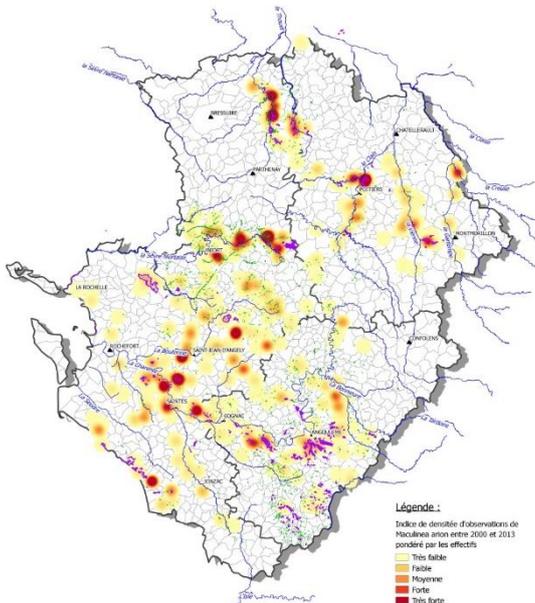


Plan Régional d'Actions *Maculinea* Poitou-Charentes Action 2018



Évaluation de la population de *Maculinea alcon* (Lepidoptera ; *Lycaenidae*) du Pinail

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer



Présent
pour
l'avenir



Association de Gestion de la Réserve naturelle du Pinail
Moulin de Chitré 86210 Vouneuil-Sur-Vienne
<http://www.reserve-pinail.org/>
05.49.02.33.47 - contact@reserve-pinail.org

Financeurs :

DREAL Nouvelle-Aquitaine, Agence de l'Eau Loire Bretagne

Coordination technique et financière :

Poitou-Charentes Nature et Deux-Sèvres Nature Environnement

Coordinateur de l'étude : GEREPI

Yann Sellier

Relevés terrain :

Yann Sellier, Valentine Dupont, Kévin Lelarge, Clémentine Préau, Justine Léauté

Rédaction – mise en page :

Yann Sellier, Valentine Dupont, Kévin Lelarge

Soutien technique et relecture :

Bruno Fillon (PCN), Nicolas Cotrel (PCN)

Photos :

Sauf exception notée sur l'image : Yann Sellier

Photo page de garde :

Maculinea alcon © Y. Sellier

Citation :

Sellier Y., Dupont V. et K. Lelarge 2018. Évaluation de la population de *Maculinea alcon* du Pinail. Programme d'étude Poitou-Charentes Nature. Édité par GEREPI. Vouneuil-sur-Vienne, France. 46 p.

Évaluation de la population de *Maculineaalcon* du Pinail

Résumé

La Zone Spéciale de Conservation du Pinail est un site de 725ha de lande dont 51% de monoculture de résineux ou de chêne rouge d'Amérique (principal facteur de dégradation des landes) au sein duquel vit la dernière station de la *Maculineaalconalcon* de Poitou-Charentes, au nord de la forêt de Moulière dans la Vienne. Dans le cadre du Plan Régional d'Actions *Maculinea*, une évaluation de la répartition et de l'effectif de la plante hôte et du papillon, respectivement la Gentiane pneumonanthe et l'Azuré des mouillères, a été réalisée. L'analyse des données historiques montre une expansion de la zone de reproduction du papillon vers le nord. Les évaluations ont permis d'estimer qu'il y avait a minima environ 40 000 gentianes et environ 750 Azurés des mouillères en 2018 sur le Pinail. L'évaluation de l'état de conservation du *Maculinea* met en exergue le manque de connectivité (isolement) intersites de cette population et montre la responsabilité majeure du Pinail pour la préservation de l'espèce. Dans cette perspective, des mesures de gestion conservatoire sont proposées aux gestionnaires locaux afin de pérenniser cette population *in situ*, en intégrant dès à présent les enjeux d'atténuation et d'adaptation au changement climatique, notamment dans le plan de gestion de la Réserve du Pinail et dans le DOCOB sur site Natura 2000.

Mots clés

Maculineaalcon, *Lycaenidae*, *Lepidoptera*, état de conservation, Plan Régional d'Actions

Abstract

The Pinail Special Area of Conservation is a site of 725 ha of moorland, 51% is coniferous or American red oak monoculture (the main factor in the degradation of the moors). It is the last resort of *Maculineaalconalcon* of Poitou-Charentes, north of Moulière forest in Vienne. As part of the *Maculinea* Regional Action Plan, an assessment of the distribution and the number of the host plant and butterfly, respectively Gentian pneumonanthe and Montain Alcon blue, was carried out. Analysis of historical data shows an expansion of the butterfly breeding area to the north. The evaluations made it possible to estimate that there were at least about 40 000 gentians and about 750 Montain Alcon blue in 2018 on Pinail. The assessment of the state of conservation of *Maculinea* highlights the lack of inter-site connectivity (isolation) of this population and shows Pinail's major responsibility for the preservation of the species. In this perspective, conservatory management measures are proposed to local managers in order to sustain this population in situ, by integrating already the issues of mitigation and adaptation to climate change in the "Plan de gestion" of the Natural reserve and in the "DOCOB" of the Natura 2000 site.

Keywords

Maculineaalcon, *Lycaenidae*, *Lepidoptera*, state of conservation, Régional Actions Plan

Table des matières

Introduction.....	1
I. Contexte.....	2
1.1. Plan National d'Actions <i>Maculinea</i>	2
1.2. Cycle biologique des <i>Maculinea</i>	2
1.3. L'Azuré des mouillères, <i>Maculineaalconalcon</i>	3
II. Matériel et méthode.....	7
2.1. Inventaire des stations de <i>Gentiana pneumonanthe</i> sur le Pinail.....	7
2.1.1. Site d'étude.....	7
2.1.2. Collecte et saisie des données terrain.....	7
2.2. Comptage des œufs de <i>Maculineaalconalcon</i>	9
III. Résultats.....	10
3.1. Localisation et évolution des stations de Gentiane.....	10
3.2. Estimation partielle de la population de Gentiane pneumonanthe du Pinail.....	15
3.2.1. Estimation sur les surfaces homogènes des pare-feux.....	16
3.2.2. Comptage des pieds isolés des pare-feux.....	16
3.2.3. Comptage de la station en réserve des secteurs E et I.....	16
3.2.4. Estimation globale sur les zones étudiées du Pinail.....	16
3.2.5. Analyse des relations entre hampes florales et fleurs.....	16
3.3. Répartition de l'Azuré des mouillères.....	17
3.4. Évaluation de la population de <i>Maculineaalconalcon</i> sur le Pinail.....	20
3.4.1. Estimation sur les surfaces homogènes des pare-feux.....	23
3.4.2. Comptage des pieds isolés des pare-feux.....	23
3.4.3. Comptage des parcelles en réserve secteurs E et I.....	23
3.4.4. Estimation globale sur les zones étudiées du Pinail.....	23
3.5. Éléments transversaux concernant la relation papillon plante-hôte.....	23
3.6. Comparaison du nombre d'œufs des parcelles E et I de la RNN du Pinail en 2011, 2012, 2014 et 2018.....	24
IV. Discussion.....	25
4.1. Évolution de la répartition de l'espèce.....	25
4.2. Évaluation de la population et état de conservation de l'espèce.....	25
4.3. Évaluation de la responsabilité de conservation de l'espèce.....	29
4.4. Propositions de mesures de gestion en faveur du <i>Maculineaalconalcon</i> sur le Pinail.....	32
4.5. Perspectives.....	35
Conclusion.....	37
Bibliographie.....	38

Table des illustrations

Figure 1 : Cycle de vie d'une larve de <i>Maculinea alcon</i> alcon © Y. sellier	4
Figure 2 : Répartition des stations de <i>Maculinea alcon</i> en Poitou-Charentes (issu de Cotrel, 2013)	5
Figure 3 : Pare-feux prospectés dans le cadre de cette étude.....	7
Figure 4 : <i>Gentiane pneumonanthe</i>	8
Figure 5 : Comptage exhaustif des gentianes et des œufs par l'équipe de GEREPI © J. Léauté.....	9
Figure 6 : Exemple extrême d'une gentiane avec 98 œufs (étude précédente de 2014).....	10
Figure 7 : Evolution de la répartition des stations de <i>Gentiana pneumonanthe</i> sur le Pinail.....	11
Figure 8 : Répartition de la <i>Gentiane pneumonanthe</i> en 2017 sur les pare-feux du Pinail et la réserve naturelle du Pinail.....	12
Figure 9 : Répartition de la <i>Gentiane pneumonanthe</i> sur le Pinail par classes de densité (évaluation 2017).....	13
Figure 10 : Aire de présence potentielle actuelle de la gentiane sur le Pinail.....	14
Figure 11 : Nombre de fleurs par hampe en fonction du nombre de pieds de gentiane pour 10 m ²	17
Figure 12 : Carte de localisation de <i>Maculinea alcon</i> d'après Ducept et coll. 2011	18
Figure 13 : Répartition actuelle constatée par les pontes de <i>Maculinea alcon</i> alcon sur le Pinail...	19
Figure 14 : Localisation des zones d'échantillonnage d'œufs de <i>Maculinea</i> par classe de densité .	21
Figure 15 : Détails de classe de densité de gentianes (2017) et emplacement des échantillons de comptage d'œufs de <i>Maculinea</i> (2018).....	22
Figure 16 : Relation entre le nombre de Hampes florales de gentiane par 10 m ² et le nombre d'œufs de <i>Maculinea alcon</i>	23
Figure 17 : Évolution du nombre d'œufs et du nombre d'individus minimum de <i>M. alcon</i> estimés sur les parcelles E et I de la Réserve Naturelle Nationale du Pinail	24
Figure 18 : Valences écologiques climatiques de la <i>Gentiane pneumonanthe</i> (telabotanica, 2019)	32
Figure 19 : Représentation des zones considérées comme actuellement favorables ou potentiellement favorables à la reproduction de <i>Maculinea alcon</i>	33

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classes de densité établies en 2017 et surfaces liées	15
Tableau 2 : Résultat des échantillonnages de 2018 sur les classes établies en 2017.....	15
Tableau 3 : Tableau proposant des critères d'interprétation de l'état de conservation de la population de <i>Maculinea alcon</i> selon (Dupont, 2010) en vert les interprétations actuellement possibles.....	28
Tableau 4 : Grille d'évaluation des responsabilités de conservation (Cohez et al., 2011).....	31

Introduction

Le Pinail est un plateau majoritairement composé d'un paysage de landes situé dans le département de la Vienne entre les rivières de la Vienne et du Clain. Les intérêts écologiques du Pinail lui ont valu le classement en tout ou partie de son territoire en ZNIEFF de type I et de type II, en site Natura 2000 (ZPS et ZSC) ainsi qu'en Réserve Naturelle Nationale. Le Pinail représente la dernière station d'Azuré des mouillères (*Maculinea alcon alcon*) de Poitou-Charentes. Ce Rhopalocère a la particularité de ne pondre que sur une seule espèce végétale, la Gentiane pneumonanthe (*Gentiana pneumonanthe*), dont les larves vont se nourrir dans les premiers stades avant d'être élevées par des fourmis du genre *Myrmica*. Ces particularités écologiques en font une espèce rare et en régression en France, ce qui a justifié la mise en place d'un plan national d'actions, décliné en plan régional en Poitou-Charentes.

La Gentiane pneumonanthe est une espèce inféodée aux milieux ouverts humides tels que les prairies humides à Molinie bleue (*Molinia caerulea*) et les landes humides à Bruyère à quatre angles (*Erica tetralix*). Sur le Pinail, la Gentiane pneumonanthe se développe principalement en secteur domanial, sur les pare-feux des parcelles aussi bien de lande que de boisement et les layons forestiers gérés par l'ONF par fauche automnale annuelle. Des pieds isolés peuvent également être présents au sein des parcelles, mais de façon plus dispersée. En 2009, un inventaire habitat, faune et flore a été réalisé par Vienne Nature sur l'ensemble du site Natura 2000 "ZSC Landes du Pinail" dans le cadre de l'élaboration du DOCOB et a permis de référencer de nombreuses stations de l'espèce. La réserve répertorie l'ensemble des stations de l'espèce et a mis en place à partir de 2012 une gestion conservatoire dédiée à l'espèce (secteur E et I).

Dans le cadre du Plan Régional d'Actions *Maculinea*, une évaluation de la population d'Azuré des mouillères a été réalisée par l'association de Gestion de la Réserve du Pinail (GEREPI) en charge de la gestion de la Réserve Naturelle Nationale (RNN) du Pinail. La première étape a été réalisée en 2016 de mener une étude sur les impact des modes de gestion sur la fourmi hôte, puis en 2017 de mener un inventaire des stations de Gentiane afin d'évaluer l'effectif et la répartition de la population de la plante hôte sur le Pinail. La dernière étape, réalisée en 2018, a consisté en un comptage des œufs de *Maculinea* suivant un échantillonnage par densités de Gentiane mesurées l'année précédente.

Ce rapport technique présente les résultats de ces deux années d'étude successives, et fait un état des lieux sur l'état de conservation de la population.

I. Contexte

1.1. Plan National d'Actions *Maculinea*

Les *Maculinea* sont des espèces de Lépidoptères Rhopalocères dont la biologie est particulière. En effet, pour leur développement les chenilles ont besoin d'une plante hôte et d'une fourmi hôte puisque les chenilles terminent leur phase larvaire dans des fourmilières. Ce mode de vie complexe rend les espèces très vulnérables aux modifications de leur habitat et les *Maculinea* sont considérés comme menacés sur l'ensemble du territoire national et dans toute l'Europe (Dupont, 2010).

Il y a quatre espèces en France :

- *Maculinea alcon* (Denis & Schiffermüller, 1775) avec deux écotypes, *Maculinea alcon* écotype « *alcon* », l'**Azuré des mouillères** et *Maculinea alcon* écotype « *rebeli* », l'**Azuré de la croisette** ;
- *Maculinea arion* (Linnæus, 1758), l'**Azuré du serpolet** ;
- *Maculinea nausithous* (Bergsträsser, 1779), l'**Azuré des paluds** ;
- *Maculinea teleius* (Bergsträsser, 1779), l'**Azuré de la sanguisorbe**.

Le plan national d'actions en faveur des *Maculinea* est construit en fonction de deux principaux objectifs (Dupont, 2010) :

- Acquérir des données quantitatives sur l'état de conservation des populations ;
- Améliorer l'état de conservation des espèces et de leur habitat en France.

L'analyse de l'état actuel des connaissances sur la taxonomie et sur l'autécologie des différentes espèces ainsi que leur répartition, permet une meilleure définition des menaces qui pèsent sur ces espèces. Dans le plan, une évaluation des priorités d'actions est réalisée aussi bien à l'échelle nationale qu'à l'échelle régionale. Cette évaluation conditionne la mise en place d'une stratégie de conservation à ces deux échelles. Pour la phase opérationnelle, le Plan National d'Actions est décliné en Plans Régionaux d'Actions dans les régions où une ou plusieurs espèces de *Maculinea* sont présentes (Dupont, 2010).

1.2. Cycle biologique des *Maculinea*

Extrait du Plan National d'Actions en faveur des *Maculinea* (Dupont, 2010)

Les *Maculinea* ont un cycle biologique complexe. Le développement d'une population est dépendant de la présence sur un même site d'une plante hôte et d'une fourmi hôte du genre *Myrmica* puisqu'une partie du développement larvaire s'effectue dans une fourmilière. Les femelles pondent au niveau des inflorescences de la plante hôte. Les chenilles se nourrissent des carpelles des fleurs. Après la dernière mue larvaire, la chenille se laisse tomber à terre. Elle est recueillie par une fourmi hôte et transportée dans la fourmilière. Une partie des chenilles reste environ 10 mois dans la fourmilière tandis que le reste s'y maintient une année supplémentaire (Thomas et al., 1998 ; Schönrogge et al., 2000 ; Witek et al., 2006). Ce cycle bisannuel a des conséquences sur l'évaluation quantitative des peuplements et sur les émergences observées qui correspondent à des individus issus de pontes de deux années différentes (Pfeiffer et al., 2007).

L'adoption par la fourmi hôte est liée à la présence sur la cuticule de la chenille d'un spectre de molécules très proche de celui présent sur la cuticule des larves de la fourmi hôte (Thomas et Settele, 2004 ; Nash et al., 2008). De plus, les stades larvaires et nymphaux possèdent des organes acoustiques et émettent des sons imitant ceux émis par la reine de la fourmi hôte qui provoque chez les ouvrières un comportement de nourrissage par trophallaxie (De Vries et al., 1993 ; Barbero et al., 2009). Le nombre de chenilles dans les fourmilières a une répercussion directe sur la dynamique des populations de fourmis. Les modèles montrent qu'une forte densité de chenilles est néfaste à la survie des nids et qu'une densité importante de fourmilières est un paramètre favorisant la stabilité des populations de *Maculinea* et de fourmis hôtes (Thomas, 1991 ; Thomas et al., 1993 ; Hochberg et al., 1994 ; Elmes et al., 1996 ; Anton et al., 2008).

La prise en compte de la complexité du cycle de développement dans une stratégie de conservation ou de restauration des *Maculinea* est indispensable (Elmes et Thomas, 1992) et la connaissance de la (ou des) fourmi(s) hôte(s) sur un site est l'un des paramètres à prendre en compte. Actuellement, les études de terrain concernant les fourmis sont peu nombreuses et se sont focalisées sur la recherche des chenilles et des nymphes dans les fourmilières. Il faut noter que la détermination des espèces de *Myrmica* est difficile et nécessite au minimum le prélèvement de plusieurs individus et un examen précis sous une loupe binoculaire. Les clés utilisées sont généralement basées sur celle de Seifert (1988). Cependant certains critères ne sont pas fiables à 100 % pour certaines espèces. La confirmation des déterminations par un spécialiste est une nécessité.

1.3. L'Azuré des mouillères, *Maculinea alcon alcon*

L'Azuré des mouillères, papillon de la famille des *Lycaenidae*, est un parasite à double hôtes obligatoires : avec ponte et 3 premiers stades larvaires sur une *Gentiana pneumonanthe* puis chenille prise en charge par des fourmis nourrices (*Myrmica* spp. Et notamment *M. scabrinodis*). La disponibilité en fleurs a été d'abord étudiée et caractérisée comme principal facteur limitant les populations d'azuré puis, la phase de vie larvaire cryptique dans la fourmilière, fut découverte plus tardivement. Conséquemment l'hypothèse d'une limitation des populations d'azuré par les fourmis nourrices vint plus tard (Damm Als, Nash, and Boomsma 2001, Elmes et al. 1998). Voir le cycle de vie ci-après (Figure 1). Au delà de ses traits de vie larvaires, la courte durée de vie des imagos est de 2 à 2,7 jours (Nowicki et al, 2009) nécessite une forte connectivité entre habitats favorable pour que des échanges puissent avoir lieu entre populations.

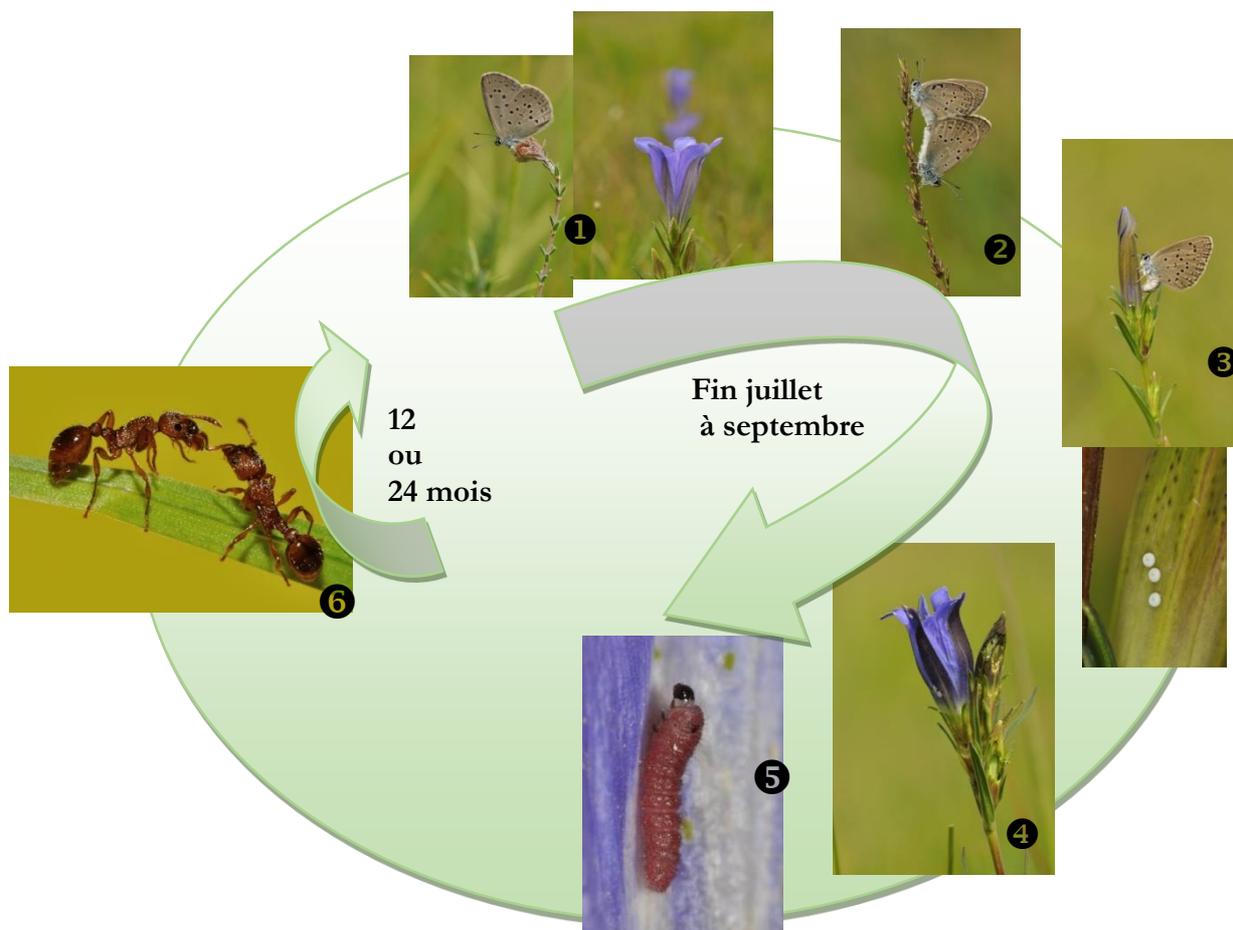


Figure 1 : Cycle de vie d'une larve de *Maculinea alcon alcon* © Y. sellier

- ① De fin juillet à septembre, la plante hôte (*Gentiana pneumonanthes*) et le papillon *Maculinea alcon* (écotype *alcon*) sont visibles. Le papillon émerge tôt le matin, lorsque la fourmilière est inactive (c.-à-d. basse température).
- ② Les individus de *Maculinea* se rencontrent pour la fécondation, souvent non loin des gentianes.
- ③ La femelle de *Maculinea* pond sur les calices ou les bases de corolle de la gentiane.
- ④ Les chenilles sortent des œufs, parfois directement du côté interne de la corolle, et vont consommer la gentiane, notamment les graines contenues dans le gynécée. Elles ne prennent que de 2 à 3 % de leur poids final, et sont de fait « proches » de la taille des larves de fourmis.
- ⑤ Les chenilles se laissent tomber au sol en début de quatrième stade larvaire.
- ⑥ La fourmi ouvrière (prédominance de *Myrmica scabrinodis*, mais potentiellement *M. rubra*, *M. ruginodis* ou *M. schenckii*) trouve la chenille et pense trouver une de ses larves trompée par les hydrocarbures cuticulaires. Elle emmène la chenille au sein de la fourmilière, où elle lui permet de passer une ou deux années. Une fois à l'intérieur, la chenille trompe les ouvrières en imitant des stridulations proches de celles émises par leur reine, ce qui lui permet d'obtenir plus de nourriture que les larves du couvain.

L'Azuré des mouillères (*Maculinea alcon alcon*) ne bénéficie pas de statut de protection européen. L'espèce est cependant protégée par l'article 3 de l'arrêté du 23 avril 2007 (JO du 06/05/2007), déterminant la liste des espèces protégées sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection. En ce qui concerne l'évaluation des risques d'extinction sur les listes rouges, son statut est : quasi menacé au niveau mondial ; vulnérable au niveau européen (van Swaay and Warren 1999) ; en danger au niveau national (Maurin and Keith 1994) ; en danger critique d'extinction en Poitou-Charentes (Poitou-Charentes Nature in press).

Cette espèce indicatrice de la haute qualité des prairies humides et des zones paléarctiques à bruyère, déterminante en Poitou-Charentes (Jourde and Terrisse 2011) est en déclin important au niveau régional (Cotrel, 2013)(Figure 2). Le Pinail représente aujourd'hui la dernière station connue de l'espèce en ex région Poitou-Charentes (incluant le site Natura 2000 «Landes du Pinail» et la Réserve Naturelle Nationale du Pinail).



Fig. 7 : Répartition schématique de *Maculinea alcon* en Poitou-Charentes (PCN, 2011)

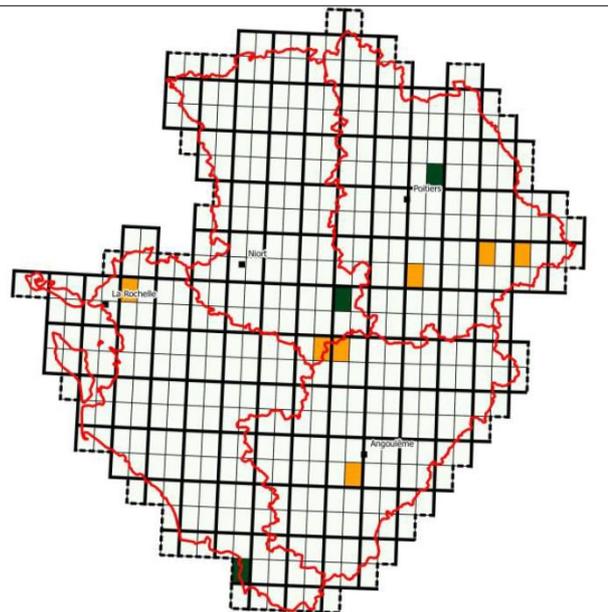


Fig. 8 : Carte de répartition de *Maculinea alcon* en Poitou-Charentes (PCN-ORE, 2012)

Figure 2 : Répartition des stations de *Maculinea alcon* en Poitou-Charentes (issu de Cotrel, 2013)

Cette étude participe à plusieurs objectifs du Plan National d'Actions (Dupont 2010) :

- Objectif 3 : Évaluer l'état de conservation des métapopulations (priorité 1) (améliorer les connaissances) ;
- Objectif 4 : Entreprendre des études scientifiques (priorité 2) (améliorer les connaissances) ;
- Objectif 6 : Élaborer et réaliser des projets concernant la gestion conservatoire des *Maculinea* (priorité 2) (protéger et informer) ;
- Objectif 10 : Réaliser un cahier technique concernant la gestion conservatoire des *Maculinea* (priorité 1) (protéger, améliorer les connaissances, informer) ;
- Objectif 12 : Sensibiliser le grand public à la complexité des relations au sein des écosystèmes en s'appuyant sur l'exemple des *Maculinea* (priorité 3) (informer).

De même, ce travail participe (ou pourra participer) à différents objectifs du Plan Régional d'Actions (Cotrel 2013) :

- Objectif 1 : Inventorier et caractériser les stations de *Maculineaalconalcon* (priorité 1) ;
- Objectif 5 : Entreprendre des études scientifiques en lien avec l'échelon national (priorité 3);
- Objectif 6 : Évaluer l'état de conservation des populations (priorité 1) ;
- Objectif 8 : Déterminer les métapopulations de *Maculineaalconalcon* et *M. teleius* (priorité 2);
- Objectif 10 : Assurer la gestion conservatoire des stations abritant les populations de *Maculinea* (priorité 1) ;
- Objectif 12 : Former les naturalistes et gestionnaires à la reconnaissance et à l'écologie des papillons (priorité 3).

L'association GEREPI a été missionnée pour la réalisation de cette étude en raison de ses compétences et de son implication, aussi bien pour le territoire concerné que pour la conservation du *Maculinea* avec la gestion conservatoire développée sur la RNN Pinail, et la réalisation d'études antérieures sur les fourmis hôte (Sellier et Beaune, 2016). Le financement de cette étude a été alloué par la DREAL Poitou-Charentes avec le soutien de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne via Poitou Charentes Nature.

II. Matériel et méthode

2.1. Inventaire des stations de *Gentiana pneumonanthe* sur le Pinail

2.1.1. Site d'étude

L'étude a porté sur le Pinail dans sa globalité, comprenant la ZPS et la RNN. Tous les pare-feux et layons ont été prospectés par deux observateurs, à pied ou à vélo, ce qui représente une distance totale de 40,29 km (Figure 3). En revanche, l'ensemble des parcelles du Pinail n'a pu être parcouru. À noter que parmi certaines parcelles, des gentianes sont présentes çà et là, mais que ces stations ne semblent représenter qu'une partie minimale et peu significative des effectifs globaux. De plus, il a été montré que les gentianes prises dans des matrices de végétation plus hautes étaient moins détectées par les femelles et recueillaient de fait moins d'oeufs contribuant ainsi très peu au cycle de reproduction du *Maculinea* (Rozier, 1999 ; Rozier et Darinot, 2000 ; Rozier, 2001).

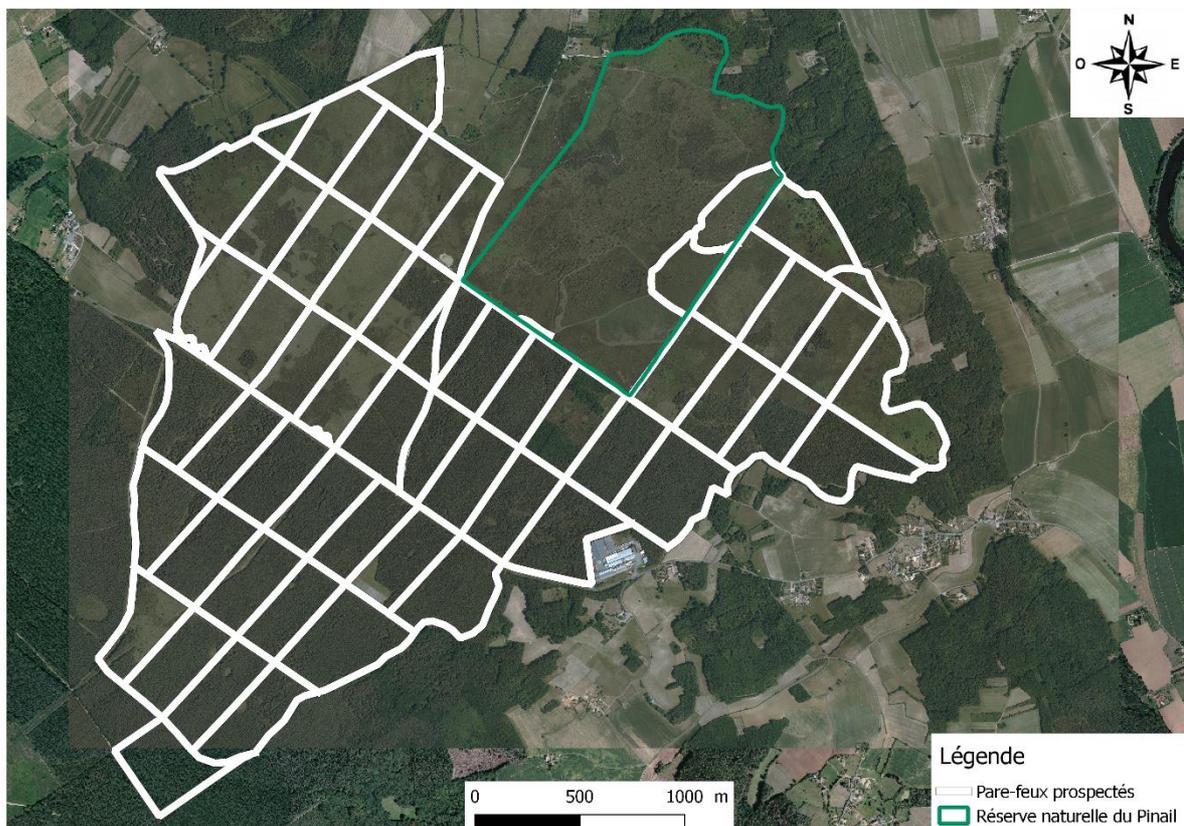


Figure 3 : Pare-feux prospectés dans le cadre de cette étude

2.1.2. Collecte et saisie des données terrain

Les prospections ont été réalisées les 16 et 17 août 2017 par un observateur muni d'une tablette numérique de terrain équipée du logiciel QGIS et d'un GPS, et par un second observateur équipé d'une carte de terrain au format A3. L'ensemble des données a ensuite été numérisé sous QGIS. Les stations de grande superficie ont été représentées par un polygone. Pour chacune d'entre elles, le nombre de hampes florales de gentiane a été estimé sur une surface de 10 m² et la

présence d'œufs d'Azuré des mouillères a été indiquée. Les petites stations composées d'une ou de seulement quelques hampes ou bien d'une surface inférieure à quelques mètres carrés ont été représentées par un point. Pour celles-ci, le comptage du nombre de hampes est exhaustif et la présence d'œufs a également été indiquée.



Figure 4 : *Gentiane pneumonanthe*

2.2. Comptage des œufs de *Maculinea alcon alcon*

Étant donné l'importante surface de répartition de la gentiane, un plan d'échantillonnage a été établi sur l'ensemble de la zone d'étude suivant l'abondance de la plante hôte évaluée en 2017 (Figure 9). Les stations ont été réparties en cinq classes de densité :

- **Densité très élevée** : 55 hampes florales sur 10 m² ;
- **Densité élevée** : 20 hampes florales sur 10 m² ;
- **Densité moyenne** : 6 à 15 hampes florales sur 10 m² ;
- **Densité faible** : 2 à 5 hampes florales sur 10 m² ;
- **Densité très faible** : 0 à 1 hampe florale sur 10 m².

Pour chaque classe de densité, cinq échantillons de 50 m² ont été aléatoirement sélectionnés sur l'ensemble des stations de la zone (Figure 4, Figure 5, Figure 6). Les deux classes de densité « élevée » et « très élevée », sont chacune représentées par une seule station/zone. Pour celles-ci, les cinq échantillons ont donc été réalisés au sein de la même station et n'ont pas été répartis sur l'ensemble du site. Les échantillons correspondent à des placettes de 5 x 10 m mesurées à l'aide de décimètres et matérialisées par des piquets colorés placés à chaque angle. Au sein de chaque échantillon, les informations suivantes ont été notées : nombre de hampes florales, nombre de fleurs, nombre de pieds portant des œufs et nombre d'œufs.

Sur la réserve du Pinail, un secteur de prairie humide fait l'objet d'une gestion adaptée au cycle de la gentiane. Celle-ci consiste en une fauche automnale bisannuelle avec export. Cette zone de 3900 m², située au sud-est de la RNN, fait l'objet d'un suivi spécifique, exhaustif comme lors de la première étude réalisée en 2016 (Sellier et Beaune, 2016) en vue de comparer les résultats.

L'ensemble des données a été numérisé sous QGIS.



Figure 5 : Comptage exhaustif des gentianes et des œufs par l'équipe de GEREPI © J. Léauté

III. Résultats

3.1. Localisation et évolution des stations de gentiane

Aucune information sur les effectifs observés par le passé n'étant disponible, seules les données de répartition de l'espèce ont été analysées. La Figure 7 permet de comparer les données collectées en 2009 (Ducept et coll. 2011), ainsi que celles antérieures à cette date, aux données collectées lors de l'inventaire de 2017. De manière générale, la répartition de la gentiane a peu évolué sur le site. Seules quelques stations n'ont pas été réobservées en 2017, elles sont situées à proximité des parcelles 314, 322, 324 et 325. À l'inverse, plusieurs nouvelles stations ont été ajoutées au cours des prospections et sont situées à proximité des parcelles 290, 294, 295, 296, 297, 302, 311, 312, 313, 326, 330, 331, 332, 334, 335, 338 et 339. Ces nouvelles stations ont toutefois des densités plus faibles en moyenne que sur le reste du site, ce qui peut expliquer qu'elles n'aient pas été observées ou indiquées au cours de précédentes prospections.



Figure 6 : Exemple extrême d'une gentiane avec 98 œufs (étude précédente de 2014).

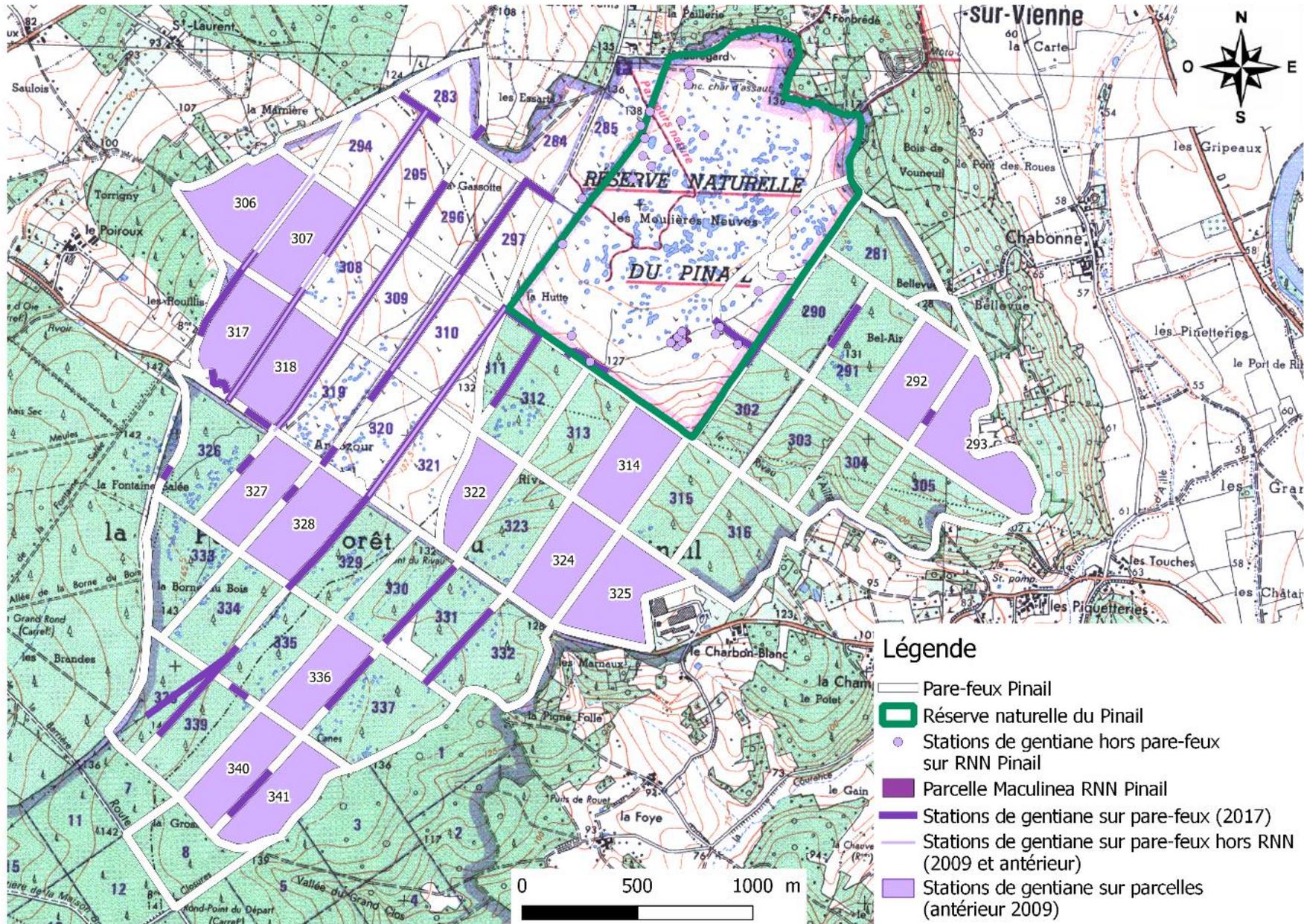


Figure 7 : Evolution de la répartition des stations de *Gentiana pneumonanthe* sur le Pinail



Figure 8 : Répartition de la *Gentiane pneumonanthe* en 2017 sur les pare-feux du Pinail et la réserve naturelle du Pinail

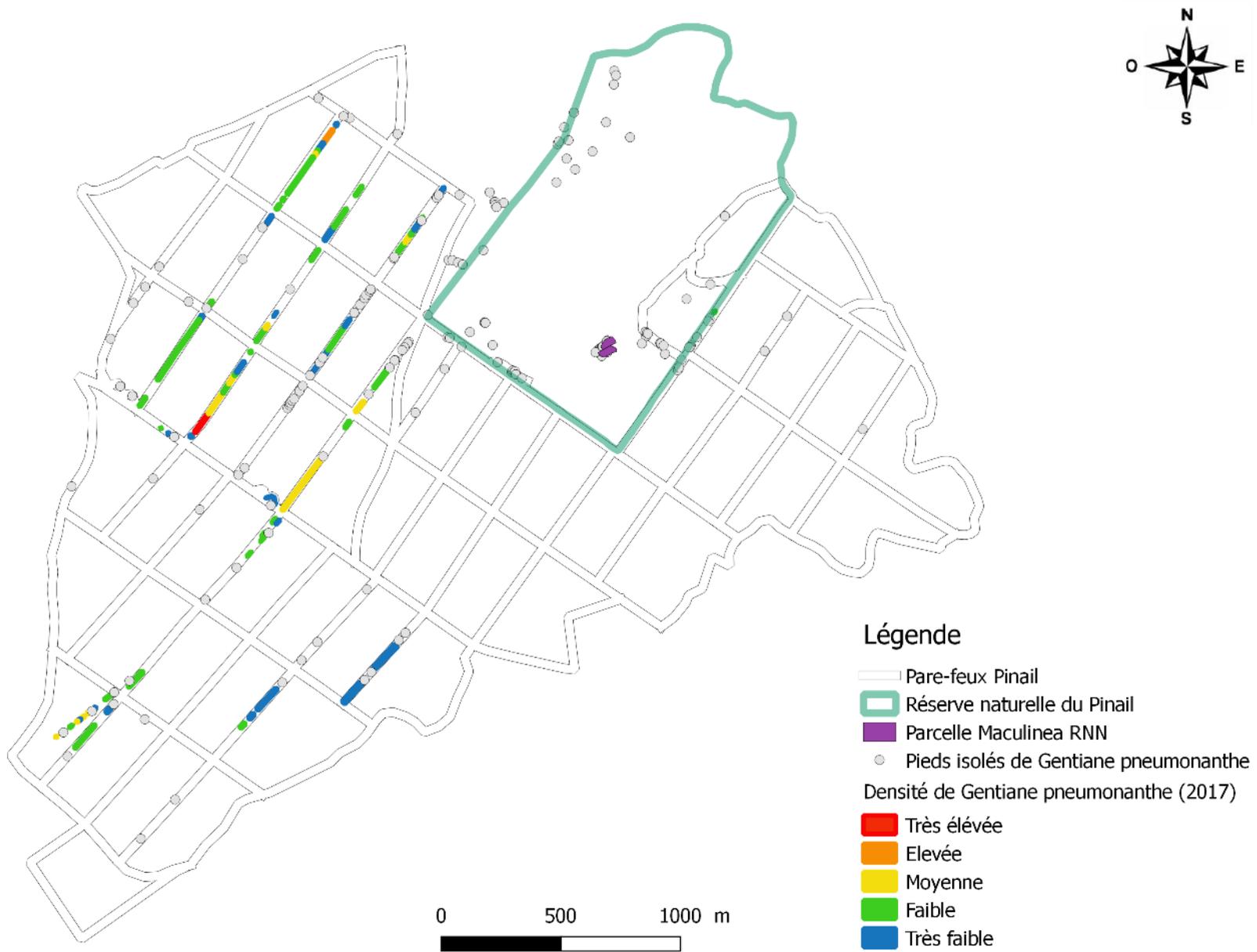


Figure 9 : Répartition de la *Gentiane pneumonanthe* sur le Pinail par classes de densité (évaluation 2017)

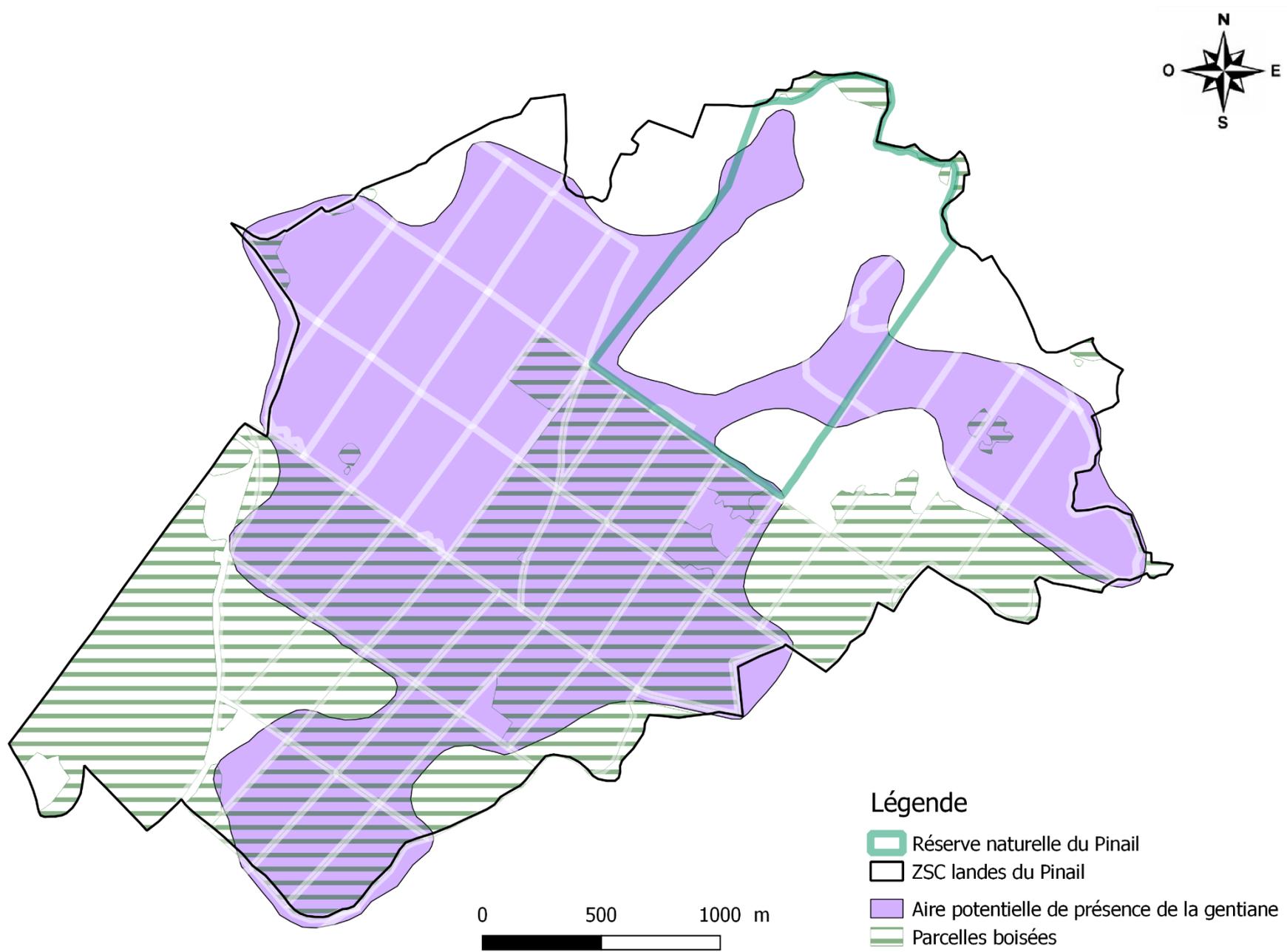


Figure 10 : Aire de présence potentielle actuelle de la gentiane sur le Pinail

3.2. Estimation partielle de la population de *Gentiane pneumonanthe* du Pinail

Les estimations de gentiane ont été réalisées sur les hampes florales, car les pieds non fleuris sont moins détectables et ne présentent pas d'intérêt pour le cycle biologique du papillon l'année du comptage. D'autre part, les résultats qui suivent concernant les pare-feux et layons forestiers sont des estimations liées aux projections des densités de gentianes échantillonnées en 2018 (24 échantillons x 50 m²) en fonction des classes de densité définies en 2017 et reprojctées sur les surfaces catégorisées (Tableau 1).

Densité	Classe de densité en hampes florales/10 m ²	Surface m ²	
Très faible	0 à 1	11 075	31,5%
Faible	2 à 5	16 320,7	46,4%
Moyenne	6 à 19	6 128,3	17,4%
Élevée	20	680,7	1,9%
Très élevée	55	987,6	2,8%

Tableau 1 : Classes de densité établies en 2017 et surfaces liées

Chaque classe de densité établie en 2017 a été « vérifiée » en 2018 par l'échantillonnage des 24 zones de 50 m² permettant de voir à la fois les densités de gentianes, le nombre réel de hampes florales par 10 m², le nombre de fleurs, la proportion de fleurs portant des œufs de *Maculinea* (Tableau 2). À noter que pour la parcelle de densité élevée il n'a été réalisé que 4 échantillons de 50 m².

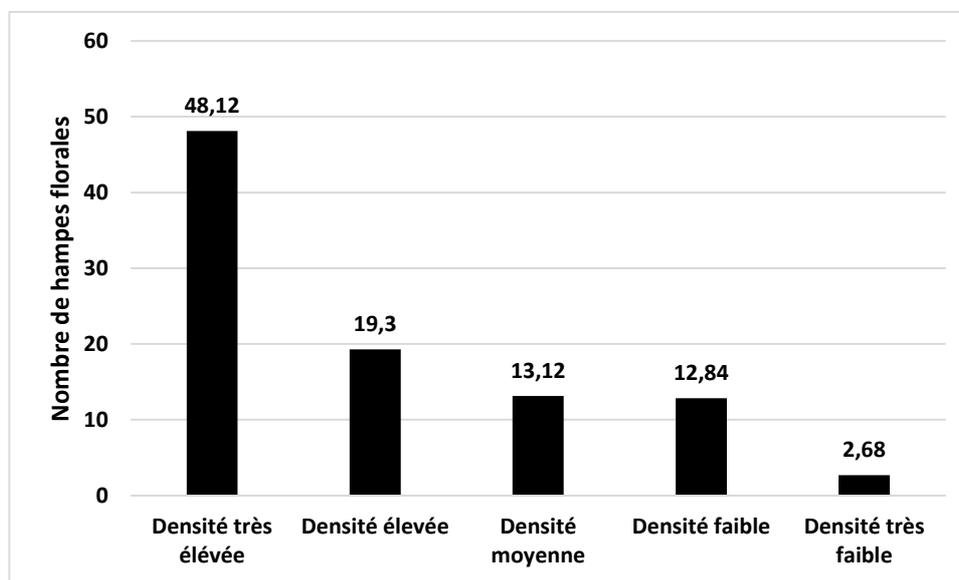


Tableau 2 : Résultat des échantillonnages de 2018 sur les classes établies en 2017

Les estimations réalisées en 2017 sur les zones de présence de gentiane (environ 35,2 ha) concordent globalement avec les comptages réalisés en 2018, même si une sous-estimation est constatée pour les classes de densité faible (normalement 2 à 5 gentianes par 10 m²) et très faible (normalement 0-1 gentiane par 10 m²). En revanche, il semble que les proportions de hampes florales soient proches d'une année à l'autre. Il est supposé que les variations interannuelles de phénologie peuvent expliquer en partie ces approximations tout comme le fait que, sur le terrain,

les variations de densité ont été globalisées sur des surfaces pouvant aller jusqu'à plusieurs centaines de mètres carrés.

3.2.1. *Estimation sur les surfaces homogènes des pare-feux*

Au total, sur les 40,29 km de pare-feux prospectés, les stations de gentiane se répartissent sur 10,19 km localisés principalement à l'ouest et au sud du site (Figure 8). Les stations sur les pare-feux de densité homogènes de « très faible » à « très élevée » ont permis d'estimer **le nombre de hampes florales de Gentiane pneumonanthe sur ces surfaces à $38\,030 \pm 1\,713$** . Le **nombre de fleurs** estimé est de **$81\,972 \pm 2\,440$** . Il y a dans ces zones en moyenne **2,16 fleurs par hampe florale**.

3.2.2. *Comptage des pieds isolés des pare-feux*

En 2017 **327 hampes florales isolées ont été recensées sur l'ensemble des pare-feux**. Concernant les fleurs, le comptage a été exhaustif sur une partie seulement (118 hampes). Sur ces dernières le nombre total estimé de fleurs est de **374 ± 38** , avec **un nombre moyen de $1,8 \pm 0,18$ (N=118) fleurs par hampe florale**.

3.2.3. *Comptage de la station en réserve des secteurs E et I*

Le nombre de fleurs compté de manière exhaustive sur les parcelles entretenues pour favoriser la présence de gentiane et du *Maculinea* sur la RNN est de **1 318 hampes florales et 2 612 fleurs**. Soit un nombre moyen de **1,98 fleur par hampe florale**.

3.2.4. *Estimation globale sur les zones étudiées du Pinail*

Il est important ici de rappeler que cette estimation est obligatoirement une sous-estimation des effectifs de *Gentiane pneumonanthe* du Pinail, car seules les hampes florales sur les pare-feux et layons ont été comptées. L'intérieur des parcelles n'a pas été prospecté et les plantules n'ont pas été recensées. Il apparaît donc évident que des hampes florales n'aient pas été détectées.

En cumulant l'ensemble des comptages exhaustifs et des estimations, les layons forestiers et pare-feux du Pinail ainsi que la station en RNN abritent au minimum **$39\,675 \pm 1\,713$ hampes florales et $84\,958 \pm 2\,479$ fleurs de *Gentiane pneumonanthe* en 2018.**

3.2.5. *Analyse des relations entre hampes florales et fleurs*

Seules les surfaces prospectées exhaustivement (24 x 50m²) ont été retenues pour cette analyse. Il est intéressant de noter sur la Figure 11 que le nombre de fleurs par hampe florale n'est pas significativement dépendant ($R^2 = 0,1856$) de la densité de gentiane. En effet, il était supposé qu'une densité de gentiane était en lien avec des conditions optimales (gestion, facteurs abiotiques...). Ces éléments ne semblent pas être vérifiés. Le nombre de fleurs apparaît légèrement supérieur en zone de petite densité de gentiane, il faut retenir qu'il est surtout assez variable et que cet effet s'atténue avec l'augmentation de la densité (homogénéisation du ratio).

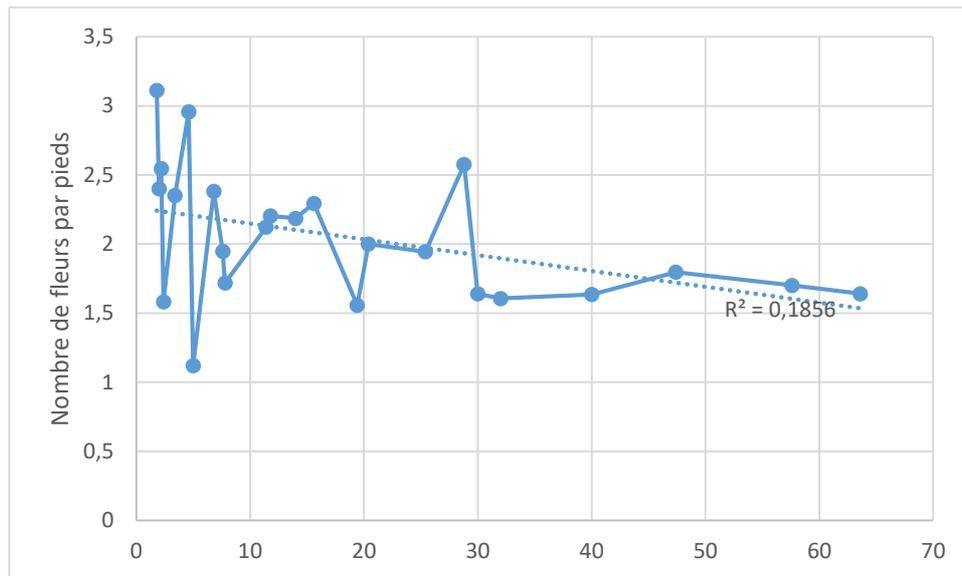


Figure 11 : Nombre de fleurs par hampe en fonction du nombre de pieds de gentiane pour 10 m²

3.3. Répartition de l'Azuré des mouillères

En analysant la carte du DOCOB ZSC Landes du Pinail (Site Natura 2000 FR5410014) (Ducept et coll., 2011) (Figure 12), il a été constaté que la présence de l'Azuré des mouillères était essentiellement concentrée ou connue à l'extérieur de la réserve naturelle, au sud du Pinail. Il est vrai que les observations sur la réserve étaient exceptionnelles et peu ou pas de pontes ont été observées pendant de nombreuses années. Ceci a changé à la suite des brûlis de 2010 (Lelarge, Sellier, and Dupont 2018, Sellier 2011) où des gentianes sont apparues en nombre en 2011 sur les secteurs E et I gérés. À cette époque, trois individus d'Azuré des mouillères ont été observés sur la réserve et beaucoup d'autres à l'extérieur, sans toutefois observer de ponte sur la réserve. En 2012, plus de 300 pieds ont été observés sur le secteur E et plus de 500 sur le secteur I. La seule ponte observée de *Maculinea alcon* était située sur une gentiane du pare-feux hors zone brûlée (Sellier 2012 b). En 2013, quelques œufs sont indiqués dans les zones gérées depuis par fauche pour maintien de la gentiane et du papillon (Sellier 2013). En 2014, le nombre d'œufs commence à être important et un comptage relève 62 gentianes et 65 œufs sur le secteur E et, sur le secteur I, 131 gentianes et 315 œufs. Il est aussi indiqué la présence d'œufs sur la zone réouverte par l'ONF sur la bordure Ouest de la réserve au niveau du pylône électrique où le comptage *Maculinea* est fait seulement sur un transect : 29 gentianes et 322 œufs (dont un pied de gentiane comportant 98 œufs) (Figure 6) (Sellier 2014). La colonisation (ou recolonisation) certaine de la réserve naturelle et plus largement la partie nord du Pinail est donc assez récente.

Des œufs d'Azuré des mouillères ont été observés sur une partie importante des stations de gentiane répertoriées en 2017. Seuls quelques pieds isolés dans le secteur Nord, Nord-Est et Sud-Ouest du site ne comportaient pas de ponte. De plus, aucune gentiane n'a été observée en 2018 sur certaines stations au Sud-Est (données historiques de gentianes), donc aucune probabilité de détection du papillon. Cette observation montre qu'une part importante des secteurs à gentiane du Pinail accueille l'Azuré des mouillères et que seules les stations composées de pieds isolés et éloignés de plusieurs centaines de mètres d'autres stations plus conséquentes ne sont pas pourvues de ponte du papillon (Figure 13).

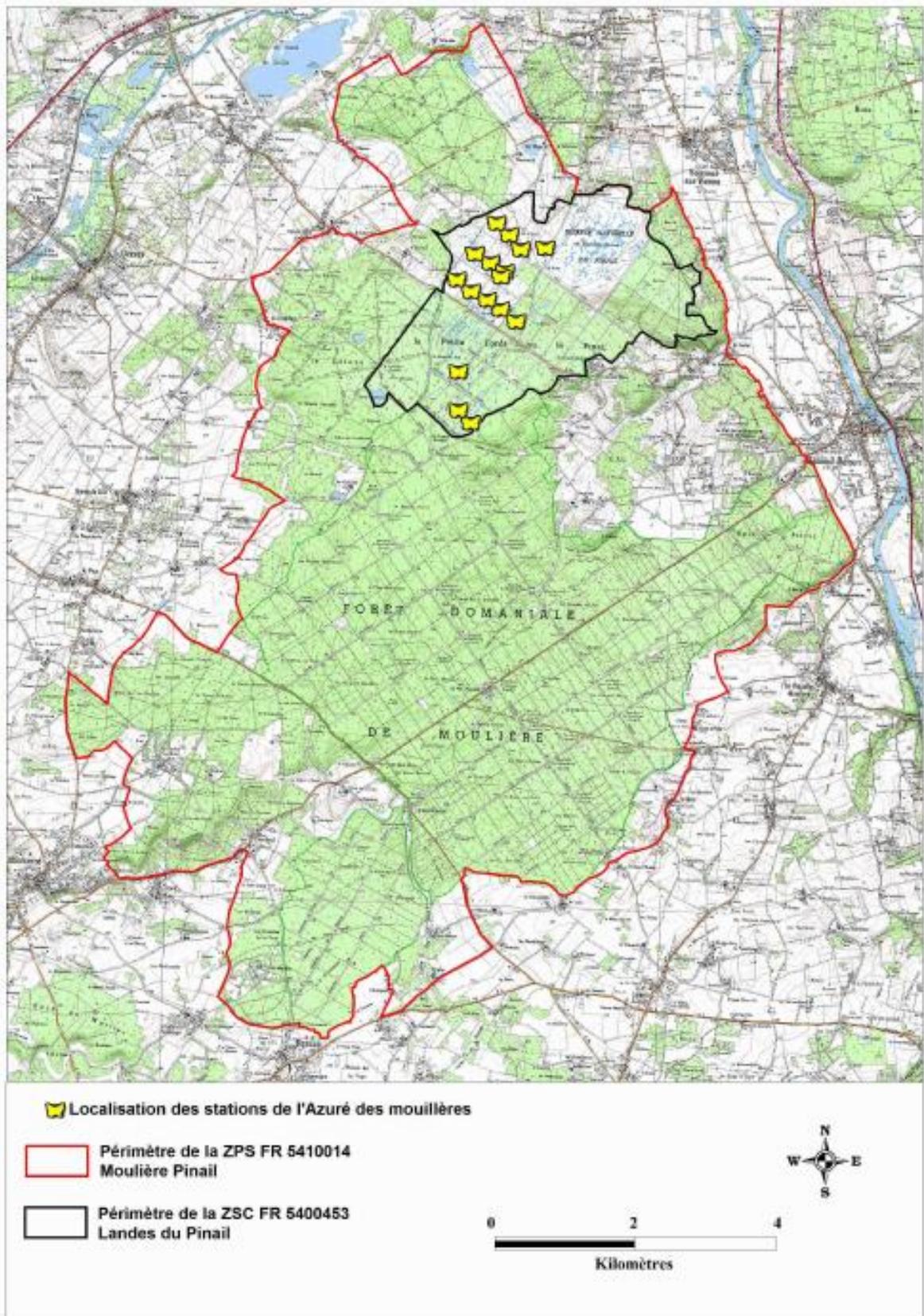


Figure 12 : Carte de localisation de *Maculinea alcon* d'après Ducept et coll. 2011

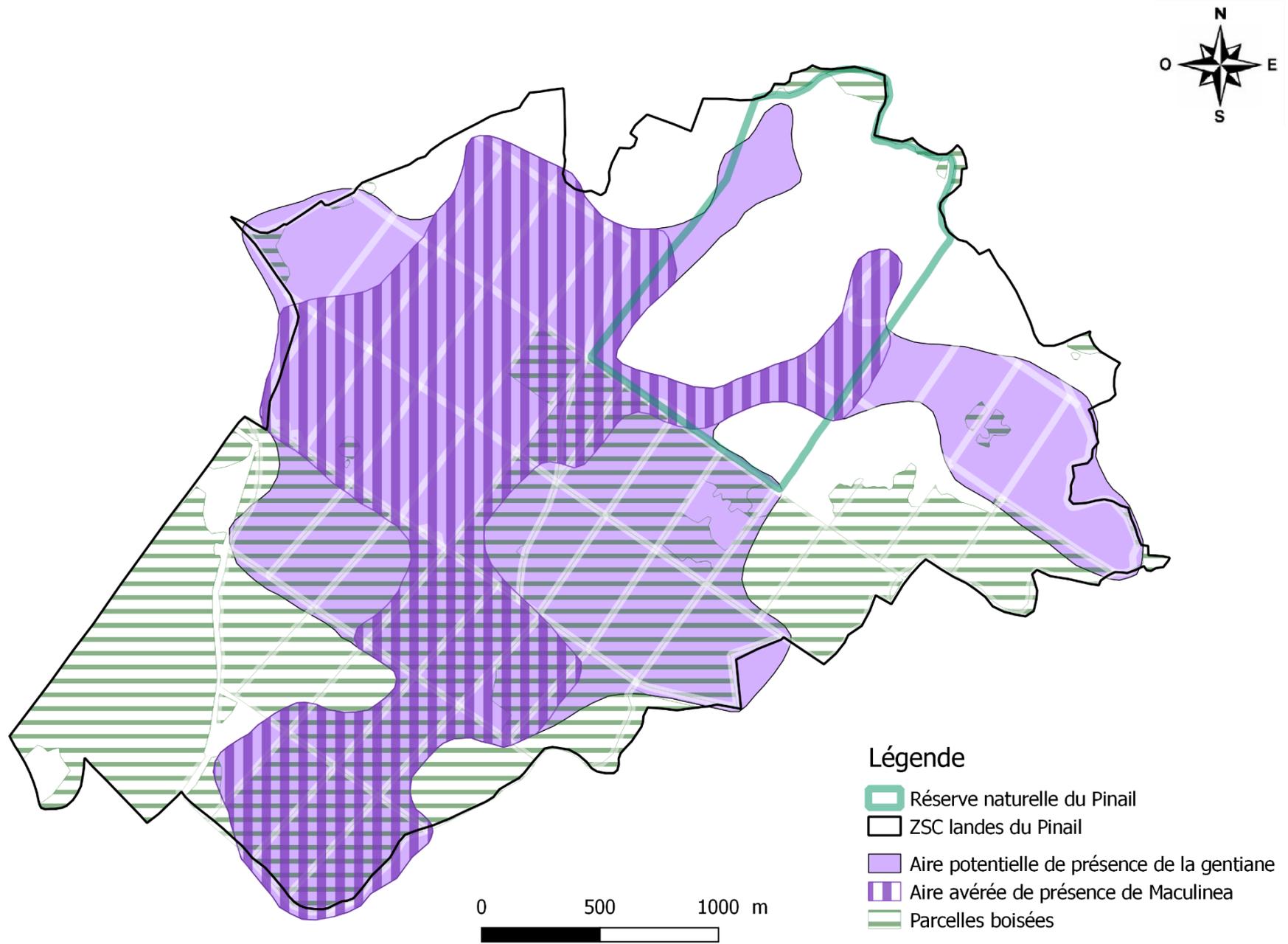


Figure 13 : Répartition actuelle constatée par les pontes de *Maculinea alcon alcon* sur le Pinail

3.4. Évaluation de la population de *Maculinea alcon alcon* sur le Pinail

À la suite de l'évaluation de la répartition et des densités de gentiane sur les pare-feux et layons du Pinail, le nombre d'œufs de *Maculinea alcon* a été comptabilisé par classe de densité de la plante hôte (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, Figure 15). Les estimations du nombre d'individus reposent sur les hypothèses suivantes :

- Les femelles pondent en moyenne 120 œufs au cours de la saison de reproduction (Mouquet et al. 2005)
- Le sexe-ratio de la population du Pinail est équilibré 1 mâle/1 femelle.

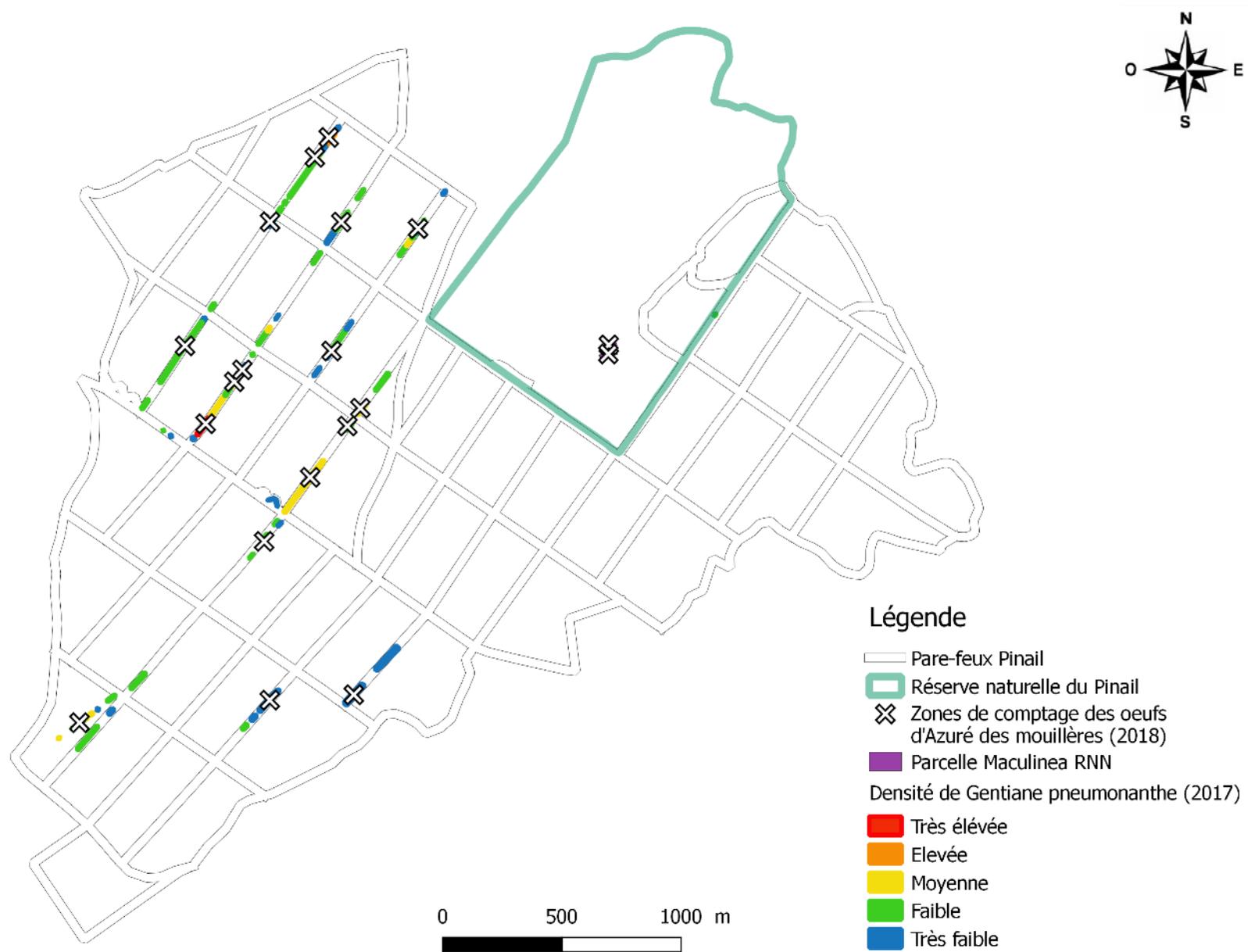


Figure 14 : Localisation des zones d'échantillonnage d'œufs de *Maculinea* par classe de densité

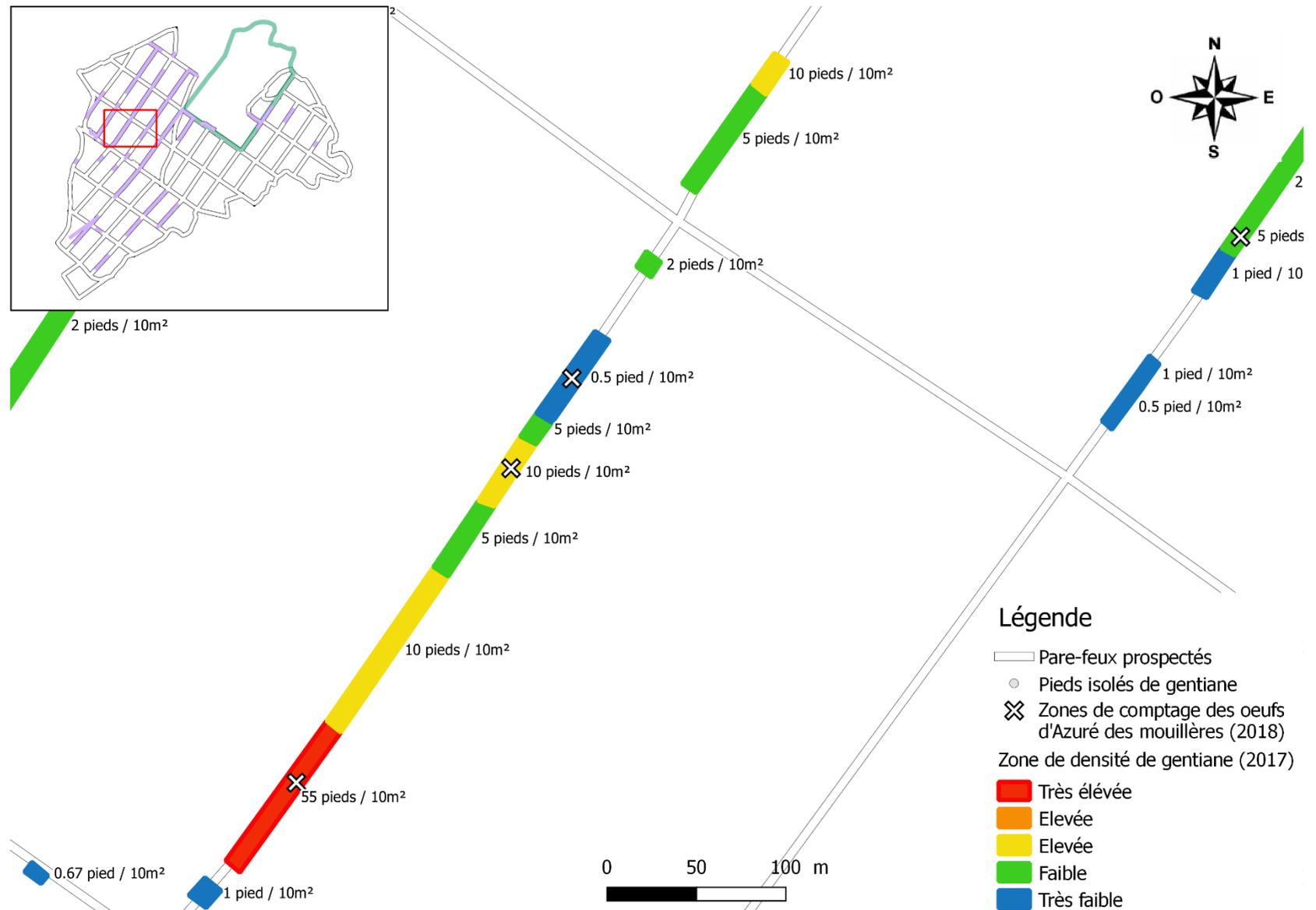


Figure 15 : Détails de classe de densité de gentianes (2017) et emplacement des échantillons de comptage d'œufs de *Maculinea* (2018) sur le secteur Ouest très propice

3.4.1. Estimation sur les surfaces homogènes des pare-feux

Sur les $38\,030 \pm 1\,713$ hampes florales, 23,2 % étaient porteuses d'œufs de *Maculinea*. L'estimation du nombre d'œufs sur l'ensemble des pare-feux est de $41\,624 \pm 1\,552,8$ et l'estimation du nombre de femelles est de 347 ± 13 , ce qui induit 694 ± 26 individus au minimum sur le Pinail.

3.4.2. Comptage des pieds isolés des pare-feux

Le nombre d'œufs par hampe florale est de $7,9 \pm 0,5$ ($e = 7,5$; $N=32$; étendue : 1 à 22,5). L'écart type de 7,5 œufs pour 7,9 œufs en moyenne montre la grande diversité du nombre d'œufs par pieds. 82 pieds de gentianes ne présentaient pas d'œufs. 1725 ± 32 œufs de *Maculinea* correspondant à 15 ± 1 femelle et donc 30 ± 2 individus.

3.4.3. Comptage des parcelles en réserve secteurs E et I

Sur les secteurs E et I de la réserve du Pinail, 25,15 % des 1 318 hampes florales portaient des œufs de *Maculinea*. Le comptage d'œufs exhaustif sur ces deux zones a permis de dénombrer 1813 œufs correspondant à 15 femelles, soit 30 individus.

3.4.4. Estimation globale sur les zones étudiées du Pinail

Le nombre global d'individus d'Azuré des mouillères estimé est de 754 ± 28 individus minimums présents sur le Pinail en 2018.

3.5. Éléments transversaux concernant la relation papillon plante-hôte

Avant de mener les échantillonnages, il était supposé que plus il y aurait de gentianes, plus il y aurait de papillons et d'œufs. À la lecture des résultats, cette hypothèse semble être invalidée (Figure 16). D'autres facteurs explicatifs sont donc à rechercher.

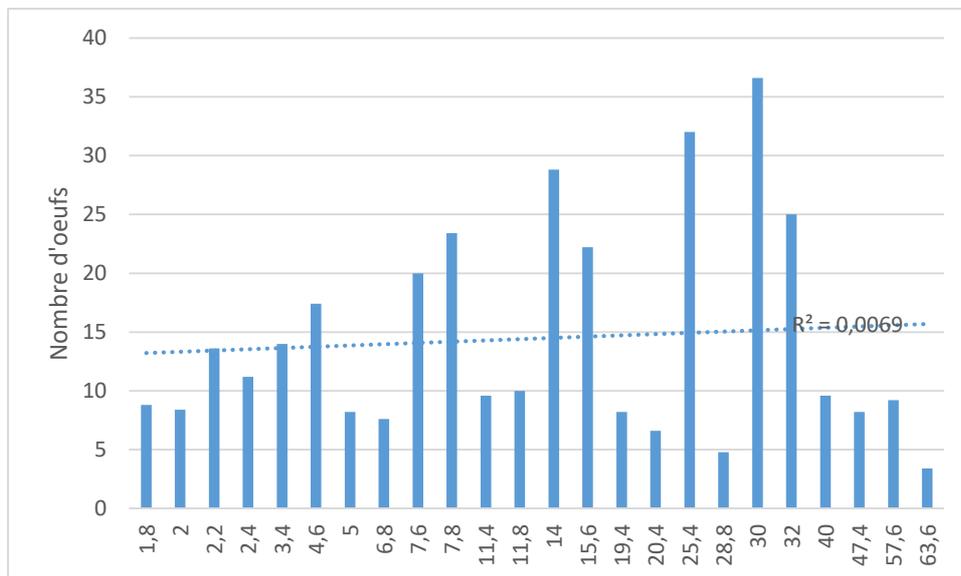


Figure 16 : Relation entre le nombre de hampes florales de gentiane par 10 m² et le nombre d'œufs de *Maculinea alcon*

Il est donc nécessaire d'avoir de larges surfaces de landes avec la gentiane pour permettre le maintien ou l'augmentation de la population d'Azuré des mouillères du Pinail.

3.6. Comparaison du nombre d'œufs des parcelles E et I de la RNN du Pinail en 2011, 2012, 2014 et 2018

Ces données montrent la colonisation récente des zones E et I de la réserve. Ceci montre aussi une zone où la population de *Maculinea* est en pleine expansion. Le nombre d'œufs pondus sur ces deux zones est passé de 0 à 1813 en 6 ans (Figure 17).

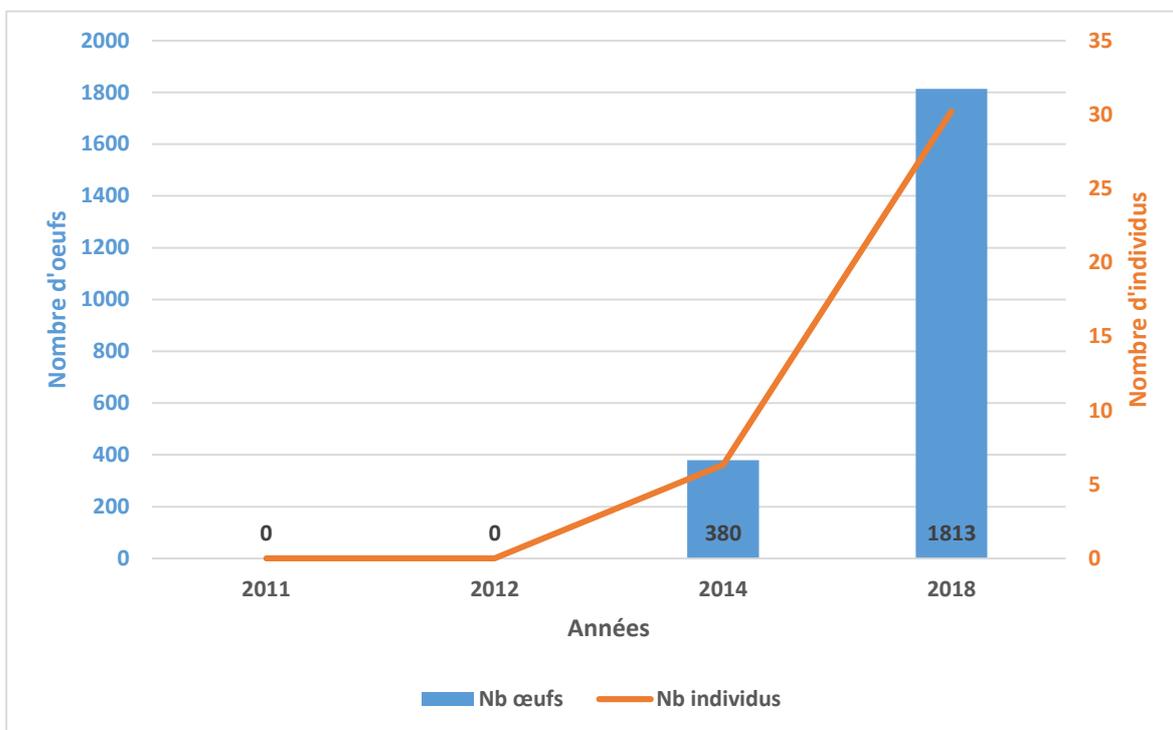


Figure 17 : Évolution du nombre d'œufs et du nombre d'individus minimum de *M. alcon* estimés sur les parcelles E et I de la Réserve Naturelle Nationale du Pinail

Cette évolution positive reste à suivre pour étudier l'évolution des effectifs de cette station. Ces résultats confortent l'intérêt de l'action de gestion spécifique menée par GEREPI visant à restaurer et maintenir les landes humides sur cette zone. A l'origine, cette stratégie s'est reposée sur l'opportunité d'élargir un pare-feu existant où s'est développée une importante population de gentiane, propice à la reproduction du *Maculinea*.

IV. Discussion

4.1. Évolution de la répartition de l'espèce

Comme il a été présenté au long de ce travail (données bibliographiques et résultats de cette étude), sur un historique récent, la présence du papillon semble évoluer sur le Pinail avec une répartition antérieure plutôt au sud du site et désormais jusqu'au nord du Pinail avec deux stations sur les secteurs E et I de la RNN, et au niveau du pylône du secteur des tourbières de la bande des Quatre Vents.

Malgré tout, au regard de la conservation globale de la matrice paysagère du Pinail, de la présence de longue date de gentiane au nord et nord-est du site, se pose la question de la (re)colonisation de cet espace (Nord et nord-Est). De plus, il est loisible de penser que la population de gentiane était plus importante aussi bien en terme de répartition que d'effectif, avant la période de modification profonde du Pinail (enrésinement, comblement de zone humide, creusement de fossés de drainage...), puis de fermeture globale des landes (déprise, faible fréquence d'entretien...). Dans ce contexte, il paraît plausible que la population de *Maculinea* ait été antérieurement répartie sur l'ensemble du Pinail avec des effectifs plus importants.

L'augmentation du nombre d'individus d'Azuré des mouillères perçue de manière empirique depuis quelques années pourrait être essentiellement le fait de deux actions menées par l'ONF :

- La mise en place de la fauche tardive sur les pare-feux,
- La réouverture de landes anciennes, via Alain Guillet et sa machine Brandator.

La dynamique évolutive du *Maculinea* conforte les stratégies mises en place par l'ONF et GEREPI, et démontre la nécessité du maintien de ces actions pour pérenniser la population mais aussi l'intérêt de développer des interventions complémentaires visant à favoriser la reconquête de l'ensemble du Pinail.

4.2. Évaluation de la population et état de conservation de l'espèce

L'intérêt principal de cette étude réside dans l'évaluation quantitative et qualitative de la Gentiane pneumonanthe et de l'Azuré des mouillères. Il est cependant important de signaler que si cette étude devait être reconduite, il serait souhaitable de concentrer cette démarche sur une seule année afin de limiter le biais observateur et l'évolution interannuelle des objets d'étude. En effet, les effectifs de gentiane comptabilisés lors des prospections de 2018 se sont avérés partiellement différents des densités mesurées en 2017.

Il est repris ici l'analyse de l'état de conservation proposée dans le cadre du Plan National d'Actions *Maculinea* (Dupont, 2010) (Tableau 3), annexe VIII. Le tableau a été coloré pour les interprétations qui semblent réalisables sur le Pinail. En revanche plusieurs éléments ne sont pas définis, et il n'est pas possible de les proposer à la lumière de l'analyse du seul site du Pinail. Il se pose notamment des questions sur les seuils minimums d'effectif de population, les surfaces minimums de micro et macohabitats, et des éléments concernant la compatibilité de la gestion.

Au final, concernant les différents éléments traduits dans le tableau, plusieurs points peuvent être soulignés :

- **État de conservation de la population locale** : impossible d'en juger d'après cette démarche par absence de seuil défini. De plus, il semble manquer quelques éléments pour estimer l'état de conservation de la population ;
- **Qualité des habitats** : même si des seuils restent à définir, il semble pertinent d'estimer que celle-ci est excellente ;
- **Dégradation** : au regard de la complémentarité des modes de gestion sur l'ensemble du Pinail, et tenant compte des éléments interprétables, le Pinail serait dans le cas d'un indice excellent (pas ou peu de dégradation ?), même si des remarques importantes sont à formuler sur les habitats détruits lors des décennies précédentes par la sylviculture, et la non-restauration de larges surfaces d'habitats potentiel, ou la non gestion actuelle de vastes surfaces de lande, l'indice manque ici de pertinence, de complétude ;
- **Perspectives** : excellentes d'après le critère.

Le critère d'inondation prolongée semble peu opérant dans les landes de notre zone géographique. Cette méthode nous semble surestimer positivement l'état de conservation d'une population. En synthétisant les seuls éléments renseignables, l'état de conservation serait sans doute excellent ou bon (au minimum), ce qui ne semble pas en adéquation avec l'état actuel de cette population.

Il semble qu'il serait pertinent, pour avoir une vision plus complète de la situation de l'état de conservation du *Maculinea*, d'ajouter plusieurs critères :

- Évolution des effectifs globaux de la population sur **un pas de temps à définir** en tenant compte des variations naturelles possibles des populations ;
- Des aspects sur la prise en compte effective de l'espèce dans la **politique de gestion locale** de l'espace ;
- La non-**menace** par des activités anthropiques contradictoires avec la conservation de l'espèce ;
- Des compléments sur les différents **facteurs de dégradation** des habitats ;
- Une prise en compte du **risque d'extinction relatif par les listes rouges UICN** ;
- Un élément de fonctionnalité en lien avec la **connexion avec d'autres** populations (trame, échange d'individus, connectivité, flux génique) ;
- La **diversité de faciès de l'expression de la plante** (hygrométrie/engorgement du sol, pédologie, habitat végétal), permettant une répartition temporelle de floraison, ou à des surfaces minimum de la plante hôte de fleurir en cas de variations météorologiques extrêmes (chaleur, sécheresse). Il est ici sous-entendu qu'une petite surface très homogène du point de vue des conditions abiotiques (pédologie, type d'alimentation en eau...) sera plus sensible à un élément météorologique stochastique qu'une grande station étendue présentant des variations édaphiques et autres éléments abiotiques ;
- Les potentialités d'amélioration (proportion du site), **marge de progression** (aspect quantitatif ou proportionnel) ;
- **Complémentarité des modes de gestion**, cela va au-delà de l'élément proposé ne semblant concerner que le pâturage ;

- **L'intégration d'éléments en lien avec les fourmis hôtes** (a minima *Myrmica scabrinodis*) ;
- **Une reformulation des intitulés de colonne ne permettant pas**, sauf situation catastrophique, d'être dans un état de conservation bon ou excellent : donc supposé positif pour l'espèce.

De plus, en complément de ces éléments, pour une évaluation de la population, une vision sur les relations interspécifiques (prédation, concurrence...) qui peuvent influencer sur la population serait pertinente. De même, des études pour connaître le sex-ratio de la population de l'espèce serait essentielle. Par défaut à un sex-ratio de 1 a été utilisé dans la présente étude et cela pourrait impacter les résultats de manière significative, le cas échéant.

En conclusion, malgré les vision apportés par les critères du PNA, l'évaluation de l'état de conservation de l'Azuré des mouillères, à dire d'expert, argumentée de plusieurs critères, aboutit de notre avis à un état de conservation supposé douteux ou inadéquat.

État de conservation de la population locale	À (excellent)	B (bon)	C (moyen à mauvais)
Estimation des effectifs	Protocole à élaborer		
Qualité de l'habitat	À (excellent)	B (bon)	C (moyen à mauvais)
Quantité et proximité des taches de microhabitat favorable (gentiane et fourmi hôte)	Très bonne couverture spatiale des taches de microhabitat au sein du macro-habitat	Nombreuses taches de microhabitat connecté entre elles	Peu de taches de microhabitat connecté entre elles
Surface de macro-habitat favorable au niveau de la station	Seuil à définir		
Ressources de nectar	Très bonne disponibilité à proximité de l'habitat larvaire	Très bonne ou bonne disponibilité éloignée de l'habitat larvaire	Mauvaise disponibilité
Dégradation	À (excellent)	B (bon)	C (moyen à mauvais)
Indice de compatibilité de gestion	À réaliser en fonction de l'acquisition des connaissances en termes de gestion notamment sur les structures spatiotemporelles du pâturage		
Engrais	Aucune ou sur une très petite surface ou sporadique	Engrais organiques sur quelques taches d'habitat	Amendement tous les ans sur une grande surface
Inondation prolongée possible	Au maximum sur une petite surface	Sur une surface importante	Sur l'espace où sont observés les plus forts peuplements
Perspectives	À (excellent)	B (bon)	C (moyen à mauvais)
Possibilités d'amélioration ou de maintien de l'état de conservation	Importantes	Limité à une partie de la station	Aucune

*Tableau 3 : Tableau proposant des critères d'interprétation de l'état de conservation de la population de *Maculinea alcon* d'après Dupont, 2010 en vert les interprétations actuellement possibles par rapport à la population du Pinail.*

4.3. Évaluation de la responsabilité de conservation de l'espèce

L'évaluation de la responsabilité du site du Pinail vis-à-vis de l'Azuré des mouillères a été réalisée selon la méthode issue des travaux de bioévaluation des espèces faunistiques et floristiques de la RNR de la Tour du Valat (Cohez et al. 2011).

La méthode d'évaluation des responsabilités d'un site consiste à utiliser pour un taxon six critères, dont trois concernent des éléments généraux ou contextuels (statut, représentativité du site/taxon, état de conservation global), alors que les trois autres s'attachent aux éléments spécifiques au site et à son territoire (irréversibilité en cas de disparition, état de conservation sur site et enjeu du site dans la région).

A - Intérêt patrimonial

- 0 - Faible à nul
- 1 - Régional
- 2 - National
- 3 - Européen
- 4 - Mondial (UICN)

Principe : Ici les statuts de protection (nationale, régionale), la figuration dans les annexes de directives (annexe II Directive Habitats Faune et Flore), ont la même valeur (patrimonialité) que la figuration des objets évalués sur les listes rouges mondiales, européennes, nationales, régionales. L'intérêt pour une échelle géographique donnée au sein des listes rouges n'est effectif, que si les espèces sont menacées (catégorie CR, EN, VU).

Ressources : Statuts de protection, listes rouges mondiales, européennes, nationales et régionales disponibles.

B - Représentativité de la population/superficie de l'habitat

- 0 - Population peu représentative
- 1 - Représentative de la pop. régionale (seuil de 10 % pour Faune-Flore et 5 % pour les habitats).
- 2 - Niveau national : seuil de 1 %
- 3 - Niveau européen : seuil de 1 %
- 4 - Mondial (uicn) : seuil de 1 %

Principe : Évaluer l'importance du taxon (effectif, surface) par rapport à différentes échelles géographiques.

Ressources : Des cartes de répartition issues de diverses sources (PNA, OPIE)

Commentaire : à la lecture des cartes (déjà obsolètes), il a été supposé que l'intérêt du site de Pinail était national (nombre de site assez faible).

C - État de conservation (population globale)

- 0 - État de conservation présumé favorable
- 1 - État de conservation douteux ou inadéquat
- 2 - État de conservation défavorable mauvais

Principe : Évaluer l'état de la population au niveau mondial avec un focus sur la France comme élément de préévaluation de l'état et de la dynamique.

Ressources : La qualité des statuts de menaces (listes rouges) à différentes échelles, et des éléments ressources utilisés pour les critères A et B.

Commentaires : Éléments difficiles à évaluer pour une espèce dont l'aire de répartition est très large, et pour laquelle il y a peu d'éléments disponibles sur les autres territoires.

D – Irréversibilité (Probabilité de retrouver l'élément après disparition du site)

- 0 - Nulle (probabilité très forte)
- 1 - Faible (probabilité moyenne)
- 2 - Moyenne (probabilité faible)
- 3 - Forte (probabilité quasi nulle)

Principe : Évaluer la capacité des taxons ou syntaxons à revenir sur le site s'ils venaient à disparaître temporairement.

Ressources : Les informations utilisées ont surtout été la connaissance de la biologie et la physiologie.

Commentaires : Le mode de locomotion et la capacité de déplacement du taxon, ainsi que le temps de vie. Cela a été confronté à l'éloignement des populations les plus proches du site tenant compte des milieux de propagation entre les stations et cette entité fonctionnelle.

E - État de conservation (population du site)

- 0 - État de conservation présumé favorable
- 1 - État de conservation douteux inadéquat : population semble en diminution
- 2 - État de conservation défavorable : population montre un déclin flagrant

Principe : Évaluer l'état de conservation des taxons ou syntaxons sur le site.

Ressources : Cette évaluation a reposé essentiellement sur les connaissances acquises par GEREPI et les différentes informations obtenues ces dernières années sur le site au travers des différents suivis (Sellier 2011, 2012a, 2013, 2014, 2015, Sellier and Préau 2016, Dupont and Sellier 2017, Sellier et al. 2017).

Commentaires : Les effectifs, les surfaces, les évolutions de ces derniers, la fragilité (très faible surface ou nombre), les impacts (interactions biotiques ou abiotiques) connus passés, en cours et futurs ont été considérés. **Nous attirons l'attention sur le fait que l'état de conservation ne peut être le simple fait de l'évolution d'effectif (cf. partie précédente), notamment pour des insectes, et qu'il n'est pas ici défini de période pour définir cette évolution.**

F - Importance du Pinail au sein de sa région naturelle

- 0 - Le Pinail ne représente pas un enjeu (l'espèce est bien présente en dehors du Pinail)
- 1 - Enjeu modéré
- 2 - Enjeu fort
- 3 - Site majeur pour la conservation de l'espèce en Poitou-Charentes.

Principe : Évaluer l'importance que représente la réserve naturelle nationale du Pinail dans sa région.

Ressources : Ce critère a sollicité une vision synthétique des différentes ressources précitées précédemment.

Commentaires : Ayant du mal à définir la région naturelle dans laquelle est comprise la RNN du Pinail, la limite choisie a été la région Poitou-Charentes.

RÉSULTAT DE L'ÉVALUATION POUR LE PINAIL

A - Intérêt patrimonial

- 2 – National : 2 pts.

B - Représentativité de la population/superficie de l'habitat

- 2 - Niveau français : seuil de 1 % : 3 pts.

C - État de conservation (population globale)

- 2 - EC défavorable : 2 pts.

D – Irréversibilité (Probabilité de retrouver l'élément après disparition du site)

- 3 - Forte (probabilité quasi nulle) : 3 pts.

E - État de conservation (population du site)

- 1 - État de conservation douteux ou plutôt défavorable : 1 pt.

F - Importance du Pinail au sein de sa région naturelle

- 3 - Site majeur : 3 pts

Somme des points A + B + C : 6 pts.

Somme des points D + E + F : 7 pts.

Analyse croisée des critères

Une fois la cotation des critères établie pour chaque espèce, le tableau ci-dessous (Tableau 4) permet de définir les responsabilités correspondantes à chaque taxon ou syntaxon de la réserve.

Tableau 4 : Grille d'évaluation des responsabilités de conservation (Cobez et al., 2011)

		Échelle globale Intérêt patrimonial + Représentativité + EC global			
		Faible <3	Moyenne 3-5	Forte 6-8	Très forte >8
Échelle locale EC du site + Irréversibilité + Importance pour le PC	Faible <3	Responsabilité faible	Responsabilité faible	Responsabilité modérée	Responsabilité assez forte
	Moyenne 3-4	Responsabilité faible	Responsabilité modérée	Responsabilité assez forte	Responsabilité forte
	Forte 5-6	Responsabilité modérée	Responsabilité assez forte	Responsabilité forte	Responsabilité majeure
	Très forte >6	Responsabilité assez forte	Responsabilité forte	Responsabilité majeure	Responsabilité majeure

La responsabilité de conservation du Pinail pour l'Azuré des mouillères est majeure.

4.4. Propositions de mesures de gestion en faveur du *Maculineaalcon* sur le Pinail

Au regard de la responsabilité de conservation majeure du site pour *Maculineaalcon*, cette étude soutient, en appui des différentes politiques environnementales, la mise en place d'une stratégie de conservation multipartenariale, intégrée et volontariste.

Cette étude a fait apparaître une régression des stations de présence de Gentiane pneumonanthe sur le Pinail (Figure 8, Figure 18, Figure 19), notamment sur les pare-feux comme indiqué dans les données anciennes : parcelles 314, 322, 324, 325. Il est vrai que seuls les layons et pare-feux ont été prospectés, mais ces parcelles de boisements (chêne rouge d'Amérique, pin) assez âgés sont désormais peu propices au développement de la gentiane. De même, pour les parcelles 292, 293 où l'espèce était connue, la prospection de 2017 sur les bordures de parcelles n'a pas permis de trouver des gentianes. L'enrésinement passé, encore visible sur les orthophotos, a pu participer à la perturbation de ces stations. Dans la partie sud, plusieurs stations de gentiane sont assez éloignées voire « isolées » : parcelles 340, 341. De plus, dans ces zones, les gentianes se développent seulement sur les pare-feux dans des conditions d'ombrage parfois assez importantes, poussant l'espèce dans les limites de sa niche écologique.

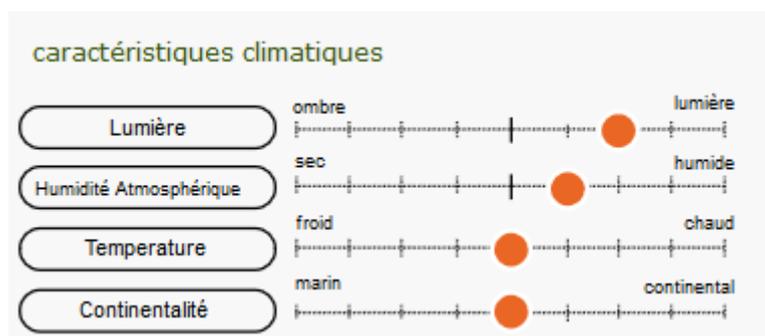


Figure 18 : Valences écologiques climatiques de la *Gentiane pneumonanthe* (telabotanica, 2019)

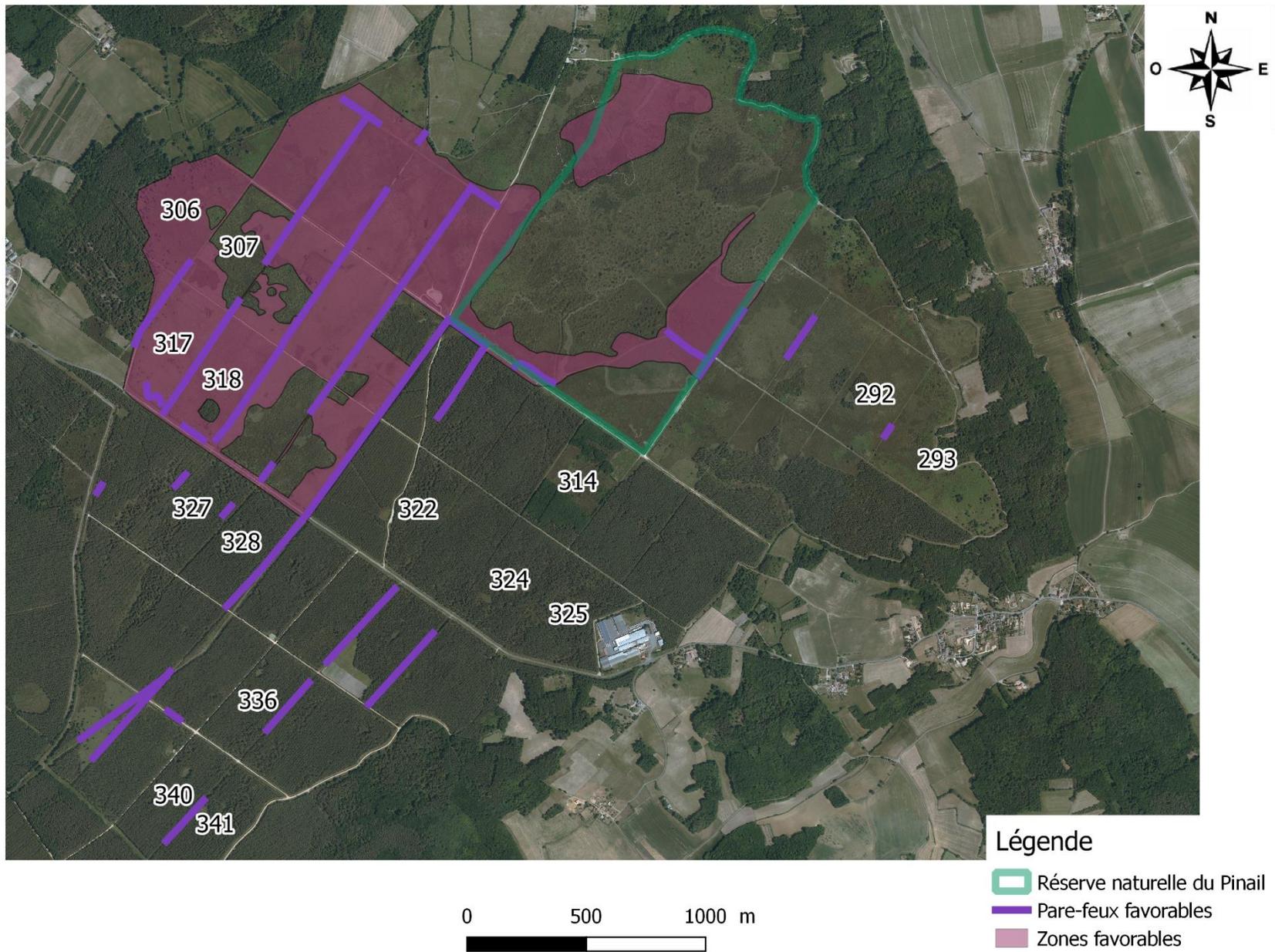


Figure 19 : Représentation des zones considérées comme actuellement favorables ou potentiellement favorables à la reproduction de *Maculinea alcon*

Les mesures de gestion conservatoire doivent être menées dans un objectif global favorisant les trois acteurs de cette symbiose à savoir la Gentiane pneumonanthe, les fourmis hôtes du genre *Myrmica* et l'Azuré des mouillères. Ces mesures reposent sur **l'ouverture et le maintien d'une végétation ouverte**, basse, par un entretien adapté, favorable au développement et l'attractivité de la plante hôte (floraison de fin juillet à mi septembre). En effet, des études menées sur la Réserve naturelle du marais de Lavours montrent que les gentianes doivent être de taille équivalente ou supérieure à la végétation environnante pour être détectées par les femelles et donc pouvoir accueillir les pontes du *Maculinea* (Rozier, 1999 ; Rozier et Darinot, 2000 ; Rozier, 2001). En d'autres termes, il faut que le milieu soit entretenu régulièrement, pas avant l'automne, pour favoriser le développement de la gentiane et la reproduction du papillon. Ces mesures sont mises en œuvre par :

- ONF qui réalise annuellement un broyage au milieu de l'automne des layons forestiers du Pinail (les pare-feux correspondants aux chemins stabilisés devant être entretenus plus régulièrement pour assurer leur vocation première) et fait réaliser une fauche avec export des parcelles domaniales de landes ouvertes (périodicité inconnue) ;
- RTE qui fait réaliser un broyage sous l'espace d'emprise de la ligne haute tension en secteur domaniale, généralement dans le même temps que les travaux de l'ONF ;
- GEREPI qui réalise une fauche manuelle avec export tous les 2 ans en fin d'automne-hiver d'une station en secteurs E et I, un entretien par gestion différenciée de l'intégralité de la RNN (pâturage extensif, brulage dirigé et fauche avec export intégrant une fréquence accrue pour les landes humides - cf PG5).

Le premier enjeu de la stratégie de gestion conservatoire du *Maculinea* réside dans la pérennisation de ces pratiques et périodes/périodicités de mises en œuvre adaptées par les différents acteurs. Pour cela, il apparaît opportun de proposer l'intégration de la prise en compte de l'Azuré des mouillères dans les différents documents de gestion du Pinail (plan d'aménagement forestier, DOCOB Natura 2000 (Dubois, 2015), plan de gestion RNN, plan simple de gestion) en appui d'une fiche action.

Le deuxième enjeu vise à prolonger ces pratiques favorables par des interventions de faible portée technique et financière. Les mesures proposées sont :

- L'élargissement ponctuel des layons forestiers et de l'espace d'emprise de la ligne haute tension le long des stations de fortes densités de gentiane et possiblement de landes humides par l'ONF et RTE.
- L'élaboration d'un plan de pâturage sur la RNN par GEREPI en intégrant la période de sensibilité pour la gentiane et le papillon (retrait du troupeau de mai/juin à octobre en présence de gentiane, celle-ci pouvant être appétante et donc abrutie).
- L'intégration de l'ensemble des stations de gentiane de la RNN et de la bande des Quatre Vents au cycle d'entretien spécifique des landes et prairies humides assuré par GEREPI en partenariat avec l'ONF (convention ONF-GEREPI pour la gestion de la bande des Quatre Vents).

Le troisième enjeu stratégique a pour finalité la reconquête du Pinail par le *Maculinea*, grâce à des interventions nouvelles et complémentaires. Il serait opportun de réfléchir de manière intégrée, c'est-à-dire compte tenu des différents objectifs et enjeux socio économiques du

territoire, à des réouvertures ou restauration de zones de landes humides et prairies à molinie soit par gestion mécanique, manuelle ou par brûlage dirigé pour favoriser la germination de gentianes (Sellier, 2011 ; Prelli com. pers.). Ces secteurs pourraient ensuite bénéficier d'un entretien régulier pour maintenir les stations de gentianes, et de fait augmenter le potentiel d'accueil du *Maculinea*, en intégrant la dimension de connectivité et de capacités de dispersion de l'espèce au sein du site. Dans cette perspective, il est proposé :

- La coupe des pins sur les bordures de parcelles forestières favorisant l'ensoleillement des pare-feux et layons où il y a des stations de présence de gentiane, actuelle ou historique ;
- L'étude de répartition des landes humides et prairies à molinie sur l'ensemble du Pinail, particulièrement sous pinède, en vue de cibler d'éventuels travaux et actions ;
- La restauration de landes et prairies humides augmentant le potentiel d'accueil du *Maculinea*, espèce parapluie de ce type de milieu à forte valeur patrimoniale (ouverture de zones par patch avec entretien différencié pour limiter l'effet du parasitisme sur les fourmis) ;
- La création et l'entretien de couloirs de circulation/dispersion favorable à travers les parcelles de lande (passage d'un broyeur tous les 3 ans).

Enfin , le quatrième enjeu s'attache à atténuer les effets du changement climatique sur le *Maculinea* et son milieu de vie. Les zones humides dont il est caractéristique sont fortement vulnérables face à l'évolution du climat (changement de répartition des pluies, élévation de la température, baisse du rechargement de la nappe phréatique...), d'autant que le Pinail est situé en tête de bassin versant. De même, la faible durée de vie du papillon engendre un risque significatif d'extinction à terme en raison du possible décalage entre la floraison de la gentiane et l'émergence du papillon. Il est proposé de développer une gestion adaptative en ciblant les facteurs pour lesquels les gestionnaires peuvent avoir une influence à l'instar de ces actions :

- La limitation, voire si possible la suppression de l'effet de drainage des fossés des pare-feux et layons forestiers et ainsi favoriser l'infiltration de l'eau et la recharge de la nappe phréatique (installation de seuils réguliers jusqu'au possible comblement total en correspondance avec l'accessibilité des voies de circulation concernées) ;
- La coupe spécifique des Salicacées sur les stations de présence de gentiane dans le but de limiter l'évapotranspiration et de fait, l'assèchement plus précoce de la zone humide ;
- L'étude de la dispersion du *Maculinea* à une échelle territoriale plus vaste afin de réduire la vulnérabilité face aux événements stochastiques pouvant dégrader jusqu'à faire disparaître la population (stations de Gentiane pneumonanthe à Monthoiron, Montmorillon, etc.) en appui d'une stratégie d'introduction.

L'ensemble de ces propositions implique dans le même temps de déployer un suivi scientifique permettant d'évaluer les impacts des mesures de gestion, au delà de l'amélioration des connaissances nécessaires à la conservation *in situ* de l'espèce.

4.5. Perspectives

Cette étude est une première pour le Pinail. L'interprétation est donc difficile puisqu'elle souffre de l'absence de comparaison. Les connaissances acquises montrent que plusieurs axes de

connaissance sont à améliorer. Ces derniers pourraient aussi permettre d'affiner l'évaluation de la taille et de l'état de conservation de la population, qui est ici encore incomplète.

Pour aller plus loin, une étude sur les densités de gentiane et d'œufs du papillon en fonction de différents modes de gestion et de fréquence de mise en œuvre pourrait être menée. Il est à minima nécessaire d'assurer le suivi de la colonisation du papillon sur l'ensemble du Pinail (secteurs nord-est et nord de la réserve). Des réflexions seraient à mener pour intégrer le programme d'étude « Sentinelles du Climat » porté par Cistude Nature dont la présente symbiose fait partie des indicateurs sur le changement climatique. Il serait également opportun de mener des analyses en lien avec les facteurs abiotiques, météorologiques principalement avec les températures, les niveaux d'engorgement du sol et la répartition des pluies. La RNN du Pinail développe un observatoire biodiversité-eau-climat qui pourra se révéler être un précieux outil d'amélioration de ces connaissances en lien avec différents programmes d'actions et politiques environnementales et territoriales (RNN, PCAET, etc.)

Il est désormais nécessaire que les référents et acteurs du Plan Régional d'Actions *Maculinea* portent ces éléments auprès des différents acteurs du territoire, du local au régional, pour permettre une bonne prise en compte des enjeux de conservation de ce *Maculinea* dont le Pinail est le dernier bastion de l'ex région Poitou-Charentes. En ce sens, le fruit de ce travail pourra alimenter la future déclinaison régionale du Plan National d'Actions Lépidoptères devant conduire à l'actualisation de plusieurs critères liés au territoire de Nouvelle-Aquitaine.

Conclusion

Cette étude menée par GEREPI sur le Pinail dans le cadre du Plan Régional d'Actions *Maculinea* sur la dernière population de *Maculinea alcon* a permis de faire progresser la connaissance de cette espèce sur différents aspects. Elle a en particulier actualisé la répartition du papillon montrant l'extension de son aire de présence vers le nord. Une cartographie de la densité de la Gentiane pneumonanthe sur les 40 km de pare-feux et layons forestiers du Pinail a été effectuée. À la suite des relevés exhaustifs menés sur 24 zones de 50 m² extrapolées par classe de densité, une estimation a mis en évidence la présence d'environ 40 000 hampes florales de gentiane. Le comptage des œufs de *Maculinea* révèle une population estimée à 750 individus minimum. L'analyse croisée de différents éléments semble montrer une indépendance entre le nombre d'œufs par unité de surface et la densité de gentiane.

Les outils d'évaluation de l'état de conservation de l'espèce semblent encore imparfaits, et il est ici proposé quelques ajouts pour affiner la méthodologie. L'évaluation à dire d'expert, argumentée de plusieurs critères, aboutit à un état de conservation supposé douteux ou inadéquat. Il a été évalué que le Pinail a une responsabilité majeure de préservation de l'espèce pour le Poitou-Charentes.

Une réflexion a été menée sur les aires réellement favorables à l'espèce, mais des informations restent à recueillir sur le terrain dans les années qui viennent. D'autres études seront aussi à mener pour améliorer nos capacités de compréhension des facteurs d'influence sur cette espèce et ces espèces hôtes, particulièrement dans le contexte des changements globaux.

Enfin, plusieurs propositions d'amélioration et de mesures de gestion ont été formulées concernant la conservation de l'espèce et la gestion globale du site. Celles-ci seront à porter à connaissance des acteurs concernés et il sera nécessaire de trouver les moyens financiers et techniques pour permettre une action multipartenariale en faveur de cette espèce en danger critique d'extinction.

Bibliographie

- Anton C., Musche M., Hula V. et Settele J., 2008. *Myrmica* host-ants limit the density of the ant predatory large blue *Maculinea nausithous*. *Journal of Insect Conservation* 12 (5): 511-517.
- Barbero F., Thomas J. A., Bonelli S., Balleto E. et Schönrogge K., 2009. Queen ants make distinctive sounds that are mimicked by a butterfly social parasite. *Science* 323 (5915): 782-785.
- Cohez, Damien, Philippe Chauvelon, Nicole Yavercovski, and Lisa Ernoul. 2011. Réserve Naturelle Régionale de la tour du Valat - Plan de gestion 2011-2015 section A - Diagnostic du site. Provence Alpes Côte d'Azur, France.
- Cotrel, Nicolas. 2013. Déclinaison régionale du plan national d'actions en faveur des *Maculinea*. Poitou-Charentes : DREAL Poitou-Charentes.
- Damm Als, Thomas, David R. Nash, and Jacobus J. Boomsma. 2001. Adoption of parasitic *Maculinea alcon* caterpillars (Lepidoptera: Lycaenidae) by three *Myrmica* ant species. *Animal behaviour*.
- De Vries P. J., Cocroft R. B. et Thomas J. A., 1993. Comparison of acoustical signals in *Maculinea* butterfly caterpillars and their obligate host *Myrmica* ants. *Biological Journal of Linnean Society* 101:1-49.
- Dubois Thierry. 2015. Document d'objectifs du site Natura 2000 Landes du Pinail ZSC FR5400453. VIE-0515-13. Edité par la Ligue de Protection des Oiseaux. 60 p.
- Ducept S., Gailledrat M., Ollivier D., Texier L. 2011. Forêt de Moulière - Pinail Site Natura 2000 FR5410014 Synthèse des suivis biologiques des habitats et des espèces d'intérêt communautaire Années 2009-2010. Edité par Vienne Nature. Fontaine-le-Comte, France. 198 p.
- Dupont, Pascal. 2010. Plan national d'action en faveur des *Maculinea*. France : Office pour les insectes et leur environnement - Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des transports et du logement.
- Dupont, Valentine, and Yann Sellier. 2017. Cartographie des habitats naturels de la Réserve naturelle nationale du Pinail. Vouneuil-sur-Vienne (86), France : GEREPI.
- Elmes G. W. et Thomas J. A., 1992. Complexity of species conservation in managed habitats: interaction between *Maculinea* butterflies and their host ants. *Biological Conservation* 1:155-159.
- Elmes G. W., Clarke R. T., Thomas J. A. et Hochberg M. E., 1996. Empirical tests of specific predictions made from spatial model of the population dynamics of *Maculinea rebeli*, a parasitic butterfly of red ant colonies. *Acta oecologica*, 17:61-80.
- Elmes, GW, JA Thomas, JC Wardlaw, ME Hochberg, RT Clarke, and DJ Simcox. 1998. "The ecology of *Myrmica* ants in relation to the conservation of *Maculinea* butterflies." *Journal of Insect Conservation* 2 (1):67-78.
- Hochberg M. E., Clarke R. T., Elmes G. W. et Thomas J. A., 1994. Population dynamic consequences of direct and indirect interactions involving a large blue butterfly and its plant and red ant hosts. *Journal of Animal Ecology* 63:375-391.
- Journal officiel 06/05/2007 «Lois et Décrets» - JORF n° 106 du 6 mai 2007. <https://www.legifrance.gouv.fr/affichJO.do?idJO=JORFCONT000000003458>
- Jourde, Philippe, and Jean Terrisse. 2011. Espèces animales et végétales déterminantes en Poitou-Charentes. Poitiers, France : Poitou-Charentes Nature.

- Lelarge, Kevin, Yann Sellier, and Valentine Dupont. 2018. Plan de gestion 2018-2027 de la Réserve naturelle nationale du Pinail - Vision, gestion et évaluation. Vouneuil-sur-Vienne, France : GEREPI.
- Maurin, H., and P. Keith. 1994. Inventaire de la faune menacée en France. edited by WWF and MNHN. France: Nathan.
- Mouquet, Nicolas, Valérie Belrose, Jeremy A Thomas, Graham W Elmes, Ralph T Clarke, and Michael E Hochberg. 2005. "Conserving community modules: a case study of the endangered lycaenid butterfly *Maculinea alcon*." *Ecology* 86 (12):3160-3173.
- Nash D. R., Als T. D., Maile R., Jones G. R. et Boomsma J. J., 2008. A mosaic of chemical coevolution in a large blue butterfly. *Science* 319:88-90.
- Pfeifer M., Henle K. et Settele J., 2007. Populations with explicit borders in space and time: concept, terminology and estimation of characteristic parameters. *Acta Biotheorica* 55 (4): 305-316.
- Poitou-Charentes Nature, PCN. in press. Liste rouge UICN des rhopalocères menacés de Poitou-Charentes. Poitiers, France : Poitou-Charentes Nature.
- Rozier Y. (1999). Suivi scientifique du complexe *Maculinea* – *Sanguisorba* / *Gentiana* - *Myrmica* dans la Réserve naturelle du Marais de Lavours. Rapport d'Activité 1999. Contrat n°1 entre la Réserve Naturelle du Marais de Lavours et la DIREN Rhône-Alpes. 26p.
- Rozier Y. & Darinot F. (2000). Suivi scientifique du complexe *Phengaris* sp. – *Sanguisorba officinalis* / *Gentiana pneumonanthe* - *Myrmica* sp. dans la Réserve naturelle du Marais de Lavours. Rapport d'Activité 2000. Contrat n°1/2000 entre la Réserve naturelle du Marais de Lavours et la DIREN Rhône-Alpes. 24p.
- Rozier Y. (2001). Suivi scientifique du complexe *Maculinea* sp. - *Sanguisorba officinalis* / *Gentiana pneumonanthe* - *Myrmica* sp. dans la Réserve naturelle du Marais de Lavours. Rapport d'Activité 2001. Contrat n°1/2001 entre la Réserve naturelle du Marais de Lavours et la DIREN Rhône-Alpes. 22p.
- Sellier, Yann. 2011. Rapport d'études 2011 de la réserve naturelle nationale du Pinail. edited by RNN du Pinail. Vouneuil-sur-Vienne, France : GEREPI.
- Sellier, Yann. 2012a. Rapport d'études 2012 de la réserve naturelle nationale du Pinail. Vouneuil-sur-Vienne, France : GEREPI.
- Sellier, Yann. 2012 b. Rapport d'étude de la réserve naturelle nationale du Pinail. edited by GEREPI.
- Sellier, Yann. 2013. Rapport d'études 2013 de la réserve naturelle nationale du Pinail. edited by GEREPI. Vouneuil-sur-Vienne, France : RNN du Pinail.
- Sellier, Yann. 2014. Rapport d'études 2014 de la réserve naturelle nationale du Pinail. edited by GEREPI. Vouneuil-sur-Vienne, France : RNN du Pinail.
- Sellier, Yann. 2015. Rapport d'études 2015 de la réserve naturelle nationale du Pinail. edited by GEREPI. Vouneuil-sur-Vienne, France : RNN du Pinail.
- Sellier, Yann, and Clémentine Préau. 2016. Rapport d'étude 2016 de la réserve naturelle nationale du Pinail. Vouneuil-sur-Vienne (86), France : GEREPI.
- Sellier Y., Beaune D. – 2016 – Plan Régional d'Actions *Maculinea*. Étude des peuplements *Myrmica* du Pinail sur trois modes de gestion. Évaluation de l'état de conservation de la dernière population régionale de *Maculinea alcon alcon* (Lepidoptera ; Lycaenidae). Programme d'étude Poitou-Charentes Nature. Édité par GEREPI. Vouneuil-sur-Vienne. 28 p.
- Sellier, Yann, Valentine Dupont, Antoine Ruault, Clémentine Préau, Floriane Lefort, and Kevin Lelarge. 2017. Rapport d'étude 2017 de la réserve naturelle nationale du Pinail. Vouneuil-sur-Vienne : GEREPI.

- Schönrogge K., Wardlaw J. C., Thomas J. A. et Elmes G. W., 2000. Polymorphic growth rates in myrmecophilous insects. *Proceedings of the royal society of London B Biological Sciences* 1445:771-777.
- Seifert B., 1988. A taxonomic revision of the *Myrmica* species of Europe, Asia minor and Caucasia (Hymenoptera, Formicidae). *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz*, 62 (30) : 1-75.
- Telabotanica 2019/03 2508 Gentiana Pneumonanthe L. <https://www.telabotanica.org/bdtfx-nn-29803-synthese>
- Thomas J. A., 1991. Rare species conservation: case studies of European butterflies. A symposium of the British Ecological Society 31:149-197.
- Thomas J. A., Elmes G. W. et Wardlaw J. C., 1993. Contest competition among *Maculinea rebeli* larvae in ant nests. *Ecological Entomology* 18:73-76.
- Thomas J. A., Elmes G. W. et Wardlaw J. C., 1998. Polymorphic growth in larvae of the butterfly *Maculinea rebeli*, a social parasite of *Myrmica* ant colonies. *Proceedings of the royal society of London B Biological Sciences* 1408:1895-1901.
- Thomas J. A. et Settele J., 2004. Evolutionary biology: Butterfly mimics of ants. *Nature* 432:283-284.
- van Swaay, C., and M. A. Warren. 1999. *Red Data Book of European Butterflies (Rhopalocera)*. edited by Council of Europe.
- Witek M., Sliwinska E. B., Skórka P., Nowicki P., Wantuch M., Vrabec V., Settele J. et Woyciechowski M., 2008. Host and specificity of large blue butterflies *Phengaris (Maculinea)* (Lepidoptera: Lycaenidae) inhabiting humid grasslands in East-central Europe. *European Journal of Entomology*, 105:871-877.



GEREPI

Moulin de Chitré
86210 Vouneuil sur Vienne

Téléphone :
05 49 02 33 47

Mail : contact@reserve-pinail.org