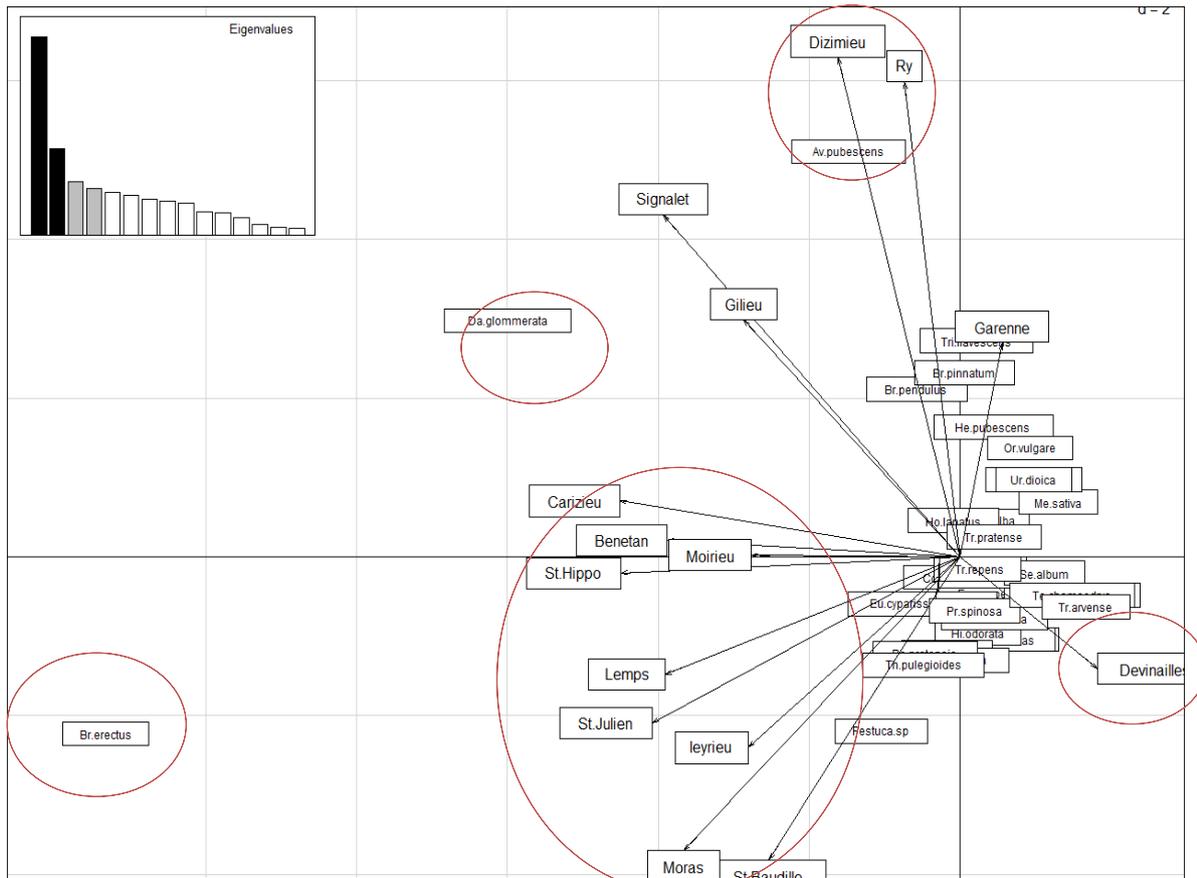


Figure 18 : Analyse en composante principale sur les espèces végétales dominantes, avec les axes 1 et 2 représentant respectivement 30% et 14% de la variabilité

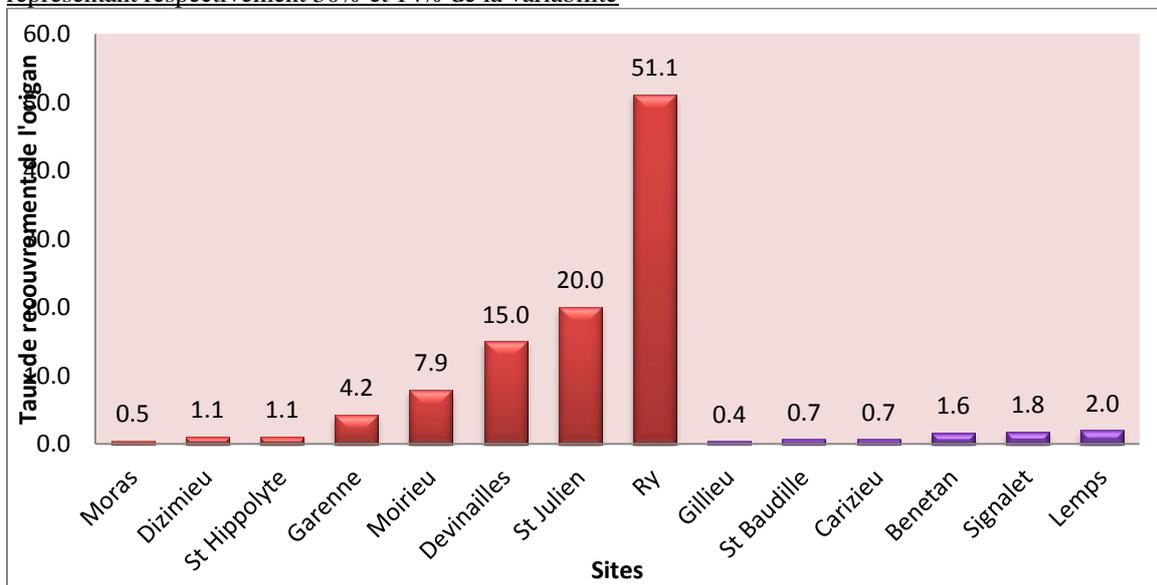


Figure 19 : Estimation du pourcentage de recouvrement de l'origan sur les pelouses (en rouge les sites à *M. arion*, en violet les sites sans *M. arion*)

3.b) L'origan

La figure 19 présente le taux de recouvrement de l'origan sur les pelouses. Le site de Leyrieu n'est pas représenté car nous n'avons pas trouvé d'origan sur cette pelouse.

Ce graphique met en évidence une grande différence entre les deux types de sites : les pelouses habitées par l'Azuré du Serpolet ont un taux de recouvrement d'origan nettement plus important que les sites sans *M.arion*. Trois sites ressortent : ce sont Ry, Devinailles et St Julien, trois sites pâturés particulièrement riches en plante-hôte. Ry et St Julien sont aussi les sites présentant le plus grand nombre de *M. arion*. A l'inverse, les pelouses sans *M. arion* ont un un taux de recouvrement très faible.

3.c) La gestion

Sur l'ACP de la figure 20, nous ne travaillons que sur la première dimension d'après le critère de l'inertie et l'éboullis des valeurs propres. Donc seul le premier axe nous intéresse.

L'axe 1 sépare la fauche de la pâture et des sites sans gestion ; *M. arion* se trouve du côté des sites pâturés et sans gestion, tandis que la plupart des autres espèces sont plutôt sur des sites fauchés. L'axe 2 n'est pas très explicite ; néanmoins il montre une différence entre la friche et les sites avec une gestion. Sur les 15 sites étudiés, tous les sites sans *Maculinea* sont fauchés. Les sites à *Maculinea arion* sont 3 sites sans gestion, 3 sites pâturés et 2 sites sont fauchés.

4) analyses simultanée des trois communautés

La figure 21 montre que la communauté végétale n'influe pas sur la répartition des sites. Les communautés de Lycènes et de fourmis sont plus informatives. Une première remarque est que la plupart des sites à *M. arion* sont rassemblés (entourés de rouge). Seuls manquent la Garenne et Devinailles, situés tous deux près de Bénétan. Ils sont menés par *P. icarus* qui domine largement sur ces sites.

Dans cette figure, nous observons également que *My.sabuleti* est très proche de *L. bellargus* et de *Polyommatus icarus* qui est positionné exactement à la même place que *My.sabuleti* (entouré de bleu). Or ce sont deux espèces qui établissent des relations facultatives avec la fourmi-hôte

de

M.

arion.

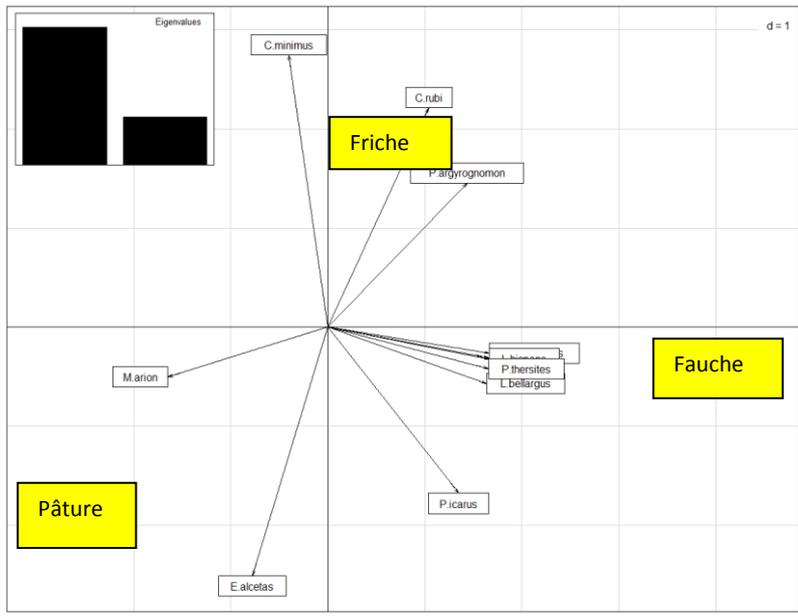


Figure 20 : Analyse en Composante Principale de l'impact de la gestion des sites sur les communautés de lycènes, avec les axes 1 et 2 représentant respectivement 74% et 26% de la variabilité

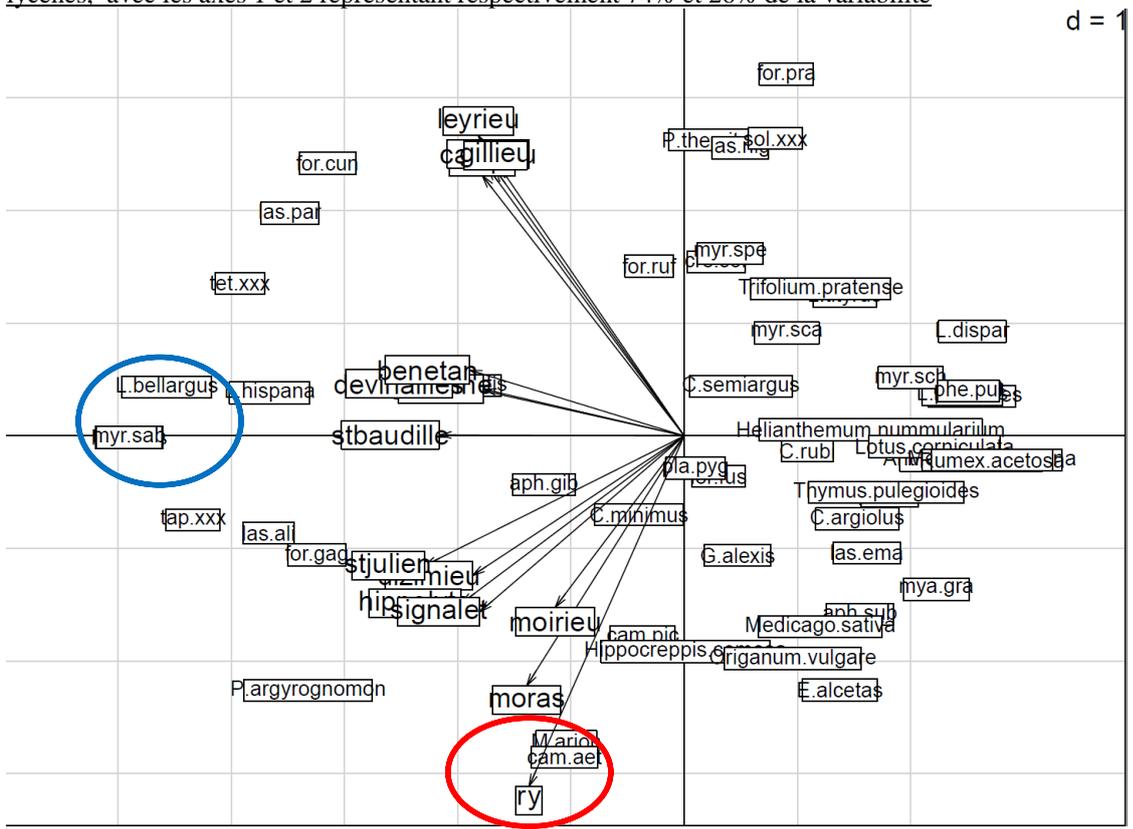


Figure 21 : Analyses en composantes principales sur les occurrences des communautés de Lycènes, de fourmis et de plantes avec les axes 1 et 2 représentant respectivement 35% et 13% de la variabilité

Discussion

Suite à nos inventaires, l'Azuré du Serpolet est présent sur 6 parcelles où il était attendu, et deux sur lesquelles il a été observé pour la première fois cette année. Seul un site qui abritait auparavant le papillon n'a montré aucun signe de la présence de *M. arion*. L'azuré du Serpolet est retrouvé en forte abondance sur deux pelouses, qui possèdent également une importante abondance d'origan.

Myrmica sabuleti a été trouvée dans tous les sites en quantité importante. De plus, nos résultats indiquent que la fourmi a une plus forte abondance sur les sites où *M. arion* est absent, tandis que le phénomène inverse se passe pour l'origan.

L'origan est donc le facteur limitant la présence de l'Azuré du Serpolet sur les pelouses. C'est sur cette espèce que la gestion des sites devra se concentrer avant tout pour que les sites soient favorables au cycle biologique de *Maculinea arion*.

Les sites ont dans l'ensemble une flore homogène, ils se différencient sur les ourlets d'origan plus ou moins importants suivants les sites.

Deux lycènes sont très abondants, *Polyommatus icarus* et *Lysandra bellargus*, qui sont les deux espèces dominantes sur la majorité des pelouses. *Lysandra bellargus* et *Maculinea arion* ont des périodes de vol différentes ; le premier de mai à juin, le second émerge seulement en juillet.

Les sites ont des communautés de fourmis semblables, avec une espèce clé : *Myrmica sabuleti*, toujours présente et abondante. Les autres espèces caractéristiques des pelouses échantillonnées sont *Formica gagates* qui est une espèce de lisière, *Lasius paralienus* et *Lasius alienus* et enfin, une dernière espèce, surprenante en Isle-Crémieu, *Crematogaster sordidula* qui est présente très au nord de son aire de distribution et est dominante sur un seul site.

1) Analyses des habitats et de l'origan

D'après la détermination des habitats, tous les sites sont mésophiles, excepté St Baudille de la Tour qui lui est méso-xérophile et Ry qui est une prairie maigre méso-hygrophile. Le site de St Baudille de la Tour a la plus grande abondance de *Myr. sabuleti*, tandis que les sites St Julien et Ry avec la plus grande abondance de *M. arion* ont une abondance de *Myr. sabuleti* plus faible. De plus, l'origan se trouve en forte densité sur des sites plus mésophiles tels que Ry et sur des sites embroussaillés comme les Devinailles ou St Julien, plutôt que sur des sites aussi secs que St Baudille, comme le montre la figure 17.

Ces résultats soulignent le fait que les milieux où *M. arion* est fortement présent, l'origan est en grande abondance et la fourmi a une abondance beaucoup plus faible que dans les milieux où *M. arion* est absent.

En effet, les fourmis-hôtes ont tendance à préférer les sites plus secs avec une végétation rase, contrairement à l'origan, mais cela ne l'empêche pas de se trouver sur des sites plus humides. L'origan, pousse davantage sur des sites mésophiles en voie de fermeture, et apparaît plus exigeant quant aux caractéristiques écologiques de son habitat. En résumé, la fourmi a un éventail d'habitats plus large que celui de l'origan. Le facteur réellement limitant à l'installation de l'Azuré du Serpolet sur nos pelouses se révèle être l'origan.

2) Présence et abondances de *Myrmica sabuleti*

La figure 7 présentant l'abondance de nids de *Myr. sabuleti*, montrent que la moitié des sites à *Maculinea arion* ont une faible abondance en fourmis-hôtes. Le résultat le plus inquiétant est celui de Ry, la plus grosse station de *Maculinea arion*, car contrairement à ce qu'il serait attendu vu l'importante densité en Azurés du Serpolet, les *Myr. sabuleti* sont en faible abondance. Cette observation dévoile un problème sur cette pelouse.

A l'inverse, seulement 2 sites sans *M. arion* sur 7, Leyrieu et Gillieu ont une faible abondance en *Myr. sabuleti*. En résumé, pour Carizieu, Benetan, St Baudille, Lemps et Signalet, l'absence de *M. arion* ne peut pas s'expliquer par la densité des fourmis-hôtes.

Pour Ry, sa faible densité de fourmis-hôtes peut s'expliquer par une trop forte pression de prédation de la part de l'Azuré du Serpolet, qui conduit à une surexploitation des fourmilières (Rozier, 1999). Cette surexploitation a un effet destructeur sur les nids de fourmis. La chute de la densité des nids de *My. sabuleti* sera alors suivie par la chute de la population des Azurés du Serpolet (Merlet & Houard, 2012). Ry a donc besoin d'une gestion permettant de

diminuer la pression de prédation sur les fourmis. Pour les Devinailles et Garenne, nous ne savons pas encore si le papillon est installé sur ces sites.

Le tableau du nombre d'appâts occupés par chaque espèce de fourmis nous permet de voir quelles sont les espèces les plus abondantes sur les sites. Ensuite, avec la carte des répartitions de nids de *Myr. sabuleti* sur les sites (Annexe 4), nous regardons si les répartitions des fourmis dominantes et de *My. sabuleti* se recourent. Si ce n'est pas le cas, c'est qu'une des espèces induit une compétition sur l'autre espèce. *For. gagates*, retrouvée très souvent sur nos transects, est l'une des fourmis les plus abondantes et les plus agressives. Nous avons supposé qu'elle pourrait être une gêne à l'activité des *Myrmica sabuleti*. Or, il s'avère que *For. gagates* n'empêche pas l'activité de *Myr. sabuleti* sur les pelouses. Leurs zones d'activité se recourent sur les transects. Bien que les *For. gagates* fourragent dans les herbes, leurs fourmilières se situent plus en zones boisées, tandis que les *Myr. sabuleti* vivent dans les pelouses (Seifert, 2007), donc leurs colonies ne sont pas en conflit.

Crematogaster sordidula et *Myr. sabuleti* semblent avoir une influence l'une sur l'autre. Sur Lemp, leur répartition spatiale est bien séparée, comme le montrent les transects posés sur ce site. Il y a très peu d'appâts qui présentent les deux espèces en même temps. La même conclusion est tirée pour *Las. alienus*, *Las. paralienus* ; en regardant leur répartition sur les sites, nous observons très peu d'appâts avec les deux espèces à la fois.

Pour *Tapinoma* et les *Tetramorium*, elles sont retrouvées plusieurs fois sur un même appât avec *Myr. Sabuleti*. Il y a donc moins de compétition entre *Myr. Sabuleti* et ces deux espèces.

Les chenilles de *Maculinea arion* et les ouvrières de *Myrmica sabuleti* ne peuvent interagir que si les distributions spatiales de nids de la fourmi-hôte et de la plante-hôte se recourent, donc se situent à une distance maximale de 2m l'une de l'autre. D'après la répartition des nids de *Myr. Sabuleti* et de l'origan, nous constatons qu'une partie des nids de *Myr. sabuleti* et des touffes d'origan sont bien à une distance de 2m maximum pour les sites à *M. arion*. Pour les sites sans *M. arion*, il y a peu ou pas de nids de fourmis-hôtes à proximité de l'origan.

3) Influence des Lycènes

M. arion apparaît sur les sites, quelles que soient les lycènes présents dans le milieu et quel que soit l'espèce qui domine : *L. bellargus*, *P. icarus*. Pourtant, du tableau résumant les espèces de fourmis hôte de chaque lycène (en annexe 3), il en ressort que *L. bellargus* et *P. icarus* peuvent former une association avec *Myr. sabuleti*. Bien que ce ne soit que des associations de type facultatif, les chenilles peuvent accaparer l'attention de la fourmi hôte de *M. arion* entraînant de ce fait une compétition sur un des hôtes obligatoire du papillon.

En outre, lors de l'émergence de *M. arion* en juillet, l'origan est une des rares plantes nectarifères qui fleurit à cette époque de l'année, pouvant subvenir aux besoins nutritifs des papillons. La disponibilité des fleurs d'origan peut être une source de rivalité entre Lycènes, les uns pour se nourrir à l'état adulte, et *M. arion* pour sa reproduction et sa croissance à l'état larvaire.

La figure 12 montre que pendant la période d'émergence de *M. arion*, *L. bellargus* est presque absent des pelouses. Les espèces dominantes sont à ce moment-là *P. icarus*, *M. arion* et *P. argyrognomon*. Par conséquent, lors de l'émergence de l'Azuré du Serpolet, *L. bellargus* n'est pas en mesure d'induire une compétition. Quant à *P. icarus*, il pourrait entrer en compétition avec *M. arion* ; lors du second inventaire de Lycènes, nous observons que ces deux espèces ne sont jamais sur un même site toutes deux en forte abondance ; il a toujours dominance de l'une ou de l'autre espèce.

Ainsi la plupart des Lycènes n'entrent pas en compétition avec *M. arion* à cause des dates d'émergence différentes (entre avril et juin pour la plupart des espèces, mi-juillet pour *M. arion*). De plus, l'émergence de l'Azuré du Serpolet a lieu entre deux générations de papillons, au moment où l'abondance des autres espèces devient beaucoup plus faibles. La compétition pour la disponibilité en fleurs d'origan est alors très diminuée. Seul *P. icarus* induit une compétition.

La figure 21 illustre cette conclusion ; elle souligne l'importance de *Myr. sabuleti* pour *P. icarus* et fait penser que cette association facultative a un impact important sur la survie de cette espèce.

Les analyses faites sur les trois communautés Lycènes, Fourmis et Plantes soulignent le facteur limitant à l'installation de *Maculinea arion* : l'origan. Son abondance et ses

exigences écologiques strictes complique la colonisation des milieux par *M. arion*. La gestion doit tenir compte de toutes ces réponses et d'établir des priorités pour savoir sur quelle communauté intervenir

4) La gestion

Sur l'ensemble des sites, trois gestions différentes sont appliquées : la fauche, le pâturage et la non-gestion des sites. A la fin des terrains, les inventaires ont mis en évidence que les sites sans *M. arion* sont exclusivement des sites fauchés. Cela ne signifie pas que la fauche est responsable de l'absence de *M. arion* sur ces sites, car la fauche n'est pas incompatible avec *M. arion* (EEA, 2013). Les sites où le papillon a été inventorié se trouvent être 3 sites pâturés, 3 sites sans gestion et 2 sites fauchés. Il est donc difficile d'émettre des hypothèses concernant les préférences de gestion du papillon n'ayant rien pour comparer, suite à la colonisation de nouveaux sites par *M. arion* cette année. Il est possible que le pâturage épargne plus l'origan, que la fauche qui détruit radicalement les fleurs d'origan (Rozier, 1999), ce qui expliquerait qu'il y a plus de sites pâturés habités par l'Azuré du Serpolet que les sites de fauche. De plus, l'origan étant une plante de recolonisation, les sites comme St Julien sans aucune gestion ont une densité en Origan plus importante que les sites fauchés.

Les deux sites fauchés abritant *M. arion* sont Moirieu et la Garenne. Sur Moirieu, l'origan sur ce site se trouve dans la lisière ; or, nos transects révèlent près de la lisière (distance de 2m) un grand nombre de nids de *Myr. sabuleti*, ce qui favorise l'adoption des chenilles de *M. arion*. Pour Garenne, le site est à côté d'un champ pâturé de poneys où des patches d'origan ont été trouvés. Ceci peut expliquer la présence de *M. arion* sur ce site pourtant fauché.

5) Préconisations de gestion :

Les pelouses sèches doivent leur régression et leur fragmentation à l'intensification des pratiques agricoles ; cependant, dans certaines régions, le déclin des pelouses est dû à l'abandon des parcelles qui conduit petit à petit à la fermeture du milieu (EEA, 2013). Les pelouses sèches de notre étude sont des pelouses sèches de type secondaires ; ce sont des

milieux instables, qui sans intervention humaine ne peuvent se maintenir seuls (Maubert et Dutoit, 1995). Les papillons des pelouses sèches sont également dépendants de ces activités ; les causes du déclin de ces insectes sont essentiellement les changements d'utilisation des parcelles agricoles. L'intensification agricole font disparaître les plantes-hôtes des papillons du milieu, empêchant leur reproduction ; l'absence de gestion amène aux mêmes résultats à plus long termes avec l'augmentation de la hauteur de la végétation et le remplacement peu à peu des plantes-hôtes par des broussailles, puis de la forêt (EEA, 2013).

Il est donc indispensable de garder une gestion sur les pelouses. Deux pratiques de gestion sont déjà en place à l'heure actuelle sur les sites d'étude: la fauche et le pâturage. Ces deux méthodes sont compatibles avec le maintien des pelouses, de leur biodiversité, et des populations d'Azuré du Serpolet, à condition de les adapter.

❖ le pâturage :

Les troupeaux présents sur les sites sont uniquement constitués d'équidés. Ces animaux ont une utilisation de leur milieu bien particulière. Ils créent des zones de refus de pâture, qui constituent des zones où les animaux ne broutent pas (Leray et al). En conséquence, la prairie est une succession de zones d'herbe rase où la pression de pâturage est très forte, et de zones d'herbes hautes et d'ourlets où les équidés font leurs besoins. Ce type de terrain est observé sur les Devinailles et sur la pelouse de Ry.

C'est dans ces zones de refus de pâture que l'origan se développe, ce qui explique l'arrivée de *M. arion* sur les Devinailles ; ce site est devenu, grâce à ce type de pâturage, propice à la vie du papillon. En effet, c'est un des avantages de ce type de gestion ; les troupeaux permettent d'avoir un habitat hétérogène, qui augmente la diversité en Lépidoptères.

Pour les sites de Ry et Dizimieu, la gestion en place permet la colonisation du milieu par l'Azuré du Serpolet. Pour les Devinailles, il y a nécessité d'un suivi pour savoir si le papillon s'est installé sur ce site ou si il est juste de passage afin de savoir si la gestion actuelle est suffisante ou si un ajustement est nécessaire.

Nous conseillons donc de continuer avec le pâturage équin, tant qu'il reste extensif, l'origan ne supportant pas les perturbations (piétinement, broutage...) trop importantes.

❖ la fauche :

La fauche est une méthode ancestrale de gestion des pelouses (Pierron, 2012). Seulement c'est une technique de gestion utilisée pendant la floraison de l'origan, provoquant la destruction de la plante-hôte et empêchant la ponte du papillon. Une fauche tardive serait idéale (Rozier, 1999), mais il apparaît difficile de demander aux agriculteurs de retarder la fauche sur leurs pelouses.

Or, l'origan pousse généralement en bordure de lisière dans les prairies de fauche. Il serait plus judicieux de laisser une bande enherbée de 1m de large près de la lisière afin de laisser l'origan fleurir et ainsi de permettre une colonisation de la parcelle par *M. arion*. L'aménagement d'une bande enherbée n'est pas sans conséquence pour l'exploitant car cela réduit son rendement. Il existe aujourd'hui des systèmes tels que le réseau Natura 2000, des méthodes agro-environnementales qui permettent à tout agriculteur souhaitant consacrer une partie de leurs parcelles à des fins environnementales, de recevoir des indemnités pour couvrir leur manque à gagner suite à l'aménagement de bandes enherbées (Philippe & al., 2008).

❖ Friche

Pour les sites sans gestion tels que St Hippolyte, St Julien et Moras, nous conseillons de mettre en place une gestion, pâturage ou fauche, afin de rouvrir le milieu et de maintenir les pelouses ouvertes. Le pâturage est la gestion idéale tant qu'il reste extensif. Des éleveurs de la région peuvent faire paître leur troupeau un temps limité sur les parcelles. Mais cela n'est pas toujours possible de faire venir un troupeau ; la fauche est aussi une bonne alternative. Une fauche tardive semble la meilleure solution ; elle évite de perturber les plantes-hôtes, notamment l'origan, et laisse aux chenilles le temps aux chenilles de se faire adopter par une fourmière. La fauche ayant tendance à homogénéiser le milieu, nous conseillons de ne pas faucher l'intégralité de la parcelle, mais de faucher par bandes. La partie non fauchée permet de cette manière des laisser des zones de refuges pour les plantes-hôtes pour que les papillons puissent continuer à pondre mais après la fauche (Rozier, 1999).

Merlet et Houard (2012), soulignent dans leur article que la gestion des sites à *M. arion* doit tenir compte de la pression de prédation qu'amène une grande population d'Azurés du Serpolet. *Maculinea arion* s'organisant en métapopulation (Rozier, 1999 ; Dupont, 2010), il est nécessaire en plus de la fauche et le pâturage, de raisonner sur des macro-habitats. La prairie de Ry est un exemple de surexploitation des colonies de fourmis par les chenilles de l'Azuré du Serpolet. Nos sites d'études sont des ensembles de micro-habitats favorables, constitués de nids de *Myr. sabuleti* à proximité d'un patch d'origan pour *M. arion*, qui forment une station. Ces stations entre elles sont trop éloignées pour qu'il y ait des échanges entre les populations, car les adultes ont une mobilité qui varie entre 200 et 400m (Dupont, 2010). Il y a donc besoin de faire des prospections à proximité des sites et d'aménager des corridors entre les parcelles.

6) Perspectives

Cette étude a été réalisée en Isle Crémieu pour la première fois cette année. Pour affiner les résultats obtenus, elle a besoin d'un suivi reprenant les méthodes utilisées en améliorant certains points.

Sur les sites de Lemps, St Baudille, Leyrieu et Signalet les transects fourmis doivent refait près des patches d'origan, afin de voir si des nids de *Myrmica sabuleti* sont présents et en densité suffisante. De même pour les transects de Bénétan car le site est en fait une mosaïque d'habitats, avec la partie au Sud très sèche et la partie Nord beaucoup plus humide.

Une troisième session d'inventaire des Lycènes serait intéressante à faire. Elle permettrait de voir si il y a une compétition entre *M. arion* et les autres Azurés lors de l'émergence de la seconde génération de lycènes. De plus, en même que les inventaires Lycènes, un inventaire des plantes à fleurs permettrait de voir l'enchaînement des plantes-hôtes de chaque Lycène et d'expliquer la période à vide entre deux générations de certaines espèces.

Outre la compétition engendrée par les papillons, nous avons pu observer sur les sites fauchés que l'origan repousse après la fauche, mais ne fleurit pas au moment de l'émergence de *M. arion*. Ces touffes d'origan fleurissent probablement plus tard. Il aurait été intéressant

de voir, durant la troisième session d'inventaires, si ces fleurs sont utilisées pour la ponte par les femelles *M. arion* encore présentes à cette période.

Les *Maculinea arion* s'organisant en sous-populations, une prospection afin de chercher les parcelles à origan autour de nos sites permettrait de repérer les lieux potentiellement favorable à *M. arion* et pouvant avoir un rôle de micro-habitat.

Bibliographie

Agosti D., Majer J. D., Alonso L. E. and Schultz T. R., 2000. Standard methods for measuring and monitoring biodiversity, *Biological Diversity Handbook Series*, 280p.

Casacci L.P., Witek M., Barbero F., Patricelli D., Solazzo G., Balletto E., Bonelli S., 2011. Habitat preferences of *Maculinea arion* and its *Myrmica* host ants: implications for habitat management in Italian Alps, *Journal of Insect Conservation*, 15: 103-110.

Damm Als T., Nash D.R., Boomsma J.J., 2001. Adoption of parasitic *Maculineaalcon* caterpillars (Lepidoptera: Lycaenidae) by three *Myrmica* ant species. *Animal Behaviour*, 62, p. 99-106.

Directive 97/62/CEE du Conseil du 27 octobre 1997 portant adaptation aux progrès techniques et scientifiques de la Directive 92/43/CEE concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages.

Dupont P., 2010. Plan National d'actions en faveur des *Maculinea*. Office pour les insectes et leur environnement-Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, 138p.

Elmes G. W. and Thomas J.A., 1992. Complexity of species conservation in managed habitats: interaction between *Maculinea* butterflies and their ant hosts. *Biodiversity and Conservation*, 1:155-169.

Elmes G. W., Thomas J.A., Wardlaw J.C., Hochberg M.E., Clarke R.T. and Simcox D.J., 1998. The ecology of *Myrmica* ants in relation to the conservation of *Maculinea* butterflies. *Journal of Insect Conservation*, 2:67-78.

European Environment Agency, 2013, The European Grassland Butterfly Indicator: 1990–2011, EEA Technical report No 11, 34 pages

Faure E., 2007. Suivi de milieux ouverts dans le parc naturel régional du Lubéron par des papillons de jour (Rhopalocères) bioindicateurs. *Courrier scientifique du Parc naturel régional du Lubéron*, 8, p. 86-101.

Fiedler K., 1989. European and North West African Lycaenidae (Lepidoptera) and their associations with ants, *Journal of Research on the Lepidoptera*, 28(4): 239-257.

Fleishman E., Murphy D.D., 2009. A realistic assessment of the Indicator potential of butterflies and other charismatic taxonomic groups. *Conservation Biology*, Volume 23 n°5 1109-1116.

Griebeler E. M. & Seitz A. (2002). An individual based model for the conservation of the endangered Large Blue Butterfly, *Maculinea arion* (Lepidoptera: Lycaenidae). *Ecological Modelling*. Numéro 156, volume 1. Pages 43-60.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., and P. D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp.

Jansen G., Vepsäläinen K., Savolainen R., 2011. A phylogenetic test of the parasite-host associations between *Maculinea* butterflies (Lepidoptera: Lycaenidae) and *Myrmica* ants (Hymenoptera: Formicidae). *European Journal of Entomology*, 108: 53-62.

Kremen C., 1992. Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas
Lafranchis T., 2000. Les papillons de jour de France, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles. Collection Parthénope, éditions Biotope, Mèze (France), 448p.

Lafranchis T., 2007. Papillons d'Europe, DIATHEO

Langlois D., Gilg O., 2007. Méthode de suivi des milieux ouverts par les Rhopalocères dans les Réserves Naturelles de France. Révision de la proposition de protocole 2002. Réserves Naturelles de France, 34p.

Laubert K., Wagner G., 2007. Flora Helvetica, Flore illustrée de Suisse. Eds. *Paul Haupt*, 1615p.

Leray O., Battegay S., Fleurance G., Trillaud-Geyl C. Les prairies destinées au pasturage des chevaux. Quelques principes et repères pour mieux les exploiter. Les Haras nationaux, 59p. http://www.prairiales-normandie.com/iso_album/p_pin04_6.pdf

Louvel J., Gaudillat V. & Poncet L., 2013. *EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce.* MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.

Luque C., Gers C., Lauga J., Mariano N., Wink M., Legal L., 2007. Analysis of forestry impacts and biodiversity in two Pyrenean forests through a comparison of moth communities (Lepidoptera, Heterocera), *Insect Science*, 14, p.323-338.

Maccherini S., Bacaro G., Favilli L., Piazzini S., Santi E., Marignani M., 2009. Congruence among vascular plants and butterflies in the evaluation of grassland restoration success. *Acta oecologica*, 35, p. 311-317.

Maciejewski L., 2012. Etat de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000. *Rapport d'étude version 1, Service du Patrimoine Naturel, Muséum National d'Histoire Naturelle*
Manuel d'aide aux identifications:

Marciau R., Grossi J.-L., Poulin L., Guendon M., Campagne P., 1999. Inventaire des pelouses sèches de l'Ile Cremieu. AVENIR, 139 pages.

Maubert P., Dutoit T., 1995. Connaître et gérer les pelouses calcicoles. Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement.

Merlet F. & Houard X., 2012. Synthèse bibliographique sur les traits de vie de l'Azuré du Serpolet (*Maculinea arion* (Linnaeus, 1758)) relatifs à ses déplacements et à ses besoins de continuités écologiques. *Office pour les insectes et leur environnement & Service du patrimoine naturel du Muséum national d'Histoire naturelle*. Paris. 7 p.

monitoring. *Ecological Applications*, 2(2), p. 203-217.

Pasche A., Gonseth Y. & Cherix D., 2007. Recherches sur les Lépidoptères diurnes au Parc National Suisse : résultats principaux, *Eds : Faunistique et écologie des invertébrés au PNS*.

Philippe A., Rouxhet S., Pr Lambert J., Luxen P., 2008. Prairies traditionnelles d'Ardenne. Ministère de la Région wallonne, Direction générale de l'Agriculture, 123 p.

Pierce, N.E., Braby, M.F., Heath, A., Lohman, D.J., Mathew, J., Rand, D.B. & Travassos, M.A., 2002. The ecology and evolution of ant association in the Lycaenidae (Lepidoptera). *Annual Review of Entomology.*, 47, 733-771.

Pierron V., 2012. Pelouses et coteaux secs... Paysages, biodiversité et pastoralisme. *Les cahiers techniques*, Conservatoire d'espaces naturels Rhône-Alpes, 39 p.

Quantum GIS Development Team (2012). *Quantum GIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project.* <http://qgis.osgeo.org>". For more choices, please refer to the [wiki citation page](#)

R Core Team (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>

Radchenko A. G., Elmes G. W., 2010. *Myrmica* ants (Hymenoptera: Formicidae) of the Old World, 3, 789 p.

Regier J. C., Mitter C., Zwick A., Bazinet A. L., Cummings M. P., Kawahara A. Y., Sohn J.-C., Zwickl D. J., Cho S., Davis D. R., Baixeras J., Brown J., Parr C., Weller S., Lees D. C., Mitter K. T., 2013. A Large-Scale, Higher-Level, Molecular Phylogenetic Study of the Insect Order Lepidoptera (Moths and Butterflies). PLoS ONE 8(3): e58568. Doi:10.1371/journal.pone.0058568

Rozier Y., 1999. Contribution à l'étude de la Biologie de Conservation de *Maculinea* sp. (Lepidoptera : Lycaenidae) dans les zones humides de la vallée du Haut-Rhône. Thèse, Université Claude Bernard, Lyon 1. 230 p.

Seifert B., 2007. Die Ameisen Mittel-und Nordeuropas. Lutra, 368 p.

Thomas J. A., Simcox D. J., Clarke R. T., 2009. Successful Conservation of a Threatened *Maculinea* Butterfly. *Science*, 325, p. 80.

Wardlaw J.C., Elmes G.W., Thomas J.A., 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.

Annexes :

Annexe 1 : Liste des espèces de Lycènes inventoriées

Aricia agestis

Callophrys rubi

Celastrina argiolus

Cupido minimus

Cyaniris semiargus

Everes alcetas

Everes argiades

Glaucopsyche alexis

Lycaena dispar

Lycaena phlaeas

Lycaena tityrus

Lysandra bellargus

Lysandra hispana

Mauculinea arion

Plebejus argyrognomon

Polyommatus icarus

Polyommatus thersites

Annexe 2 : Liste
des espèces
végétales
inventoriées

Aceras anthropophorum
Achillea millefolium
Agrimonia eupatoria
Agrostis alba
Anacamptis pyramidalis
Andryala integrifolia
Anthericum ramosus
Anthoxanthum odoratum
Anthyllis vulneraria
Aquilea millefolium
Arum italicum
Avena pubescens
Brachypodium rupestre
Brachypodium pinnatum
Brachypodium sylvatica
Brachypodium rupestre
Brachypodium Sylvaticum
Briza media
Bromus ercetus
Campanula rotundifolia
Carex flaca
Carex muricata
Carex hirta
Carex muricata
Centaurea jacea
Centaurea scabiosa
Centaurea jacea
Centaurea scabiosa
Centaurea jacea
Chenopodium album
Cirsium tuberosum
Cirsium spinosissimum
Cirsium arvensis
Clematis vitalba
Clinopodium vulgare
Convolvulus arvensis
Convolvulus arvensis
Crataegus monogyna
Dactylis glomerata
Daucus carota
Dianthus carthusianorum
Dianthus sylvestris
Dianthus carthusianorum
Digitaria sanguinaris
Diplachne serotina
Echium vulgare
Erigeron annuus
Eryngium campestre

Euphorbia Cyparissias
Euphorbia dulcis
Euphorbia dendroides
Euphorbia Cyparissias
Euphorbia verrucosa
Filipendula hexapetala
Galium mollugo
Gallium album
Gallium molugo
Gallium album
Genista sagittalis
Genista tinctoria
Gypsophila muralis
Helianthemum
nummularium
Helictotrichum pubescens
Helycrisum arenarium
Helycrisum stoechas
Hieracium tomentosum
Hieracium umbellatum
Hierochloa odorata
Hippocreppis comosa
Holcus lanatus
Holcus lanatus
Holcus lanatus
Hypericum perforatum
Hypericum perforatum
Hypnum cupressiforme
Hypochaeris glabra
Hypochoeris maculatum
Knautia arvensis
Koeleria pyramidata
Koeleria vallesiana
Leucanthemum vulgare
Leucanthemum gaudinii
Lotus corniculata
Medicago lupulina
Medicago sativa
Milium effusum
Muscari comosum
Onobrychis sativa
Onobrychis arenaria
Ononis spinosa
Ophris apifera
Origanum vulgare
Orobanche crenata
Panais sativa
Papaver rhoeas
Phleum pratense
Phleum pratense
plantago lanceolata
Poa pratensis
Polygala vulgaris
Potentilla reptans

Potentilla erecta
Primula veris
Prunella laciniata
Prunus spinosa
Pulsatilla rubra
Ranunculus bulbosus
Rhinanthus minor
Rosa canina
Rubus caesius
Rubus fruticosus
Rumex acetosa
Salsifis pratensis
Salvia pratensis
Sanguisorba minor
Sanguisorba minor
Sanguisorba minor
Sedum album
Sedum sexangulare
Sedum reflexum
Silene rupestris
Silène vulgaris
Sium latifolium
Stachys recta
Stachys grandiflora
Stachys recta
Stipa eriocalis
Teucrium chamaedrys
Thymus pulegioides
Tragopogon pratensis
Trifolium repens
Trifolium arvensis
Trifolium pratense
Trisetum flavescens
Urtica dioica
Verbascum pulverinatum
vicia cracca
Vicia sativa
Vicia segetalis
Vicia disperma

Annexe 3 : Tableau des Lycènes rencontrés sur les sites avec leurs plantes et fourmis hôtes (Fiedler, 1989 ; Lafranchis, 2000) :

Lycènes	Plante hôte principale	plantes hôtes secondaires	Fourmi hôte principale	Fourmis hôtes secondaires
Aricia agestis		Geranium dissectum; G. molle; G. rotundifolium; G. purpureum; Erodium acaule; E. chium; E. ciconium; E. cicutarium; Helianthemum nummularium; H. apenninum; Lotus corniculatus		Lasius alienus; L. flavus
Callophrys rubi		Dorycnium pentaphyllum; D. hirsutum; Ononis striata; Medicago sativa; Lotus corniculatus; Vicia cracca; Onobrychis supina; Coronilla minima; Laburnum anagyroides, Cytisus scoparius; Spartium junceum; Genista sagittalis; G. tinctoria; G. pilosa; Ulex europaeus; Onobrychis viciifolia; Helianthemum nummularium; Cornus sanguinea; Rubus fruticosus; Erica tetralix; Vaccinium myrtillus; V. uliginosum		
Celastrina argiolus		Hedera helix; Cornus sanguinea; Rhamnus alaternus; Evonymus europaeus; Ilex aquifolium; Calluna vulgaris; Ulex europaeus; Genista pilosa; Dorycnium pentaphyllum; Robinia pseudacacia, Colutea arborescens; Lythrum salicaria;		Lasius niger; L. alienus; L. fuliginosus; Camponotus japonicus; C. nearcticus; Formica subsericea; F. truncorum; Myrmica sp.
Cupido minimus	Anthyllis vulneraria	Onobrychis supina; Coronilla juncea; Colutea arborescens; Astragalus australis; A. cicer; A. penduliflorus; Oxytropis campestris; O. jacquinii		Lasius alienus; Formica fusca; F. rufibarbis; Plagiolepis vindobonensis; Myrmica rubra
Cyaniris semiargus	Trifolium pratense	Trifolium repens; Anthyllis montana; Trifolium medium		Lasius sp.
Everes alcetas		Medicago lupulina; Coronilla varia; Melilotus sp		
Everes argiades		Trifolium pratense; T. repens; Lotus corniculatus; L. pedunculatus; Medicago sativa; Vicia cracca		

Glaucoptysche alexis		Onobrychis supina; O. viciifolia; Astragalus glycyphyllos; Dorycnium pentaphyllum; Melilotus officinalis; M. elegans; Medicago sativa; M. lupulina; Spartium junceum; Genista tinctoria; Coronilla varia; Vicia cracca		Lasius alienus; Formica pratensis; F. fusca; F. cinerea; F. nemoralis; F. subrufa; Camponotus aethiops; C. maxiliensis; Myrmica scabrinodis; Crematogaster auberti; Tapinoma erraticum
Hamearis lucina	Primula veris; P. vulgaris; P. elatior	Lysimachia nemorum		
Lycaena dispar		Rumex crispus; R. conglomeratus; R. obtusifolius; R. aquaticus; R. hydrolapathum; R. pulcher; R. acetosa	Myrmica rubra	Relation occasionnelles avec Lasius, Myrmica, Formica
Lycaena phlaeas	Rumex acetosa; R. acetosella	R. bucephalophorus; R. intermedius; R. pulcher; R. scutatus		
Lycaena tytirus	Rumex acetosa; R. acetosella	R. scutatus		
Lysandra bellargus	Hippocrepis comosa; H. glauca; Anthyllis gerardi			Lasius alienus; L. niger; Plagiolepis pygmaea; Myrmica sabuleti ; M. scabrinodis; Tapinoma erraticum
Lysandra hispana	Hippocrepis comosa; H. glauca	Anthyllis gerardi		Plagiolepis pygmaea
Maculinea arion	Origanum vulgare	Thymus pulegioides; T. serpyllum; T. praecox; T. polytrichus britannicus; T. polytrichus polytrichus	Myrmica sabuleti	M. scabrinodis
Plebejus argyrognomon	Coronilla varia	Astragalus glycyphyllos	les relations entre cet azuré et les fourmis sont à étudier	

<p>Polyommatus icarus</p>		<p>Lotus corniculatus; L. pedunculatus; Medicago minima; M. sativa; M. lupulina; M. truncatula; Trifolium pratense; T. repens; Dorycnium pentaphyllum; D. hirsutum; Ononis spinosa; Pisum sativum; Onobrychis supina; Astragalus monspessulanus; Genista hispanica; G. pilosa; Ulex parviflorus</p>		<p>Lasius alienus; L. flavus; L. niger; Formica subrufa; F. cinerea?; Plagiolepis pygmaea; Myrmica sabuleti associations facultatives</p>
<p>Polyommatus thersites</p>	<p>Onobrychis viciifolia; O. saxatilis; O. supina</p>			<p>Lasius alienus; Myrmica scabrinodis; Tapinoma erraticum</p>

Annexe 4: Sites d'études

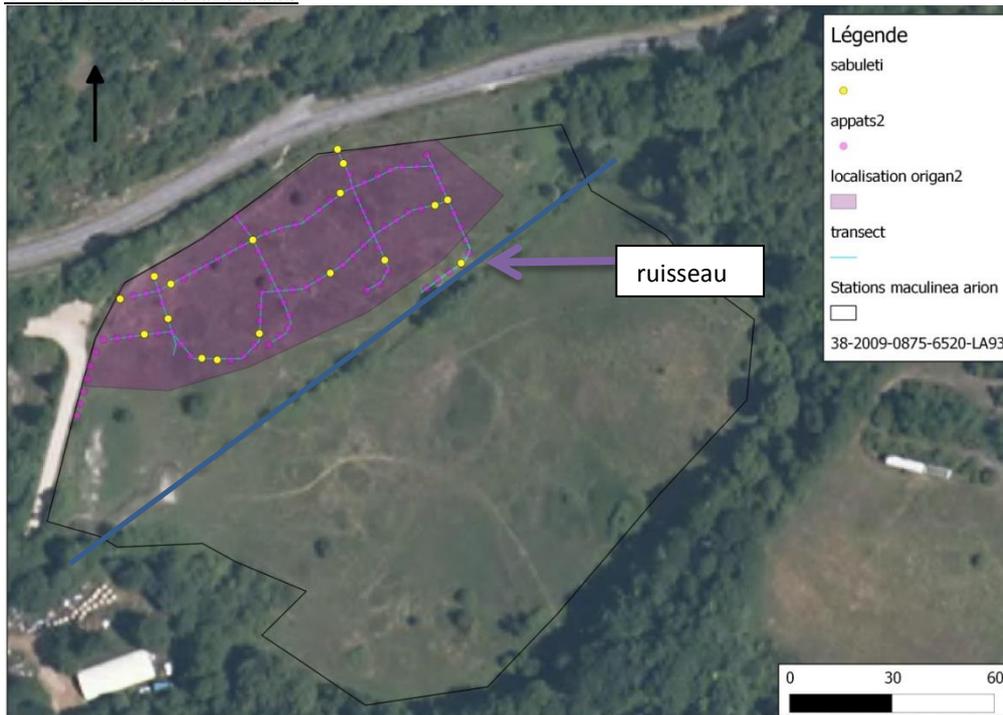


Figure 22 : Photo aérienne du site de l'étang de Ry et localisation des nids de *Myrmica sabuleti*



Figure 23 : Photo aériennes du site de St Julien et localisation des nids de *Myrmica sabuleti*



Figure 24 : Photo aériennes du site de Moirieu et localisation des nids de *Myrmica sabuleti*



Figure 25 : Photo aériennes du site de la Garenne et localisation des nids de *Myrmica sabuleti*

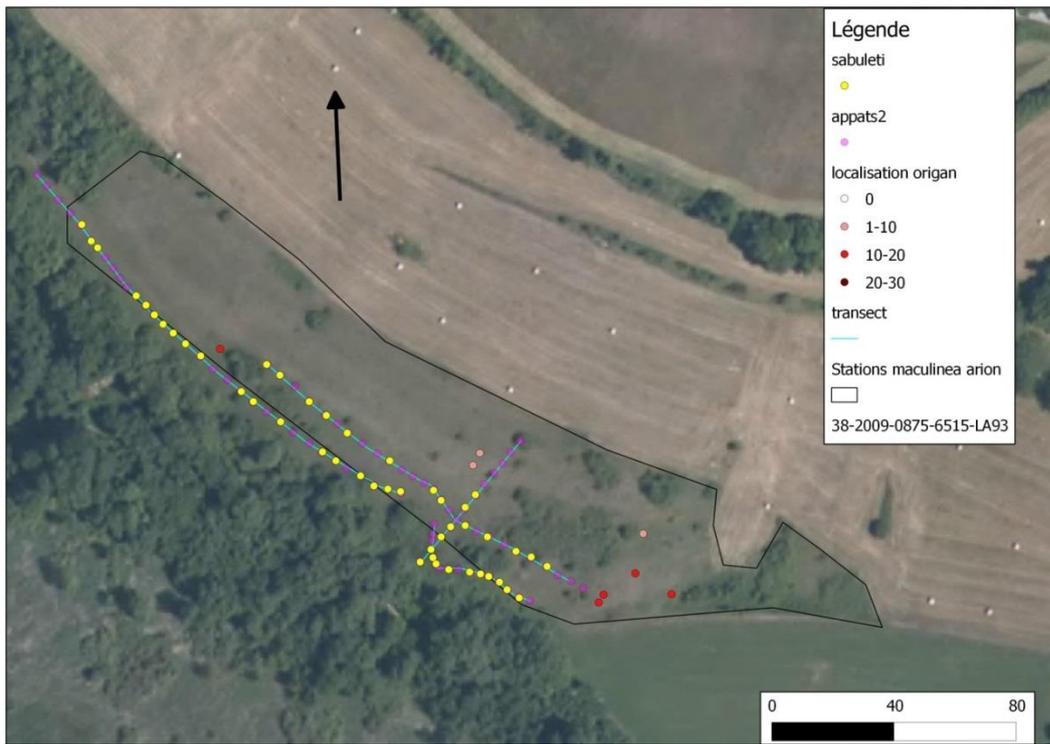


Figure 26 : Photo aériennes du site de Moras et localisation des nids de *Myrmica sabuleti*

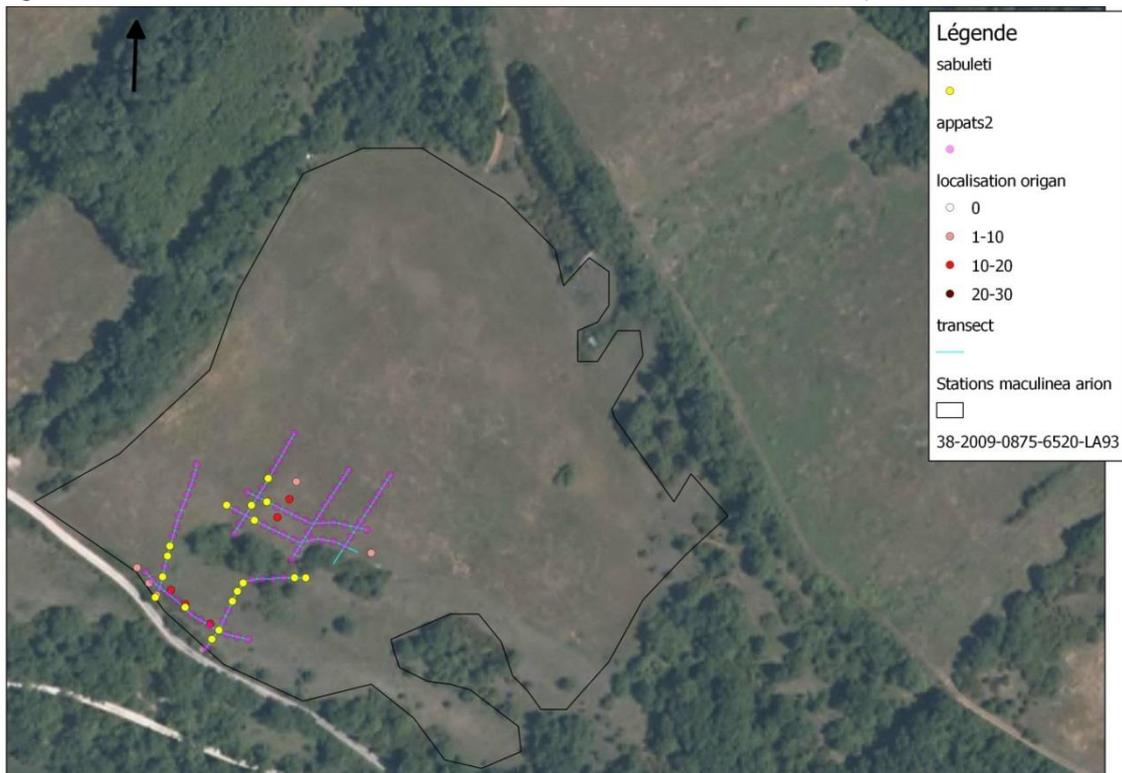


Figure 27 : Photo aériennes du site de Dizimieu et localisation des nids de *Myrmica sabuleti*



Figure 28 : Photo aériennes du site de Devinailles et localisation des nids de *Myrmica sabuleti*



Figure 29 : Photo aériennes du site de St Hippolyte et localisation des nids de *Myrmica sabuleti*

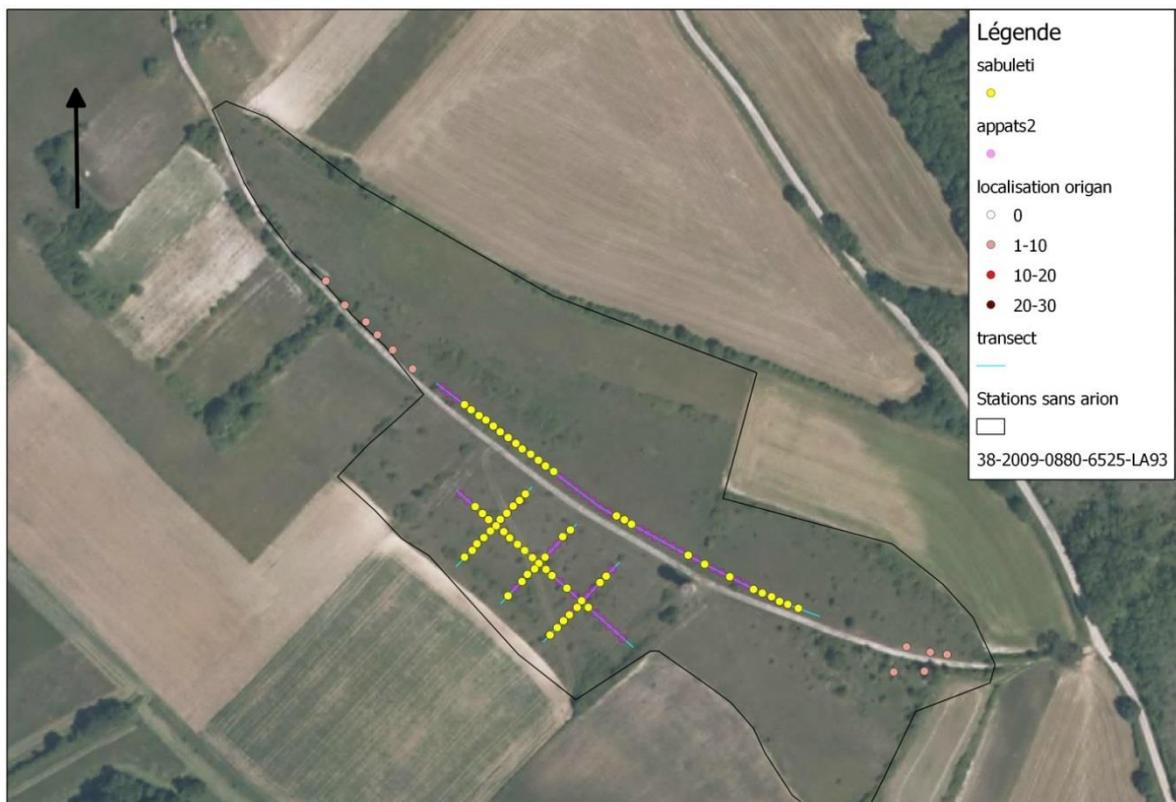


Figure 30 : Photo aériennes du site de St Baudille et localisation des nids de *Myrmica sabuleti*



Figure 31 : Photo aériennes du site de Lempes et localisation des nids de *Myrmica sabuleti*

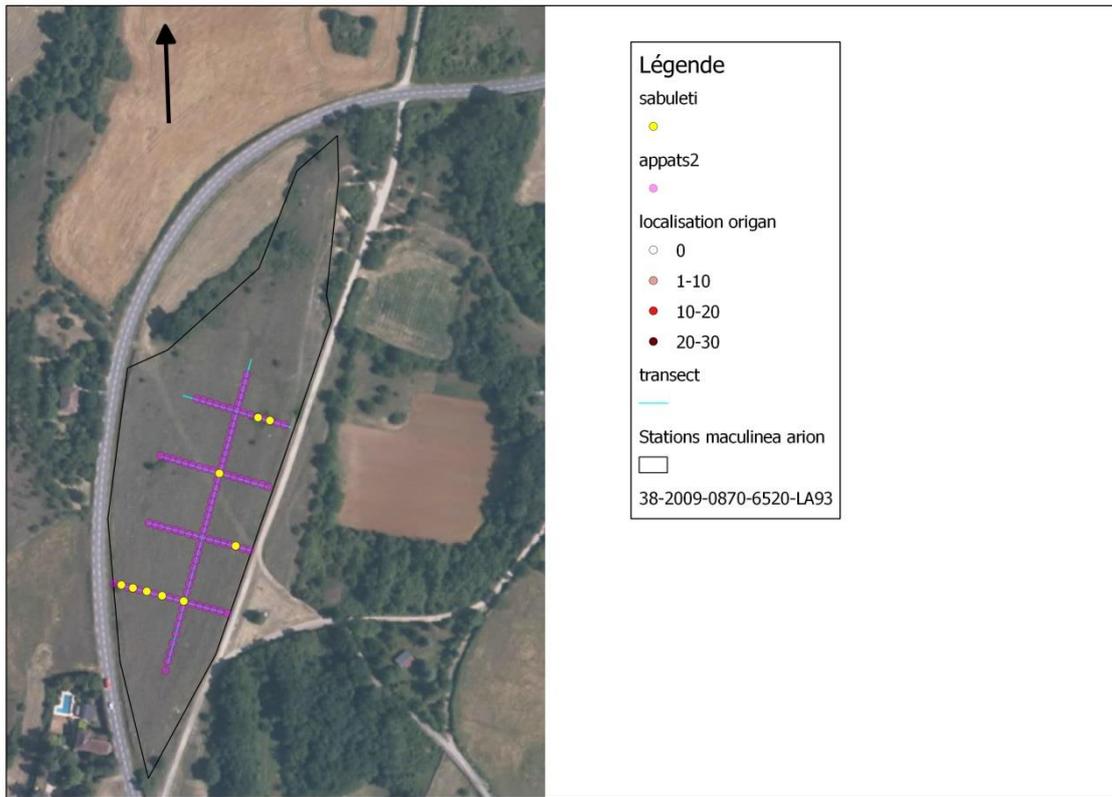


Figure 32 : Photo aériennes du site de Leyrieu et localisation des nids de *Myrmica sabuleti*



Figure 33 : Photo aériennes du site de Carizieu et localisation des nids de *Myrmica sabuleti*

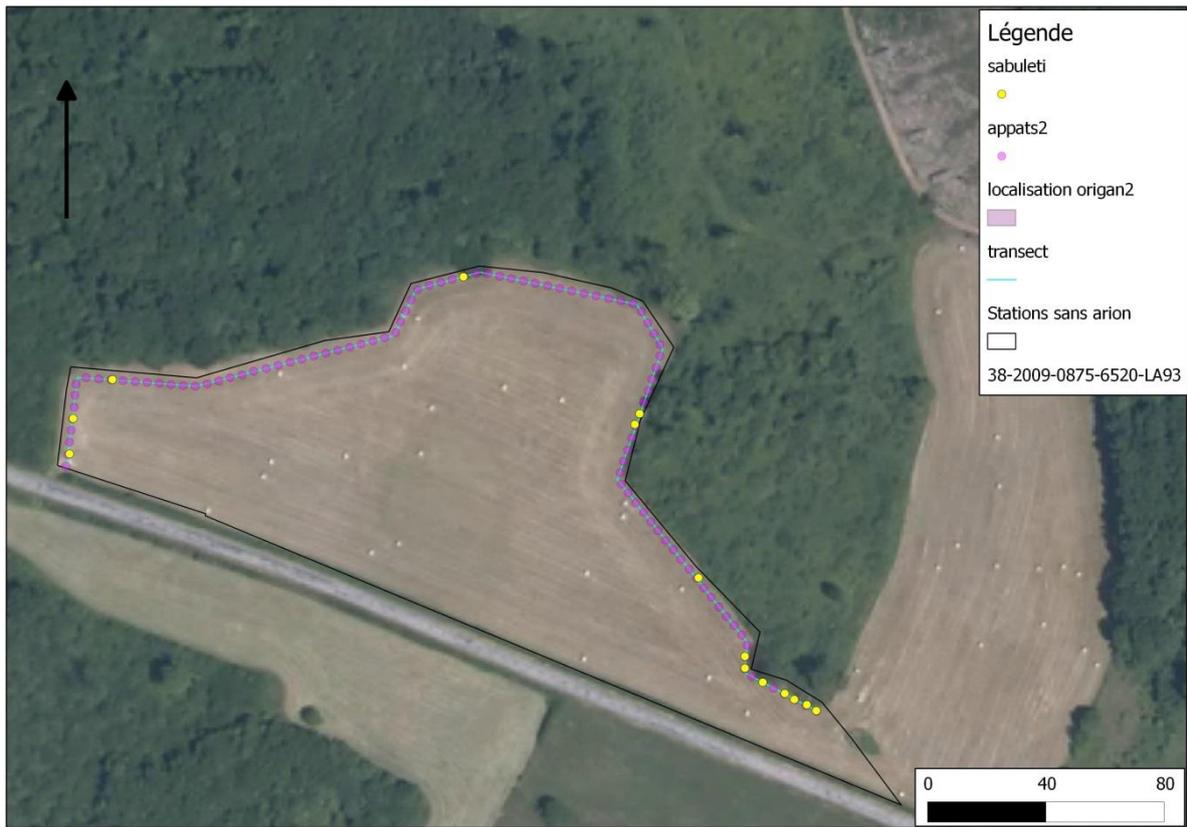


Figure 34 : Photo aériennes du site de Gillieu et localisation des nids de *Myrmica sabuleti*



Figure 35 : Photo aériennes du site de Bénétan et localisation des nids de *Myrmica sabuleti*

Procédure

1°) Préparation des transects

Les lignes sont réalisées à l'aide de décamètres. Les piquets permettent de fixer les décamètres.

2°) Préparation des appâts et des tubes

Les appâts sont préparés sur des plateaux à l'abri du vent.

1 goutte de miel d'1 cm de diamètre au maximum est déposée au centre d'un carré bristol de 3*3 cm. A côté du miel sont placées les rillettes de saumon bien tassées, sur environ 0,5cm.

Les piluliers prévus pour récupérer les fourmis sont remplis avec environ 1cm d'alcool à 70° et sont numérotés. Prévoir 2 tubes pour chaque appât.

3°) Pose des appâts

Les appâts sont déposés au sol. Pour chacun d'eux, deux piluliers sont posés à côté, verticalement, pour recueillir les fourmis lors des relevés.

L'heure de dépôt du premier appât doit être notée.

4°) 1^{er} Relevé

Le premier relevé se fait 30 min après la pose du premier appât.

A l'aide de l'aspirateur à bouche, les fourmis présentes sur l'appât, sous l'appât, ainsi que les fourmis de forme et de couleur différentes dans un rayon de 10cm autour de l'appât sont récoltées. Les fourmis sont placées dans le pilulier destiné à accueillir les fourmis du 1^{er} relevé. L'appât est remplacé avant de passer à l'appât suivant.

5°) 2nd Relevé

Le second relevé commence 1h après le début du premier relevé.

Il se passe dans les mêmes conditions que le relevé précédent.

Les fourmis prélevées seront placées dans le second tube à côté de l'appât.

Matériel

- Appât : rillettes de saumon + miel liquide
- Carré bristol 3*3 cm
- Ethanol à 70°
- Tubes (piluliers) + plateaux
- Aspirateur à bouche
- Chronomètre
- Décamètre
- Piquets
- Thermomètre

Remarque :

Toute personne ayant fait la manipulation au moins une fois est capable de s'occuper d'environ 24 appâts à la fois.

Détails pratiques :

Chaque pilulier est numéroté et possède une étiquette à l'intérieur. Les étiquettes des tubes indiquent la date de l'échantillonnage, le site et le numéro du tube. Elles doivent être faites de façon à ce qu'elles résistent à l'alcool. Faire si possible une impression laser.

Les échantillons récoltés seront ensuite transférés dans des tubes eppendorfs 1,5ml. Ceux-ci seront complètement remplis d'alcool à 96°. Une étiquette précisant le site et le numéro du pilulier est placée dans le tube eppendorf. Attention, l'étiquette ne doit pas restée coincée dans le bouchon ; elle doit être mise au fond du tube eppendorf pour éviter tout l'évaporation de l'alcool.

Les éppendorfs sont ensuite conservés au congélateur.

L'alcool mis dans les piluliers peut se réutiliser après avoir enlevé les poussières et la terre ramassées pendant les relevés. Pour cela, l'alcool doit être filtré avant de pouvoir servir de nouveau.