

Mesure expérimentale de déplacement de plaques de sol visant au transfert de l'Azuré du Serpolet (*Phengaris arion*) et de ses hôtes

Retour d'expérience



Citation : Quartier, T., Lucas, L. (2024). Mesure expérimentale de déplacement de plaques de sol visant au transfert de l'Azuré du Serpolet ( <i>Phengaris arion</i> ) et de ses hôtes - Retour d'expérience, 46 p. + annexes
Photographie de couverture : Azuré du Serpolet en ponte sur un pied d'origan ©Thomas Quartier
Rédaction : Thomas Quartier et Ludovic Lucas (Communauté d'Agglomération de La Rochelle)
Relecture : Pierre Yves Gourvil (Coordinateur Nouvelle-Aquitaine du PNA en faveur des papillons de jour), Stéphane Dulau (SCE)
Remerciements :
Nous tenons à remercier les relecteurs et tout particulièrement Pierre Yves Gourvil pour son aide à l'ensemble des stades du suivi et de l'analyse réalisés en 2024.
Merci par ailleurs à Christophe Galkowski (Antarea) qui a été d'un appui indispensable pour l'identification des fourmis.
Enfin, merci à toutes les structures, dont nous ne pourrions établir une liste exhaustive, avec qui nous avons pu échanger afin de pouvoir procéder au mieux pour le déplacement des plaques ou pour la mise en œuvre des suivis (Opie, LPO, ADEV environnement).

# Table des matières

Pr	éam	bule	1
I.	Co	ontexte	1
	1.	L'écoquartier de Bongraine	1
	2.	L'Azuré du Serpolet, un papillon protégé	3
	3.	Mesures ERC relatives à l'Azuré du Serpolet	. 10
	4.	Etat des connaissances sur le territoire de l'agglomération	. 16
II.	M	éthodologie de suivi de la translocation	. 17
	1.	Suivi des Myrmica	. 17
	2.	Suivi du recouvrement en Origan commun	. 20
	3.	Suivi des populations par transects	. 20
	4.	Suivi comportemental de l'Azuré du Serpolet	. 22
III.		Résultats	. 24
	1.	Suivi des Myrmica	. 24
	2.	Recouvrement en Origan commun	. 28
	3.	Suivi des populations d'Azuré du Serpolet par transect	. 30
	4.	Suivi comportemental	. 33
IV.		Discussion	. 36
	1.	Regard critique sur les protocoles de suivis	. 36
	2.	Discussion sur les résultats	. 37
	3.	Améliorations de la méthode et alternatives	. 43
٧.		Conclusion	. 45
Bil	oliog	graphiegraphie	. 47
Δn	nev	20	53

# **Table des figures**

	Figure 1 : Localisation du site de Bongraine à Aytré (vue avant travaux)	1
	Figure 2 : Plan de masse du projet (version actualisée) ; source : Aquitanis	2
	Figure 3 : Cartographie de la pollution des sols aux mâchefers	3
	Figure 4 : Répartition de l'Azuré du Serpolet en France métropolitaine (Dupont, 2018)	4
	Figure 5 : Azuré du Serpolet (Phengaris arion), face supérieure	4
	Figure 6 : Azuré du Serpolet (Phengaris arion), face inférieure	4
	Figure 7 : ouvrière de Myrmica sabuleti sur Thymus praecox	5
	Figure 8 : Préférences écologiques des Myrmica (hôtes potentiels surlignés, liste non exhaustive	
adapté	de Sielezniew, Dziekańska, et al., 2010)	
•	Figure 9. Cycle de vie l'Azuré du Serpolet (Communauté d'Agglomération de La Rochelle, Illustration	
1.2.3 Si	mone)	
	Figure 10 : Azuré du Serpolet en ponte sur Origanum vulgare (un œuf est visible en haut à gauche d	
l'inflore	scence)	
	Figure 11. Extrait du guide d'identification des fourmis pour M. sabuleti et M. Specioides (Galkowsk	
& Lebas	, 2015)	
0. 20.00.	Figure 12 : Localisation des sites de compensation du projet de Bongraine en faveur de l'Azuré d	
sernole	t	
oci poic	Figure 13. Localisation des habitats de l'Azuré du Serpolet au sein de la zone d'étude entre 2026 e	
2018		
2010	Figure 14 : Cheminement parcouru lors du déplacement entre les zones donneuses et receveuses d	
ľevnéri	mentation	
СХРСП	Figure 15 : Décaissement du site récepteur (crédit photo : Ludovic Lucas)	
	Figure 16 : Découpage des plaques de sol à la trancheuse (crédit photo : EIFFAGE)	
	Figure 17 : Plaques de sol numérotées avant déplacement (crédit photo : EIFFAGE)	
	Figure 18: Déplacement d'une plaque par insertion du module (crédit photo: EIFFAGE)	
	Figure 19 : Plaque de sol après déplacement (crédit photo : Ludovic Lucas)	
	Figure 20 : Jointure des plaques de sol après déplacement (crédit photo : EIFFAGE)	
	Figure 21: Localisation des mesures d'accompagnement et de compensation in situ	
	Figure 22 : Placettes du protocole Myrmica sur la zone E	
	-	
	Figure 23 : Transects et placettes d'échantillonnage du protocole Myrmica	
	Figure 24 : Pose d'un appât constitué de rillette de saumon et de miel	
	Figure 26 : Ouvrière de Myrmica specioides (x35)	
	Figure 27 : Ouvrière de Myrmica sabuleti (x40)	
	Figure 28 : Evolution de la présence des Myrmica au sein de la mesure d'accompagnement	
	Figure 29 : Comparaison de la répartition des Myrmica en 2023 et 2024	
	Figure 30. Résultats du suivi Myrmica sur "Besselue" (mesure compensatoire en faveur de l'Odontit	
de Jaub	ert)	
	Figure 31 : Comparaison des niveaux de recouvrement entre 2023 et 2024 sur la mesur	
d'accon	npagnement	
	Figure 32 : Comparaison du recouvrement en Origan commun en 2023 et 2024 sur la mesur	
d'accon	npagnement	
	Figure 33 : Evolution des effectifs d'Azuré du Serpolet à Bongraine par transect	
	Figure 34 : Comparaison de la variation temporelle des effectifs d'Azuré du Serpolet selon les année	
	3	1

Figure 35. Comparaison de l'évolution des effectifs d'Azuré du Serpolet sur le transect T3 de Bongraine
et sur trois autres stations suivies (ancien champ de tir et échangeur des Cottes Mailles à Aytré ; Parc Bas
Carbone à Lagord)
Figure 36. Comparaison de la variation des effectifs standardisés entre 4 stations suivies par transects
Figure 37 : Résultats du suivi comportemental de l'Azuré du Serpolet
Figure 38 : Œuf d'Azuré du serpolet sur Origan commun
Figure 39 : Résultats du suivi comportemental de l'Azuré du Serpolet à Bongraine (1 : déplacement, 2 :
alimentation, 3 : comportement territorial, 4 : parade/accouplement, 5 : comportement de ponte, 6 : œufs
sur origan)
Figure 40 : Comparaison des résultats du suivi de E suivant deux méthodes différentes
Figure 41 : Aperçu de la végétation des zones A1 et A2
Figure 42. Semi d'origan sur les zones compensatoires en 2023 et 2024
Figure 43 : Distances entre Bongraine et les stations proches connues de la CDA La Rochelle 42
Table des tableaux
Tableau 1 : Description des zones formant les mesures d'évitement et de compensation en faveur de
l'Azuré du Serpolet
Tableau 2 : Description des zones formant la mesure d'accompagnement en faveur de l'Azuré du
Serpolet
Tableau 3 : Zones d'échantillonnage du protocole Myrmica en 2024
Tableau 4 : Indices de recouvrement de Braun-Blanquet
Tableau 5 : Classification des comportements observables chez l'Azuré du Serpolet
Tableau 6 : Statistiques générales des relevés de myrmécofaune
Tableau 7: Résultats du test de McNemar sur la proportion d'échantillons positifs en 2023 et 2024 25
Tableau 7 : Résultats du test de McNemar sur la proportion d'échantillons positifs en 2023 et 2024 25 Tableau 8 : Résultats du test de McNemar sur la proportion de placettes favorables en 2023 et 2024
Tableau 8 : Résultats du test de McNemar sur la proportion de placettes favorables en 2023 et 2024
Tableau 8 : Résultats du test de McNemar sur la proportion de placettes favorables en 2023 et 2024
Tableau 8 : Résultats du test de McNemar sur la proportion de placettes favorables en 2023 et 2024

# Table des abréviations

CDA: Communauté d'Agglomération

CEREMA : Centre d'Etudes et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement

Tableau 12 : Propositions d'améliorations et/ou d'alternatives au déplacement de plaques de sol .. 44

CGDD: Commissariat Général au Développement Durable

CMR: Capture-Marquage-Recapture

EPCI : Etablissement Public de Coopération Intercommunale

ERC : Eviter, Réduire, Compenser

INPN: Inventaire National du Patrimoine Naturel

LPO: Ligue de Protection des Oiseaux

NE17: Nature Environnement 17

OPIE: Office Pour les Insectes et leur Environnement

PNA: Plan National d'Action

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

# Glossaire

Les mots accompagnés par une astérisque (\*) dans le texte sont reportés dans le glossaire ci-dessous.

Couvain	« Ensemble des formes immatures rencontrées chez les insectes sociaux. Le couvain comprend les œufs, les larves et les nymphes qu'elles soient nues ou protégées par un cocon. » (Triplet, 2024)				
Écocomplexe	« Niveau d'intégration supérieur à celui de l'écosystème [correspondant à] des ensembles d'écosystèmes interactifs, naturels ou modifiés, et non pas seulement juxtaposés [] ». (Blandin & Lamotte, 1988)				
Écotype	« Ensemble des caractères distinctifs d'une population géographiquement localisée d'une même espèce animale ou végétale, qui résultent de la sélection naturelle liée aux facteurs du milieu. »  (« Vocabulaire de l'environnement (liste de termes, expressions et définitions adoptés) », 2010)				
Imago	« Forme adulte définitive des insectes à métamorphoses. C'est la forme sexuée apte à se reproduire. » (Triplet, 2024)				
Métapopulation	« Population d'une même espèce fragmentée en plusieurs entités, fluctuant indépendamment les unes des autres, dont les individus conservent la possibilité de se reproduire et dont la survie à long terme de l'espèce dépend du compromis entre les extinctions locales et les recolonisations des fragments de paysage. Les populations conservent la possibilité d'échanger des individus et de recoloniser des sites dans lesquels cette espèce s'est éteinte récemment. [] L'écologie des métapopulations étudie la dynamique des populations fragmentées dans des habitats hétérogènes, par exemple, comment les populations pourraient répondre à des perturbations futures comme celles engendrées par les changements climatiques. » (Triplet, 2024)				
Réservoir  « Système écologique dans lequel [une espèce] survit indéfiniment. Il comprend l' des populations ainsi que les hôtes intermédiaires ou vecteurs (le plus souvent inver leur biotope. » (Triplet, 2024)  Station  « Plus petite unité de territoire d'un biotope où se trouve une fraction des espè communauté. » (Triplet, 2024)					
				Syntaxon	« Un syntaxon est, dans la classification phytosociologique, une unité taxinomique (c'est-à-dire un groupement végétal) de rang indéterminé (association, alliance, ordre, classe et leurs sous-unités). » (INPN, s. d.)
Univoltin	« Se dit d'une espèce ayant une seule génération annuelle.[] S'oppose à bivoltin (deux générations annuelles) et à polyvoltin (plusieurs générations annuelles) » (Triplet, 2024)				

# Résumé

Le projet d'aménagement urbain de l'Écoquartier de Bongraine (Aytré, Charente-Maritime) se heurte à un fort enjeu lié à la présence de l'Azuré du Serpolet (*Phengaris arion*), un lépidoptère de la famille des Lycaenidae protégé en France et au cycle de vie inféodé à la présence simultanée d'une plante-hôte (*Origanum vulgare*) et d'une fourmi-hôte (*Myrmica* spp.). Afin de limiter l'impact du projet d'aménagement sur l'espèce, des mesures d'évitement, de réduction d'impact et de compensation ont été mises en place par la Communauté d'Agglomération de La Rochelle suivant la séquence ERC (Eviter, réduire, Compenser) permettant de fournir un projet exempt de ces contraintes à l'aménageur. En outre, une mesure d'accompagnement expérimentale a été effectuée en 2022 : 1810 m² d'habitat favorable pour l'espèce ont été déplacés sous forme de volumes de sol de dimension 2x2x0,3m.

Les suivis en 2023 et 2024 ont permis de montrer la réussite de la mesure d'accompagnement concernant les espèces de Myrmica, déplacées en 2022 avec le sol et qui se sont maintenues avec succès sur ces 2 années mais sans pour autant coloniser de nouveaux secteurs. La densité d'origan s'est maintenue ou a augmenté sur les plaques mais présente de grandes disparités, liées à la période à laquelle le sol a été déplacé. Le suivi comportemental de l'Azuré du Serpolet a permis de mettre en évidence une différence marquée entre le rôle fort des mesures d'évitement ainsi que celui, très faible, des mesures compensatoires et d'accompagnement à court terme (N+2). Le suivi des populations d'Azuré du Serpolet montre une tendance de l'effectif maximum de la station à la baisse (-50% comparé à 2021), potentiellement amorcée lors du commencement des travaux. L'effectif de 2024 est toutefois à la hausse par rapport à l'année précédente. Le faible effectif total alerte sur le risque de disparition de la station de Bongraine à court terme et insiste sur la nécessité de poursuivre les efforts de gestion sur les mesures de compensation et d'accompagnement afin d'augmenter la surface d'habitat favorable pour le papillon, tout en intégrant ces mesures au sein des corridors utilisés par l'espèce au sein de la station et entre les stations proches. La station de Bongraine reste malgré tout un noyau de population important à l'échelle de l'agglomération. L'enjeu à court terme de la gestion écologique sur le site porte 1. sur l'évolution de l'habitat et le retour de la fourmi-hôte en densités suffisantes sur les mesures compensatoires, 2. sur le maintien et le développement de la plante-hôte et de la fourmi hôte ainsi que sur le renforcement des ressources nectarifères sur la mesure d'accompagnement.

Cette étude a bénéficié de l'assistance technique de la déclinaison régionale du PNA en faveur des papillons de jour.

**Mots-clefs**: Azuré du Serpolet – *Phengaris arion* – *Origanum vulgare* - *Lycaenidae* - *Myrmica* - ERC – compensation écologique – déplacement de sol – génie écologique

# **Préambule**

Afin de développer son territoire la Communauté d'Agglomération de La Rochelle porte de nombreux projets. Certains d'entre eux se sont avérés avoir une incidence sur des espèces protégées ou des zones humides.

L'objet du présent document n'est pas de revenir sur les procédures administratives ni sur leur bienfondé, mais de présenter les résultats des travaux menés sur l'Azuré du Serpolet afin que les retours d'expérience puissent bénéficier à toute structure devant réaliser des actions en faveur de cette espèce.

## I. Contexte

## 1. L'écoquartier de Bongraine

Porté depuis 2012 par la CDA La Rochelle, ce projet d'aménagement vise à transformer une ancienne friche ferroviaire de 30 ha en un écoquartier valorisant la biodiversité au sein de la commune périurbaine d'Aytré (Figure 1).

# Légende Bongraine Contour du projet Limites communales Territoire de la CDA La Rochelle CDA La Rochelle (2024), Orthophoto Auteur : Thomas Quartier Date : août 2024

Figure 1 : Localisation du site de Bongraine à Aytré (vue avant travaux)

Le projet porté par l'agglomération prévoit la construction de 800 logements collectifs ou individuels permettant d'accueillir à terme une population de 1850 habitants. De plus, un équipement de quartier structurant de type Tiers-Lieu, une extension au pôle commercial existant, une maison d'assistantes maternelles et un parc urbain d'une superficie de 9 ha seront également intégrés au projet (Figure 2).

Cette trame urbaine se veut bien intégrée au milieu naturel proche, par la création d'un parc urbain au sud de la zone et par la présence immédiate de plusieurs espaces de compensation écologique liés aux impacts du projet sur les espèces à enjeu. Les continuités écologiques ont également été prises en compte : le tracé et

la gestion des espaces verts du projet sont pensés pour favoriser l'intégration de la biodiversité au sein du quartier.

La Rochelle

GGCGREGO

Avire

#### Ecoquartier de Bongraine - Plan de masse au 14/04/2023 (1/1000)

Figure 2 : Plan de masse du projet (version actualisée) ; source : Aquitanis

Les études débutées en 2015 ont mis en évidence de forts enjeux de biodiversité :

- Des enjeux liés à l'avifaune nicheuse et l'herpétofaune ;
- La présence de l'Odontite de Jaubert (*Odontites jaubertianus* (Boreau) D.Dietr. ex Walp., 1844), une plante protégée, endémique de France et à fort enjeu de conservation en Nouvelle-Aquitaine. La région a une « responsabilité majeure pour sa conservation au niveau mondial » (CBNSA, 2022). Cette espèce a également fait l'objet d'un retour d'expérience sur son déplacement par l'Agglomération de la Rochelle (Lucas, 2024) ;
- L'Azuré du Serpolet (*Phengaris arion*) dont le site de Bongraine constitue une importante station : plus de 82 individus ont été recensés simultanément lors d'un comptage en juillet 2020 ;

En outre, une pollution importante des sols aux hydrocarbures et mâchefers a été identifiée (Figure 3), en raison du passé ferroviaire de la zone. Des travaux de dépollution des sols ont donc été entrepris. Il a également fallu composer avec la présence de fouilles archéologiques réparties sur l'ensemble du site.

Une importante réflexion a donc été menée sur ces enjeux afin de concilier d'une part la construction d'un écoquartier exemplaire incluant la biodiversité dans son périmètre, et d'autre part des atteintes potentiellement importantes sur l'Azuré du Serpolet. La CDA a convenu avec l'aménageur en charge du projet (Aquitanis) que ce dernier serait exempt de contraintes liées à la pollution ou la compensation écologique. C'est donc elle qui porte l'ensemble de ces mesures.

#### Cartographie des zones polluées



Figure 3 : Cartographie de la pollution des sols aux mâchefers

# 2. L'Azuré du Serpolet, un papillon protégé

#### i. Présentation et statuts

L'Azuré du Serpolet (*Phengaris arion*, Linnaeus 1758) est une espèce de lépidoptère de la famille des *Lycaenidae*, appartenant au genre *Phengaris* (anciennement *Maculinea*) qui comprend quatre espèces (5 taxons) en France : *Phengaris alcon* (Denis & Schiffermüller, 1775) écotype\* « *alcon* », l'Azuré des mouillères et écotype « *rebeli* », l'Azuré de la croisette ; *Phengaris nausithous* (Bergsträsser, 1779), l'Azuré des paluds, *Phengaris teleius* (Bergsträsser, 1779), l'Azuré de la Sanguisorbe et l'Azuré du Serpolet. Ces espèces sont dites myrmécophiles strictes : elles dépendent à la fois d'une plante-hôte pour pondre et d'une fourmi-hôte du genre *Myrmica* dans la fourmilière de laquelle la chenille passera le dernier stade de sa phase larvaire (Lafranchis et al., 2015). En France, la ponte s'effectue sur l'Origan commun (*Origanum vulgare* Linnaeus, 1753) et les thyms du groupe *serpyllum* (*Thymus praecox* Opiz, 1824, *Thymus pulegioides* Linnaeus, 1753 et *Thymus serpyllum* Linnaeus, 1753), plus rarement sur d'autre *Lamiaceae*. En Aquitaine, seul l'Origan commun est une plante-hôte avérée (Gourvil & Sannier, 2022).

L'adulte se reconnaît à la face supérieure des ailes bleue ornée d'une large frange sombre et de taches noires ovales sur l'aile antérieure (Figure 5). Le dessous des ailes est grisâtre avec une légère suffusion bleue à la base, ornée de plusieurs rangées de larges points noirs caractéristiques le distinguant des autre *Phengaris* (Figure 6).

En France, l'Azuré du Serpolet est une espèce inscrite à l'article 2 de l'arrêté du 23 avril 2007 fixant les listes des insectes protégés sur l'ensemble du territoire. À l'échelle européenne, il est classé « En danger » et figure à l'annexe IV de la Directive Habitats Faune Flore désignant les espèces nécessitant une protection stricte. Présent sur tout le territoire hormis l'extrême nord-ouest (Figure 4), il est considéré en « Préoccupation mineure » sur la liste rouge française et « Quasi-menacé » sur la liste rouge de Poitou-Charentes.



Figure 5 : Azuré du Serpolet (Phengaris arion), face supérieure



Figure 6 : Azuré du Serpolet (Phengaris arion), face inférieure

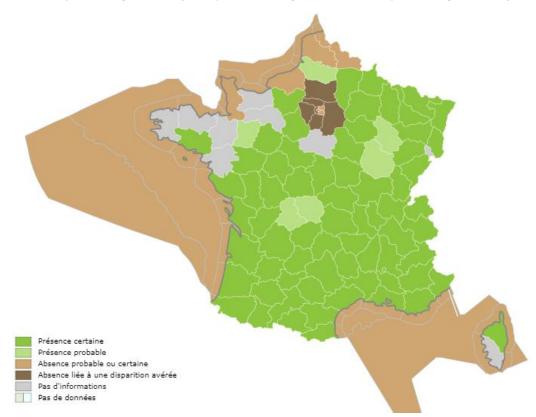


Figure 4 : Répartition de l'Azuré du Serpolet en France métropolitaine (Dupont, 2018)

La relative rareté et la complexité du cycle de vie des *Phengaris* ont justifié la création d'un Plan National d'Actions (PNA) en faveur des *Maculinea* lancé en 2011 et animé jusqu'en 2015 par l'Office Pour les Insectes et leur Environnement (OPIE). Les objectifs de ce PNA étaient de mieux connaître l'état de conservation des espèces, identifier les facteurs de menaces et définir des stratégies de conservation des populations. Il est poursuivi jusqu'en 2028 par le PNA en faveur des papillons de jour, qui couvre 38 espèces de lépidoptères sensibles dont les azurés du genre *Phengaris*. Ce plan est décliné en Nouvelle-Aquitaine par le Conservatoire

d'Espaces Naturels de Nouvelle-Aquitaine et les espèces des milieux thermophiles ouverts, dont fait partie l'Azuré du Serpolet, ont été ciblées comme prioritaires.

#### ii. Habitats et structure des populations

D'après le PNA *Maculinea* (Dupont, 2010), la dynamique des populations d'Azuré du Serpolet pondant sur l'Origan commun est influencée par quatre facteurs principaux.

- Tout d'abord, la présence, au sein de l'écocomplexe\*, d'une composante arborée avec des pelouses d'ourlets. D'après le Prodrome des végétations de France (Bardat et al., 2004), l'Origan commun est caractéristique du syntaxon\* *Trifolio medii-Geranietea sanguinei* T. Müll. 1962 désignant des « ourlets et pelouses préforestières [...] ». On le retrouve au niveau des lisières, friches et pelouses calcicoles.
- Ensuite, des corridors écologiques et des réservoirs\* permettant l'organisation en métapopulation\* de l'Azuré du Serpolet. Les populations d'Azuré du Serpolet s'organisent en populations locales inféodées à un ensemble de micro-habitats espacés de moins de 400 m formant une station¹\*. Les stations situées à moins de 2850 m les unes des autres appartiennent à un même site¹ hébergeant une même sous-

population. Au dernier niveau, un écocomplexe comprend un ou plusieurs sites espacés d'au maximum 5700 m¹ (Dupont, 2010). L'ensemble de ces distances sont indicatives et doivent être relativisées ayant été acquises dans des contextes différents.

- Il faut également prendre en compte la présence d'une composante de gestion des milieux favorable à la dynamique des populations d'Origan commun (pâturage extensif, fauche tardive...). Le recouvrement en origan est un fort facteur explicatif de la densité d'azuré: Griebeler & Seitz (2002) indiquent que dans le cas du thym, le recouvrement minimal (sous réserve du respect de certaines conditions) doit être de 5 %.<sup>2</sup>
- Enfin, la densité de population de la fourmi hôte à proximité de la plante-hôte est un facteur explicatif de la densité de population d'Azuré du Serpolet : Griebeler & Seitz (2002) indiquent qu'une densité minimale de 5 nids par 100 m² permet d'assurer le maintien de la population. D'après (New, 1993), le



Figure 7 : ouvrière de Myrmica sabuleti sur Thymus praecox

papillon peut se développer sur de petites stations de moins de 1 ha lorsque le taux de présence de la fourmi hôte est supérieure à 60%. *Myrmica sabuleti* (Figure 7) est la fourmi hôte la plus abondante dans la littérature mais des découvertes récentes ont montré que selon les régions, une dizaine d'espèces de

¹ Cette méthodologie est issue de Maes et al. (2004) qui définissent 3 unités fonctionnelles de conservation (FCU) imbriquées : FCU-1 : micro-habitats espacés d'une distance inférieure au déplacement maximal observé localement par CMR ; FCU-2 : les stations séparées par la distance maximale de colonisation observée ; FCU-3 : la distance avec les sites de réintroduction potentiels. Dupont (2010) adapte cette méthodologie à *Phengaris arion* en associant à FCU-1, FCU-2 et FCU-3 respectivement la distance limitant 80% des déplacements de l'espèce (seuil établi par Nowicki et al., 2005) soit 400m (valeur mesurée par Pauler-Fürste et al., 1996), la moitié de la distance maximale observée soit 2850m et la distance maximale de déplacement observée soit 5700m,(Pajari, 1992).

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> La modélisation par Griebeler & Seitz (2002) d'une population de *Phengaris arion* utilisant *Thymus pulegioides* montre que la pérennité sur 50 ans de cette population est assurée sur 1 ha lorsque la proportion d'adoption d'une chenille par la fourmi est supérieure à 20%, que la densité minimale de nids de la fourmi hôte est supérieure à 500 nids/ha et que la couverture en *Thymus* ne doit pas être inférieure à 5%.

*Myrmica* pouvaient être parasitées par *Phengaris arion* (Sielezniew, Dziekańska, et al., 2010; Sielezniew, Patricelli, et al., 2010) dont *Myrmica specioides* (Tartally et al., 2017). Les espèces hôtes ont des affinités xéro-thermophiles et privilégient les zones exposées plutôt sèches et chaudes (Figure 8).

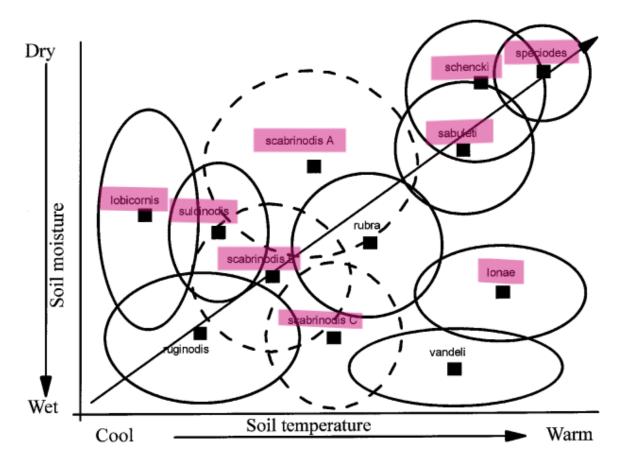


Figure 8 : Préférences écologiques des Myrmica (hôtes potentiels surlignés, liste non exhaustive ; adapté de Sielezniew, Dziekańska, et al., 2010)

#### iii. Cycle de vie

#### a. Du papillon

L'Azuré du Serpolet est une espèce majoritairement univoltine\*, toutefois les populations peuvent présenter un caractère biennal avec une entrée en hibernation dans la fourmilière (Schönrogge et al., 2000). L'émergence est synchrone avec la période de floraison de la plante-hôte, soit entre le 10 juin et le 10 août en Charente-Maritime (Mercier & Chabrouillaud, 2021). Les adultes sont exclusivement floricoles et se nourrissent sur les Fabacées et Lamiacées bleues, violettes ou roses. L'imago\* a une espérance de vie moyenne de 3,5 jours et la période de vol d'une population s'étend en moyenne sur 25 jours (Nowicki et al., 2005) autour de la première quinzaine de juillet. L'activité des adultes est optimale par temps ensoleillé à partir d'une température de 20°C mais elle diminue lors des pics de chaleur dépassant 27°C (Beau et al., 2005).

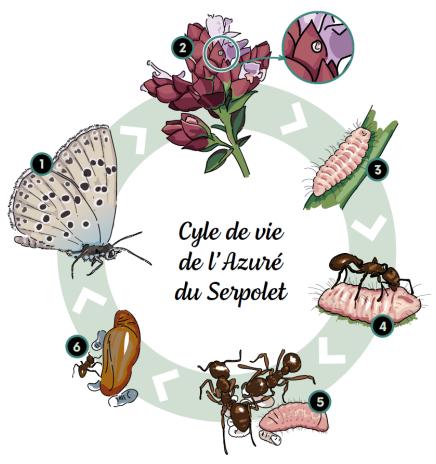


Figure 9. Cycle de vie l'Azuré du Serpolet (Communauté d'Agglomération de La Rochelle, Illustration : 1.2.3 Simone)

La femelle pond de 60 à 200 œufs au niveau des boutons floraux d'origan (Griebeler & Seitz, 2002; Lafranchis et al., 2015), à raison d'un œuf par inflorescence visitée (Figure 10). La fécondité des femelles dépendrait de la disponibilité des inflorescences sur les sites (Mouquet et al., 2005). Le choix du site de ponte se fait d'abord en fonction du stade phénologique de la plante hôte puis de la présence immédiate de *Myrmica* (Patricelli et al., 2011). De plus, les imagos seraient sensibles au carvacrol, un monoterpènoïde de défense émis par l'origan quand le pied est occupé par les fourmis du genre *Myrmica*, résistantes à la toxine (Patricelli et al., 2015).

Les œufs éclosent en majorité après une semaine. La chenille passe ses trois premiers stades à l'intérieur du bouton floral où elle se nourrit des carpelles de fleurs pendant 2 à 3 semaines avant de se laisser tomber au sol (Lafranchis et al., 2015). La chute coïncide avec le pic d'activité journalier des fourmis du genre *Myrmica spp*. Une fois au sol, incapable de se déplacer (Thomas, 2002), elles se font alors adopter par une ouvrière *Myrmica* après un long rituel de reconnaissance incluant l'émission de phéromones propres à l'espèce hôte (hydrocarbures



Figure 10 : Azuré du Serpolet en ponte sur Origanum vulgare (un œuf est visible en haut à gauche de l'inflorescence)

cuticulaires) ainsi que des stridulations proches des larves de reines de *Myrmica sabuleti*, ce qui leur donnerait un statut social plus important une fois dans le nid (Barbero et al., 2009). La chenille va ensuite passer près de dix mois au sein de la fourmilière, se nourrissant du couvain\*. En cas d'abandon de la fourmilière, la chenille peut survivre si une nouvelle colonie de fourmis s'installe dans la fourmilière vacante (Thomas & Wardlaw, 1992). Le stade de chrysalide s'effectue au sein de la fourmilière et le papillon émerge tôt le matin à partir de la fin du mois de mai, afin de profiter de l'inactivité des fourmis (Munguira & Martin, 1999).

#### b. Des fourmis

Les Myrmica présentent une distribution holarctique avec 22 espèces recensées en France.

Seules 3 castes existent au sein des nids : les mâles, les gynes (reines, princesses), les ouvrières. Ainsi les ergates (=ouvrières) sont monomorphes.

Les fourmilières, peu profondes, sont généralement semi claustrales, c'est-à-dire que généralement la gyne sort de sa loge pour rechercher de la nourriture et ainsi nourrir ses larves.

La taille et l'abondance des nids sont contrôlées par la disponibilité en sites favorables liés aux facteurs biotiques (hauteur de la végétation, ressources alimentaires...) et abiotiques (profondeur du sol disponible, température...). Il est à noter qu'en cas de modification défavorable du milieu (piétinement, ombrage, réduction de la ressource alimentaire) les nids sont facilement délocalisés.

Il semblerait que les *Myrmica* soient des espèces non territoriales et qu'elles pourraient donc disposer de territoires de prospection se recouvrant, le comportement de défense étant limité à la proximité directe du nid. La longueur maximale au-delà de laquelle seules de rares fourrageuses s'aventurent est estimée à 2m.

2 espèces de *Myrmica* sont bien représentées au sein de la présente étude, c'est pourquoi elles sont détaillées Figure 11.

Chez *M. Sabuleti*, le régime est omnivore : elles chassent les invertébrés et récoltent le miellat de pucerons (Wegnez, 2021).

Le cycle bisannuel particulier de certains individus d'Azuré du Serpolet qui restent 2 ans dans la fourmilière pourrait être mis en relation avec le cycle de développement des reines qui diffère de celui des ouvrières. En effet, les larves des futures reines passent un hiver dans la colonie au troisième stade larvaire et sont d'une taille plus importante que les autres larves (Dupont, 2010).

# Myrmica specioides Bondroit 1918

#### Habitat:

Les pelouses sèches et mi-sèches de tout genre, même les pelouses rudérales et celles au coeur des villes sont ses biotopes préférés. C'est une espèce typique des dunes côtières du nord de la France. Elle est largement répandue dans les régions continentales.

Myrmica specioides préfère les sols relativement chauds et secs sur substrats calcaires.

Cette espèce ne dépasse que rarement les 400 m d'altitude. Ses populations les plus denses se rencontrent dans les régions aux précipitations modérées.

La densité atteint parfois 50 nids au 100 m2. Généralement les nids sont pleine terre ou situés sous des pierres. Ils sont munis très rarement d'un petit dôme de terre.

C'est une espèce agressive qui pique rapidement. Les ouvrières s'emparent régulièrement d'espèces de *Lasius* plus faibles, en particulier *Lasius flavus*.

#### Biologie:

Elle s'approvisionne relativement peu dans la strate herbacée quand elle est trop haute ou supérieure à 50 cm. Elle est également nectarivore.

Les ailés apparaissent de la fin juin à la mi-septembre. Ils essaiment pendant les après-midis chauds entre le mois de septembre et le mois d'octobre.

La population au nid compte entre quelques centaines jusqu'à 2500 ouvrières et la polygynie peut être importante.

# Myrmica sabuleti Meinert, 1861

#### Habitat:

Myrmica sabuleti remonte jusqu'en Ecosse et dans le sud de la Scandinavie et elle est très répandue dans toute l'Europe. Elle est souvent confondue avec Myrmica spinosior dont elle partage parfois les mêmes habitats. M.sabuleti a une préférence aux milieux ouverts. Seules des mesures morphométriques permettent de les différencier.

La densité peut atteindre 40 nids pour 100 m2 dans les habitats optimaux, parfois davantage sur des patchs favorables.

L'espèce est assez xérique et n'est pas inféodée à un habitat particulier. Elle évite les sols trop ombragés et les sols trop humides. On ne la trouvera donc pas dans les forêts fermées et les prairies à hautes herbes. Elle est tout à fait absente des tourbières.

Elle se rencontre dans tous types de pelouses sèches et demisèches, dans les milieux herbeux ainsi que les landes à bruyères xériques sèches et fraîches.

<u>Biologie</u>: Les sexués sortent de début juillet à la mi-septembre. Le nid abrite en moyenne plusieurs reines et quelques centaines d'ouvrières. Ce nombre varie cependant en fonction du milieu. A maints d'endroits on ne dénombre qu'une reine et à peine 200 ouvrières. A d'autres endroits une reine et 1500 ouvrières.

Figure 11. Extrait du guide d'identification des fourmis pour M. sabuleti et M. Specioides (Galkowski & Lebas, 2015)

## 3. Mesures ERC relatives à l'Azuré du Serpolet

i. Mesures d'évitement, de réduction et de compensation

Un ensemble de mesures est destiné à limiter au maximum l'impact du projet d'écoquartier sur l'Azuré du Serpolet.

- 1. Une zone d'évitement strict a été définie (E, cf. Figure 12) afin de préserver le noyau de la population de la station. Cette zone de 6 000 m² sera épargnée par les travaux et la fréquentation humaine. Elle est actuellement gérée en pâturage. Un broyage des ronciers et une fauche tardive partielle sont réalisés en complément à l'automne afin de maintenir un habitat favorable à l'espèce.
- 2. En raison des travaux de dépollution des sols entrepris entre début 2022 et début 2024, un volume de 64 000 m³ de terres polluées a été excavé (Figure 3), entraînant une perte de 83% de l'habitat originel du papillon (Figure 13). Avant de réaliser les travaux de dépollution, les surfaces à dépolluer ont été identifiées ce qui a permis de définir les zones favorables à l'azuré et dépourvues de pollution qui ont été mises en défens
- Une fauche de l'origan a été réalisée en juin 2022 afin d'éviter les pontes sur les surfaces à dépolluer et 3. ainsi la destruction d'individus (pontes ou chenilles essentiellement) lors des travaux. Cette intervention a été omise en juin 2021. Les surfaces polluées aux mâchefers ont été excavés et déplacés sur plusieurs merlons ou dépôt entourant partiellement le site. Elles y ont été confinées sous des membranes géotextiles recouvertes d'une épaisseur de 30 cm de terres calcaires réparties en une couche de 5 à 10 cm de terres végétales recouvrant 20 à 25 cm de limons calcaires. Ces zones de dépôts (C1 et C2, photo en annexe 6), intégrées au parc urbain du projet (Figure 2), sont identifiées comme zones de compensation in situ pour l'Azuré du Serpolet par l'Arrêté préfectoral n°20-EB0762 du 04/11/2020. Le sol de la zone au sud des terrains de sport (C3) a été nivelé pour égaliser la pente et la surface a été intégrée aux mesures compensatoires. Il est souhaité que ces zones C1, C2 et C3 retrouvent, par une gestion adaptée, un habitat favorable au papillon à travers une recolonisation par l'Origan commun et les fourmis Myrmica spp., c'est pourquoi ces zones sont interdites au public. L'est de l'ancien champ de tir de la Pointe du Roux à Aytré (C5) et l'ancien terrain militaire d'Angoulins (C4, photo en annexe 5), propriété de la CDA, ont été désignés zones de compensation ex situ pour l'Azuré du Serpolet. Sur les parcelles ex situ, à ce jour, l'azuré n'est connu qu'à l'est du champ de tir de la Pointe du Roux. C1, C2, C3 et C4 sont interdites au public à minima dans un premier temps afin de s'assurer de la réussite des mesures compensatoires. L'ensemble des sites de compensation est présenté en Figure 12 et décrit dans le Tableau 1.

# Sites de compensations pour l'Azuré du serpolet Projet d'écoquartier de Bongraine

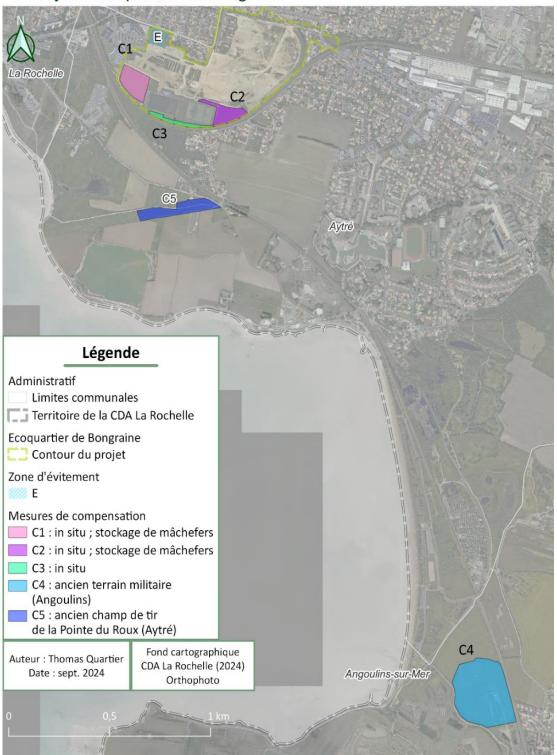


Figure 12 : Localisation des sites de compensation du projet de Bongraine en faveur de l'Azuré du serpolet

Tableau 1 : Description des zones formant les mesures d'évitement et de compensation en faveur de l'Azuré du Serpolet

Zone	Surface (ha)	Date de constitution	Description
E	0,6	-	Zone d'évitement (témoin) : végétation de pelouse thermophile à origan
C1	1,6	Novembre 2022	Zone de compensation ouest : dépôt de mâchefers décapés, confinés sous un géotextile recouvert par 20 cm de terre limoneuse calcaire nappé par 10 cm de terre végétale provenant du site.
C2	1,2	Décembre 2022	Zone de compensation est : dépôt de mâchefers décapés, confinés sous un géotextile recouvert par 20 cm de terre limoneuse calcaire nappé par 10 cm de terre végétale provenant du site.
C3	0,5	Février 2022	Zone de compensation pour l'Odontite de Jaubert : débroussaillage, nivellement du sol et régalage des terres contenant les graines d'odontite (Lucas, 2024).
C4	7,7ha	-	Ancien terrain militaire d'Angoulins, zone de compensation
C5	1,9	+	Partie est de l'ancien champ de tir de la Pointe du Roux à Aytré, zone de compensation

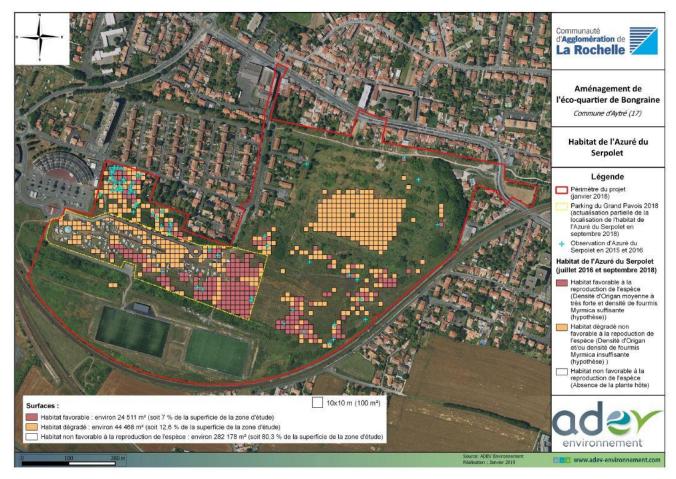


Figure 13. Localisation des habitats de l'Azuré du Serpolet au sein de la zone d'étude entre 2026 et 2018.

Les zones de compensation sont aujourd'hui gérées par pâturage extensif ovin tournant entre début octobre et début mai. Les effectifs d'ovins fluctuent en fonction des périodes de l'année. En complément, un broyage partiel des ronciers et une fauche tardive avec export des résidus sont menés sur des secteurs ciblés.

#### ii. Mesure d'accompagnement

Afin d'augmenter la surface d'habitat préservée favorable à l'Azuré du Serpolet, il a été proposé de déplacer 1810 m² de terres non polluées et au recouvrement en origan supérieur à 5% vers une zone sanctuarisée. Il faut souligner que seul le critère de la plante-hôte a conduit à la sélection de ces zones à déplacer : l'état des connaissances sur la présence des *Myrmica* et de larves d'Azuré du Serpolet au sein des plaques de sol avant déplacement est donc nul. L'hypothèse de leur déplacement au sein des plaques est précisément l'un des objets des suivis et analyses menés ici. La Figure 14 présente le schéma général de cette mesure expérimentale.

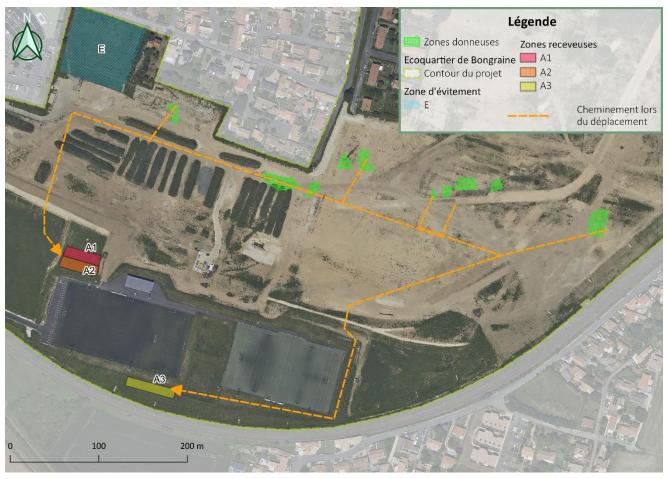


Figure 14 : Cheminement parcouru lors du déplacement entre les zones donneuses et receveuses de l'expérimentation

D'après la typologie du Guide d'aide à la définition des mesures ERC (CEREMA & Commissariat Général au Développement Durable (CGDD), 2018), cette opération de transplantation de sol constitue une mesure d'accompagnement du projet en raison de son bénéfice incertain (classification A5.b). Le site récepteur, situé au sud des zones donneuses (Figure 14), est décaissé sur une profondeur égale à celle des plaques déplacées, puis aplani (Figure 15). Les zones dites « donneuses » ont été fauchées et le sol a été découpé à l'aide d'une trancheuse en carrés de 2m x 2m (Figure 16). Les plaques découpées sont numérotées à la bombe de peinture afin de les suivre lors de leur déplacement (Figure 17) et de pouvoir consigner les échecs dans un tableur de suivi.



Figure 15 : Décaissement du site récepteur (crédit photo : Ludovic Lucas)



Figure 16 : Découpage des plaques de sol à la trancheuse (crédit photo : EIFFAGE)

Le sol à proximité a été décaissé pour faciliter le prélèvement. Le sol est prélevé sur une profondeur de 30-35 cm environ, la présence proche de la surface du matériau parental étant l'élément limitant l'épaisseur des plaques de sol. La séparation et le transport des plaques de sol se fait par insertion d'un plateau en acier conçu à cette fin et monté sur un télescopique sur pneus (Figure 18).



Figure 17 : Plaques de sol numérotées avant déplacement (crédit photo : EIFFAGE)



Figure 18 : Déplacement d'une plaque par insertion du module (crédit photo : EIFFAGE)

Le transport s'effectue à vitesse réduite par le cheminement le plus court et le plus plat possible, afin de limiter au maximum les perturbations occasionnées aux potentielles galeries de fourmilières dans le sol. Lors du dépôt (Figure 19), un appui très léger est réalisé sur la plaque de sol pour assurer la cohésion avec la zone réceptrice. Au préalable, l'ancrage des plaques de sol a été favorisé par un décompactage du sol. Enfin, la terre non polluée entourant les zones donneuses a été utilisée pour joindre les deux unités et favoriser la reprise de la végétation (Figure 20).



Figure 19 : Plaque de sol après déplacement (crédit photo : Ludovic Lucas)



Figure 20 : Jointure des plaques de sol après déplacement (crédit photo : EIFFAGE)

Au total, ce sont donc 600 m² de sol qui ont été déplacés en février 2022 et 1210 m² en décembre 2022. Leur emplacement est représenté sur la Figure 21. La mesure d'accompagnement désigne par la suite les zones A1, A2 et A3. Leur description est présentée dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Description des zones formant la mesure d'accompagnement en faveur de l'Azuré du Serpolet

Zone	Surface (m²)	Description
A1	600	Mesure d'accompagnement : zone déplacée en décembre 2022
A2	600	Mesure d'accompagnement : zone déplacée en février 2022
A3	610	Mesure d'accompagnement : zone déplacée en décembre 2022

#### Localisation des mesures d'accompagnement et de compensation in situ



Figure 21 : Localisation des mesures d'accompagnement et de compensation in situ

Elles sont aujourd'hui gérées par un pâturage extensif ovin similaire à celui décrit en page 9 associé à une intervention mécanique ciblée.

Il est à noter qu'une plaque à reptile (ancien tapis de carrière) avait été déposée sur une des zones à déplacer. Cet essai faisait suite à la découverte de plusieurs fourmilières sur d'autres sites de compensation lors de suivis de plaques à reptile. Ce point n'est pas détaillé ultérieurement car d'autres analyses réalisées à l'été 2024 ont mis en évidence qu'aucune *Myrmica* ne faisait partie des espèces retrouvées dans ces conditions.

## 4. Etat des connaissances sur le territoire de l'agglomération

Le maintien de la population du site dépend des interconnexions pouvant exister avec d'autres stations. Une étude engagée par la CDA en 2020 et réalisée par la LPO et Nature Environnement 17 (Mercier & Chabrouillaud, 2021) avait réalisé un état des lieux des connaissances sur la phénologie de l'espèce à l'échelle du département. L'étude avait produit une cartographie des stations d'Azuré du Serpolet établie par de nombreuses prospections orientées par la répartition de l'origan et les corridors écologiques probables de l'espèce sur le territoire de l'agglomération. Ainsi en 2020, 142 individus d'Azuré du Serpolet avaient été observés sur 10 stations et 8 communes du territoire de la CDA.

L'étude avait révélé l'existence de six nouvelles stations sur le territoire de la CDA et souligné la forte possibilité d'en trouver de nouvelles, certaines pouvant présenter des cas d'extinction temporaires comme mentionné dans la littérature scientifique (Merlet & Houard, 2012). Un nouveau travail a été mené en 2024 afin de mettre à jour cette donnée et connaître ainsi les potentialités d'interaction de la station de Bongraine avec d'autres stations, critère important pour sa viabilité.

Ces éléments ne sont pas traités dans ce document mais sont disponibles dans le mémoire de stage de Thomas Quartier (2024).

# II. Méthodologie de suivi de la translocation

Il importait de définir et d'appliquer une méthodologie d'évaluation de la réussite supposée de la mesure d'accompagnement à travers le suivi de plusieurs indicateurs. Il est impossible de définir le succès de la mesure d'accompagnement par le seul maintien de la population d'Azurés du Serpolet car celle-ci peut utiliser d'autres zones de micro-habitats à l'échelle de la station de Bongraine. C'est pourquoi on considèrera que le succès consiste en l'utilisation d'un habitat favorable par l'Azuré du Serpolet à travers la réalisation d'une ou plusieurs étapes de son cycle de vie. Cela permettra également de fournir des pistes de gestion.

Au regard des exigences de l'article 15 de l'arrêté préfectoral n°20-EB0762 du 4 novembre 2020, la CDA doit assurer un suivi écologique « proportionné et adapté aux enjeux et objectifs pour chacune des mesures et secteurs de mise en œuvre associés », réalisé sur la périodicité suivante : année « n » suivant achèvement de la mesure, puis n+1, n+2, n+3, n+5, n+10, n+15, n+20, n+25 et n+30. Dans notre cas l'année n correspondra à l'année 2023, le déplacement ayant eu lieu jusque fin 2022. Les indicateurs sont choisis de telle manière à pouvoir être répétés sur ce pas de temps, bien que seul le suivi des imagos soit obligatoire sur la périodicité fixée par l'arrêté. Il est donc important de mentionner que le suivi poussé de l'expérimentation reflète une volonté propre à la CDA La Rochelle. Par la suite, une méthodologie précise a été établie pour le suivi de chaque indicateur.

Selon la définition proposée par le comité français de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), un indicateur de biodiversité est « une mesure, généralement quantitative, qui peut être utilisée pour illustrer et faire connaître de façon simple des phénomènes complexes relatifs à la biodiversité, y compris des tendances et des progrès dans le temps. » (Tissot et al., 2014). Nous reprendrons les indicateurs traditionnellement retenus pour l'Azuré du Serpolet, à savoir l'abondance maximale du papillon lors de sa période de vol, le recouvrement en Origan commun et la présence de *Myrmica*. Après plusieurs échanges avec Pierre-Yves Gourvil, Coordinateur régional du PNA en faveur des papillons de jour, un indicateur supplémentaire a été proposé : il s'agit du comportement du papillon sur la zone d'étude. Ces indicateurs permettront de préciser le caractère favorable de l'habitat pour l'espèce ainsi que son utilisation de l'habitat. Pour chaque indicateur, un protocole sera décrit et présenté ci-dessous.

# 1. Suivi des Myrmica

Dans le cadre du Plan National d'Action en faveur des *Maculinea*, un protocole d'échantillonnage des fourmis du genre *Myrmica* a été établi par Kaufmann et al. en 2014. Il répond ici à plusieurs objectifs : (1) représenter la répartition spatiale des *Myrmica* dans une aire d'étude ; (2) recenser les espèces de fourmis auxquelles les *Myrmica* sont confrontées. Cette donnée qualitative n'informe pas sur l'abondance des espèces et ne garantit pas l'exhaustivité de la diversité de fourmis. Le protocole peut être réalisé entre le 15/04 et le 15/07 en matinée, les *Myrmica* préférant des températures au sol comprises entre 17°C et 22°C (Kaufmann et al., 2014). Les jours de pluie seront à éviter ainsi que les conditions très venteuses qui peuvent compliquer la préparation des appâts. Le protocole a été établi en suivant les étapes suivantes :

#### Délimitation des surfaces échantillonnées

Ce protocole a été mené en 2023 sur les zones E, A1, A2 et A3. En 2024, nous souhaitons l'étendre aux mesures compensatoires et comparer les résultats avec 2023. Afin d'apporter un élément de comparaison avec les milieux très perturbés, un autre relevé de myrmécofaune a été effectué à proximité sur un secteur de compensation pour l'Odontite de Jaubert (zone nommée « Besselue » dans le Tableau 3. Cette zone a connu le même protocole de confinement de terres polluées que les zones C1 et C2 à Bongraine, mais l'opération a été menée en janvier/février 2022, soit près d'un an avant C1 et C2. La végétation y est celle d'une prairie

partiellement rudéralisée et l'origan y est bien implanté. L'échantillonnage a donc été mené sur les neuf zones décrites dans le Tableau 3 et représentées en Figure 23 (seule la zone « Besselue » n'est pas représentée, n'étant pas une zone de compensation pour l'Azuré du Serpolet). Les zones E, A1, A2 et A3 ont repris le découpage en placettes de 2023 alors que les zones C1, C2, C3 et C4 ont été échantillonnées par transects.

Tableau 3 : Zones d'échantillonnage du protocole Myrmica en 2024

Zone	Type d'échantillonnage	Nombre d'appâts
E	Placettes 4x4 m	30
A1	Placettes 4x4 m	44
A2	Placettes 4x4 m	33
A3	Placettes 4x4 m	39
C1	Transect	30
C2	Transect	30
C3	Transect	27
C4	Plusieurs transects	30
Besselue	Plusieurs transects	25

Les placettes et transects sont matérialisées par des piquets posés tous les 4 m et reliés par de la corde (Figure 22). Les transects sont placés de manière à parcourir les zones de pente et de plateau pouvant être favorables à l'implantation d'Origan commun (C1 et C2) ou déjà densément peuplées en origan (C3). Nous souhaitions également explorer la possibilité d'une recolonisation des zones C1 et C2 par les *Myrmica* depuis les dépendances ferroviaires au sud ainsi que les franges herbacées adjacentes. C'est pourquoi nous proposons des transects partant des milieux périphériques et atteignant le centre de la zone (Figure 23). Un échantillonnage complet n'est pas possible en raison du temps alloué à la réalisation du protocole et à l'identification des échantillons. Les résultats sur plusieurs années pourraient suggérer une dynamique de recolonisation depuis les bordures vers l'intérieur de la zone, sans toutefois permettre de le démontrer en raison du sous-échantillonnage important.



Figure 22 : Placettes du protocole Myrmica sur la zone E

#### Transects et placettes du protocole Myrmica

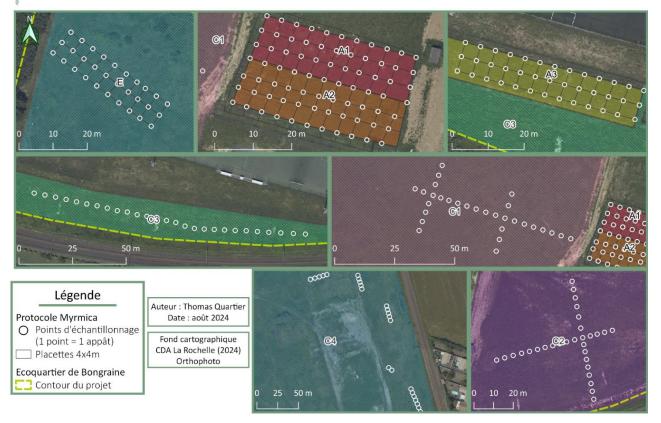


Figure 23 : Transects et placettes d'échantillonnage du protocole Myrmica

#### ii. Pose des appâts

Une petite portion de rillettes de saumon et une goutte de miel sont déposées sur un carré 3x3 cm de feuille bristol au sol (Figure 24) tous les 4 m. Au préalable, des piluliers en polypropylène étiquetés remplis au quart d'alcool à 70° sont posés à raison d'un tube par appât. Lors de la pose, l'expérimentateur veille à garder un rythme constant. Les fourmis sont prélevées à l'aide d'un aspirateur à bouche à deux reprises pour chaque appât : un premier passage 30 minutes après la pose et un second une heure après le premier passage. Une fois aspirées, les fourmis sont ensuite versées dans le tube correspondant à l'appât.



Figure 24 : Pose d'un appât constitué de rillette de saumon et de miel

#### iii. Identification des fourmis

Les fourmis sont identifiées à la loupe binoculaire, mise à disposition par l'université de La Rochelle. L'identification s'appuie sur l'ouvrage « Fourmis de France », de Blatrix et al., 2022, Editions Delachaux et Niestlé ainsi que du « Guide d'identification des fourmis du genre *Myrmica* » de Galkowski & Lebas, 2015. En cas d'incertitude, les individus ont été envoyés pour identification à M. Christophe Galkowski, de l'association Antarea. Dans la plupart des cas l'identification des fourmis s'est faite à l'espèce. Toutefois, au vu des difficultés d'identification des espèces de *Myrmica* et des récentes découvertes de nouvelles espèces hôtes pour l'Azuré du Serpolet (voir page 5), seule la donnée de présence du genre *Myrmica* sera utilisée dans l'analyse.

#### 2. Suivi du recouvrement en Origan commun

Le suivi de l'évolution du recouvrement par la plante-hôte est essentiel pour établir des préconisations de gestion favorable à l'espèce. Il a été réalisé en 2023 sur les placettes des zones E, A1, A2 et A3 et a été reconduit en 2024. Il est réalisé lorsque les inflorescences sont développées, soit à partir de la dernière semaine de juin. L'évaluation du recouvrement se fait en attribuant à chaque placette de 16 m² issue du découpage présenté en Figure 23 un coefficient de recouvrement pour l'Origan commun issu de l'échelle d'abondance-dominance établie par (Braun-Blanquet, 1964), présentée dans le Tableau 4. On associe à chaque indice de recouvrement un caractère favorable ou défavorable au regard des exigences écologiques de l'Azuré du Serpolet : on considère que l'habitat est favorable si le recouvrement en origan est supérieur au coefficient 1, soit de l'ordre de 5% (Griebeler & Seitz, 2002).

Tableau 4 : Indices de recouvrement de Braun-Blanquet

Coefficient	Description du recouvrement	Caractère de l'habitat
5	> 75% de la surface	Favorable
4	50 < n < 75% de la surface	Favorable
3	25 < n < 50% de la surface	Favorable
2	Individus abondant ou très abondants, 5 < n < 25% de la surface	Favorable
1	Individus assez abondants, < 5% de la surface	Favorable
+	Individus peu abondants, < 5% de la surface	Défavorable
r	Individus très rares, < 1% de la surface	Défavorable
i	Individu unique	Défavorable
0	Absent	Défavorable

Ces données seront croisées avec celles de la présence de *Myrmica* et du suivi comportemental afin d'établir des relations entre ces observations et de conclure sur la potentialité du milieu. Lors du relevé, l'observateur se munit d'une simple grille de recouvrement. Il veille également à ne pas piétiner les pieds d'origan lors du suivi.

# 3. Suivi des populations par transects

Le suivi de la population d'Azuré du Serpolet est une exigence réglementaire fixée par l'arrêté préfectoral du 4 novembre 2020 relatif au projet d'écoquartier de Bongraine. Réalisé depuis 2020 par la LPO, il suit la méthodologie du programme national STERF (Suivi Temporel des Rhopalocères de France) établi par Manil & Henry (2007). L'observateur suit un transect linéaire au cours duquel il comptabilise tous les lépidoptères observés dans un cube virtuel de 5m de large devant lui et sur les côtés. Ces transects sont suivis de manière hebdomadaire lors du pic de vol de l'espèce, pendant 6 à 7 semaines consécutives.

L'enjeu a été de redéfinir la méthodologie du suivi au raison de plusieurs contraintes à long terme liées au projet. En effet, les travaux sur le site ont grandement bouleversé les transects définis les années précédentes et qui ne sont plus applicables aujourd'hui. Initialement trois transects étaient tracés par la LPO, dont deux dans un secteur aujourd'hui occupé par les travaux (annexe 1). La méthodologie initiale précisait un temps de parcours de 1h par transect.

Suite aux échanges avec M. Gourvil, nous proposons d'adapter la méthodologie dans le but de pouvoir suivre les transects sur le long terme et de le mettre en cohérence avec le protocole du STERF afin de pouvoir exploiter les données d'abondance. Nous proposons donc des transects rectilignes limitant les risques de double-comptage dans les mesures compensatoires et d'accompagnement (Figure 25) non menacées par les travaux à venir. Afin de comparer les données 2024 avec celles des trois années précédentes et d'établir une relation entre les données d'abondance obtenues à partir des deux méthodologies, un passage supplémentaire sera effectué dans la zone 4 (transect T3) en suivant les deux différents tracés. Dans le futur, seule la méthodologie de 2024 sera appliquée sur tous les transects.

Tracé des transects STERF pour 2024



Figure 25 : Tracé des transects STERF 2024

Les nouveaux transects ont une longueur comprise entre 78 m et 232 m et couvrent les zones dédiées à l'habitat du papillon. Ils seront parcourus à un rythme de prospection comparable (environ 10 min pour 200m). Un indice kilométrique d'abondance, correspondant au maximum d'abondance observé sur la saison rapporté à la longueur du transect, sera calculé pour chaque transect (en nombre d'Azuré du Serpolet par kilomètre), afin de rendre comparables les abondances des différentes zones du site mais également celles suivies sur d'autres mesures compensatoires.

## 4. Suivi comportemental de l'Azuré du Serpolet

Dans le but de caractériser l'utilisation du milieu par l'espèce, il a été nécessaire de définir un nouveau protocole apportant une donnée plus fine à l'échelle des micro-habitats de la station de Bongraine. Lors d'un échange avec Pierre-Yves Gourvil, l'idée d'un suivi comportemental a émergé. Ce type de suivi existe pour le Fadet des tourbières (*Coenonympha tullia*) (Decoin et al., 2022) mais reste plutôt rare dans la littérature. L'objectif est de caractériser l'utilisation des zones de compensation et d'accompagnement par l'Azuré du Serpolet, à la fois à l'échelle de son cycle biologique et de la vie des imagos.

Ce protocole est effectué sur les zones E, A1, A2, A3 (découpage en placette décrit en Figure 23) et C1, C2 et C3 (prospection libre ciblant les fortes densité d'origan, de thym et les individus contactés à distance si l'activité est faible). Il est également appliqué au canal de Marans à Dompierre-sur-Mer, une station connue de l'espèce qui abrite également plusieurs stations de Thym précoce (*Thymus praecox* Opiz, 1824) qui compte parmi les plantes-hôtes de l'Azuré du Serpolet. Après discussion avec M. Gourvil, il nous a paru pertinent d'explorer le rôle potentiel de plante-hôte joué par le thym sur cette station mais non documenté en Nouvelle-Aquitaine à ce jour (Gourvil & Sannier, 2022). Le suivi est réalisé durant la période d'activité des imagos soit de la semaine du 3 juin à la semaine du 5 août, de manière hebdomadaire et en conditions météorologiques favorables : une température supérieure à 15°C si le temps est ensoleillé (à 17°C si le temps est nuageux), une couverture nuageuse inférieure à 75 % sans pluie et un vent inférieur à 30 km/h sauf dans les régions très venteuses où cette limite est fixée à 50 km/h.

Au sud des terrains de sport, la zone du transect *Myrmica* C3 (voir Figure 23) est riche en origan et proche de la zone A3. Elle a donc été subdivisée en 26 placettes de 4x4 m pour lesquelles le protocole décrit ciaprès s'applique. L'observateur parcourt les placettes d'une même zone de proche en proche à raison de 1 min par placette de 16 m² soit 30 min d'observation par zone de 600 m². Les prospections libres durent également une trentaine de minutes. Lors de l'observation d'un individu, un point GPS et un comportement parmi les champs décrits dans le Tableau 5 sont associés.

Tableau 5 : Classification des comportements observables chez l'Azuré du Serpolet

Comportement type	Détails de saisie (optionnels)	Code
Absence		0
Déplacement	En vol	1
(individu observé en vol)	Observation hors placette	
Alimentation	Plante butinée	2
(individu observé posé sur une fleur, trompe visible)	Sexe de l'imago	
Comportement territorial (mâle sur poste d'affût et/ou chassant d'autres papillons)		3
Parade/accouplement (mâle et femelle en parade ou appareillés)		4
Comportement de ponte/ponte	Plante support	5
(femelle sur inflorescence recourbant l'abdomen)	Œuf observé (Oui/non), plante-hôte	
Ponte	Plante-hôte	6
(œufs ellipsoïdaux blancs au niveau des boutons floraux)	Nombre d'œufs	
Autre(s) comportement(s)		X

Les données hebdomadaires sont ensuite agrégées par placettes. Cet indicateur pourra permettre de comparer les zones entre elles et de les mettre en lien avec les données de plante-hôte et de fourmis hôtes. L'analyse mettra en évidence si possible le rôle dominant de la zone (alimentation, ponte...). Enfin, un indice de reproduction ou une qualification de l'utilisation de la placette est attribué à la zone :

- Reproduction certaine : femelle en action de ponte ou œufs (codes 5 à 6) ;
- Reproduction probable: comportement territorial, parades ou accouplement (codes 3 à 4);
- Reproduction possible : déplacement ou alimentation avec présence d'origan (codes 1 à 2) ;
- Reproduction non avérée : absence ou déplacement sans présence d'origan (code 0 ou 1) ;

# III. Résultats

## 1. Suivi des Myrmica

Au total, 257 appâts ont été posés sur les sites d'évitement, de compensation et d'accompagnement du projet de Bongraine entre le 23 mai et le 21 juin 2024. 1 078 fourmis appartenant à 16 espèces différentes ont été collectées. Les résultats complets sont présentés en annexe 2 et le Tableau 6 reprend quelques statistiques générales.

Tableau 6 : Statistiques générales des relevés de myrmécofaune

	Zone								
	A1	A2	А3	E	C1	C2	C3	C4	Besselue
Nb. d'espèces collectées	12	8	11	6	1	3	6	6	6
Nb total d'appâts	44	33	39	30	30	30	27	24	30
% d'appâts vides	9,1%	15,2%	10,3%	10,0%	90,0%	73,3%	0,0%	0,0%	10,0%
% d'appâts avec Myrmica	22,7%	21,2%	12,8%	20,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,3%

On remarque une répartition des zones selon la richesse spécifique myrmécologique et les taux d'appâts vides :

- La mesure d'accompagnement, la zone d'évitement et « Besselue » présentent un faible taux d'appâts vides (9,1-15,2%) et une richesse spécifique « moyenne » à « élevée » (comprise entre 6 et 12).
- Les mesures compensatoires in situ C1 et C2 présentent des taux beaucoup plus forts (73,3-90,0%)
   et une faible richesse spécifique (comprise entre 1 et 3).
- Les zones de compensation C3 et C4 ont toujours permis d'échantillonner une fourmi par appât. En revanche la richesse spécifique est moyenne (6).

Au sein du genre *Myrmica*, deux espèces sont présentes : *Myrmica specioides* (Figure 26) et *Myrmica sabuleti* (Figure 27). Les deux espèces sont notées comme hôtes avérées dans la littérature (Nowicki et al., 2005; Tartally et al., 2017).



Figure 26 : Ouvrière de Myrmica specioides (x35)



Figure 27 : Ouvrière de Myrmica sabuleti (x40)

*Myrmica sabuleti* et *Myrmica specioides* sont observées toutes les deux sur A1, A2 et A3 ainsi que dans la zone E, avec un taux de présence total compris entre 13% et 23% des appâts (Tableau 6 et Figure 28). Ces espèces étaient déjà identifiées en 2023 sur ce secteur (Figure 28).

#### Evolution de la présence des Myrmica

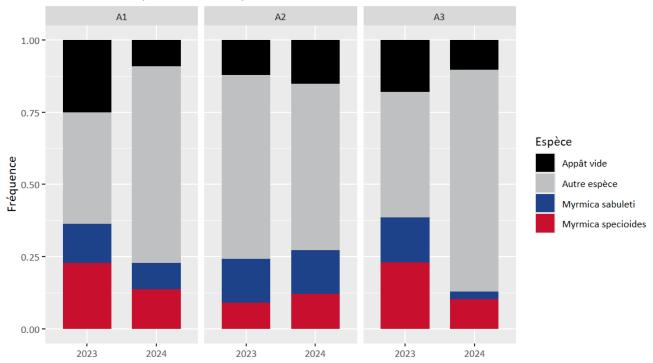


Figure 28 : Evolution de la présence des Myrmica au sein de la mesure d'accompagnement

Le pourcentage d'appâts avec *Myrmica* au sein d'une zone peut être considéré comme un indicateur du caractère favorable de l'habitat, mettant en évidence un taux de présence de la fourmi hôte sur la zone. Afin de comparer l'évolution de ce taux de présence entre 2023 et 2024, nous avons utilisé un test de McNemar pour échantillons qualitatifs binaires appariés, soit dans notre cas des données de présence-absence de *Myrmica* sur les mêmes placettes lors de deux années consécutives. Les résultats de ce test sont décrits dans le Tableau 7.

Tableau 7 : Résultats du test de McNemar sur la proportion d'échantillons positifs en 2023 et 2024

Zone	Résultats du test	Interprétation
A1	p-value = 0.4795 (>0.05)	La diminution observée n'est pas significative
A2	p-value = 1	Non applicable
A3	p-value = 0.3865 (>0.05)	La diminution observée n'est pas significative
E	p-value = 1	Non applicable

La comparaison avec les données de l'année 2023 met en évidence un taux de présence stable sur la mesure d'accompagnement, aucune diminution n'étant significative. La comparaison interannuelle de la répartition des *Myrmica* au sein des zones est présentée en Figure 29.

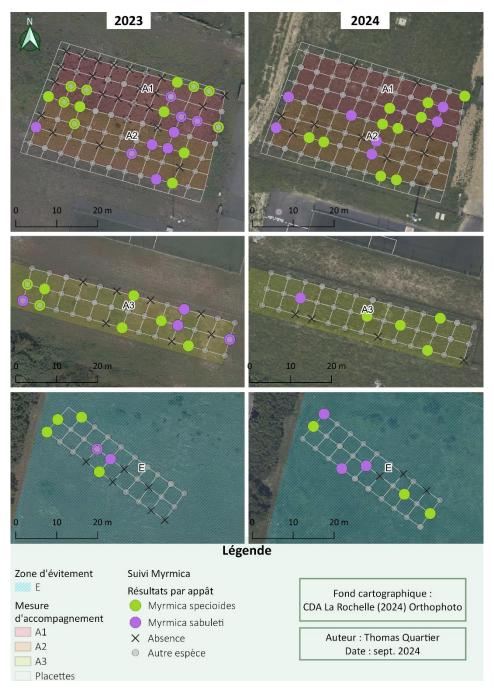


Figure 29 : Comparaison de la répartition des Myrmica en 2023 et 2024

En revanche, leur absence totale des zones de compensation est à souligner et pourrait s'expliquer par : 1) un fort biais d'échantillonnage lié à l'étendue des zones ou à un autre paramètre non identifié à ce jour ; 2) un retour sur des milieux très perturbés plus long que celui d'espèces pionnières comme *Tetramorium caespitum* ; 3) des conditions édaphiques défavorables (structure de sol perturbée, épaisseur de terre végétale trop faible sur la terre calcaire ; 4) des habitats encore trop éloignés des optimums écologiques des *Myrmica*, à savoir des prairies sèches ou pelouses thermophiles à faible hauteur de végétation pour *Myrmica sabuleti* et *Myrmica specioides* (Galkowski & Lebas, 2015).

La comparaison entre la zone « Besselue » et les zones C1/C2 montre que la richesse spécifique est plus importante dans la première citée (6 espèces contre 1 et 3 pour C1 et C2). De plus, une *Myrmica sabuleti* a été prélevée dans un secteur plutôt avancé au sein de la zone (Figure 30), ce qui indiquerait une présence de l'espèce au sein de la zone et non issue d'un nid en périphérie de la zone. Cela permet d'espérer un retour des *Myrmica* sur des milieux profondément perturbés d'ici quelques années, dans le cas où l'évolution de l'habitat est favorable à l'accueil de ces espèces.

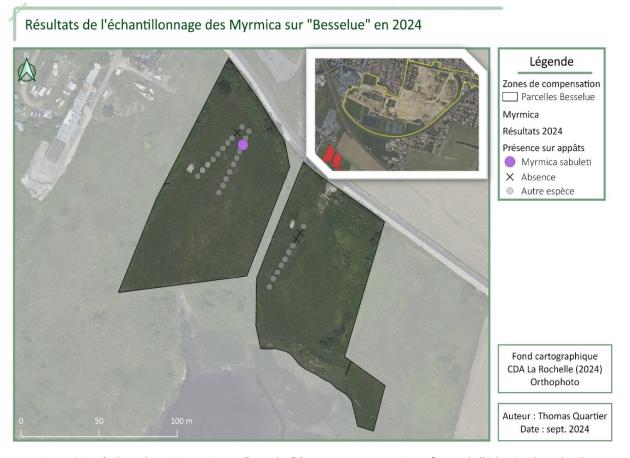
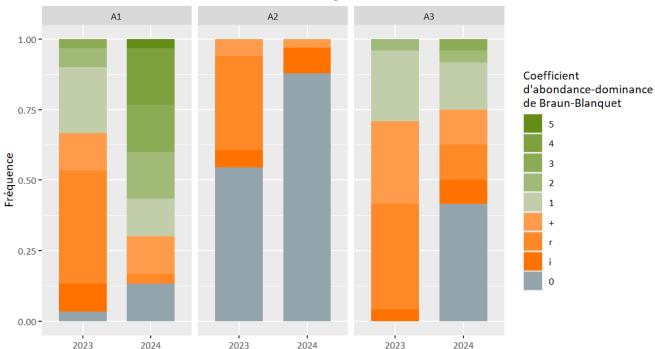


Figure 30. Résultats du suivi Myrmica sur "Besselue" (mesure compensatoire en faveur de l'Odontite de Jaubert)

## 2. Recouvrement en Origan commun

Le suivi du recouvrement en Origan commun a été fait le 12 juillet 2024, lorsque la grande majorité des pieds d'origan étaient en pleine floraison. Une comparaison de l'évolution des recouvrements a été menée (Figure 31).



Evolution de l'intensité du recouvrement en Origan commun

Figure 31 : Comparaison des niveaux de recouvrement entre 2023 et 2024 sur la mesure d'accompagnement

Les résultats par placettes sont présentés en Figure 32. De la même manière que pour les données de *Myrmica*, un test de McNemar a été utilisé afin de comparer l'évolution du pourcentage de placettes favorables entre 2023 et 2024. En effet, nous sommes aussi dans le cas de deux séries de données qualitatives binaires appariées, l'hypothèse nulle étant qu'il n'existe pas de différence significative du recouvrement entre les deux années. Les résultats sont montrés dans le Tableau 8.

Zone	p-value du test	Interprétation
A1	p-value = 0.002569	Augmentation significative du nombre de placettes
	(< 0.05)	favorables (+ 112%)
A2	-	Pas de données utilisables
A3	p-value = 1	Non applicable
E	p-value = 0.004427	Diminution significative du nombre de placettes
	(< 0.05)	favorables (-83%)

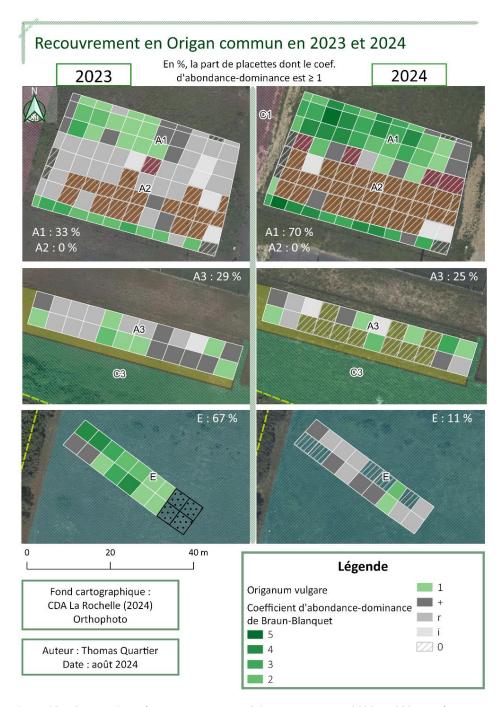


Figure 32 : Comparaison du recouvrement en Origan commun en 2023 et 2024 sur la mesure d'accompagnement

Nous pouvons constater des évolutions divergentes selon les zones de la mesure d'accompagnement. La zone A1 a vu sa population en origan se densifier passant de 33% à 70% des placettes présentant un recouvrement favorable. Au contraire, la proportion de placettes « favorables » en A2 et A3 ne semble pas avoir sensiblement changé. La zone A2 a une végétation plus haute et dense que A1, au cortège d'espèces différent. L'origan y est absent mais la bordure au sud de la zone (non déplacée) a naturellement une très forte densité de pieds (Figure 32). A3 voit le recouvrement diminuer légèrement car sa végétation s'est densifié et les pieds isolés sont moins visibles. Enfin, le recouvrement des placettes de la zone E a diminué de 67% en 2023 à 11% cette année. Cela fait ressortir la forte variation interannuelle de la répartition de l'espèce, cette variation pouvant être liée à des variations de développement interannuelle de cette vivace.

La floraison de l'origan en 2024 a été particulièrement longue avec des pieds observés encore en fleur fin septembre.

## 3. Suivi des populations d'Azuré du Serpolet par transect

Le suivi des populations par transects a été effectué par les salarié.es de la LPO pendant 7 semaines entre le 19 juin et le 02 août 2024 à la demande de la CDA. Les résultats sont présentés en Figure 33.

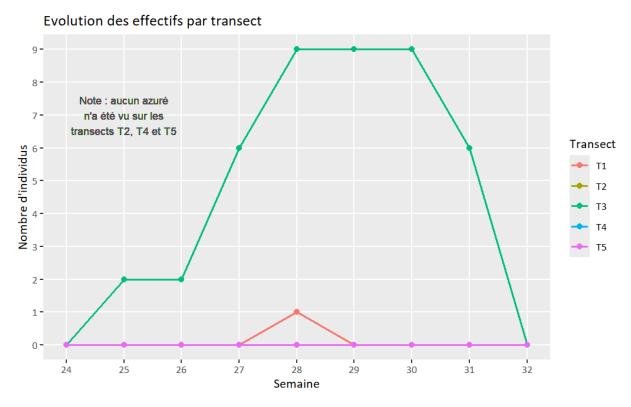


Figure 33 : Evolution des effectifs d'Azuré du Serpolet à Bongraine par transect

Au total, 44 données d'Azuré du Serpolet ont été enregistrées sur deux transects : le T3 (zone E) et le T1 (zone C1). Le transect T5, passant dans la mesure d'accompagnement, n'a pas permis l'observation d'imagos. La phénologie est centrée sur un pic de vol entre le 09 et le 24 juillet (semaines 28 à 30), au cours duquel un effectif maximum de 9 individus a été dénombré. Il est à souligner que le passage hebdomadaire effectué en suivant l'ancien tracé établi par la LPO a aussi permis de contacter 9 individus lors de cette période, ce qui nous permet d'espérer un biais minime entre les deux méthodologies.

Une comparaison des pics phénologiques de l'espèce est proposée en Figure 34 sur la base des données fournies par la LPO depuis 2021 sur le transect T3 de la zone E. Cette zone est choisie car : 1) elle abrite le noyau de la population d'Azuré du Serpolet ; 2) elle bénéficie d'un suivi plus régulier que les autres transects qui ont été profondément remodelés.

#### Evolution des effectifs d'Azuré du serpolet de 2021 à 2024 Transect T3

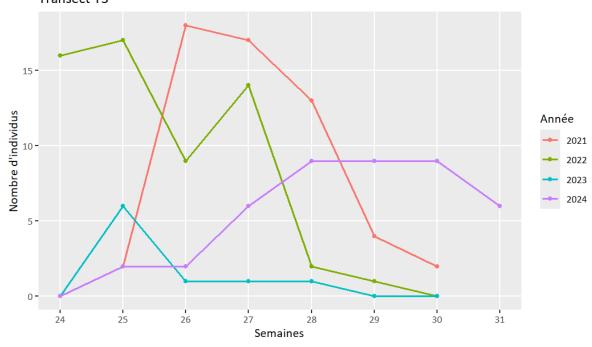


Figure 34 : Comparaison de la variation temporelle des effectifs d'Azuré du Serpolet selon les années

On remarque ainsi que le pic d'activité de 2024 semble retardé par rapport aux années précédentes, pour lesquelles le pic de vol se situait aux alentours des semaines 25 et 26. Le pic phénologique est en outre peu marqué cette année, ce qui corrobore des observations similaires sur d'autres stations (Gourvil, comm. pers.). L'estimateur utilisé pour le suivi de la population d'Azuré du Serpolet est le maximum d'individus observé lors de l'ensemble des passages, qui sous-estime moins l'effectif réel que la moyenne des individus.

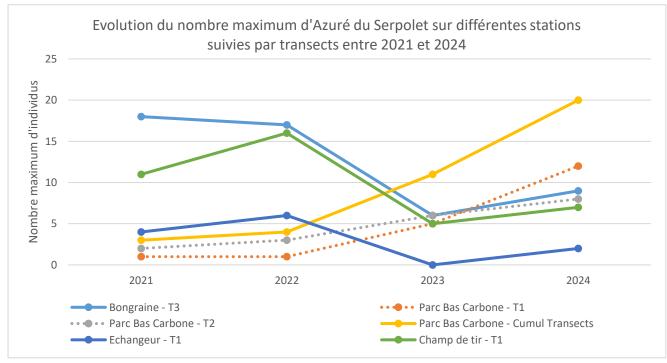


Figure 35. Comparaison de l'évolution des effectifs d'Azuré du Serpolet sur le transect T3 de Bongraine et sur trois autres stations suivies (ancien champ de tir et échangeur des Cottes Mailles à Aytré ; Parc Bas Carbone à Lagord)

La Figure 35 montre la variation annuelle de cet estimateur sur le transect T3 de Bongraine ainsi que sur des stations voisines propriétés de la CDA, également suivies par transects de manière hebdomadaire : l'ancien champ de tir de la Pointe du Roux, site de compensation de Bongraine concernant l'Azuré du Serpolet, l'échangeur des Cottes Mailles et le Parc Bas Carbone à Lagord.

L'effectif 2024 est estimé à 9 individus. Cette estimation, bien qu'obtenue selon un protocole différent (cf. II.3), est d'un ordre de grandeur très éloigné du comptage simultané de 82 individus en juillet 2020 et représenterait un fort déclin par rapport à ce comptage de 2020. De plus, l'effectif 2024 s'élève à la moitié de celui de 2021 obtenu par le même protocole. Les hypothèses avancées sont le début des travaux sur le site de Bongraine qui a pu réduire la taille de la population, ainsi que les conditions climatiques d'un printemps 2024 pluvieux.

En poursuivant l'analyse de données proposée par Manil & Henry (2007), on peut représenter la variation des effectifs standardisée en soustrayant à chaque point ci-dessus la moyenne des effectifs du transect correspondant entre 2021 et 2024. La Figure 36 illustre cette variation.

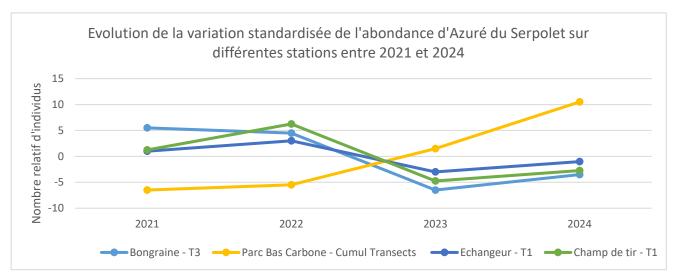


Figure 36. Comparaison de la variation des effectifs standardisés entre 4 stations suivies par transects

Bien que les effectifs restent faibles et que seulement quatre années de suivis soient disponibles, on remarque des tendances communes entre stations. La forte baisse observée en 2023 sur Bongraine est également nettement visible sur deux autres stations (échangeur des Cottes Mailles et champ de tir), ce qui pourrait suggérer l'hypothèse d'une hausse de la mortalité des chenilles durant l'été très chaud et sec de 2022. En effet, lorsque la chenille tombe au sol, chez l'une de ses « cousines » de milieux humides, *Phengaris alcon,* la prédation et la dessiccation induisent une mortalité estimée à 85% (Als T.D. et al., 2001).

Néanmoins, la tendance sur le Parc Bas Carbone est différente avec une hausse constatée. Il est à noter que ce site a été restauré à l'hiver 2020-21 pouvant potentiellement expliquer cette hausse.

L'intérêt de poursuivre ces suivis à un pas de temps annuel est fort, car il permet d'établir des tendances observables tout en les comparant à des stations à proximité immédiate. Cela permet aussi de relativiser la variation d'effectifs observée à Bongraine.

Un regard particulier sera apporté à ce titre à l'impact des conditions météorologiques de l'année 2024, particulièrement pluvieuse. Alors que les étés très chauds peuvent être négatifs à l'espèce, il en est potentiellement de même pour des conditions climatiques fraiches et humides qui sont ciblés comme défavorables aux Phengaris à 3 stades de vies période de vol des adultes, période d'adoption des chenilles, période de reprise de l'activités des fourmilières au printemps – qui peuvent respectivement réduire la durée

de vie des adultes (et donc de ponte), l'activité des fourmis (et donc le taux d'adoption dans les fourmilières), l'activité de recherche alimentaire des fourmis (et donc les ressources trophiques disponibles pour les chenilles dans les fourmilières) (Dupont, 2010).

### 4. Suivi comportemental

Les résultats du suivi comportemental des imagos montrent d'abord une grande hétérogénéité entre les zones d'études, comme représenté sur la Figure 37. L'essentiel des données proviennent de la zone E qui abrite le noyau de la population de Bongraine. Une donnée « déplacement » a été notée dans la zone A2, mais l'observation a été de courte durée et concerne un déplacement de l'intérieur vers l'extérieur de la zone. Il est à noter qu'une donnée « alimentation »ainsi que « ponte avec œufs » a été notée dans un secteur pourtant

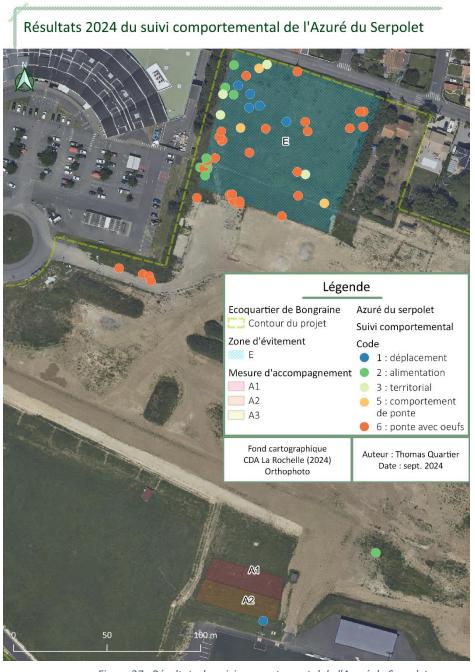


Figure 37 : Résultats du suivi comportemental de l'Azuré du Serpolet

très perturbé au sein de l'emprise des travaux<sup>3</sup>. Les comportements hors zone E sont donc minoritaires et concernent des individus isolés.

On note aussi une grande diversité des comportements observés comme le montre la Figure 39. Seul le code 4 « Parade/accouplement » n'a pas été noté, les comportements d'interaction étant plus difficiles à surprendre. Le code 6 correspondant à l'observation d'œufs est le plus noté en raison d'une bonne détection des pieds d'origan avec pontes. Ceux-ci ont été recensées entre le 02 juillet et le 23 juillet, pour un total de 82 œufs. Les œufs étaient le plus souvent pondus isolément (médiane : 1 œuf/inflorescence ; moyenne : 2,41) bien qu'une inflorescence portant 11 œufs ait été découverte. Leur détection est d'autant plus facile que le bouton floral d'origan est peu développé (Figure 38).

Enfin, l'Azuré du Serpolet a exclusivement utilisé *Origanum vulgare* pour la ponte, un comportement ayant pourtant été observé sur *Poterium sanguisorba* sans œuf pondu. L'alimentation du papillon s'effectue sur l'Origan commun, la Luzerne cultivée *Medicago sativa* (Linnaeus, 1753) et le Calament clinopode *Clinopodium vulgare* (Linnaeus, 1753). La Luzerne cultivée est une plante de pelouses maigres et de bords de chemins (Schauer & Caspari, 2007) qui a fleuri nettement avant l'origan. Elle semble avoir constitué la principale ressource florale au cours des premières semaines d'émergence, d'où l'intérêt de la prendre en compte dans les mesures de gestion. Le Calament clinopode a été noté comme plante-hôte de l'azuré dans les Corbières (dans l'Aude) par Lafranchis et al.(2015) mais n'est pas connu comme tel en Nouvelle-Aquitaine. Il est présent en faible densité sur le site de Bongraine.



Figure 38 : Œuf d'Azuré du serpolet sur Origan commun

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Cette information a permis d'établir et mettre en œuvre un protocole d'évitement des zones de ponte dans l'emprise des travaux. Une fauche fin mai/ début juin des pieds d'origan sur l'ensemble de l'emprise des travaux est prévue chaque année pour éviter tout nouveau risque de destruction d'individus.

#### Distribution des comportements observés chez l'Azuré du serpolet

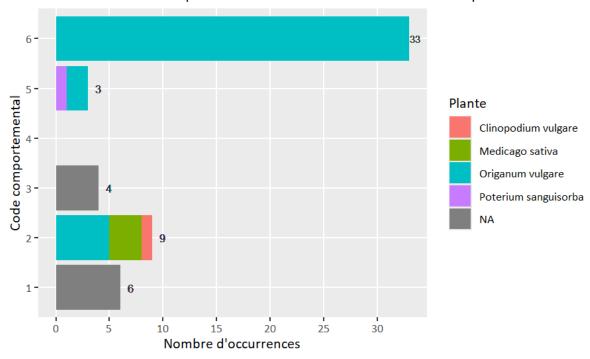


Figure 39 : Résultats du suivi comportemental de l'Azuré du Serpolet à Bongraine (1 : déplacement, 2 : alimentation, 3 : comportement territorial, 4 : parade/accouplement, 5 : comportement de ponte, 6 : œufs sur origan)

La synthèse de ces codes nous donne un indice de reproduction décrit dans le Tableau 9.

Tableau 9 : Indice de reproduction par zone de suivi comportemental

Zone	Niveau de reproduction	Code maximal				
E	Reproduction certaine	6 ; sur l'ensemble de la zone				
A1	Reproduction non avérée	0				
A2	Reproduction possible	1 ; présence d'origan				
A3		0				
C1	Dominadustian man autoria	0				
C2	Reproduction non avérée	0				
C3		0				
Emprise des travaux	Reproduction possible	6; présence d'origan très rare				
Canal Marans	Reproduction probable	3				

Ces résultats indiquent que l'Azuré du Serpolet utilise la zone d'évitement pour la totalité de son cycle de vie. Les mesures compensatoires et d'accompagnement sont au mieux utilisées ponctuellement lors de déplacements pour se nourrir et bénéficient de leur proximité relative avec la zone E.

Le suivi au canal de Marans a permis de montrer une différence de phénologie entre *Thymus praecox* et *Origanum vulgare*, présents dans les mêmes habitats. *Thymus praecox* était en fleur lors des premiers passages (10, 17 et 24 juin) alors que *Origanum vulgare* n'était pas encore développé. Lors de la première observation d'imagos d'Azuré du Serpolet le 1<sup>er</sup> juillet, seul l'origan a été utilisé pour l'alimentation et des comportements territoriaux ont eu lieu à proximité. Aucun comportement n'a été observé sur les inflorescences de thym qui étaient alors nettement en fin de floraison. *Thymus praecox* ne semble donc pas jouer le rôle de plante-hôte sur cette station.

## IV. Discussion

## 1. Regard critique sur les protocoles de suivis

La mise en pratique des protocoles sur le terrain nous a permis d'identifier des limites et de proposer d'éventuels ajustements pour les années à venir.

La faible surface des zones de la mesure d'accompagnement et la mise en place du protocole d'échantillonnage des *Myrmica* par un seul observateur restreint le nombre d'appâts disposés. Le protocole définit un minimum de 70 appâts contre 44 au maximum lors de l'échantillonnage de la zone 1. Cela limite notamment l'analyse de données interannuelles car le nombre de paires discordantes (i.e. les appâts « positifs » l'année n et « négatifs » à n+1 et inversement) est parfois inférieur à celui conditionnant le test de McNemar (soit 10 paires). Nous sommes également confrontés à cette limite statistique liée au faible nombre de placettes par zone dans le cadre de la comparaison interannuelle du recouvrement en origan. À partir de 2025, un test-Q de Cochran<sup>4</sup> pourra être utilisé car nous disposerons d'au minimum 3 années de suivis, ce qui nous permettra de déceler les variations interannuelles du recouvrement en origan et de la présence de *Myrmica* sur une plus grande plage de temps.

Le protocole de suivi des populations, basé sur celui du STERF, a dû être redéfini au regard de l'évolution des travaux sur la zone du projet. Nous craignions qu'au regard des faibles effectifs d'azurés, un transect rectiligne ne sous-échantillonne grandement l'abondance. Toutefois, en raison de la faible surface et du comportements actif des papillons qui volaient souvent sur de grandes distances comparativement à la dimension de la zone, le nombre d'individus contactés a été assez satisfaisant pour considérer ce protocole comme efficace. De plus, nous avons suivi la zone d'évitement (E) avec l'ancien et le nouveau transect (Figure 40) afin de représenter le biais existant entre les 2 méthodes et de disposer d'un élément de comparaison avec les suivis des années précédentes (annexe 8). La différence des maximums d'abondance s'est avérée nulle avec un maximum de 9 individus observés sur les deux transects. Cela peut s'expliquer par la petite taille de la zone qui permet de garder un œil sur les individus déjà comptés et qui diminue les risques de double-comptage. De plus, les observateurs, cette année et les années précédentes étaient sensibilisés en amont au risque de double-comptage.

<sup>4</sup> test statistique non paramétrique se différenciant du test de McNemar utilisé dans notre analyse actuelle sur 2 ans car il utilise plus de deux échantillons appariés.

# Comparaison des effectifs d'Azuré comptés selon 2 méthodes au sein du même micro-habitat

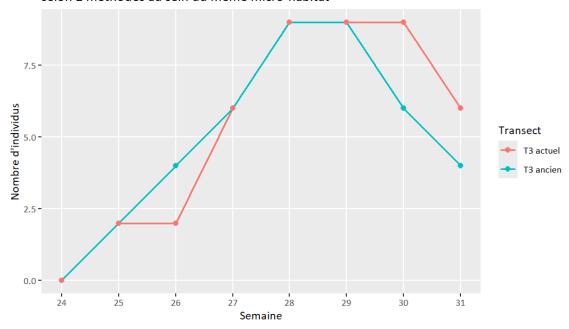


Figure 40 : Comparaison des résultats du suivi de E suivant deux méthodes différentes

Les suivis comportementaux ont permis d'enregistrer une grande diversité de comportements. Toutefois, il nous est apparu qu'un suivi par placettes présentait des limites :

- Le protocole ne comptabilisait pas les comportements observés hors de la placette ou de la zone suivie. Par exemple, l'observation d'un Azuré du Serpolet en alimentation au sein de l'emprise du chantier n'aurait pas pu être considérée, or elle apporte une information intéressante sur le déplacement et sur l'utilisation des ressources florales en début de période d'émergence.
- Dans la zone d'évitement, les placettes retenues ne comportaient que peu d'origan ou de ressources floricoles : les comportements observés étaient donc peu représentatifs de l'utilisation de la zone par le papillon. Cela nous a conduit à élargir la recherche de comportements à l'ensemble de la zone, permettant l'observation de comportement d'alimentation, de ponte et même d'œufs.

Il est ainsi possible d'affiner le protocole en s'affranchissant du découpage en placettes, en proposant par exemple le suivi d'un individu unique jusqu'à pouvoir identifier un comportement, après quoi la recherche d'un autre individu se poursuit en privilégiant les zones à luzerne, clinopode et origan.

#### 2. Discussion sur les résultats

#### i. Mesure d'accompagnement

Un an et demi après la fin de l'opération, les milieux déplacés ont suivi des trajectoires écologiques différentes. Avant d'aborder la discussion sur les indicateurs, il est utile de qualifier l'habitat et les communautés végétales présentes. Pour cela, nous avons pu bénéficier de l'expérience de Théo Emeriau (Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique) qui a inventorié les espèces présentes sur A1 et A2 (annexe 7)

Sur **A1**, l'inventaire floristique réalisé le 25/05/2024 a montré la présence d'un cortège de pelouse calcicole partiellement rudéralisée, méso-xérophile à communautés basales de Festuco-Bromethea. La hauteur de végétation y est plus faible que sur A2 (Figure 41) et l'origan y est très présent, avec 70% de la surface présentant un recouvrement jugé favorable au papillon.

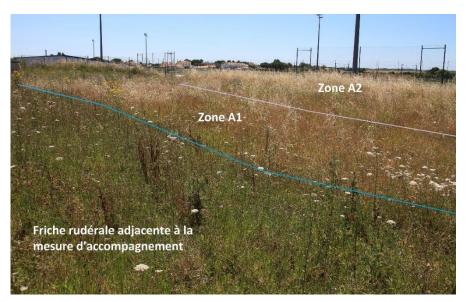


Figure 41 : Aperçu de la végétation des zones A1 et A2

Myrmica sabuleti et Myrmica specioides y occupent une proportion de l'ordre de 20% des placettes. Cette valeur est possiblement sous-estimée au regard du biais d'échantillonnage et des capacités de déplacement de l'espèce encore mal connues. Toutefois, nous savons que sur de petites stations, le pourcentage d'occupation par les Myrmica favorable au maintien de l'Azuré du Serpolet se situe aux alentours de 60% (New, 1993). Le taux de présence de ces espèces est donc encore insuffisant. Il peut être renforcé par des modes de gestion intégrant les préférences écologiques des fourmis-hôtes à travers la préservation d'une mosaïque de micro-habitats (éléments rocailleux, hauteur de végétation moyenne, ilots de fraîcheur, conservation de lisières arbustives fournissant de l'ombre...). Ces éléments visent également à limiter l'impact des événements météorologiques extrêmes comme l'été 2022, dont la fréquence peut être amenée à augmenter dans un contexte de changement climatique. L'Azuré du Serpolet est une espèce des pelouses calcicoles, des milieux particulièrement sensibles à l'augmentation des températures. Dans le cadre du programme des Sentinelles du Climat, Mallard (2021) utilise l'Azuré du Serpolet comme espèce représentative du cortège d'espèces des pelouses calcicoles. Des indices d'évolution de son aire de répartition en Nouvelle-Aquitaine sont calculés dans trois scénarios différents d'évolution des émissions de gaz à effet de serre (Tableau 10) (un indice de 0.94 signifie une diminution de 6% de l'aire de répartition).

Tableau 10 : Indices d'évolution de la répartition de l'aire de l'Azuré du serpolet en Nouvelle-Aquitaine (données : Mallard, 2021)

Scénario	Horizon 2050	Horizon 2070	Horizon 2100
Rcp26 (réduction des émissions de GES)	0.94	0.34	0.22
Rcp45 (stagnation des émissions de GES)	0.94	0.88	0.34
Rcp85 (augmentation des GES)	0.45	0.46	0.09

La cartographie de cette évolution est donnée en annexe 4. Selon les scénarios, l'Azuré du Serpolet serait donc dans le cas d'une stagnation puis d'une diminution drastique de son aire de répartition avec des noyaux de refuges potentiels comme les montagnes des Pyrénées-Atlantiques ou du Limousin. L'étude aborde

là aussi la nécessité d'atténuer les effets du changement climatique en proposant des modes de gestion favorisant la création d'ilots de fraîcheur au sein des habitats, facteurs indispensables à la survie des *Myrmica*, espèces dont la présence est lié à certains niveaux d'humidités, même dans les milieux les plus thermophiles.

Sur A2, la végétation se rapproche de celle d'une friche rudérale nitrophile, formée de bisannuelles et de vivaces (Figure 41). Cette différence est à mettre en lien avec le printemps 2022 sec et la canicule estivale traversés par A2 après le déplacement, qui a fortement affecté la végétation originelle des plaques et a favorisé en partie des espèces généralistes ou affectionnant les milieux perturbés. Déjà peu implanté en 2023, l'origan y a tout à fait disparu. Par conséquent, un effort de gestion particulier est préconisé pour cette zone, par exemple en augmentant la pression de pâturage et en fauchant (avec export) avant l'arrivée des bêtes afin d'appauvrir le sol. La proximité avec A1 et la bordure sud riche en origan laisse espérer une reprise rapide de la plante-hôte si le milieu évolue. Les *Myrmica* inventoriées ne semblent pas affectées à court terme par l'évolution du milieu herbacé mais sont peu fréquentes sur les appâts (21%). Comme en 2023, l'intégralité du milieu est donc peu favorable à l'accomplissement du cycle de l'Azuré du Serpolet et le facteur limitant est l'origan. Cela permet néanmoins d'espérer un retour rapide dans le cas d'une évolution favorable de l'habitat, en jouant sur la banque de graines voisine ou sur des semis d'origan.

Une de nos principales hypothèses était que le déplacement de plaques en 2022 avait permis de déplacer des fourmilières sans détruire irrémédiablement la structure des nids. Leur présence sur les trois zones de la mesure d'accompagnement en 2023 et 2024 semble confirmer l'hypothèse que certains nids de Myrmica ont été déplacés avec succès en 2022 et qu'ils ne provenaient pas de la colonisation par les milieux adjacents. Pour appuyer cette conclusion, nous nous référons à leur absence remarquée sur les mesures compensatoires mais surtout sur une étude de Sevilleja et al. (2022) qui ont mené une expérience similaire de restauration de prairie humide favorable à l'Azuré de la Sanguisorbe (Phengaris teleius) par transplantation de sol. La fourmihôte Myrmica scabrinodis y a été déplacée avec le sol et un suivi annuel a été fait sur ces zones ainsi que sur des témoins éloignés de 3 m et 10 m autour des lots de sol déplacés. Les résultats montrent un taux de présence constant entre 30% et 40% sur ces lots après déplacement (hors épisode d'aléa climatique) ainsi qu'une colonisation progressive des points de contrôle alentours, visible dès la deuxième année et atteignant un taux de présence comparable après 4 ans. Dans leur cas, la colonisation s'est faite grâce à des jeunes reines fécondées issues des colonies déplacées. En extrapolant ce potentiel de colonisation d'habitats favorables à Myrmica sabuleti et Myrmica specioides, cela nous permet de supposer que les Myrmica des zones A1, A2 et A3 présentes 6 mois seulement après la fin du déplacement proviennent des plaques de sol et non d'une colonisation des milieux adjacents.

Sur A3, les *Myrmica* sont également présentes. L'origan est présent en plus faible densité que sur A1 mais en plus forte densité que sur A2. Comme dans le cas de A2, de fortes densités de pieds existent à proximité des plaques (zone C3). Cela souligne la nécessité de bien cartographier les micro-stations d'origan sur une emprise plus large. Dans cette optique, un partenariat a été établi depuis 2023 avec le lycée agricole de Saintes dans le but d'explorer une approche de cartographie des fleurs d'origan par télédétection. La restitution de ces résultats le 30/04/2024 par David Domergue, enseignant au lycée agricole de Saintes, a permis de montrer une certain efficacité d'un modèle de reconnaissance de l'origan basé sur une classification des polygones obtenus après une segmentation d'images aériennes acquises par drone dans le domaine du visible. Dans le futur, l'utilisation de cette méthode sur les zones d'accompagnement et de compensation pourrait permettre de suivre l'évolution de la répartition de l'origan de manière plus fine que l'approche par placettes, peu applicable sur de grandes surfaces. Un travail doit encore être mené en 2024 afin de garantir la réussite de l'outil en se basant sur les données collectées à l'été 2024 (image aérienne et pointage d'objets).

Bien que l'Azuré du Serpolet soit très mobile au sein de la station, comme en témoignent les Figure 39 et : Résultats du suivi comportemental de l'Azuré du SerpoletFigure 33, les interactions sont exclusivement

survenues au sein de la zone E. La probabilité que deux individus interagissent à plusieurs centaines de mètres de leur zone d'émergence commune semble donc aujourd'hui trop faible pour permettre l'observation d'interactions dans la mesure d'accompagnement, ce qui limite le rôle joué de cet habitat. Le faible effectif total d'azurés sur le site en est la principale raison : aucun individu n'a été observé sur le transect T5 de la mesure d'accompagnement. En outre, cette donnée semble montrer que, si les fourmis ont été bien déplacées avec les plaques, 1) soit aucune chenille n'était présente au sein des fourmilières lors du déplacement, 2) soit le déplacement n'a pas permis de conserver les chenilles en vie (dégradation des galeries, abandon temporaire des fourmilières). Bien que très difficiles à observer car restant au sein du bouton floral, le stade « chenille » pourrait être à prendre en compte dans le cadre du déplacement de l'espèce. C'est d'ailleurs le déplacement de 981 chenilles issues d'une population suédoise qui a permis de réintroduire avec succès l'Azuré du Serpolet sur 4 sites en Angleterre entre 1983 et 1993 (Lafranchis et al., 2015; Thomas et al., 2009).

#### ii. Mesures compensatoires

Les mesures de compensations *in sit*u **C1** et **C2** sont des milieux entièrement recréés après le confinement des mâchefers fin 2022. Il est à noter que deux relevés *Myrmica* avaient été effectués en juin 2023 au niveau des transects C1 et C2 par Samuel Beuvelet, en stage à la CDA, et aucune fourmi n'y avait été prélevée. C'est pourquoi nous pouvons considérer un état initial « vierge », dépourvu de fourmis 6 mois après la constitution des dépôts de mâchefers et avant la période d'essaimage des *Myrmica* qui se déroule en fin d'été. Absente en 2023, la myrmécofaune semble se réinstaller graduellement en 2024 avec des espèces ubiquistes comme les fourmis des genres *Tetramorium* ou *Tapinoma* (Blatrix et al., 2022), sans que les *Myrmica* ne soient encore de retour. Le milieu est encore peu favorable à ces espèces : l'habitat de C1 et C2 est devenu prairial avec une implantation rapide de trèfles (*Trifolium spp*; voir annexe 6). L'origan y est observé sous la forme de pieds isolés très occasionnels. Des essais de semis en végétal local ont été réalisés en 2023 (250g), sans succès. Cette tentative a été reconduite le 17 septembre 2024 (125g) en tenant compte des suivis opérés sur l'ensemble des taxons en 2023 et 2024 et en associant les graines à du terreau (Figure 42).



Figure 42. Semi d'origan sur les zones compensatoires en 2023 et 2024

C3 a vu son sol remodelé dans une moindre mesure. Au vu de la densité et de la diversité rencontrée, même en prenant en compte la réalisation une année avant de C3 par rapport à C1 et C2, on peut supposer que ce type de perturbation engendre moins de perte de myrmécofaune que sur C1 ou C2. Le recouvrement en origan sur l'ensemble de C3 est important. On peut espérer que cette zone devienne un habitat favorable pour l'Azuré du Serpolet si une espèce de *Myrmica* s'y implante depuis la zone A3 voisine ou depuis la dépendance ferroviaire au sud. À l'heure actuelle, C3 ne semble pas être favorable, le facteur limitant est cette fois-ci la présence de fourmis *Myrmica*. Des suivis *Myrmica* pourront donc être faits plus en détail sur la zone dans les prochaines années en effectuant des relevés suivant un quadrillage similaire à A3 par exemple. Le niveau de perturbation lié à l'historique des sites pourrait donc en partie expliquer les différences de communautés de fourmis d'autant que tous les milieux inventoriés concernent des types d'habitats proches (milieux ouverts herbacés).

Au sujet du potentiel de recolonisation, l'étude de Sevilleja et al. (2022) nous permet de supposer que les *Myrmica* des zones A1, A2 et A3 ainsi que des milieux adjacents peuvent être à l'origine de la colonisation de C1, C2 et C3 sur un pas de temps de quelques années grâce au déplacement d'individus fondateurs. En croisant cette donnée avec la présence de *Myrmica* sur « Besselue » déplacée fin 2021, nous pouvons donc espérer un retour des premières *Myrmica* deux ans et demi après le confinement des mâchefers soit à partir du printemps 2025. Une reproduction annuelle du protocole serait donc pertinente de l'année n (2023) à n+4 afin de constater l'évolution de la colonisation des dépôts pendant la durée mentionnée par Sevilleja et al. (2022).

## Localisation des stations proches de Bongraine

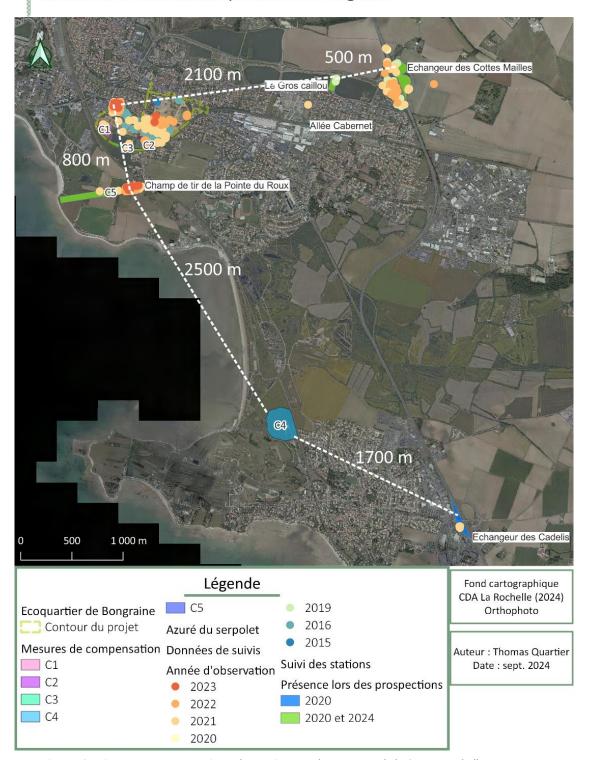


Figure 43 : Distances entre Bongraine et les stations proches connues de la CDA La Rochelle

Les mesures compensatoires *ex situ* C4 et C5 n'ont pas bénéficié des mêmes modes de suivis. L'ancien terrain militaire, C4 présente aujourd'hui un habitat de prairie méso-xérophile à fortes densités d'origan. Un suivi poussé pourrait être envisagé d'ici quelques années afin: 1) de cartographier précisément le recouvrement en origan par drone (voir en page précédente) ou par prospection; 2) de mener un suivi myrmécologique de grande ampleur, par exemple dans le cadre d'un projet tutoré ou un partenariat avec l'Université de La Rochelle. L'enjeu de l'occupation de C4 par l'Azuré du Serpolet est fort car c'est l'objectif

désigné de cette zone de compensation. De plus, elle est située à 1,8 km d'une station connue de l'espèce : l'échangeur des Cadelis (Figure 43). Les deux stations, particulièrement isolées sur le territoire, pourraient donc s'entre-alimenter par des échanges d'individus. Le cas de C5 a été peu abordée car, bien qu'initialement placé en mesure compensatoire, l'Azuré du Serpolet y a été découvert en 2021. L'enjeu y est aujourd'hui le maintien ou l'accroissement de la population existante afin que des échanges avec Bongraine (située à moins de 800 m) soient possibles.

#### 3. Améliorations de la méthode et alternatives

Suite à cette étude, des limites à la méthode de déplacement des plaques ont été identifiées et des pistes d'amélioration ont été proposées. Elles sont présentées dans le Tableau 11.

Tableau 11 : Difficultés rencontrées lors du déplacement et leviers d'action identifiés

Point de vigilance	Conséquence	Leviers d'action			
Sensibilité à un printemps/été très chaud et sec après le déplacement	Végétation fortement affectée	Arroser les plaques			
	Espèces rudérales favorisées au détriment du cortège d'espèces de friche thermophile				
Fragmentation du sol lors du chargement, du transport ou de la dépose	Destruction des fourmilières	Préparer la piste de transfert afin qu'elle soit la moins accidentée possible choisir les trajets conciliant la distance la plus courte et la piste la plus roulante possible			
	Destruction potentielle des chenilles	Surdimensionner les chargeuses pour éviter les à-coups lors de l'introduction des modules			
	Ralentissement de la reprise de la végétation	Sensibiliser les équipes de chantier en amont du déplacement et rappeler régulièrement les règles			
Impact du gel ou des fortes pluies sur les plaques de sol	Fragmentation des plaques de sol lors du déplacement	Anticiper la météo et être réactif			
Surfaces donneuses aux contours irréguliers, incompatibles avec le format carré des modules	Conduit à ne pas prélever l'intégralité de la surface cartographiée	Cartographier et identifier sur le terrain des surfaces plus importantes que celles visées par la translocation.			
Sol peu épais difficile à décaper lorsque le module bute sur le matériau parental.	Les plaques risquent de se fragmenter	Biseauter les lames d'attaque des modules			
Risque de ponte de l'azuré hors des zones évitées ou à déplacer	Destruction d'individus	Fauche à ras de terre des secteurs impactés/à impacter présentant de l'origan pour y éviter toute ponte			

Cette expérimentation a coûté au total 107 000€ à l'Agglomération, ce qui limite son accessibilité et son appropriation. Les résultats des suivis aident néanmoins à proposer des ajustements qui diminueraient grandement le coût financier. Ils sont répertoriés dans le Tableau 12.

 $Tableau\ 12: Propositions\ d'améliorations\ et/ou\ d'alternatives\ au\ déplacement\ de\ plaques\ de\ sol$ 

Temporalité	Mesure	Bénéfices et avantages	Ecueils et risques	Ressources et interlocuteurs	Coût
Avant le déplacement	Effectuer un relevé Myrmica (procédure pouvant être associée également à la recherche de ponte l'été précédent l'intervention)	Déplacer les hôtes (fourmis et origan) ensemble  Absence de délai de recolonisation		Association Antarea	+
	Espacer les plaques de sol au sein des zones receveuses	Maitrise existante du procédé  Augmente le potentiel de colonisation des zones adjacentes  Permet de constituer une plus grande surface d'habitat favorable	Perturbations des milieux des zones receveuses	CDA /EIFFAGE la Forezienne	++++ équivalent au coût actuel
En parallèle du déplacement	Renforcement du potentiel nectarifère des zones	Ressources floricoles déjà identifiées et peu exigeantes  Attraction des papillons sur de nouvelles zones		CBNSA CEN Nouvelle- Aquitaine Chantiers participatifs avec riverains de Bongraine	+ semences, gestion, mise en défens
Alternatives au déplacement de plaques	Déplacement de pieds d'origan avec pontes	Zones receveuses déjà identifiées, augmentant les probabilités de succès	Transplantation peu favorable en été  Mort des pieds donc des chenilles d'azuré  Impact sur une population source déjà sensible d'Azuré du Serpolet	DREAL (déplacement d'espèce protégée)	+ arrosage, matériel, suivis
	Réintroduction de Myrmica sur les milieux remaniés ou nouvellement créés	Accélérer la recolonisation en déplaçant des individus pouvant reformer une colonie	Opération peu documentée  Très chronophage  Milieux d'accueil pouvant être peu favorables	Association Antarea Associations de myrmécophiles amateurs	++ élevages
	Déplacement des chenilles	Retour d'expérience historique concluant (Thomas et al., 2009)	Mort des individus impactant directement la population Impact sur une population source déjà sensible	DREAL (déplacement d'espèce protégée)	+
Suivi complémentaire	Suivi de l'origan par drone	Outil efficace pour la gestion des espaces	Ré-actualisation annuelle du modèle nécessaire, Travail en cours	Lycée agricole de Saintes	+++ sauf partenariat
	Suivi des fourmis sur toute la mesure compensatoire	Connaissance du protocole et ressources disponibles en interne	Très chronophage limitant sa réitération Temps nécessaire de formation Temps d'identification	Projet tutoré de groupe avec l'Université de La Rochelle, Antarea	++

## V. Conclusion

La séquence Eviter-Réduire a été conduite sur le projet d'écoquartier de Bongraine mais ce dernier a impacté 83% de l'habitat originel de l'Azuré du Serpolet, une espèce de lépidoptère protégée et quasi-menacée en Nouvelle-Aquitaine. La compensation est menée pendant 30 ans *in situ* et *ex situ* sur une surface totale de 8,37ha en sus de la gestion favorable des 6000m² d'évitement.

Une mesure d'accompagnement a par ailleurs été menée sur 1810m² visant à augmenter la surface d'habitat préservée favorable à l'Azuré du Serpolet. Son évaluation a été réalisée par le suivi de 4 indicateurs : l'abondance du papillon, le suivi des espèces hôtes de l'azuré (*Origanum vulgare* et *Myrmica spp.*) ainsi que les comportements observés chez les imagos. Pour chaque suivi, une redéfinition de la méthodologie a dû être faite avant sa mise en application sur le site de Bongraine.

Les résultats montrent que la mesure d'accompagnement a été une réussite au regard du déplacement de la fourmi-hôte : deux espèces de Myrmica semblent bien avoir été déplacées au sein des plaques de sol et l'évolution des habitats leur a permis de s'y maintenir en faible densité 1,5 ans et 2,5 ans après la fin des travaux. L'Origan commun s'est développé de manière plus inégale selon les zones : il paraît plus sensible aux conditions météorologiques et à l'évolution des plaques, en témoigne le retard de floraison observé en 2024 en raison du printemps pluvieux. Le suivi des individus a montré que l'essentiel des populations se maintenait dans la zone d'évitement du projet, où ont aussi été observés la majorité des comportements. Seuls les 6 000 m² de la zone d'évitement permettent aujourd'hui l'accomplissement du cycle de l'Azuré du Serpolet mettant en exergue l'importance de la procédure d'évitement. Les micro-habitats favorables de la mesure d'accompagnement n'ont pas été utilisés par le papillon en 2024. Les mesures compensatoires, de par leur historique de perturbation important, ne sont pas non plus des milieux permettant l'installation du papillon à ce jour. La colonisation des mesures d'accompagnement est donc espérée à court voire moyen terme, tandis que celle des mesures compensatoires est envisagée sur le moyen ou long terme. Toutefois ces milieux peuvent jouer un rôle très important dès l'année suivante, en fournissant aux imagos les ressources floricoles nécessaires à leur maintien. La ressource alimentaire peut en effet être un facteur très limitant en raison de la surface aujourd'hui décapée, de la faible superficie de la mesure d'évitement et du contexte urbain qui limite l'accès aux milieux voisins. Le rôle joué à court terme par les mesures compensatoires ne doit donc pas être sous-estimé. In fine, l'accroissement espéré de la population renforcerait le rôle important de la station au sein de l'écocomplexe du territoire de la Communauté d'Agglomération de La Rochelle.

Néanmoins, les sites de mesures compensatoires sont tous déficitaires en nombre de nids de Myrmica et en Origan et ne permettent pas actuellement d'assurer la pérennité et le développement d'une population d'Azuré du Serpolet. La présence actuelle de l'Azuré dépend uniquement dans la zone évitée mais qui reste encore trop faible en taille actuellement pour soutenir des évènements climatiques ou de gestion défavorables.

La volonté prononcée de la Communauté d'Agglomération de La Rochelle d'accorder sa politique d'aménagement avec la préservation de la biodiversité lui fait dépasser ses obligations réglementaires en approfondissant l'analyse des enjeux de biodiversité relatifs à l'azuré sur le site de Bongraine. Ce travail présente une forte plus-value pour la CDA: il permettrait de valoriser cette expérimentation en mesure de compensation pour de futurs travaux si son succès était avéré. De plus, il participe à une amélioration des connaissances locales sur une espèce dont la découverte sur une zone à urbaniser est une contrainte lourde pour l'aménageur. Il engage des moyens importants dans l'acquisition foncière mais aussi dans la compensation écologique résultante. La compréhension du fonctionnement des populations d'Azuré du Serpolet sur le territoire permet donc à la CDA de mieux orienter ses projets d'aménagement en se donnant la possibilité de

maîtriser foncièrement de futurs sites de compensation et en développant ses compétences en matière de stratégie ERC mettant l'évitement en préambule de sa réflexion comme il se doit.

# **Bibliographie**

- Arrêté préfectoral n°20-EB0762 portant autorisation environnementale au titre des articles L.181-1 et suivants du Code de l'Environnement concernant le projet d'aménagement de l'Eco-quartier de Bongraine sur la commune d'Aytré (2020). https://www.charente-maritime.gouv.fr/content/download/47627/290672/file/AE\_ecoquartier\_bongraine\_aytre.pdf
- Als T.D., Nash D.R. & Boomsma J.J. (2001). Adoption of parasitic Maculinea alcon caterpillars (Lepidoptera : Lycaenidae) by three Myrmica ant species. Anim. Behav.62, 99-106 p.
- Barbero, F., Bonelli, S., Thomas, J. A., Balletto, E., & Schönrogge, K. (2009). Acoustical mimicry in a predatory social parasite of ants. Journal of Experimental Biology, 212(24), 4084-4090. https://doi.org/10.1242/jeb.032912
- Bardat, J., Bioret, F., Botineau, M., Boullet, V., Delpech, R., Gehu, J.-M., Haury, J., Lacoste, A., Rameau, J.-C., Royer, J.-M., Roux, G., & Touffet, J. (2004). Prodrome des végétations de France. Publications scientifiques du Muséum national d'histoire naturelle. https://sciencepress.mnhn.fr/fr/collections/patrimoines-naturels/prodrome-des-vegetations-defrance
- Beau, F., Thirion, J.-M., & Forti, M. (2005). Traits de vie d'une Population d'Azuré du Serpolet de la Réserve Naturelle Régionale de Château-Gaillard. Annales de la Société des Sciences Naturelles de Charente-Maritime, 9, 535-545.
- Blandin, P., & Lamotte, M. (1988). Recherche d'une entité écologique correspondant à l'étude des paysages :

  La notion d'écocomplexe. Bulletin écologique, 19(4), 547-555.
- Blatrix, R., Lebas, C., Galkowski, C., & Wegnez, P. (2022). Fourmis de France, de Belgique et du Luxembourg (Nouvelle édition). Delachaux et Niestlé.
- Braun-Blanquet, J. (1951). Pflanzensoziologie—Grundzüge der Vegetationskunde. Springer Vienna. https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=fkeWBwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA80&dq=Braun-Blanquet,+J.,+1928,+Pflanzensoziologie.+Grundz%C3%BCge+der+Vegetationskunde,+Julius+Springer+Verlag.,+Berlin,+330%C2%A0p.&ots=Yj4nl0cAR2&sig=KFYSIfaqnlW8HYbauukebFSB6Ck&redir\_esc=y#v=onepage&q&f=false

- Braun-Blanquet, J. (1964). Pflanzensoziologie. Springer Vienna. https://doi.org/10.1007/978-3-7091-8110-2
- CBNSA. (2022). Recommandations pour l'évaluation des enjeux et les mesures d'évitement, de réduction et de compensation sur Odontites jaubertianus en Nouvelle-Aquitaine, version 1.0 du 31 mars 2022. 9 pages.

  Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique. https://obv-na.fr/ofsa/images/Actualites/11785/docs/790.pdf
- CEREMA, & Commissariat Général au Développement Durable (CGDD). (2018). Évaluation environnementale—

  Guide d'aide à la définition des mesures ERC (Thema Essentiel). CEREMA & CGDD.

  https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/publications/Th%C3%A9ma%20
  %20Guide%20d%E2%80%99aide%20%C3%A0%20la%20d%C3%A9finition%20des%20mesures%20ERC
  .pdf
- Decoin, R., Cochard, A., Mazuez, C., Gens, H., Gagnaison, C., Genin, C., & Tissot, B. (2022). Etude sur le Fadet des tourbières (Coenonympha tullia) sur les populations du vallon de la Bonavette Démographie, écologie, répartition spatiale, capacité de déplacement et dispersion—2021 (p. 63) [Rapport d'étude]. Les amis de la réserve naturelle du lac de Remoray. https://www.researchgate.net/profile/Romain-Decoin/publication/366537533\_Etude\_ecologique\_du\_Fadet\_des\_tourbieres\_Coenonympha\_tullia\_s ur\_les\_populations\_du\_vallon\_de\_la\_Bonavette\_\_\_2021\_France\_25/links/63a5a597097c7832ca5db7b8/Etude-ecologique-du-Fadet-des-tourbieres-Coenonympha-tullia-sur-les-populations-du-vallon-de-la-Bonavette-2021-France-25.pdf
- Dossier d'autorisation environnementale. Projet d'aménagement de l'éco-quartier de Bongraine sur la commune d'Aytré. (2019). [Etude d'impact]. ADEV Environnement. https://www.projets-environnement.gouv.fr/page/fiche/?q=recordsid:20202813556
- Duckworth, J. C., Bunce, R. G. H., & Malloch, A. J. C. (2000). Modelling the potential effects of climate change on calcareous grasslands in Atlantic Europe. Journal of Biogeography, 27(2), 347-358. https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2000.00400.x
- Dupont, P. (2010). Plan national d'actions en faveur des Maculinea—2011-2015 (p. 138). Opie / Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement. https://www.biodiversite-auvergne-rhone-alpes.fr/wp-content/uploads/2021/02/PNA\_Maculinea\_2011-2015.pdf

- Galkowski, C., & Lebas, C. (2015, novembre). Guide d'identification des fourmis du genre Myrmica. Studio

  Pixstart SRL Unipersonale. https://webissimo.developpementdurable.gouv.fr/IMG/pdf/Antarea\_Myrmica\_DREALr\_cle7f8b73.pdf
- Gourvil, P.-Y., & Sannier, M. (2022). Atlas des papillons de jour d'Aquitaine. Biotope Muséum national d'histoire naturelle.
- 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, 156(1), 43-60.

  https://doi.org/10.1016/S0304-3800(02)00131-X
- INPN. (s. d.). Glossaire. inpn.mnhn.fr. https://inpn.mnhn.fr/informations/glossaire
- Kaufmann, B., Mercier, J.-L., Itrac-Bruneau, R., & Chmargounof, G. (2014). Protocole d'échantillonnage simple permettant d'évaluer la présence et l'importance des Myrmica au sein des communautés de fourmis. https://maculinea.pnaopie.fr/wp-content/uploads/2010/11/Protocole\_terrain\_fourmis-h%c3%b4tes\_Maculinea\_20-05-2014\_VF.pdf
- Lafranchis, T., Jutzeler, D., Guillosson, J.-Y., Kan, P., & Kan, B. (2015). La vie des papillons : Écologie, biologie et comportement des Rhopalocères de France. Diatheo.
- Lucas, L. (2024). Transferts d'Odontite de Jaubert (Odontites jaubertianus (Boreau) D.Dietr. Ex Walp. Sur l'Agglomération de La Rochelle—Retour d'expérience. CDA La Rochelle.
- Maes, D., Vanreusel, W., Talloen, W., & Dyck, H. V. (2004). Functional conservation units for the endangered Alcon Blue butterfly Maculinea alcon in Belgium (Lepidoptera: Lycaenidae). Biological Conservation, 120(2), 229-241. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.02.018
- Mallard, F. (2021). Réponses des espèces animales et végétales face au changement climatique et pistes d'actions de conservation de la biodiversité en région Nouvelle-Aquitaine (Tome X; Programme « Les sentinelles du climat », p. 724). Cistude Nature.
- Manil, L., & Henry, P.-Y. (2007, mars). Suivi Temporel des Rhopalocères de France (STERF)—Protocole national. https://inpn.mnhn.fr/docs-web/docs/download/136603
- Mercier, F., & Chabrouillaud, A. (2021). Amélioration des connaissances sur l'Azuré du serpolet sur la Communauté d'Agglomération de la Rochelle en 2020. LPO / Nature Environnement 17.

- 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. https://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/syntheses-bibliographiques-especes/131219\_azure\_du\_serpolet\_fev2012.pdf
- Mouquet, N., Thomas, J. A., Elmes, G. W., Clarke, R. T., & Hochberg, M. E. (2005). Population dynamics and conservation of a specialized predator: A case study of Maculinea arion. Ecological Monographs, 75(4), 525-542. https://doi.org/10.1890/05-0319
- Munguira, M. L., & Martin, J. (1999). Action Plan for Maculinea Butterflies in Europe. Council of Europe
  Publishing.

  https://books.google.fr/books/about/Action\_Plan\_for\_Maculinea\_Butterflies\_in.html?id=4NMvKHk6z
  IOC&redir\_esc=y
- New, T. R. (1993). Conservation biology of lycaenidae (butterflies) (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Éd.). IUCN.
- Nowicki, P., Settele, J., Thomas, J. A., & Woyciechowski, M. (2005). A review of population structure of Maculinea butterflies. In E. Kühn, Studies on the ecology and conservation of butterflies in Europe. Vol 2: Species ecology along a European gradient: Maculinea butterflies as a model (Vol. 2, p. 144-149). Pensoft.
  - https://www.researchgate.net/publication/233912032\_A\_review\_of\_population\_structure\_of\_Maculinea\_butterflies
- Pajari, M. (1992). Muurahaissinisiiven (Maculinea arion (L.)) populaatiokoon arviointi ja habitaattivaatimusten tutkiminen kesällä 1990 Pohjois-Karjalan Liperissä. [An estimation of the population size and habitat demands of Maculinea arion during the summer of 1990 in Liperi, North Karelia.] [Graduate thesis]. University of Joensuu.
- Patricelli, D., Barbero, F., La Morgia, V., Casacci, L. P., Witek, M., Balletto, E., & Bonelli, S. (2011). To lay or not to lay: Oviposition of Maculinea arion in relation to Myrmica ant presence and host plant phenology.

  Animal Behaviour, 82(4), 791-799. https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2011.07.011

- Patricelli, D., Barbero, F., Occhipinti, A., Bertea, C. M., Bonelli, S., Casacci, L. P., Zebelo, S. A., Crocoll, C., Gershenzon, J., Maffei, M. E., Thomas, J. A., & Balletto, E. (2015). Plant defences against ants provide a pathway to social parasitism in butterflies. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 282(1811), 20151111. https://doi.org/10.1098/rspb.2015.1111
- Pauler-Fürste, R., Settele, J., Margules, C., Poschlod, P., & Henle, K. (1996). Aspects of the Population Vulnerability of the Large Blue Butterfly, Glaucopsyche (Maculinea) Arion, in South-West Germany. In Species Survival in Fragmented Landscapes (Vol. 35, p. 275-281). Springer Netherlands. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-009-0343-2\_33
- Poitou-Charentes nature (Éd.). (2019). Liste rouge des rhopalocères du Poitou-Charentes. Poitou-Charentes nature.

  https://www.nouvelle-aquitaine.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/6.liste\_rouge\_rhopaloceres\_pc\_2019.pdf
- Réduire les pressions sur la biodiversité de votre territoire. (2024, avril). Aides Territoires. https://aidesterritoires.beta.gouv.fr/aides/reduire-les-pressions-sur-la-biodiversite/
- Schauer, T., & Caspari, C. (2007). Guide Delachaux des plantes par la couleur : 1150 fleurs, graminées, arbres et arbustes. Delachaux et Niestlé.
- Schönrogge, K., Wardlaw, J. C., Thomas, J. A., & Thomas, G. W. (2000). Polymorphic growth rates in myrmecophilous insects. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 267(1445), 771-777. https://doi.org/10.1098/rspb.2000.1070
- Sevilleja, C. G., Van Langevelde, F., Gallego-Zamorano, J., Bassignana, C. F., & Wynhoff, I. (2022). Sod translocation to restore habitats of the myrmecophilous butterfly Phengaris (Maculinea) teleius on former agricultural fields. Ecology and Evolution, 12(9), e9293. https://doi.org/10.1002/ece3.9293
- Sielezniew, M., Dziekańska, I., & Stankiewicz-Fiedurek, A. M. (2010). Multiple host-ant use by the predatory social parasite Phengaris (=Maculinea) arion (Lepidoptera, Lycaenidae). Journal of Insect Conservation, 14(2), 141-149. https://doi.org/10.1007/s10841-009-9235-0
- Sielezniew, M., Patricelli, D., Dziekanska, I., Barbero, F., Bonelli, S., Casacci, L. P., Witek, M., & Balletto, E. (2010).

  The First Record of Myrmica Ionae (Hymenoptera: Formicidae) as a Host of the Socially Parasitic Large

  Blue Butterfly Phengaris (Maculinea) arion (Lepidoptera: Lycaenidae). Sociobiology, 56(2), 465-475.

- Tartally, A., Tóth, J. P., Váradi, A., & Bereczki, J. (2017). First Data on the Host Ant Usage of Large Blue from the Carpathian Basin. Sociobiology, 64(1), 122. https://doi.org/10.13102/sociobiology.v64i1.1206
- Thomas, J. A., Simcox, D. J., & Clarke, R. T. (2009). Successful Conservation of a Threatened Maculinea Butterfly.

  Science, 325(5936), 80-83. https://doi.org/10.1126/science.1175726
- Thomas J. A. (2002). Larval niche selection and evening exposure enhance adoption of a predacious social parasite, Maculinea arion (large blue butterfly), by Myrmica ants. Oecologia, vol. 132, no. 4, 531-537 p.
- Thomas, J. A., & Wardlaw, J. C. (1992). The capacity of a Myrmica ant nest to support a predacious species of Maculinea butterfly. Oecologia, 91(1), 101-109. https://doi.org/10.1007/BF00317247
- Tissot, A.-C., Linarès, M., Moral, V., & Clap, F. (2014). Indicateurs de biodiversité pour les collectivités territoriales : Cadre de réflexion et d'analyse pour les territoires (Union mondiale pour la nature, Éd.). Comité français de l'UICN.
- Triplet, P. (2024). Dictionnaire encyclopédique de la diversité biologique et de la conservation de la nature. https://laccreteil.fr/spip.php?article532
- Vocabulaire de l'environnement (liste de termes, expressions et définitions adoptés). (2010, février 4). Journal

  Officiel de la République Française.

  https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/article\_jo/JORFARTI000021779943
- Wegnez P., Ignace D., Morro C. 2021. Atlas des fourmis luxembourgeoises (Hymenoptera, Formicidae).

  Ferrantia 84, Musée national d'histoire naturelle, Luxembourg, 130 p.

## **Annexes**

Annexe 1 : Représentation des transects STERF sur le site de Bongraine en 2021, 2022 et 2023

Tracé des transects STERF pour 2021



#### Tracé des transects STERF pour 2022-2023

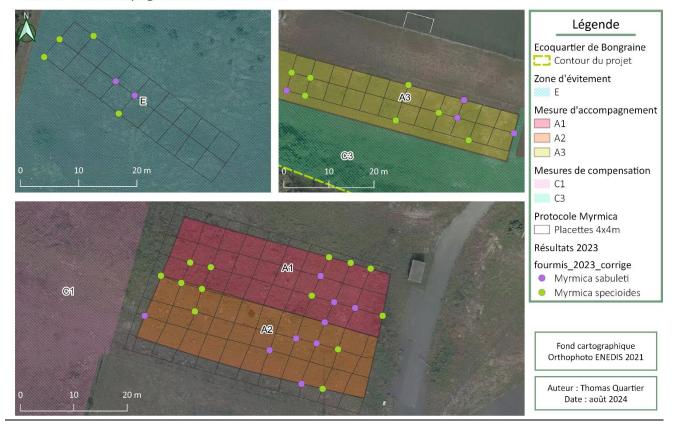


Annexe 2 : Synthèse des espèces de Formicidae collectées en 2024 (valeur : nombre d'appâts où l'espèce est présente)

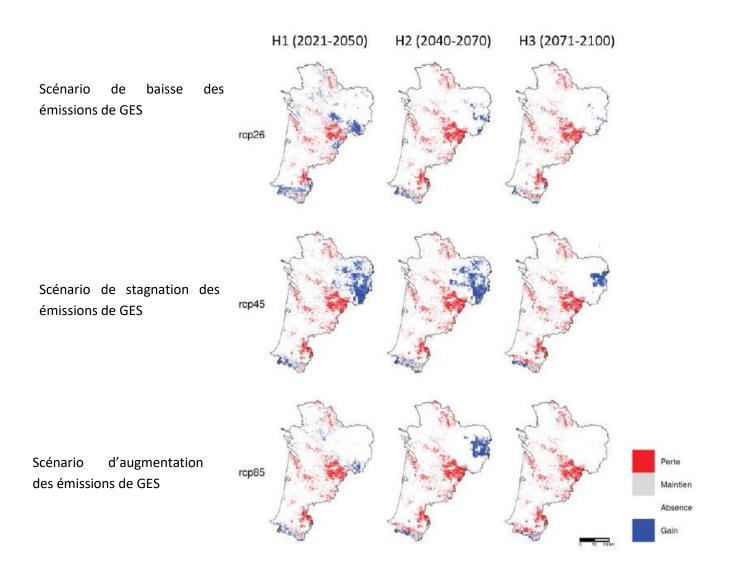
	Zone							
Espèces	A1	A2	A3	Е	C1	C2	C3	C4
Aphaenogaster gibbosa	2							
Aphaenogaster subterranea	2		1					
Camponotus aethiops	1							
Camponotus piceus								1
Formica cunicularia	4		1	11			2	
Formica fusca	2		2	1				
Lasius alienus	8	4	5	15			1	3
Monomorium carbonarium								19
Myrmica sabuleti	4	5	1	4				
Myrmica specioides	6	4	4	3				
Plagiolepis pygmaea		1	1			1		2
Tapinoma erraticum	15	5	4	3			5	
Tetramorium gr. caespitum	1	1	16			5	16	
Tetramorium sp.								3
Tetramorium meridionale	14	14	5				5	
Tetramorium gr. forte	3	6	2		3	2	3	1
Total individus	198	87	268	99	45	18	232	131
Nombre appâts	44	33	39	30	30	30	27	24

Annexe 3 : Répartition des Myrmica en 2023

## Résultats 2023 du protocole d'échantillonnage des Myrmica Mesure d'accompagnement et évitement



Annexe 4 : Evolution des zones de perte (en rouge), de gain (en bleu) et de stabilisation (en gris) par rapport à la répartition potentielle actuelle de l'Azuré du Serpolet (*Phengaris arion*) (adapté de Mallard, 2021)



Annexe 5 : Paysage de la zone de compensation C4 : Ancien Terrain militaire d'Angoulins.



Annexe 6: Paysage de la zone de compensation C2 (avril 2024)



Annexe 7 : Inventaire botanique réalisé sur A1 et A2 par Théo Emeriau (CBNSA).

A1		A2			
Achillea millefolium	Hypochaeris radicata	Achillea millefolium	Jacobaea vulgaris		
Agrimonia eupatoria	Jacobaea vulgaris	Agrimonia eupatoria	Linaria vulgaris		
Aira caryophyllea	Linum usitatissimum subsp. angustifolium	Anisantha diandra	Linum usitatissimum subsp. angustifolium		
Anisantha diandra	Lotus corniculatus	Anisantha madritensis	Lonicera		
Anisantha madritensis	Medicago lupulina	Anisantha sterilis	Malva sylvestris		
Arrhenatherum elatius	Medicago minima	Arrhenatherum elatius	Medicago arabica		
Avena barbata	Ononis spinosa subsp. procurrens	Artemisia vulgaris	Medicago lupulina		
Blackstonia imperfoliata	Origanum vulgare	Avena barbata	Medicago sativa		
Brachypodium rupestre	Orobanche picridis	Beta vulgaris	Myosotis arvensis		
Bromopsis erecta	Papaver rhoeas	Brachypodium rupestre	Ononis spinosa subsp. procurrens		
Bromus hordeaceus	Petrorhagia prolifera	Bromopsis erecta	Origanum vulgare		
Carduus tenuiflorus	Picris hieracioides	Bromus hordeaceus	Papaver rhoeas		
Centaurea aspera	Pilosella officinarum	Carduus pycnocephalus	Picris hieracioides		
Cichorium	Plantago coronopus	Cichorium intybus	Plantago coronopus		
Coronilla varia	Plantago lanceolata	Cirsium vulgare	Plantago lanceolata		
Crataegus monogyna	Potentilla recta	Convolvulus arvensis	Poa pratensis		
Dactylis glomerata subsp. glomerata	Poterium sanguisorba	Crataegus monogyna	Potentilla recta		
Dactylis glomerata subsp. hispanica	Prunella laciniata	Crepis sancta	Poterium sanguisorba		
Daucus carota	Reseda lutea	Dactylis glomerata subsp. glomerata	Rubus		
Dianthus armeria	Rumex crispus	Daucus carota	Rumex acetosella		
Eryngium campestre	Salvia verbenaca	Diplotaxis tenuifolia	Rumex crispus		
Euonymus europaeus	Sherardia arvensis	Elytrigia campestris	Rumex pulcher		
Euphorbia exigua	Silene latifolia	Eryngium campestre	Salvia verbenaca		
Euphorbia segetalis subsp. portlandica	Sonchus oleraceus	Falcaria vulgaris	Silene latifolia		
Galium album	Stachys recta	Festuca rubra subsp. rubra	Silybum marianum		
Geranium columbinum	Trifolium campestre	Galium album	Smyrnium olusatrum		
Geranium dissectum	Trifolium pratense	Geranium columbinum	Sonchus oleraceus		
Helminthotheca echioides	Trigonella	Geranium dissectum	Spartium junceum		
Hippocrepis comosa	Trisetum flavescens	Geranium purpureum	Tordylium maximum		
Hirschfeldia incana	Veronica persica	Geranium rotundifolium	Torilis arvensis		
Holcus lanatus	Vulpia ciliata	Hippocrepis comosa	Trifolium campestre		
Hypericum perforatum	Ziziphora acinos	Hirschfeldia incana	Trisetum flavescens		
<del>-</del>		Holcus lanatus	Veronica arvensis		
		Hypochaeris radicata	Veronica persica		
		Iris germanica	Vicia segetalis		
	1	1113 germanica	vicia segetaris		