ASSOCIATION LOZERIENNE POUR L'ETUDE ET LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT
Montée de Julhers - 48000 BALSIEGES
Tél. : 04 66 47 09 97 - alepe@wanadoo.fr

A L E P E

Etudier • Protéger • Eduquer • Sensibiliser

Inventaire cartographique des sites de ponte de l'Azuré des mouillères *Maculinea alcon* écotype *alcon* dans les zones humides du bassin versant Loire Bretagne en Margeride (Lozère) - Rapport Bilan -

Etude réalisée par :
CASTAGNET Jean-Baptiste, CHAZALMARTIN Samuel, CHRISTOPHE Florian et MERLY Séverine

de :
l'Association Lozérienne pour l'Etude et la Protection de l'Environnement (**ALEPE**)

Avec la participation de :
BOUARD Jérôme, GALLE Raphaël et MOUSSET Marie

Rédaction et cartographie :
CASTAGNET Jean-Baptiste, CHRISTOPHE Florian & SANE Fabien

dans le cadre du Plan National d'Actions en faveur des « Maculinea », porté en Languedoc-Roussillon par :

L'Office Pour les Insectes et leur Environnement (**OPIE**)
Les Écologistes de l'Zeuzère (**EE**)
Le Conservatoire d'Espaces Naturels du Languedoc-Roussillon (**CEN-LR**)

Avec le soutien financier de :

La DREAL Languedoc-Roussillon
L'Agence de l'Eau Loire-Bretagne

2016

ALEPE
Association loi 1901 déclarée le 20 novembre 1978 à la sous-préfecture de Florac
Agréée au titre de la protection de l'environnement dans le cadre départemental (Arrêté n°2013-168-0001)
et agréée au titre de la jeunesse et de l'éducation populaire sous le numéro 48-07-041
SIRET n° 38424346500042 – Code NAF n° 9499Z

SOMMAIRE

TABLE DES TABLEAUX 3
TABLE DES GRAPHIQUES 3
TABLE DES CARTES 3

INTRODUCTION 4
OBJECTIFS DE L'ETUDE 5

I - L'AZURÉ DES MOUILLÈRES : DONNEES SUR LA BIOLOGIE ET L'ECOLOGIE 6
I.1 - Le papillon : Maculinea alcon alcon 6
I.2 - La plante hôte : Gentiana pneumonanthe 7
I.3 - La fourmi hôte : *Myrmica* spp. 8
I.4 - Notions de stations, sites et eco-complexes 9

II - AIRES D'ETUDE 10
II.1 - Localisation 10
II.2 - Géologie et géomorphologie 12
II.3 - Hydrographie 12
II.4 - Climat 12
II.5 - Paysage et Végétation 12

III - MATERIEL ET METHODE 14
III.1 - Echantillonnage des zones humides à visiter 14
III.2 - Géolocalisation des zones humides 14
III.3 - Fiche de terrain 14
III.4 - Période de prospection 14
III.5 - Observateurs et effort de prospection 14
III.6 - Saisie et traitement des résultats 15

IV - RESULTATS 17
IV.1 - Zones humides visitées 17
IV.2 - Zones humides avec *Gentiana pneumonanthe* 18
IV.3 - Zones humides avec pontes 21
IV.4 - Analyse des résultats 23
IV.4.1 - Calendrier des sorties et phénologie de la ponte 23
IV.4.2 - Taille des tiges 24
IV.4.3 - Végétation aux pieds des gentianes 26
IV.4.4 - Habitats des Gentianes pneumonanthes 27
IV.4.5 - Gestions et menaces pesant sur les zones humides 29
IV.4.6 - Etat de conservation des zones humides 31

SOMMAIRE

V - DISCUSSION 33

V.1 - Disparités des résultats obtenus en 2014 et 2015 33

V.1.1 - Des aires d'études différentes 33

V.1.2 - Une météo estivale exceptionnelle en 2015 34

V.2 - Lien entre populations 35

V.3 - Enjeux 37

V.4 - Proposition d'Actions 37

RESUME ET CONCLUSION 39

BIBLIOGRAPHIE 41

ANNEXES 43

Photographie 1. - *Maculinea alcon* (©Leconte R., 2010)

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1. - Coordonnées extrêmes de la zone d'étude (Versant Est de l'unité paysagère « Montagne de la Margeride » et partie amont de l'unité paysagère « les plateaux et les vallées de la Margeride orientale»). 10
Tableau 2. - Grands types d'habitats représentés dans l'ensemble des aires d'étude (source : IFEN Corine Landcover®) 13
Tableau 3. - Dates de prospections, nombre de zones humides visitées/jour et composition des équipes. 17
Tableau 4. - Bilan général des zones humides avec présence de *Gentiana pneumonanthe* 18
Tableau 5. - Synthèse des résultats obtenus 21
Tableau 6. - Date de prospection et nombre d'œufs comptés 21
Tableau 7. - Résultats en fonction des tailles de tiges recensées. 25
Tableau 8. - Zones humides et état de conservation 34

TABLE DES GRAPHIQUES

Graphique 1. - Taille moyenne des tiges des stations à gentianes. 24
Graphique 2. - Taille moyenne des tiges des stations à gentianes avec pontes de *Maculinea alcon alcon* 25
Graphique 3. - Végétation aux pieds des gentianes (par station). 26
Graphique 4. - Végétation au pied des stations de gentianes présentant des pontes. 26
Graphique 5. - Micro-habitats des stations à gentianes. 28
Graphique 6. - Micro-habitats des stations à gentianes avec pontes. 28
Graphique 7. - Gestion des stations à gentianes (sans et avec pontes). 29
Graphique 8. - Atteintes et menaces des stations à gentianes (sans et avec pontes). 30
Graphique 9. - Etat de conservation global des différentes zones humides visitées. 31
Graphique 10. - Atteintes et menaces des stations de gentianes par année de prospection. 33

TABLE DES CARTES

Carte 1. - Localisation des aires d'étude en Lozère 11
Carte 2. - Zones humides et aires d'étude 2014 et 2015. 16
Carte 3. - Localisation des zones humides prospectées en 2014 et 2015. 19
Carte 4. - Zones humides prospectées avec présence de *Gentiana pneumonanthe*. 20
Carte 5. - Zones humides et pontes de *Maculinea alcon* écotype « alcon ». 22
Carte 6. - Analyse des distances entre les sites (données ALEPE et CEN Auvergne). 36

INTRODUCTION

Les **Plans Nationaux d'Actions** (PNA) sont mis en œuvre par le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer et s'inscrivent dans le cadre de la Stratégie Nationale pour la Biodiversité.

Chaque plan concerne une espèce ou un groupe d'espèces. Les papillons du genre *Maculinea* sont visés car ils constituent le genre de papillons le plus menacé actuellement en raison de leur affinité pour des **milieux en forte régression** (marais, pelouses sèches…) et de leur **cycle biologique complexe et original** qui implique la présence obligatoire d'une plante hôte et d'une fourmi hôte du genre *Myrmica*.

Les *Maculinea* concernés par ce PNA sont au nombre de **4 espèces** :

- *M. arion (*Linnaeus, 1758) – l'Azuré du Serpolet ;
- *M. nausithous* (Bergsträsser, 1779) – l'Azuré des paluds ;
- *M. teleius* (Bergsträser, 1779) – l'Azuré de la Sanguisorbe ;
- *M. alcon* (Denis & Schiffermüller, 1775) – **l'Azuré des mouillères.**

L'espèce *M. alcon* **regroupe deux écotypes qui étaient autrefois considérés comme deux espèces** : l'écotype « *rebeli* » et l'écotype « *alcon* ». Ces deux écotypes sont difficilement différentiables pour un œil non expert. Par contre, leurs habitats sont très différents: le premier est inféodé à des milieux secs, le second à des milieux humides.

La survie d'une population de *Maculinea alcon* écotype *« alcon »* nécessite la présence obligatoire et simultanée en un même site de la Gentiane pneumonanthe (*Gentiana pneumonanthe*) et d'une fourmi hôte du genre *Myrmica*.

Le taxon *M. alcon alcon* est inscrit dans la catégorie « LC » (= Least Concern = « préoccupation mineure ») de la liste rouge UICN des Lépidoptères rhopalocères[1] d'Europe (Swaay et *al*., 2010). **En France métropolitaine, où l'espèce est protégée par la loi [2], ce papillon est considéré comme « quasi-menacé »** (UICN et *al.*, 2012). Au niveau régional, ce papillon est « Eteint » en Alsace, « en danger critique » dans le Centre, « en danger » en Franche-Comté, « Vulnérable » en Auvergne et en Lorraine.

Dans le cadre de la déclinaison régionale du « Plan national d'actions en faveur des *Maculinea* 2011-2015 », l'ALEPE a consacré en 2013 quelques journées de terrain à la recherche de pontes de *Maculinea alcon* écotype *« alcon »* dans les zones humides de la Margeride. Plusieurs milliers de pieds de *Gentiane pneumonanthe* ont été trouvés, et plusieurs centaines d'œufs ont été comptabilisés lors de deux journées de prospection. Il apparaît ainsi que **les zones humides de la Margeride accueillent bien cette espèce menacée, avec des populations potentiellement importantes.**

Il a donc été décidé en 2014 et 2015 d'approfondir les prospections en Margeride, en concentrant l'effort de recherche sur le massif à l'Est de la crête du massif, dans le bassin versant Loire Bretagne. Ces prospections se déroulent parallèlement à une étude similaire menée dans les départements limitrophes (Cantal, Haute Loire) par le Conservatoire des Espaces Naturels d'Auvergne.

Le présent document expose le bilan des prospections menées en 2014 et 2015.

---

[1] « papillons de jour ».

[2] Arrêté du 23 avril 2007 fixant les listes des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection (J.O. du 06/05/2007).

OBJECTIFS DE L'ETUDE

Dans le cadre du Plan national d'Actions (PNA) « *Maculinea* », la présente étude répond à la volonté d'approfondir les connaissances concernant le statut, la répartition et l'écologie de *Maculinea alcon* écotype « *alcon* » sur le versant oriental de la Margeride lozérienne, dans le bassin versant Loire Bretagne.

Cette étude a été programmée sur 2 années : 2014 et 2015. Les prospections se basent sur **l'inventaire des zones humides du haut bassin versant lozérien de l'Allier**. Cette opération, menée par le CEN Lozère (anciennement CDSL) dans le cadre du programme Loire nature II, a été financée par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne, l'Europe (FEOGA-G), la Région Languedoc-Roussillon et le Département de la Lozère.

Les objectifs de cette étude sont les suivants :

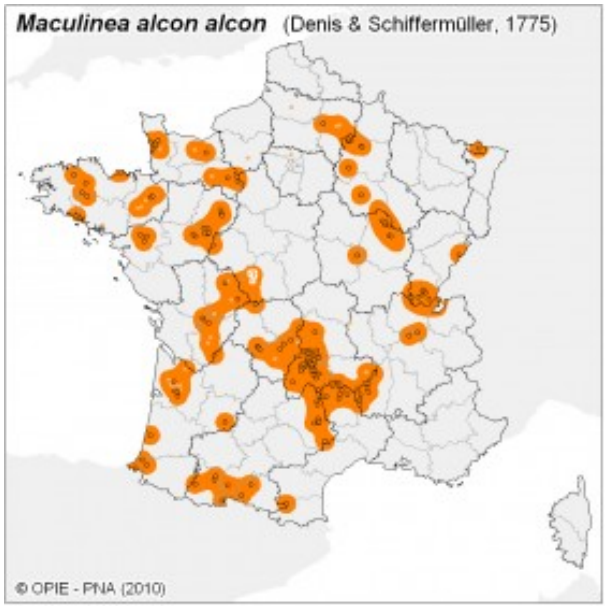
- **visiter, en 2014, le plus grand nombre possible de zones humides parmi les 184 inventoriées dans l'unité paysagère «montagne de la Margeride »** incluses dans le bassin versant Loire-Bretagne, en priorisant celles situées dans le périmètre du site Natura 2000 « Montagne de la Margeride » ;
- **visiter, en 2015, un nombre au moins équivalent de zones humides dans la partie amont de l'unité paysagère « plateau oriental de la Margeride »** (également dans le bassin versant Loire Bretagne) ;
- **cartographier les stations à Gentiane pneumonanthe et dénombrer les éventuelles pontes de l'Azuré des mouillères** sur ces plantes-hôte des chenilles ;
- **enrichir les connaissances sur l'écologie de l'espèce** dans le cadre géographique local ;
- **proposer des actions futures pour la gestion conservatoire des sites de pontes de** *Maculinea alcon alcon*.

I - L'AZURÉ DES MOUILLÈRES : DONNEES SUR LA BIOLOGIE ET L'ECOLOGIE

Une récente étude phylogénique de FRIC et *al.* (2007) portant sur l'ensemble des espèces eurasiatiques des genres *Maculinea* Van Eecke, 1915 et *Phengaris* Doherty, 1891 a montré que l'ensemble des espèces forme un **groupe monophylétique**[3]. Selon le principe d'antériorité défini par le code international de la nomenclature zoologique (CINZ), le genre *Phengaris* Doherty, 1891, décrit avant le genre *Maculinea* Van Eecke, 1915, devrait donc s'appliquer à tous les représentants de ce groupe taxonomique. Toutefois, dans un souci de clarté, et suivant en cela l'intitulé du Plan national d'Action dédié à ces espèces, nous prenons le parti de conserver et d'utiliser ici le nom de genre *Maculinea* (DUPONT, 2010).

I.1 - LE PAPILLON : MACULINEA ALCON ALCON

L'Azuré des mouillères (*Maculinea (= Phengaris) alcon* écotype « *alcon* ») est un Lépidoptère appartenant à la famille des *Lycaenidae*. Cette famille rassemble essentiellement des petits papillons bleus nommés en français « azurés ». L'Azuré des mouillères se distingue des autres espèces d'azurés par sa grande taille (envergure 35 à 40 mm) et par la ponctuation du revers de ses ailes.



Sa répartition est **eurasiatique** (LAFRANCHIS, 2000). En France, ce papillon présente une **distribution très fragmentée**, **le Massif Central, et notamment l'Auvergne, accueillant les plus importantes populations.** Néanmoins, il est **potentiellement présent dans tous les départements**, à l'exception du domaine méditerranéen (DUPONT & BACHELARD, 2010). La carte des observations montre bien une distribution dispersée mais répartie sur une bonne partie du territoire national (site internet PNA *Maculinea*, 2010). Sa limite altitudinale est de 1 400 m (LEROY & BACHELARD, 2008, *in* DUPONT, 2010).

Maculinea alcon écotype « *alcon* » a un cycle biologique complexe et original. **Le développement d'une population dépend de la présence obligatoire sur un même site de la Gentiane pneumonanthe (***Gentiana pneumonanthe***) et d'une fourmi hôte du genre** *Myrmica***.** Les femelles **pondent les œufs au niveau des inflorescences (corolle ou calice) ou sur les tiges et les feuilles de la plante hôte**. Les trois premiers stades du développement larvaire se passent dans les inflorescences de la plante hôte. Après la troisième mue larvaire, la chenille se laisse tomber à terre. **Elle est recueillie par une fourmi hôte et transportée dans la fourmilière**. L'adoption par la fourmi hôte est favorisée par deux phénomènes : 1) la présence sur la cuticule de la chenille d'un spectre de molécule très proche de celui de la cuticule des larves de la fourmi hôte (NASH et *al.*, 2008) 2) la présence d'une glande à « nectar » ou glande de Newcomer sur la face dorsale du 7ème segment abdominal (MALICKY, 1970). **Au sein de la fourmilière les chenilles sont nourries par les ouvrières au détriment de leurs propres larves**. Comme pour les autres *Maculinea*, une partie de la génération se nymphose à la fin du printemps suivant ; l'autre partie reste une année supplémentaire dans la fourmilière (SCHÖNROGGE, 2000).

[3] Groupe descendant d'une même espèce souche.

Photographie 2. - Pontes de *Maculinea alcon alcon* sur le calice de Gentiane pneumonanthe (ALEPE, 2015).

La **période de vol s'étale de la mi-juin à la fin du mois d'août** et elle varie selon la latitude et l'altitude. Suivant les sites, la durée de la période de vol peut varier de 15 à 36 jours. La durée de vie moyenne des individus se situe entre 2 et 2,7 jours (NOWICKI et *al*., 2009). De plus, une femelle pond **en moyenne 120 œufs** (MOUQUET et *al*., 2005).

Les éco-complexes optimaux pour *Maculinea alcon* écotype « *alcon* » correspondent, selon DUPONT (2010): à **des zones humides de plaines ou de moyennes montagnes, associées à des hauts et des bas marais**. Les macro-habitats optimaux correspondent à des formations anthropogènes (prairies ou landes) au sein de ces éco-complexes. Ces formations sont issues d'une **gestion anthropique par la fauche, le pâturage et/ou l'écobuage**. Le micro-habitat optimal est une surface de quelques m² avec la plante hôte dont les inflorescences émergent au dessus de la végétation herbacée. La présence de nids de *Myrmica scabrinodis* à proximité des pieds de la plante hôte est indispensable. Pour avoir une population de Gentiane pneumonanthe équilibrée, il est important que des plages de sol nu soient générées à proximité des pieds existants.

I.2 - LA PLANTE HOTE : GENTIANA PNEUMONANTHE

Le nom de Gentiane est dédié à Gentius, dernier roi d'Illyrie de -180 à –168, qui, d'après Pline l'Ancien, découvrit les propriétés médicinales de ces plantes. *Pneumonanthe* provient du grec *pneumôn* : poumon et *anthê* : fleur (autrefois utilisée dans le traitement des maladies pulmonaires).

La Gentiane pneumonanthe (*Gentiana pneumonanthe*) appartient à la famille des *Gentianaceae*. C'est une espèce caractéristique de **formations herbacées sur sols humides plus ou moins acides, fréquemment tourbeux ou paratourbeux** (DUPONT, 2010). Elle **colonise les zones de sol nu, créées par des perturbations comme le pâturage, le piétinement ou encore le brûlis,** à l'intérieur de végétations plus denses de landes (OOSTERMEIJER et *al*., 1994 *in* MUNGUIRA & MARTIN, 1999). La gentiane est une plante relativement répandue, mais localisée du fait de ses exigences écologiques particulières.

C'est une plante vivace, haute de 10 à 60 cm, sa tige porte des feuilles linéaires et des fleurs bleu vif, rayées de vert à l'extérieur, dont la floraison intervient généralement **de juillet à octobre.**

Photographie 3. - Tiges de Gentiane pneumonanthe (ALEPE, 2014)

Il est important de préciser que les pieds de Gentiane pneumonanthe ont trois stades phénologiques (OOSTERMEIJER et *al*., 1994, 1996) :

- **un stade « juvénile »** issu de la germination des graines. Cette germination est favorisée par la présence de sol nu. Une gestion par le pâturage, le brûlis dirigé ou l'étrépage de petites surfaces et des phases d'inondation prolongée sont très favorables pour ce stade ;
- **un stade « adulte »** avec un nombre de boutons floraux important. Ce stade s'observe dans des milieux ouverts de prairies humides ou de landes. C'est ce stade qui caractérise le micro-habitat optimal pour *Maculinea alcon* écotype « *alcon* » ;
- **un stade « végétatif »** sans fleurs ou avec un nombre de boutons floraux très faible. Il s'observe dans des strates de végétation plus arbustive. Ce stade peut persister 50 ans sur un site (CHAPMAN et *al*., 1989).

Lors de la fermeture d'une prairie par les ligneux, la forme végétative de la gentiane perdure, mais ne permet pas le développement de l'azuré, notamment à cause de l'absence de fleurs sur lesquelles la femelle pond (DUPONT, 2010 ; HABEL et *al*., 2007 ; MAES et *al*., 2004 ; MOUQUET et *al*., 2005). **Ainsi, la seule présence de gentianes ne garantit pas que le milieu soit favorable à l'azuré.**

I.3 - LA FOURMI HOTE : *MYRMICA* SPP.

La spécificité de la relation chenille/hôte chez les *Maculinea* est aujourd'hui discutée. Certaines études montrent que les *Maculinea* peuvent s'accommoder d'hôtes secondaires, ou d'hôtes principaux différents suivant les régions biogéographiques et les types d'habitats (SIELEZNIEW et *al*., 2002 ; STEINER et *al*., 2003 ; SCHILCK-STEINER et *al*., 2004 ; PECH et *al*., 2007 ; SIELEZNIEW & STANKIEWICZ, 2008 ; TARTALLY et *al*., 2008 ; WITEK et *al*., 2008). En effet, **l'Azuré des mouillères possède plusieurs fourmis hôtes potentielles dans son aire de répartition** : *Myrmica scabrinodis* Nylander, 1846, *Myrmica rubra* (Linné, 1758), *Myrmica ruginodis* Nylander, 1846 ou *Myrmica vandeli* Bondroit, 1920 (ELMES et *al*., 1994 in MUNGUIRA & MARTIN, 1999).

En France, l'hôte principal de l'azuré des mouillères semble être *Myrmica scabrinodis* (LHONORE, 1998), bien qu'en Bretagne, en Normandie et Sarthe, *Myrmica ruginodis* semble pouvoir héberger *Maculinea alcon* écotype « *alcon* » (ELMES *et al*., 1996 *in* FORGEOT, 2007).

Photographie 4. - *Myrmica* spp. (© Lebas C.)

M. scabrinodis est une fourmi de la sous-famille des *Myrmicinae*, à répartition eurasiatique. C'est une **espèce polygyne** (4,6 reines en moyenne), qui forme des **colonies de petites tailles**, le nombre moyen d'individus/nid est d'environ 900 ouvrières (DUPONT, 2010). Cette espèce est **thermophile et tolérante à l'humidité de sol.** On la rencontre aussi bien dans des prairies humides que dans des pelouses mésoxérophiles. Elle **évite cependant milieux xériques et très humide**s (SEIFERT, 1988).

I.4 - NOTIONS DE STATIONS, SITES ET ECO-COMPLEXES

Les études menées dans plusieurs pays européens ont montrés qu'**une population de** *Maculinea alcon* **écotype « *alcon* » est formée d'un ensemble de sous-populations dont la structure spatiale dépend de la distribution des taches d'habitats favorables à l'échelle du paysage** (métapopulation au sens large) (MAES et *al*., 2004 ; WALLISDEVRIES, 2004 ; HABEL et *al*., 2007 ; ROZIER, 2007).

Par conséquent, il existe **plusieurs échelles spatiales** en ce qui concerne la définition des menaces et l'analyse de leurs impacts sur l'état de conservation des espèces et de leur habitat. Cette approche, liée à la structure des populations, est indispensable dans le cadre d'une planification des actions conservatoires sur les *Maculinea* (MAES et *al*., 2004 ; ZAKSEK et *al*., 2005). Elle nécessite au préalable, une précision dans la définition de certains termes employés (DUPONT, 2010) :

- **La station** : ensemble spatial au sein d'un macro-habitat ou d'un complexe de macro-habitats renfermant des zones avec des micro-habitats favorables. Elle est délimitée en fonction de la distance entre les zones de micro-habitats favorables. La distance maximale qui sépare deux stations est égale à celle qui limite 80 % des déplacements observés pour l'espèce (NOWICKI et *al*., 2005). Par exemple, **pour** *Maculinea alcon* **écotype « *alcon* », 80 % des déplacements observés sont inférieurs à 300 m**. Deux zones de micro-habitat(s) favorable(s) séparées par une distance supérieure à 300 m, sont liées à deux stations différentes. **L'ensemble des effectifs associés à une station est appelé une population locale.**
- **Le site** : ensemble de stations fortement connectées entre elles. Il est délimité en fonction de la distance entre les stations, mais est admise la distance de 1 000 mètres maximum.
- **L'éco-complexe à l'échelle du paysage** : ensemble de sites connectés entre eux. Il est délimité en fonction de la distance entre les sites. Deux sites séparés par une distance supérieure à la distance maximale de déplacement observée pour l'espèce cible sont liés à deux éco-complexes différents. **Par exemple, pour** *Maculinea alcon* **écotype « *alcon* », deux sites séparés par une distance supérieure à 2 km, correspondent à**

deux éco-complexes différents. L'ensemble des effectifs associés à l'éco-complexe est appelé une population.

L**'Azuré des mouillères a donc une moyenne de déplacements entre les sites relativement faible (entre 50 et 300 mètres).** Cependant, une colonisation à une distance de presque 7 km et une autre à 14 km ont pu être constatées, sans être observées directement (HABEL et *al*., 2007 ; WALLISDEVRIES, 2004). Des déplacements longs semblent donc possibles même s'ils restent probablement très rares.

II - AIRES D'ETUDE

II.1 - LOCALISATION

La Margeride se situe dans le Centre Est du Massif Central, à cheval sur trois départements : le Cantal, la Haute-Loire et la Lozère. Ce massif est bordé par la vallée de l'Allier à l'Est, par les monts de l'Aubrac à l'Ouest, par la vallée du Lot au Sud et par la Limagne de Brioude au Nord.

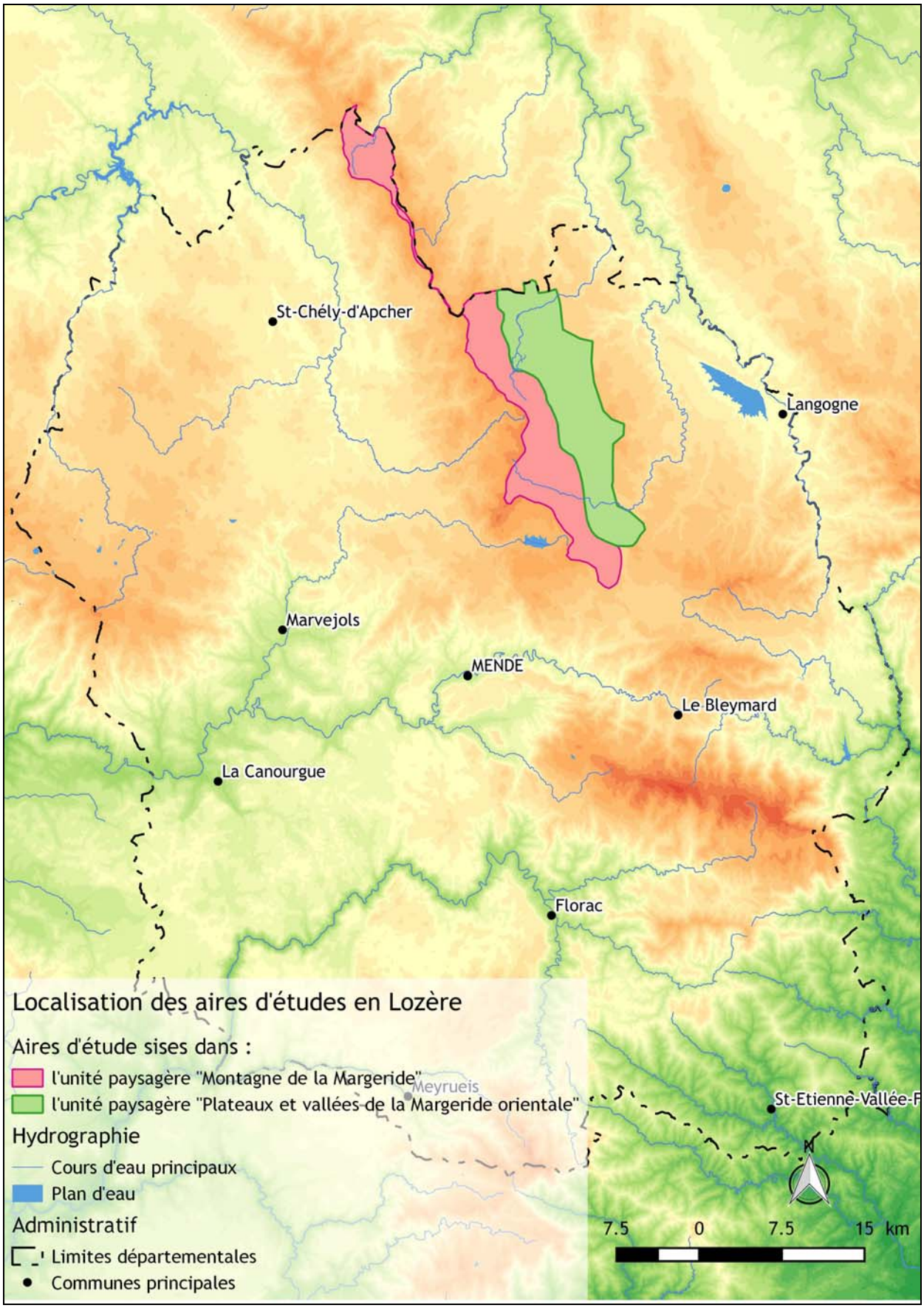
D'une superficie totale d'environ 231 km², l'aire d'étude du présent inventaire correspond :

- **au versant oriental de l'unité paysagère de « la Montagne de la Margeride »,** soit la partie située à l'Est de la crête de ce massif qui forme la ligne de partage des eaux entre le bassin Adour Garonne à l'ouest, et Loire Bretagne à l'Est. Cette aire d'étude est située à une altitude moyenne de 1350 m. (min. : 1 045 m. ; max : 1 551 m.) - (d'après BD ALTI® 75 m., 2014) ;
- à la **partie amont de l'unité paysagère « les plateaux et les vallées de la Margeride orientale »,** entièrement sise dans le bassin Loire Bretagne également et mitoyenne de la précédente. Cette aire d'étude est située à une altitude moyenne de 1 241 m. (min : 1 115 m. ; max : 1 373 m.) - (d'après BD ALTI® 75 m., 2014) ;

La première de ces deux unités contigües a été prospectée en 2014 et la seconde en 2015 (**carte 1**). Les coordonnées extrêmes de l'aire d'étude globale sont indiquées dans le **tableau 1.**

Tableau 1. - Coordonnées extrêmes de la zone d'étude (Versant Est de l'unité paysagère « Montagne de la Margeride » et partie amont de l'unité paysagère « les plateaux et les vallées de la Margeride orientale»).

	Lambert 93 (NTF Paris)		Longitude / latitude (WGS 84)	
	X	Y	X	Y
Extrémité N	745 242,14	6 415 241,61	3° 34' 20,85	44° 50' 5,64"
Extrémité Sud	752 215,45	6 387 855,22	3° 39' 28,11	44° 35' 16,08"
Extrémité Ouest	739 076,47	6 408 903,98	3° 29' 38,22	44° 46' 41,52"
Extrémité Est	755 415,18	6 393 152,23	3° 41' 55,32	44° 38' 7,08"



Carte 1. - Localisation des aires d'étude en Lozère.

II.2 - GEOLOGIE ET GEOMORPHOLOGIE

La Margeride est un **massif granitique** parmi les plus importants d'Europe. C'est un **horst bordé de failles normales** et dont le jeu sous l'effet des contraintes tectoniques liées à l'orogenèse alpine a porté en altitude le terrain aujourd'hui érodé jusqu'au socle cristallin. Ce massif s'étend sur plus de 100 km entre la Montagne du Goulet (à la latitude de Mende) et les Mont Dores en Auvergne. Le faîte du massif se maintient à plus de 1 400 mètres d'altitude sur une longueur d'environ 40 km et culmine vers son extrémité méridionale au Truc de Fortunio à 1 552 mètres, environ 14 kilomètres au nord de Mende. Cette crête est bordée de part et d'autre de « plateaux » dont l'altitude oscille entre 1000 et 1300 mètres.

Le substrat dans l'aire d'étude consiste principalement en un **granite monzonitique**[4] **porphyroïde**[5] (**carte 3**) qui constitue l'essentiel du socle cristallin de la Margeride (= batholite hercynien). A ce type de roche est associé un **paysage moutonné**, composé d'une succession de buttes arrondies, de replats et de larges dépressions façonnés aux ères tertiaire et quaternaire par des phénomènes périglaciaires.

Sur ce substrat prédominant, des **alluvions argilo-sableux** quaternaires se sont déposés localement le long des linéaires hydrologiques.

II.3 - HYDROGRAPHIE

La limite occidentale de l'aire étudiée correspond à la crête de la montagne de la Margeride, qui correspond à la ligne de partage des eaux entre les bassins hydrographiques « Adour-Garonne » à l'ouest, et « Loire Bretagne » à l'Est. La zone d'étude s'inscrit donc en intégralité dans ce dernier bassin versant.

De nombreux **petits cours d'eau naturels ou très peu modifiés** naissent au niveau de la crête de la Margeride, parfois au niveau de **tourbières** localisées au niveau d'écoulements ou de suintements de sources, et dont certaines atteignent plusieurs dizaines d'hectares.

Le **régime hydrologique** de ces ruisseaux de tête de bassin est de type **pluvio-nival**, c'est-à-dire présentant une tendance à dominante pluviale complétée par un apport nival. Ce régime se caractérise par une période de hautes eaux en automne et hiver, liée aux précipitations, et par un débit qui se renforce au printemps lors de la fonte des neiges.

II.4 - CLIMAT

L'aire étudiée s'inscrit dans le **domaine biogéographique continental** et est soumise à un **climat au caractère montagnard marqué**. Les monts du Cantal, de l'Aubrac et la crête de la Margeride reçoivent une partie des précipitations venant de l'ouest et permettent au plateau oriental de la Margeride de bénéficier d'une position relativement abritée et moins arrosée que sur ces derniers reliefs. La **hauteur annuelle des précipitations** y est ainsi comprise entre 800 et 1200 mm. Du fait de l'altitude, la **température moyenne annuelle** est peu élevée, comprise entre 6 et 9°C. Le nombre de jours où la température dépasse 30°C est inférieur à 4 chaque année. Plus de 25 jours par an, la température descend en dessous de -5°C. Ces caractéristiques physiques déterminent au final un climat dont les traits dominants sont **des étés frais (et parfois secs), des hivers froids, longs et rigoureux, des précipitations assez bien réparties au cours de l'année et des vents assez forts à toutes les saisons**.

II.5 - PAYSAGE ET VEGETATION

[4] composé de quartz, feldspaths et mica noir en quantités égales.

[5] c'est à dire incorporant de grands cristaux de feldspath potassique pouvant atteindre 10 cm de long (d'où la dénomination parfois utilisée de granite « à dents de cheval » de la Margeride).

L'aire d'étude s'inscrit en totalité dans **l'étage montagnard**, entre les altitudes maximales de 1 551 m (Signal de Randon) et minimales d'environ 1 045 m sur la commune de Paulhac-en-Margeride, dans l'extrême nord de la zone d'étude, dans la vallée de la Desges.

La végétation originelle en équilibre avec le sol et le climat consiste ici essentiellement en **hêtraies d'altitude** et en **hêtraie sapinière** acidophiles ou acidoclines.

Cette végétation théorique naturelle a été considérablement modifiée par les activités humaines. Ainsi aujourd'hui, le **paysage** de la Margeride se compose d'une **mosaïque de pelouses et prairies dédiées à l'élevage (exploitées par fauche et/ou pâturage), de cultures fourragères, de landes basses à callunes et myrtilles, de landes hautes à genêts (G. à balais et/ou G. purgatif), de bois pionniers de Pin sylvestre** (au sous bois éventuellement pâturé)**, de plantations de résineux** (Epicéa, Mélèze et Sapin de Douglas principalement), de petits et rares bois de feuillus (de Hêtre principalement) et de **zones humides localement tourbeuses,** le tout piqueté de **blocs et chaos granitiques** typiques des massifs hercyniens.

Les **landes à genêts** et **landes à fougères**, autrefois plus répandues, occupent les terrains les moins productifs et/ou non mécanisables et témoignent localement du phénomène de déprise agricole observé dans la seconde partie du XXème siècle.

Tableau 2. - Grands types d'habitats représentés dans l'ensemble des aires d'étude (source : IFEN Corine Landcover®).

Type d'habitats	**Superficie (en ha)** *- aire d'étude 2014 -*	**en % de l'aire d'étude 2014**	**Superficie (en ha)** *- aire d'étude 2015 -*	**en % de l'aire d'étude 2015**	**Superficie (en ha)** *- Aire d'étude globale -*	**en % de l'aire d'étude globale**
Forêts de résineux	4 707.45	39.12	2 144.14	19.40	6 851.60	29.68
Landes et broussailles	2 975.93	24.73	1 622.73	14.68	4 598.65	19.92
Prairies	311.06	2.58	3 335.38	30.17	3 646.43	15.79
Forêts et végétation arbustive en mutation	823.79	6.85	1 226.53	11.10	2 050.32	8.88
Systèmes culturaux et parcellaires complexes	686.09	5.70	1 152.02	10.42	1 838.12	7.96
Forêts de feuillus	1 373.62	11.41	129.05	1.17	1 502.66	6.51
Pelouses et pâturages naturels	607.25	5.05	739.65	6.69	1 346.90	5.83
Forêts mélangées	489.47	4.07	267.52	2.42	756.99	3.28
Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants	58.84	0.49	380.79	3.44	439.63	1.90
Tissu urbain discontinu	0.00	0.00	56.28	0.51	56.28	0.24
Total	**1 2033.49**	**100 %**	**1 1054.09**	**100 %**	**23 087.58**	**100 %**

Le **tableau 2** précise, selon la terminologie Corine Landcover® de 2006, la part occupée par les grands types d'habitats dans le périmètre correspondant aux deux aires d'études.

On remarque alors que les milieux fermés (forêts de résineux, forêts et végétation arbustive en mutation, forêts de feuillus et forêts mélangées) occupent 7 394,3 ha, soit 61,4 %, de l'aire d'étude 2014. Ces mêmes milieux occupent 3 767,2 ha, soit 34,1 % de l'aire d'étude 2015.

Inversement, les milieux ouverts (prairies, systèmes culturaux et parcellaires complexes, pelouses et pâturages naturels) occupe 13,3 % (1 604,4 ha) de la surface de l'aire d'étude de 2014 contre 47,3 % (5 227,1 ha) de l'aire d'étude 2015.

III - MATERIEL ET METHODE

III.1 - ECHANTILLONNAGE DES ZONES HUMIDES A VISITER

Compte tenu du temps limité imparti aux investigations, et de la contrainte imposée par les ressources humaines et surtout par la **période de ponte relativement limitée** de *Maculinea alcon alcon*, une sélection des zones humides a été réalisée dans un premier temps.

La localisation des habitats potentiels de l'espèce se base sur l'**inventaire des zones humides du haut bassin versant lozérien de l'Allier**. Cette opération, menée par le CEN Lozère (anciennement CDSL) dans le cadre du programme Loire nature II, a été financée par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne, l'Europe (FEOGA-G), la Région Languedoc-Roussillon et le Département de la Lozère.

L'aire d'étude ciblée pour les prospections en **2014** intersecte un total de **184 zones humides**. Parmi celles-ci, **64 sont comprises dans le périmètre du site Natura 2000 « Montagne de la Margeride »** et ont, de fait, été considérées comme prioritaires. Au sein de l'aire d'étude **2015** (partie amont de l'unité paysagère « les plateaux et les vallées de la Margeride orientale »), un total de **237 zones humides** y sont inventoriées.

III.2 - GEOLOCALISATION DES ZONES HUMIDES

A chaque zone humide a été attribué un identifiant unique. Pour une meilleure orientation sur le terrain, les centroïdes de ces zones humides ont été extraits sur SIG sous format GPX (.gpx) et importés dans les GPS utilisés sur le terrain.

III.3 - FICHE DE TERRAIN

En s'inspirant de travaux existants consacrés aux *Maculinea* ou à d'autres espèces de papillons, une fiche de relevé de terrain (annexe I) a été conçue, décrivant les zones humides caractérisant les habitats visités, ainsi que les stations de Gentianes les éventuels sites de ponte découverts (nombre de tiges, pontes, nombre de pontes par tiges…). Cette fiche a été renseignée pour chacune des zones humides visitées (avec ou sans gentianes, avec ou sans pontes).

Cette fiche est présentée en **annexe I**.

III.4 - PERIODE DE PROSPECTION

Un **unique passage** a été réalisé sur chacune des zones humides visitées, afin de pouvoir en visiter le plus grand nombre. Compte tenu des informations disponibles sur la période de floraison des gentianes et sur la période de ponte de *Maculinea alcon* écotype « *alcon* » (années précédentes), **les prospections ont :**

- **en 2014, débuté le 20 août et se sont achevées le 18 septembre ;**
- **en 2015, débuté le 31 août et se sont achevées le 25 septembre ;**

avec un rythme moyen de progression d'environ 5 zones humides par personne et par jour (en fonction de leurs superficies).

III.5 - OBSERVATEURS ET EFFORT DE PROSPECTION

Sept personnes ont participé à ces prospections, opérant seules, en binôme ou en trinôme. Ces personnes sont :

- en 2014, 3 salariés de l'ALEPE (Samuel CHAZALMARTIN, Jean-Baptiste CASTAGNET et Florian CHRISTOPHE) ainsi qu'un bénévole de l'association (Jérôme BOUARD) ;

- en 2015, 3 salariés de l'ALEPE (Samuel CHAZALMARTIN, Séverine Merly et Florian CHRISTOPHE) ainsi que deux stagiaires (Raphaël GALLE et Marie MOUSSET).

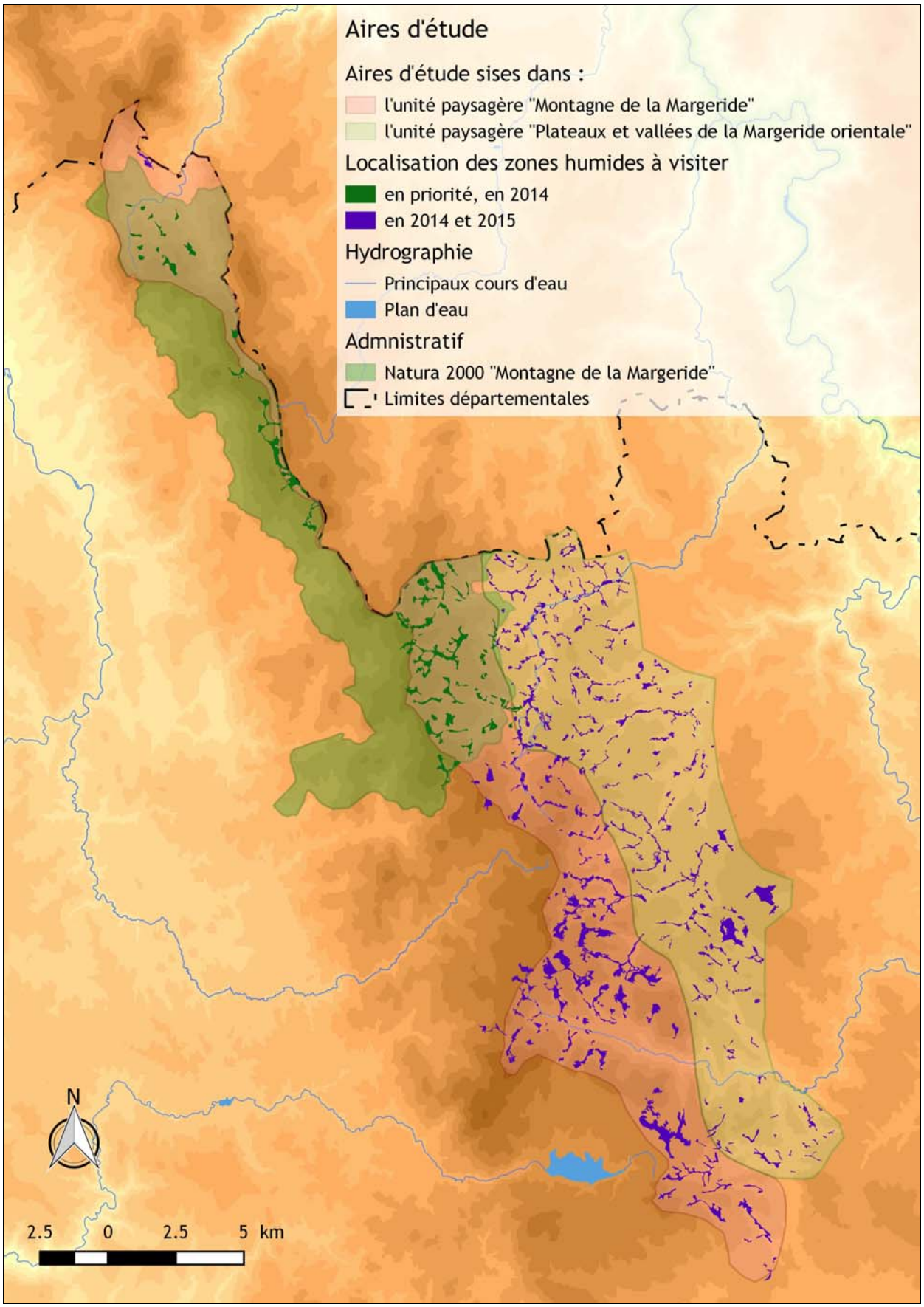
La contribution de ces observateurs totalise **cinquante-quatre « journées-homme » de terrain** (vingt-sept en 2014 et vingt-sept en 2015).

III.6 - SAISIE ET TRAITEMENT DES RESULTATS

Les résultats des prospections ont été saisis dans un fichier Excel. Le traitement cartographique des résultats a été effectué à l'aide du logiciel SIG QGIS Lyon 2.12.1.

Les tests statistiques ont été réalisés avec l'outil en ligne BiostaTGV (http://marne.u707.jussieu.fr/biostatgv/) qui se base sur le logiciel R.

Photographie 5. - Gentiane pneumonanthe et œufs de *Maculinea alcon alcon* (©Itrac-Bruneau R., 2013).



Carte 2. - Zones humides et aires d'étude 2014 et 2015.

IV - RESULTATS

IV.1 - ZONES HUMIDES VISITEES

En 2014, **101 zones humides ont été prospectées** (**carte 2**), soit **55 % des zones humides répertoriées dans le périmètre de l'aire d'étude pour cette année** (**tableau 3**). Les 27 journées de terrain-homme ont été réalisées à 14 dates différentes. **La totalité des 64 zones humides incluses dans la zone Natura 2000 « Montagne de la Margeride », considérées comme prioritaires, ont fait l'objet d'une visite.**

En 2015, **c'est 170 zones humides qui ont été visitées, soit 72 % des zones humides référencées dans l'aire d'étude 2015.** Les 27 « journées-hommes » ont été réalisées à 15 dates différentes.

Tableau 3. - Dates de prospections, nombre de zones humides visitées/jour et composition des équipes.
(FC : Florian CHRISTOPHE, JBC : Jean-Baptiste CASTAGNET, SC : Samuel CHAZALMARTIN, JB : Jérôme BOUARD, SM : Séverine MERLY, RG : Raphaël GALLE, MM : Marie MOUSSET)

Date	Nombre zones humides visitées	Nombre de jour de terrain par date de prospection	Composition équipes
2014 - Montagne de la Margeride			
20/08/2014	8	2	FC & JBC
21/08/2014	7	2	FC & JBC
22/08/2014	5	2	FC & JBC
26/08/2014	4	2	FC & JBC
27/08/2014	16	3	JB, FC & JBC
31/08/2014	2	0,5	JB
01/09/2014	2	0,5	JB
02/09/2014	12	2	FC & JBC
03/09/2014	10	2	FC & JBC
04/09/2014	7	2	FC & JBC
10/09/2014	9	3	FC, JBC & SC
11/09/2014	5	2	FC & JBC
12/09/2014	9	2	FC & JBC
18/09/2014	5	2	FC & JBC
2015 - Plateaux et vallées de la Margeride orientale			
31/08/2015	22	2	SC + FC
02/09/2015	18	2	SC + FC
03/09/2015	24	3	SM + SC + FC
04/09/2015	26	3	SM + SC + FC
05/09/2015	1	1	FC
06/09/2015	3	1	SC
08/09/2015	6	2	SM + FC
09/09/2015	5	1	FC
11/09/2015	5	1	FC
17/09/2015	4	2	FC + MM
21/09/2015	7	1	FC
22/09/2015	15	2	FC + RG
23/09/2015	17	2	FC + RG
24/09/2015	7	2	FC + RG
25/09/2015	10	2	FC + RG

IV.2 - ZONES HUMIDES AVEC *GENTIANA PNEUMONANTHE*

Lors des **deux années** de suivi, **272 zones humides** ont été **visitées**, pour **448 stations de Gentiane pneumonanthe** dénombrées. Ces stations ont été trouvées dans **46 %** des **126 zones humides visitées**. Au total, **le nombre de tiges** de gentianes comptées **s'élève à 13 770**.

Cependant, ces résultats sont très disparates en fonction de l'année de suivi. Ainsi, **68 % des zones humides visitées accueillent une ou plusieurs stations[6] de Gentiane pneumonanthe** alors que ce chiffre s'élève à **34 % en 2015** (carte 3, tableau 4). De même, **80 % des tiges de gentianes comptabilisées durant les deux années de suivis, ont été dénombrées en 2014.**

Le **tableau 4** dresse un bilan général de ces données.

Tableau 4. - Bilan général des zones humides avec présence de *Gentiana pneumonanthe.*

Bilan général 2014 et 2015

Nombre de ZH visitées	Nombre de stations à gentianes	Nombre de stations à G./ZH
272	448	1,65
Nombre de ZH visitées avec gentianes	**Nombre de tiges de gentianes**	**Nombre de tiges de G./station**
126	13 770	30,86

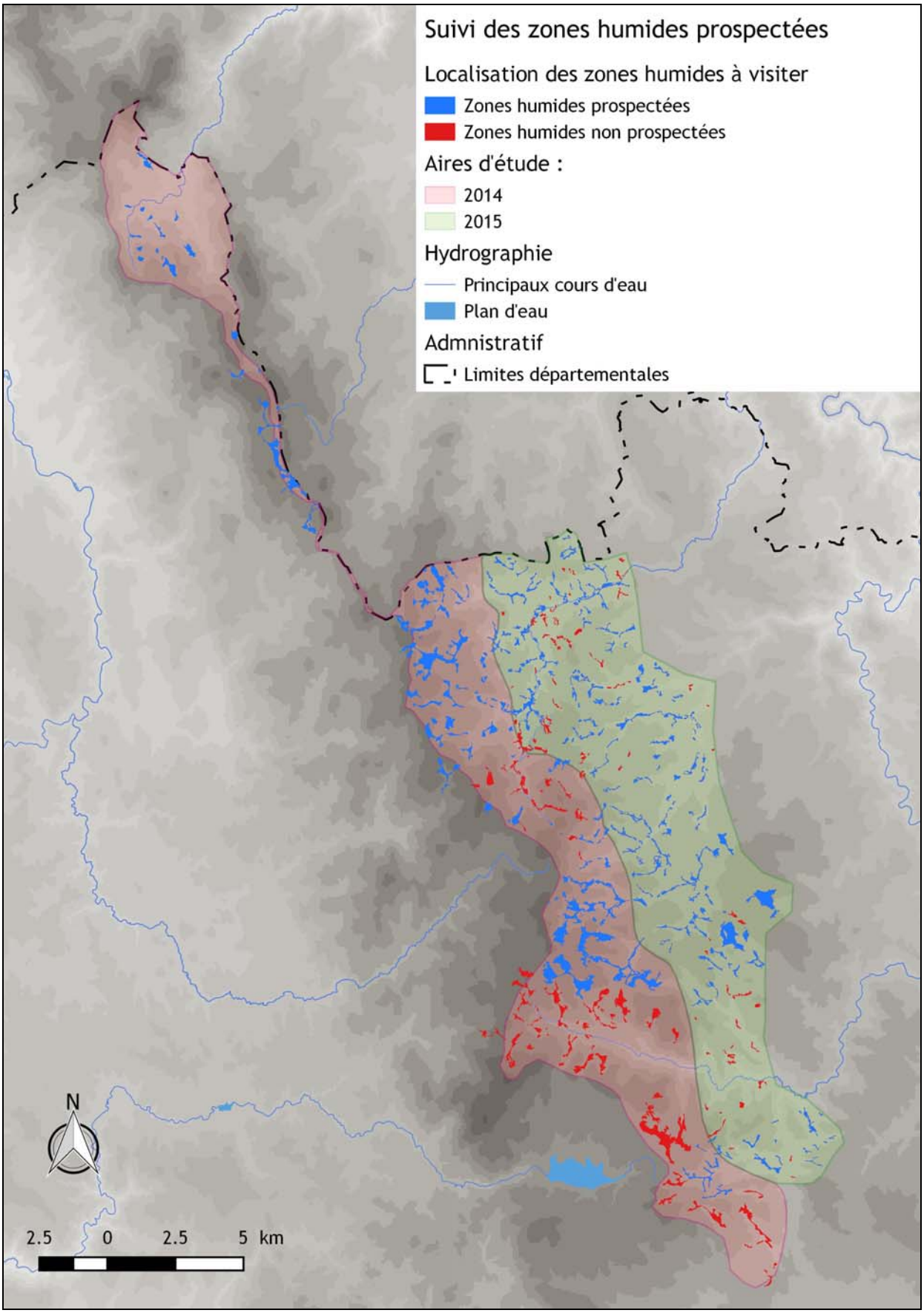
Bilan 2014

Nombre de ZH visitées	Nombre de stations à gentianes	Nombre de stations à G./ZH
101	326	3,23
Nombre de ZH visitées avec gentianes	**Nombre de tiges de gentianes**	**Nombre de tiges de G./station**
68	11 156	34,2

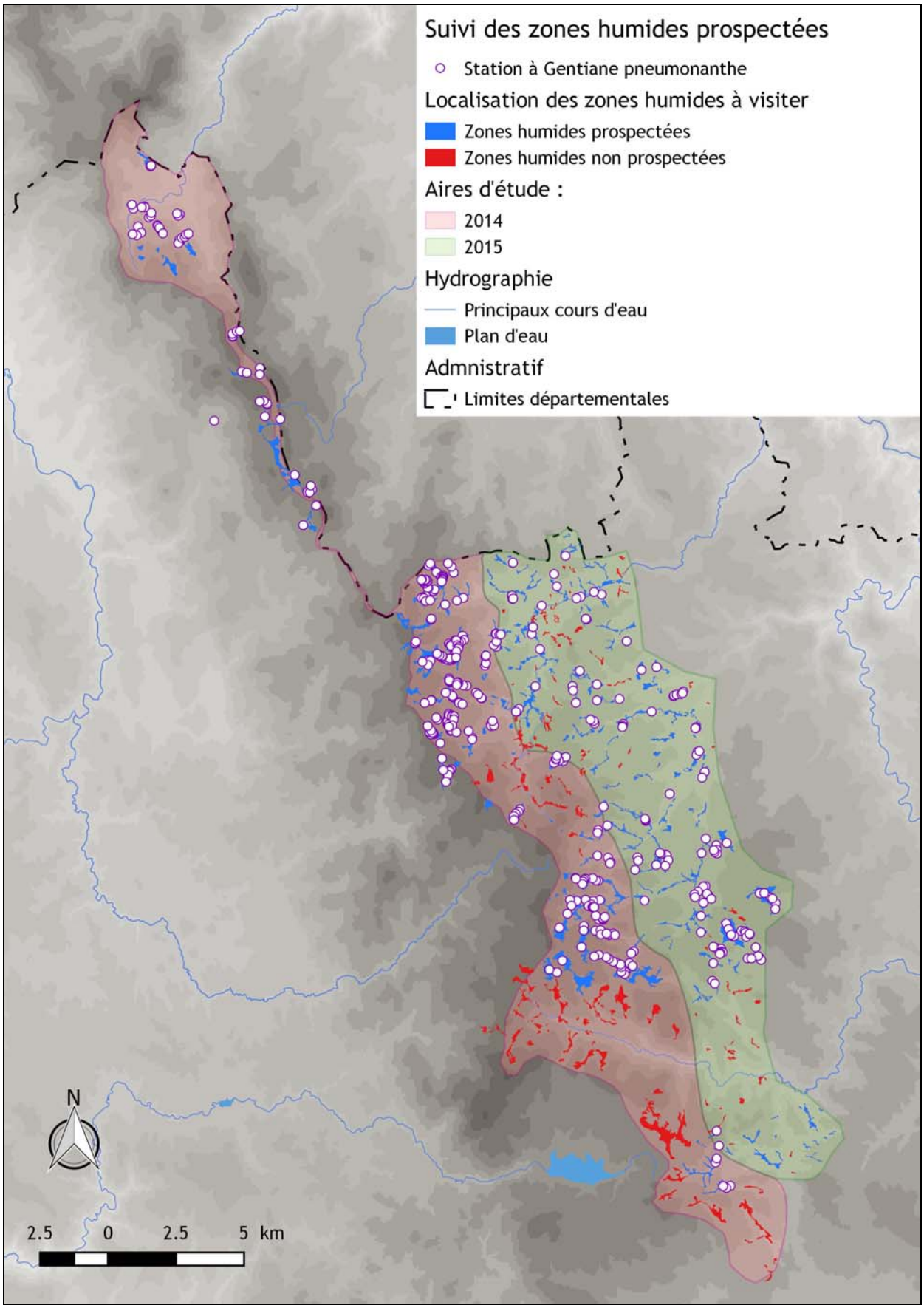
Bilan 2015

Nombre de ZH visitées	Nombre de stations à gentianes	Nombre de stations à G./ZH
171	122	0,71
Nombre de ZH visitées avec gentianes	**Nombre de tiges de gentianes**	**Nombre de tiges de G./station**
58	2 614	21,9

[6] site où croît spontanément la Gentiane pneumonanthe. La taille et le nombre de tiges d'une station peut être variable (minimum 1 tige).



Carte 3. - Localisation des zones humides prospectées en 2014 et 2015.



Carte 4. - Zones humides prospectées avec présence de *Gentiana pneumonanthe*.

IV.3 - ZONES HUMIDES AVEC PONTES

21 zones humides accueillent au moins une ponte de *Maculinea alcon alcon* (tableau 5, carte 4), **soit 7,7 % des zones humides visitées.**

Au total, 448 stations de Gentiane pneumonanthe ont été répertoriées (moyenne = 3,55 stations / zone humide) pour un total de **13 770 tiges comptées** (moyenne = 30,8 tiges / stations et 109,3 tiges par zone humide avec présence de l'espèce - min. : 1 – max. : 715 tiges).

Des pontes de *M. alcon alcon* ont été observées **au niveau de 38 stations**, soit **8,5 % des 448 stations répertoriées**.

Ces pontes totalisent **1 868 œufs, réparties sur 323 tiges, soit 2,3 % du total des Gentianes pneumonanthe trouvées et inspectées, et une moyenne de 5,8 œufs** de *Maculinea alcon alcon* par tige de gentiane portant des œufs.

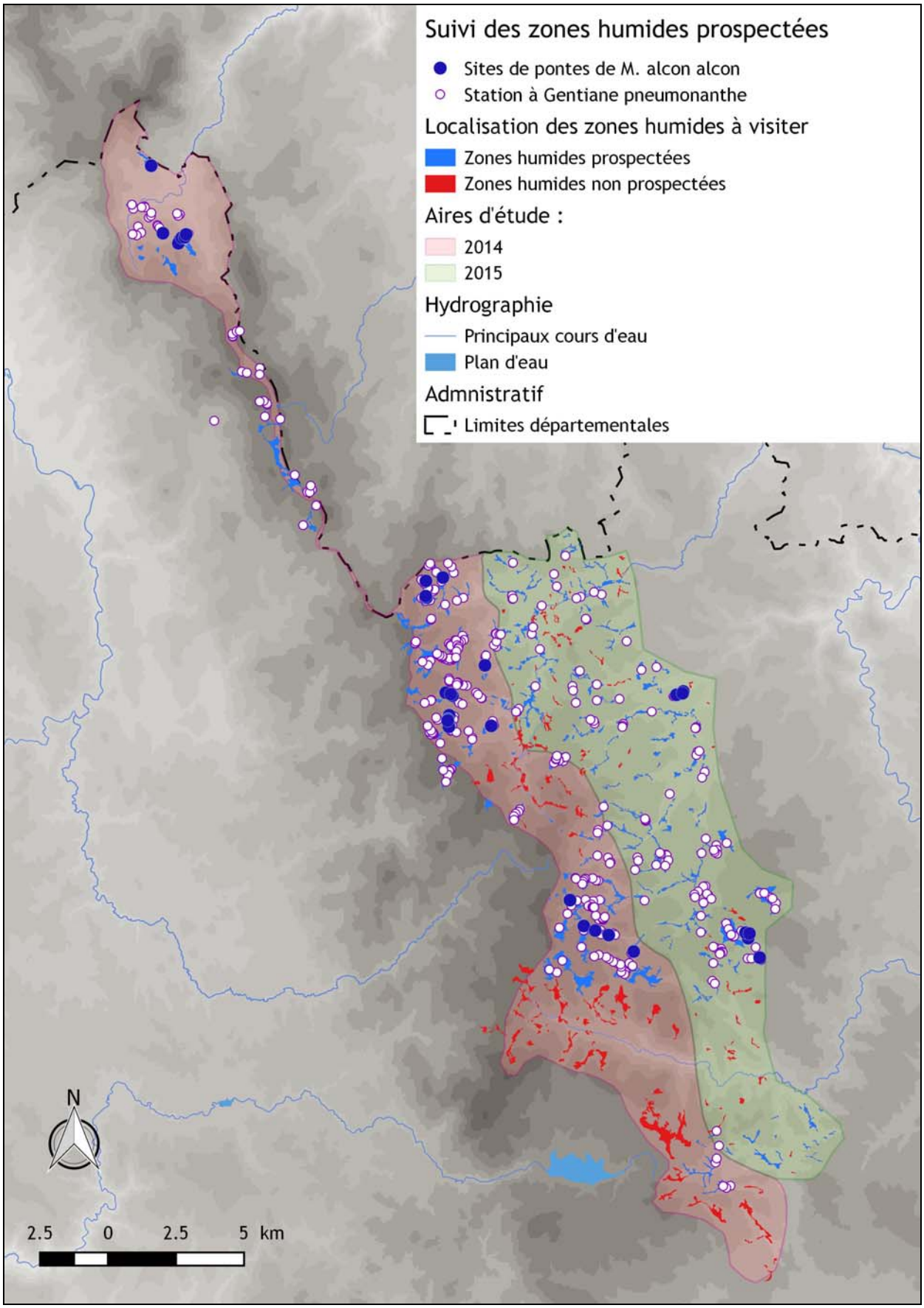
Cependant, on remarque **de grandes différences entre 2014 et 2015** dans ces résultats. En effet, **en 2015, seulement 19 % du total de tiges** ont été comptées alors que **70 zones humides supplémentaires** ont été prospectées pour le même nombre de journée de terrain. De même, **seule 18 % des sites de pontes** ont été trouvées **en 2015.**

Tableau 5. - Synthèse des résultats obtenus.

2014	Zones humides		Stations à Gentianes		Tiges		Œufs
	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb
Avec Gentianes	68	67,3					
- Avec pontes	14	13,9	31	9,5	292	2,6	
- Sans pontes	54	53,5	295	90,5	10 864	97,4	
TOTAL	(n = 101 zones humides visitées)		326	100	11 156	100	1 758

2015	Zones humides		Stations à Gentianes		Tiges		Œufs
	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb
Avec Gentianes	58	33,2					
- Avec pontes	7	4,1	7	5,7	31	1,2	
- Sans pontes	51	29,8	115	94,3	2 614	98,8	
TOTAL	(n = 171 zones humides visitées)		122	100	2 614	100	110

GLOBAL	Zones humides		Stations à Gentianes		Tiges		Œufs
	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb
Avec Gentianes	126	46,3					
- Avec pontes	21	7,7	38	8,5	323	2,3	
- Sans pontes	105	38.6	410	91,5	13 478	97,7	
TOTAL	(n = 272 zones humides visitées)		448	100	13 770	100	1 868



Carte 5. - Zones humides et pontes de *Maculinea alcon* écotype « alcon ».

IV.4 - ANALYSE DES RESULTATS

IV.4.1 - Calendrier des sorties et phénologie de la ponte

Le **tableau 6** montre que des œufs de *Maculinea alcon alcon* ont été observés tout au long de la période de prospection. C'est en 2014 que la majorité des œufs ont été comptabilisés, avec un maximum de pontes trouvées les 02 et 03 septembre 2014.

Les deux tiers (n = 9) des dates de prospection ont été infructueuses, dont 6 dates successives entre le 09 et le 23 septembre 2015.

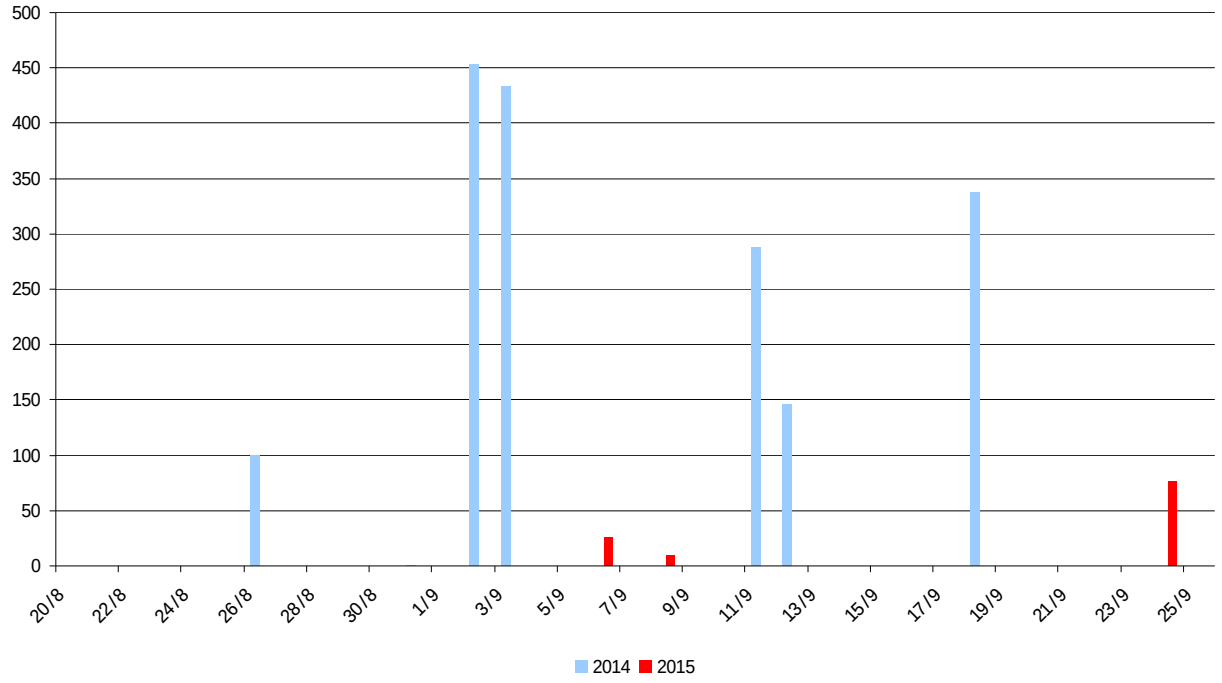
Lors des dernière journée (le 18 septembre 2014 et le 24 septembre 2015), un certains nombre d'œufs ont été dénombrés, cependant, il est difficile de connaître le pic de pontes de l'espèce par ces chiffres, puisque les œufs restent visibles quelque temps, et ce même après l'éclosion.

Le graphique 1 montre une distribution « multimodale » des observations de pontes de *Maculinea alcon alcon*. Cette distribution suggère que cet évènement dépend moins d'évènements cosmologiques (photopériode et horloge interne des animaux) que des conditions locales (essentiellement climatiques ?), à moins qu'elle ne soit liée à des caractéristiques différentes entre (méta)populations voisines.

Tableau 6. - Date de prospection et nombre d'œufs comptés.

Date de prospection	Nombre d'œufs comptés
2014	
20/08/2014	0
21/08/2014	0
22/08/2014	0
26/08/2014	100
27/08/2014	0
31/08/2014	1
01/09/2014	0
02/09/2014	453
03/09/2014	433
04/09/2014	0
10/09/2014	0
11/09/2014	288
12/09/2014	146
18/09/2014	337
Total	**1 758**
2015	
31/08/2015	0
02/09/2015	0
03/09/2015	0
04/09/2015	0
05/09/2015	0
06/09/2015	25
08/09/2015	9
09/09/2015	0
11/09/2015	0
17/09/2015	0
21/09/2015	0
22/09/2015	0
23/09/2015	0
24/09/2015	76
25/09/2015	0
Total	**110**

Graphique 1. - Distribution des observations de pontes durant les prospections 2014 et 2015.

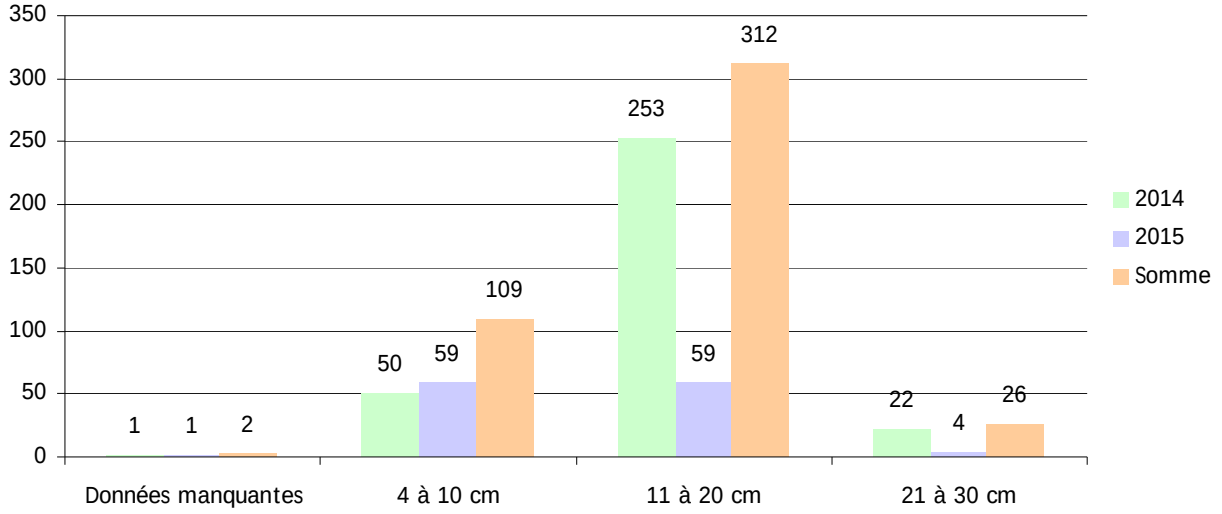


IV.4.2 - Taille des tiges

Sur les deux années du suivi, **la majorité des stations présente des tiges de gentianes d'une taille comprise entre 11 et 20 cm** (312 stations soit 69,5 % de ces stations).

Ce constat global ne s'est pas vérifié sur les tiges comptées en 2015, puisque autant de stations avaient des tiges de gentianes entre 4 et 10 cm que des tiges comprises entre 11 et 20 cm (graphique 2).

Graphique 2. - Taille moyenne des tiges des stations à gentianes.



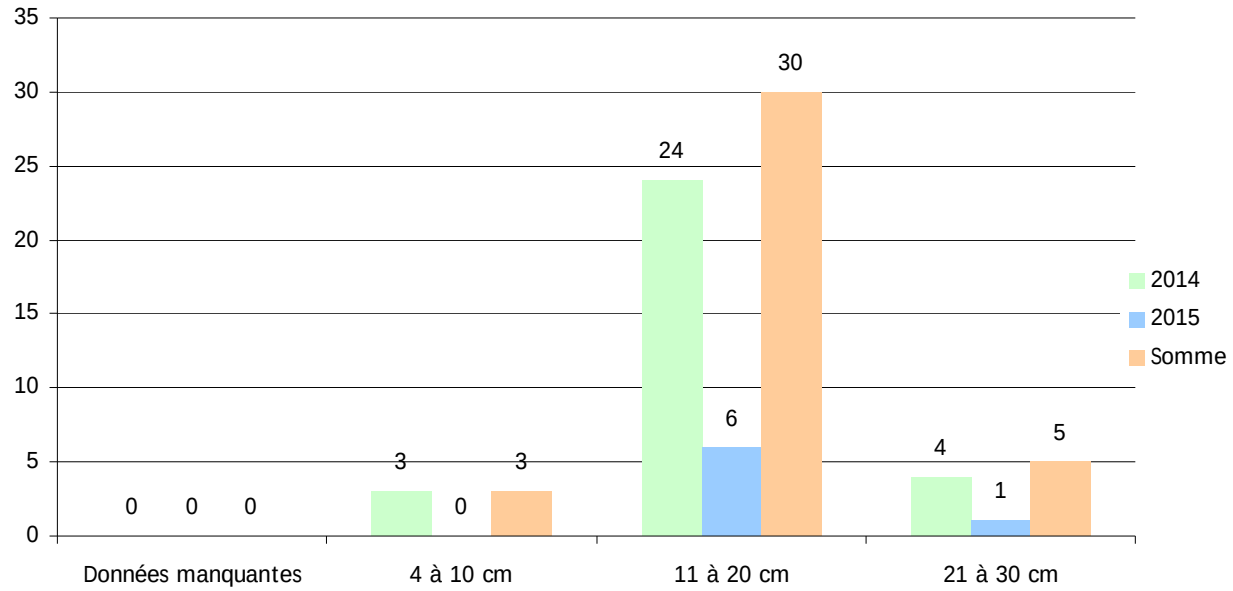
Concernant les tiges avec pontes, on note que :

- **7,9 %** *(n = 3)* des stations avec pontes ont une taille comprise entre **4 et 10 cm** ;
- **78,9 %** *(n = 30)* ont une taille comprise entre **11 et 20 cm** ;
- **13,2 %** *(n = 5)* ont une taille comprise entre **21 et 30 cm**.

De même, les deux années prises séparément, **la grande majorité des pontes de** *Maculinea alcon alcon* **ont été comptées sur des tiges de 11 à 20 cm**, (77,4 % en 2014 et 85,7 % en 2015).

Les femelles de *M. alcon alcon* pondent donc préférentiellement sur la classe de taille 11 à 20 cm.

Graphique 3. - Taille moyenne des tiges des stations à gentianes avec pontes de *Maculinea alcon alcon*



De plus, durant les deux années, une grande majorité des tiges comptées, environ 85 %, mesuraient 11 à 20 cm. De même, 83 % de tiges avec présence d'œufs vérifiées, mesuraient 11 à 20 cm. Enfin, 81 % du nombre d'œufs observées étaient sur des tiges mesurant 11 à 20 cm **(Tableau 7).**

Il y a donc une différences statistiques entre les catégories « 11 à 20 cm » et les deux autres regroupées (« 4-10 cm » et « 21-30 cm ») concernant le nombre de ponte (test exact de Fisher, *p-value* = $2{,}74.10^{-7}$ - forte présomption contre l'hypothèse nulle).

Tableau 7. - Résultats en fonction des tailles de tiges recensées.

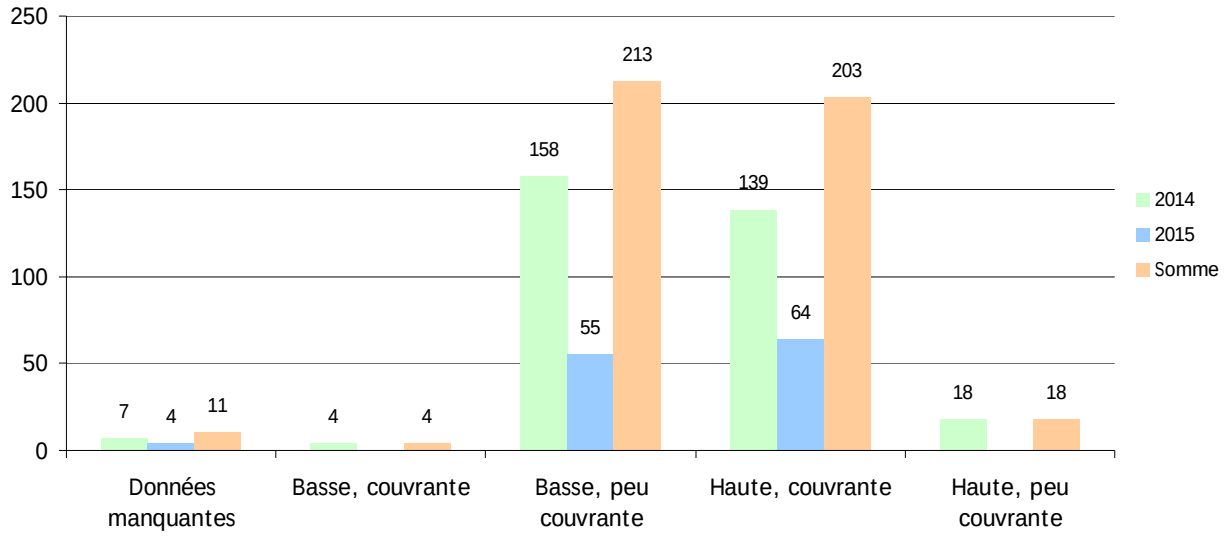
Taille des tiges	Nombre de tiges total (2014 et 2015)	Nombre de tiges avec œufs de *Maculinea alcon* (2014 et 2015)	Nombre de pontes comptées (2014 et 2015)
Donnée manquante	53	-	-
4 à 10 cm	935	18	146
11 à 20 cm	11 722	270	1 509
21 à 30 cm	1 060	35	213
Total	**13 770**	**323**	**1 868**

IV.4.3 - Végétation aux pieds des gentianes

Le **Graphique 4** présente le type de structure de végétation observé aux pieds des gentianes, variable environnementale évaluée pour chaque station.

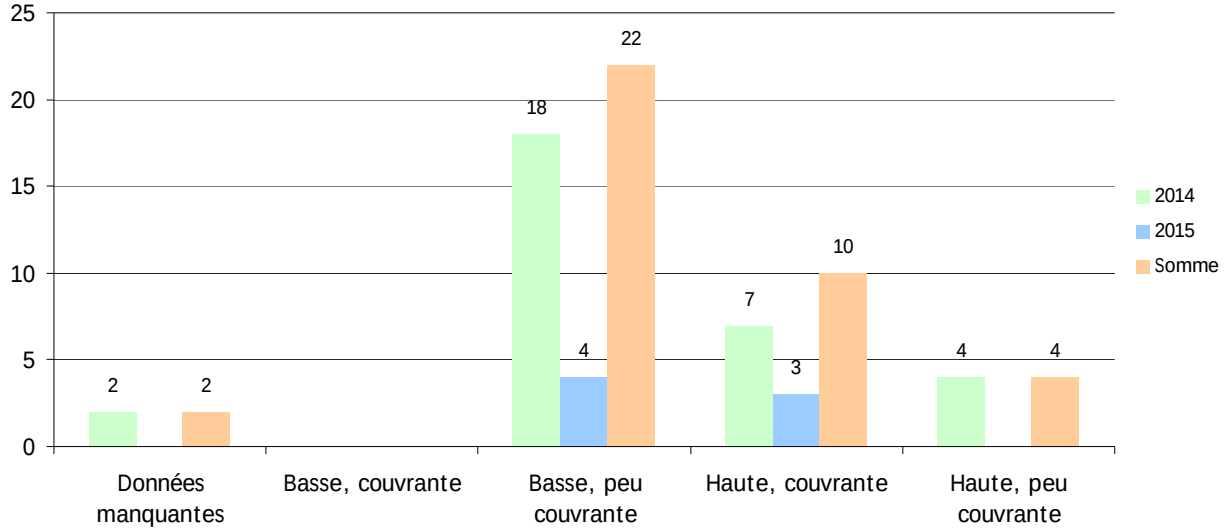
La végétation au pied des gentianes est à parts presque égales « **basse et peu couvrante » (**n=213 stations) et « **haute et couvrante »** (n=203 stations). Les deux autres catégories (« basse, couvrante » et « haute, peu couvrante ») sont très minoritaires (n=22 stations au total).

Graphique 4. - Végétation aux pieds des gentianes (par station).



La comparaison de la structure de la végétation au pied des gentianes avec ponte(s) et au pied des gentianes « avec ou sans ponte(s) », ne montre pas de différences significatives entre les 3 catégories constituées (les deux catégories dominantes « basse et peu couvrante » et « haute, couvrante » et les deux autres regroupées en une seule) - (test exact de Fisher, *p-value* = 0,0357). Les femelles de *Maculinea alcon alcon* semble donc indifférentes à la structure de la végétation au pied de la plante-hôte sur laquelle elle pond.

Graphique 5. - Végétation au pied des stations de gentianes présentant des pontes.



IV.4.4 - Habitats des Gentianes pneumonanthes

Durant les prospections, différents habitats au pied des gentianes ont été identifiés. Ces habitats correspondent à différents types :

- de la **« Prairie humide »** équivalent à des habitats de type 37 d'après le Code CORINE biotopes ;
- de la **« Nardaie »**, équivalent à des habitats de type 35.1 d'après le Code CORINE biotopes. Ce sont des pelouses sèches occupant des sols acides. Ces habitats ont été identifiés en bordure directes ou dans les zones humides ;
- de la **« Tourbière »,** correspondant à l'habitat de type 52 d'après le Code CORINE biotopes ;
- de la **« Lande à callune »**, correspondant à l'habitat de type 31.22 d'après le Code CORINE biotopes. Dans ce cas, cet habitat est lié à l'assèchement de zone humide ;
- enfin, des stations se trouvant entre plusieurs habitats ont été observé. Ces habitats ont donc été identifié en tant que **mosaïque d'habitats** (ou **habitats mixtes**).

Photographie 6. - Exemple d'habitat type de « prairie humide ». Une petite « lande à callune » est observable en arrière plan, reconnaissable par les « tâches roses » - (ALEPE, 2014).

La **Graphique 6** illustre la répartition des stations en fonction des types d'habitats identifiés en 2014 et 2015, sur le terrain. On note que **59,9 % des stations de gentianes croissent en « prairie humide »**. Si l'ensemble des **habitats à sols hydromorphes sont considérés, c'est 73,94 % des stations qui ont été observés** dans ce type d'habitat (prairie humide, tourbière ou habitat mixte comprenant ces deux précédents habitats).

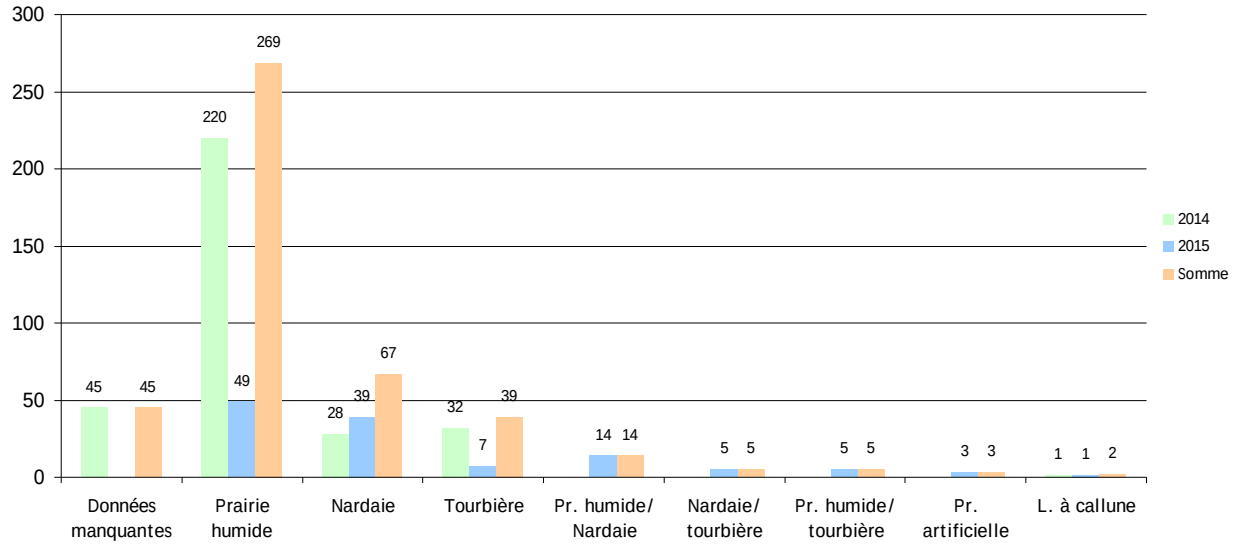
Concernant les stations avec pontes de *M. alcon alcon* :

- 1 (*2,63 %*) a été trouvée dans une « **tourbière** » ;
- 1 *(2,63 %)* dans un **habitat mixte de tourbière et Nardaie** ;

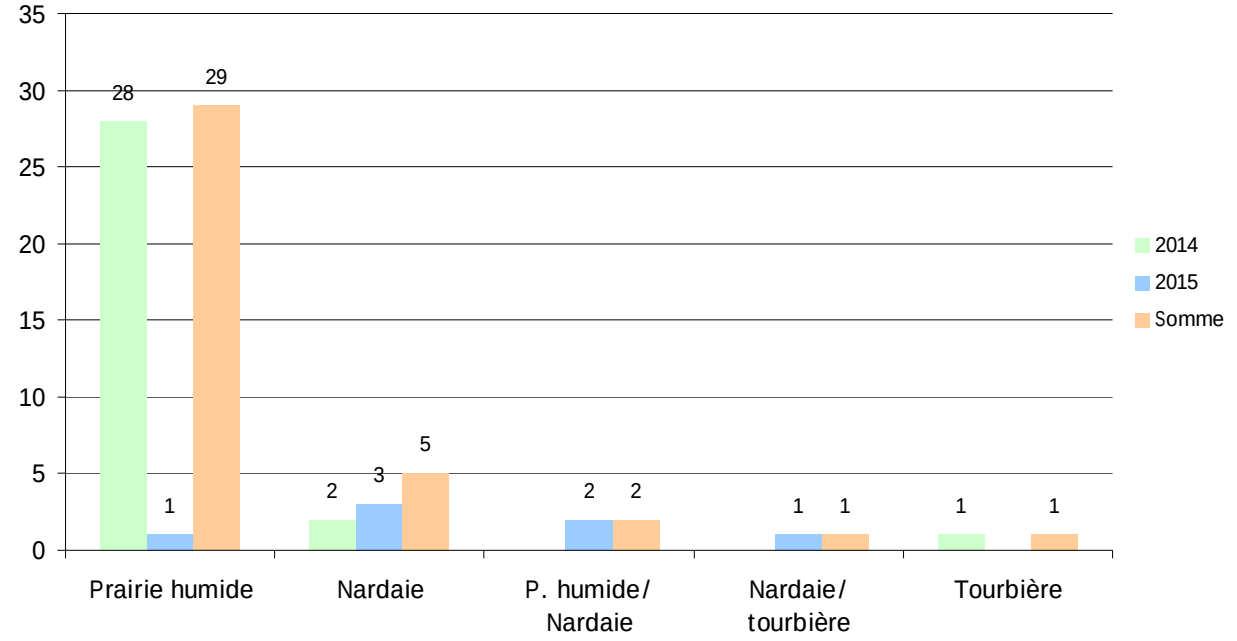
- 2 *(5,26 %)* dans un **habitat mixte de prairie humide et Nardaie** ;
- 5 (*13,16 %*) dans une **nardaie** (= pelouse à Nard raide) ;
- 29 (*76,32 %*) stations de gentianes accueillant des pontes sont situées dans une « **prairie humide** ».

Il n'y a pas de différence significative entre la catégorie « prairie humide » et les 3 autres habitats regroupés (test exact de Fisher, *p-value* = 0,258). Les pontes de *Maculinea alcon alcon* sont donc majoritairement trouvées dans les prairies humides car c'est l'habitat principal de la Gentiane pneumonanthe dans l'aire étudiée.

Graphique 6. - Micro-habitats des stations à gentianes.



Graphique 7. - Micro-habitats des stations à gentianes avec pontes.



Photographie 7. - Exemple d'habitat type de « lande à callune » pâturée abritant une station de *Gentiana pneumonanthe*.

IV.4.5 - Gestions et menaces pesant sur les zones humides

D'après le **Graphique 8,** les stations de gentianes trouvées sont majoritairement (80,2 %) dans des parcelles faisant l'objet d'un pâturage, bovin essentiellement mais aussi équin ou ovin sur certaines parcelles.

Pour les stations de gentianes avec pontes, on observe que les parcelles sont aussi très majoritairement (92 %) dédiées à un pâturage principalement bovin.

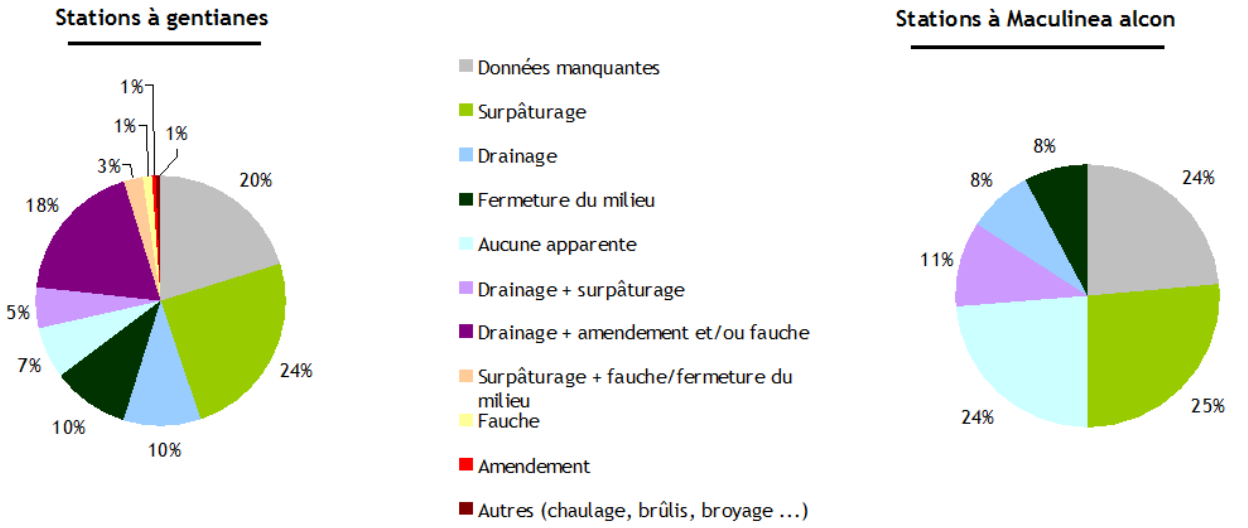
Graphique 8. - Gestion des stations à gentianes (sans et avec pontes).

Le graphique 9 montre que le surpâturage et le drainage sont les principales menaces potentielles ou avérées relevées au niveau des parcelles abritant des stations de gentianes en Margeride.

Concernant les stations de gentianes avec pontes, la principale menace directe pour *M. alcon alcon* est donc liée aux modalités du pâturage, notamment si celles-ci ne sont pas compatibles avec le cycle de développement du papillon (date de mise à l'herbe, période de pâturage, taux de chargement définissant l'intensité du pâturage…).

La deuxième menace est le drainage des zones humides. Ce drainage est vérifié par la présence de drains, plus ou moins profonds et plus ou moins anciens, dans les parcelles prospectées. Le drainage a pour objectif l'assèchement, à moyen et long terme, des zones humides. Ces zones humides sont, en effet, régulièrement considéré comme des zones peu appétentes pour le bétail. L'assèchement de ces zones est défavorable à la Gentiane pneumonanthe : cette plante est dépendante de sols humides, présentant des variations d'humidité au cours de l'année (plante mésohygrophile). Ainsi, l'assèchement des sols est défavorable à la germination de la plante. Dans cet optique, les stations de gentianes présentent dans les zones drainées sont vouées à disparaître. De plus, de la (future) perte de ces zones humides découle des soucis dépassant le cadre générale de *Maculinea alcon alcon* et sa plante-hôte, comme la préservation de la ressource en eau pour les années à venir…

Graphique 9. - Atteintes et menaces des stations à gentianes (sans et avec pontes).



A noter qu'en 2014, une menace indirecte a été identifiée : la fermeture du milieu. Nous avons en effet pu constater qu'un certain nombre de zones humides souffraient d'un déficit, voire d'une absence de pâturage conduisant à leur embroussaillement. Cette fermeture du milieu concerne le plus souvent des zones humides situées dans un environnement forestier. La fermeture du milieu est défavorable à la Gentiane pneumonanthe : la baisse de l'éclairement au niveau du sol favorise a priori les stades végétatifs de la plante, voire sa dormance. L'absence de floraison (induisant le déclin des stations à moyen terme faute de recrutement de jeunes plants) se traduit donc par une diminution du nombre de tiges disponibles pour accueillir les pontes du papillon. Cette menace n'a pas été relevée en 2015 car l'aire d'étude de cette même année est moins forestière ; 2,5 fois moins boisées que la zone d'étude 2014 (d'après Corine Land Cover, 2006 - tableau 2).

IV.4.6 - Etat de conservation des zones humides

Le **Tableau 8** et le **Graphique 10** présentent l'état de conservation estimé pour les différentes zones humides visitées. Ces états ont été définis de la manière suivante :

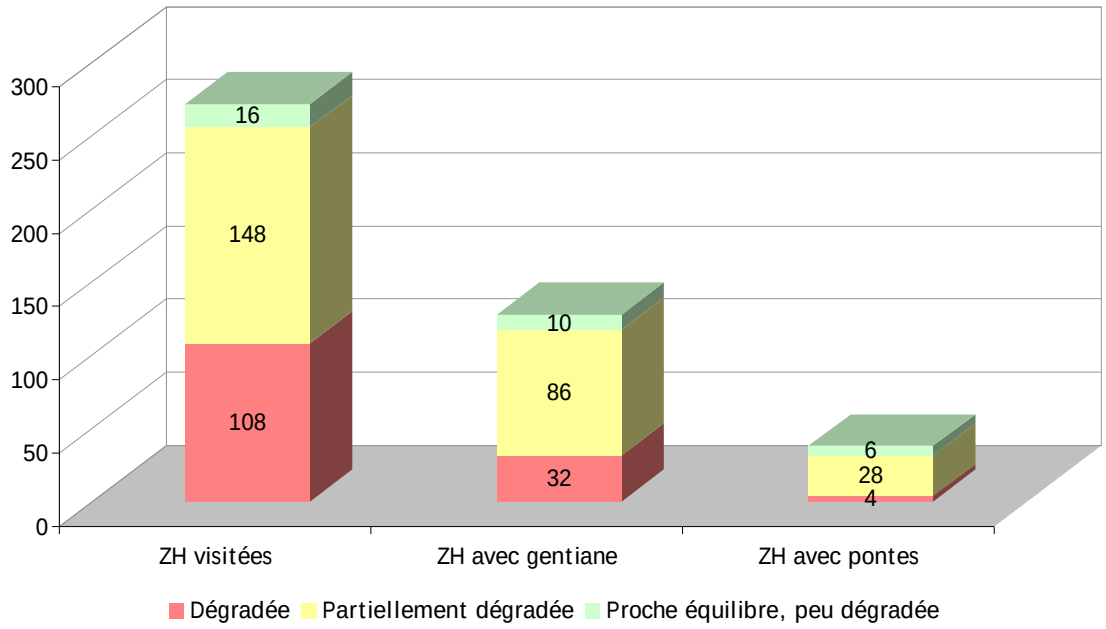
- **proche équilibre ou peu dégradée** : milieu se rapprochant de près de l'état « naturel », peu de modifications apportées ;
- **partiellement dégradée** : traces observées de dégradation résultant des activités humaines, mais n'entrainant pas de gros dysfonctionnement de la zone humide ;
- **dégradée** : milieu fortement altéré par les activités humaines, entrainant une modification du fonctionnement, voire de gros dysfonctionnement, de la zone humide.

Ce graphique nous montre ainsi que pour l'ensemble des zones humides visitées, environ **60 % d'entre elles** sont dans **un état de conservation « convenable »** (proche équilibre ou partiellement dégradée) et **40 % dans un mauvais état de conservation**.

Concernant les zones humides avec gentianes **75 %** sont **dans un état de conservation « convenable » (= intacte ou peu dégradée)** et **25 % sont dans un état de conservation mauvais**.

Enfin pour les stations à gentianes avec pontes, près de **90 % des zones les abritant sont en état « convenable »** et **10 % en mauvais état de conservation**.

Graphique 10. - Etat de conservation global des différentes zones humides visitées.



Les stations à Gentiane pneumonanthe sont majoritairement localisées dans des zones humides peu ou pas dégradées, de même que les stations accueillant des pontes de *Maculinea alcon alcon.*

Il n'y a pas de différences significatives entre l'état de conservation des zones humides tel qu'estimé sur le terrain, et l'état des zones humides accueillant des stations de Gentiane pneumonanthe (test exact de Fisher, *p-value* = 0,134).

En revanche, une faible différence significative concernant l'état de conservation est noté entre les habitats accueillant des stations de gentianes et les habitats accueillant des stations de gentianes avec des pontes du papillon (test exact de Fisher, *p-value* = 0,075).

Les femelles pondeuses de *Maculinea alcon alcon* semblent donc influencées par l'état de conservation du milieu, et pondent sur des gentianes préférentiellement localisées dans des habitats relativement bien conservés ou partiellement dégradés.

Photographie 8. - Drain dans une zone humide (ALEPE, 2014).

V - DISCUSSION

V.1 - DISPARITES DES RESULTATS OBTENUS EN 2014 ET 2015

On remarque entre 2014 et 2015 des différences entre les résultats obtenus. Ces disparités ressortent par :

- le nombre de stations de gentianes et de pontes trouvées ;
- le type de gestion et menaces des zones humides prospectées ;
- l'état de conservation des zones humides.

Plusieurs explications peuvent expliquer ces disparités.

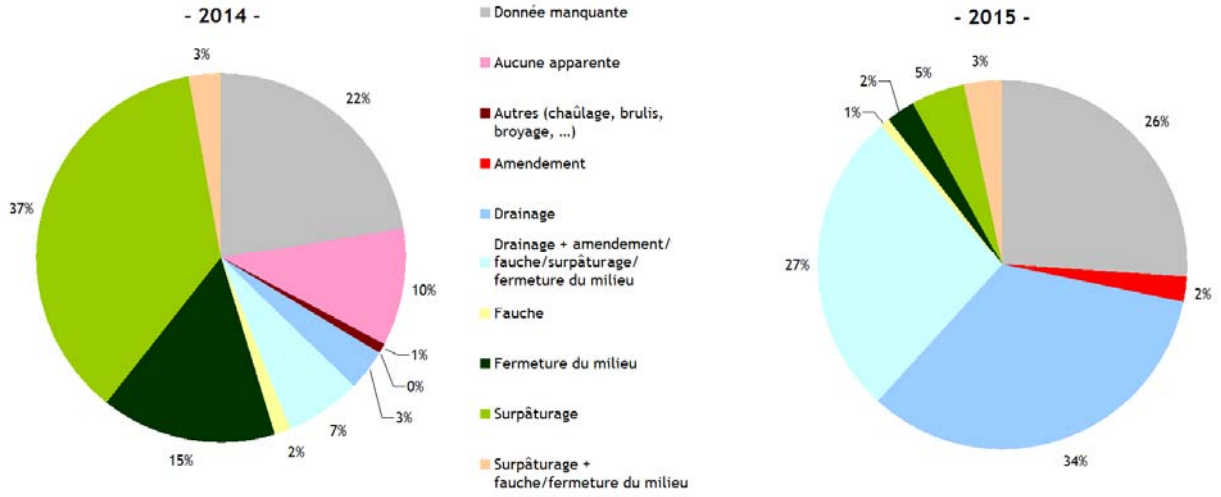
V.1.1 - Des aires d'études différentes

Comme décrit dans le chapitre II de ce rapport, on remarque tout d'abord une différence d'altitude moyenne de l'aire d'étude. Alors que la partie de la **« Montagne de la Margeride »** étudiée**, s'élève à une altitude moyenne de 1 350 m.** (min. : 1 045 m. ; max. : 1 551 m.), **l'aire étudiée en 2015 s'élève à une moyenne de 1 241 m.** (min. : 1 115 m. ; max. : 1 373 m.).

En concordance avec cette observation, les grands types d'habitats relevés dans ces aires d'étude (Corine Landcover®, 2006) montre des différences. Alors que **la zone prospectée en 2014** est majoritairement couverte de **milieux forestiers (61,4 % de l'aire étudiée)**, **les milieux ouverts** (pâturage et prairies) se font plus rares : **13,3 %**. Enfin, **les landes et broussailles** occupent **près d'un quart** de cette même aire.

Inversement la partie des **« Plateaux et vallées de la Margeride orientale »** prospectée est couvert par **les milieux ouverts à 47,3 %** et **à 34,1 % de milieux forestiers**. Les **landes et les broussailles** sont présents sur **14,7 %** de cette zone.

Graphique 11. - Atteintes et menaces des stations de gentianes par année de prospection.



Ainsi, d'après ce postulat, la zone d'étude 2015 est soumis à une pression agricole plus importantes que l'aire d'étude 2014. Cela se confirme lorsque l'on observe les différences de menaces/atteintes observées sur les zones humides accueillant les stations de Gentiane pneumonanthe. Ainsi, en 2014, 15 % de ces zones humides sont en cours de fermeture du milieu et 9 % menacée par le drainage (seul ou accompagné d'autre menaces). Pour les zones

à gentianes observées en 2015, 2 % sont en cours de fermeture du milieux et 60 % des ces zones humides sont menacées par le drainage (seul ou accompagné d'autres menaces).

Concernant l'état de conservation observé des zones humides, one remarque que 90 % des zones humides « dégradées » ont été observées en 2015. De même, 84 % des zones humides dégradées et avec au minimum une station de Gentiane pneumonanthe ont été observées en 2015 (**tableau 8**).

Ces observations s'expliquent aussi par les disparités des grands types d'habitats observées entre les deux aires d'études.

Tableau 8. - Zones humides et état de conservation.

	Zones humides visitées			Zones humides avec gentianes			Zones humides avec pontes		
	2014	2015	% Glob.	2014	2015	% Glob.	2014	2015	% Glob.
Dégradée	9	99	39,7 %	5	27	25,0 %	1	3	10,5 %
Partiellement dégradée	87	61	54,4 %	60	26	67,2 %	27	1	73,7 %
Proche équilibre, peu dégradée	5	11	5,9 %	3	7	7,8 %	3	3	15,8 %
TOTAL	**101**	**171**	**100 %**	**68**	**60**	**100 %**	**31**	**7**	**100 %**

V.1.2 - Une météo estivale exceptionnelle en 2015

En plus des disparités entre les deux aires d'études, expliquées ci-dessus, s'ajoute une météorologie exceptionnelle qui a eu lieu durant l'été 2015.

En effet, l'été 2015 a été caniculaire, entre la mi-juin et la mi-août, accompagné de faibles précipitations. La réserve en eau des milieux naturels s'est épuisée et le bétail a profité de la relative fraîcheur des zones humides pour y paître et se reposer, zones qui sont relativement délaissées par les cheptels en période normale. Les Gentianes pneumonanthes, qui sont des plantes appétentes pour le bétail (notamment bovin et ovin - Guérin C. & Darinot F., 2005), ont été en partie broutées et les stations de cette plante, piétinées.

De plus, le manque d'eau estivale a diminué le temps de floraison de ces plantes. Ainsi, lors des prospections, de nombreux pieds ont été trouvés desséchés.

La recherche des plantes en 2015 a donc été plus difficile dans ce contexte puisqu'une partie des plantes n'étaient pas ou peu visibles. Dans ce contexte, le nombre de station et de tiges par station a probablement été sous-estimé.

Cependant, les œufs de *Maculinea alcon alcon*, mêmes éclos, restent sur les plantes. Ainsi, une grande partie des pontes trouvées en 2015, l'ont été sur des pieds desséchés **(photographie 8).**

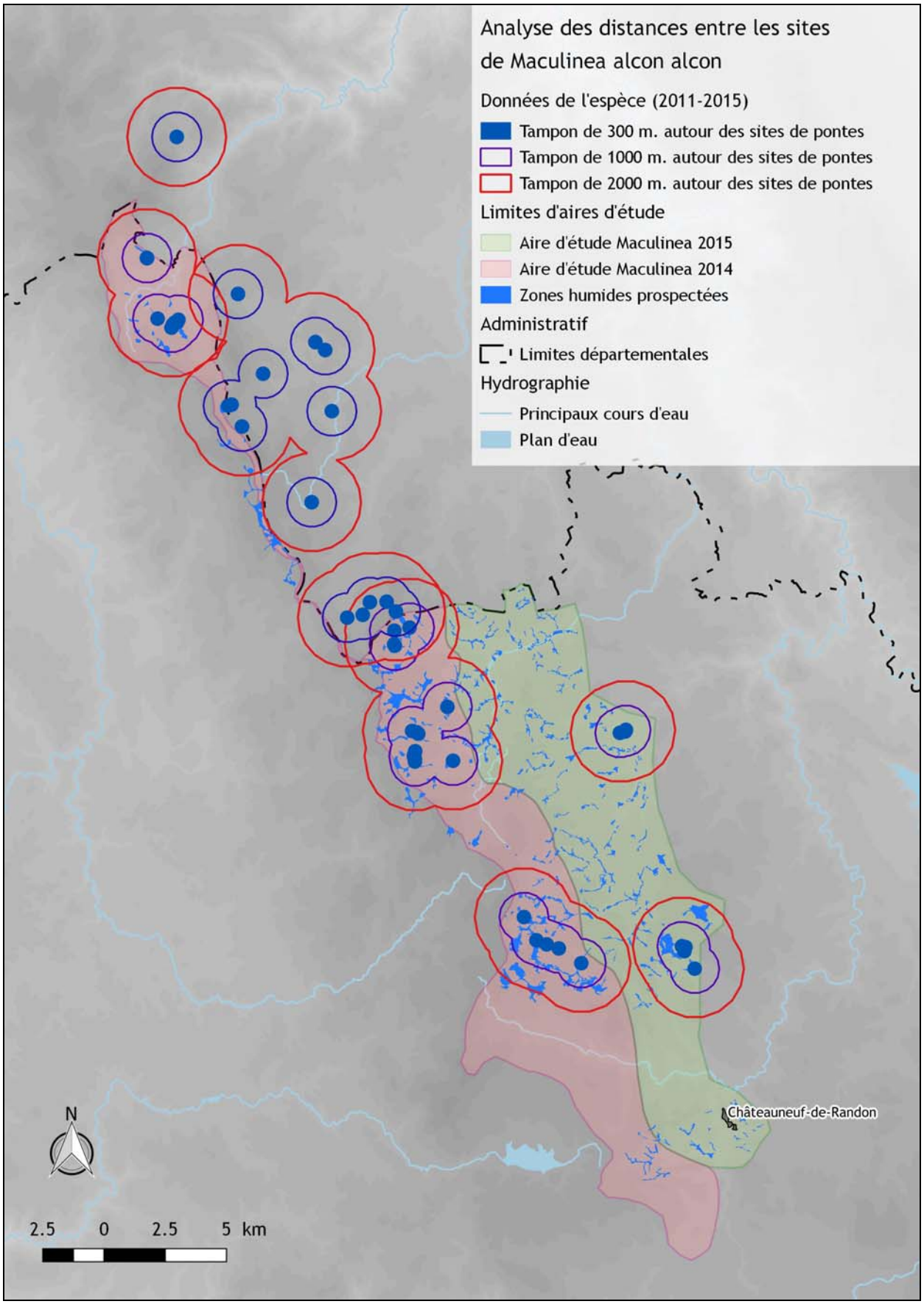
Photographie 9. - Pontes de *Maculinea alcon alcon* trouvées sur une tige de Gentiane pneumonanthe desséchée (ALEPE, 2015).

V.2 - LIEN ENTRE POPULATIONS

Pour l'étude des liens entre les populations, les données situées en zone limitrophe avec la Haute-Loire ont été fournies par le CEN Auvergne.

L'analyse de ces données (**carte 5**) met en exergue l'existence d'au moins cinq éco-complexes de *Maculinea alcon alcon* dont deux sont situés entre les deux départements. Ceux-ci sont composés de un à sept sites (ou population) de l'espèce. Un éco-complexe intègre une station, déconnectée des autres (donnée la plus septentrionale, en Haute-Loire). Cependant, il n'est pas impossible que ces éco-complexes soient connectés entre-eux. En effet, toutes les zones humides n'ont pas été inventoriées. Il est aussi probable que des sites non connus à ce jour existent et que ces populations soit interconnectées entre-elles.

Cependant, cette analyse, cartographique, est théorique puisque reposante sur des données bibliographique. Une analyse plus fine, à l'échelle du paysage et des éléments le façonnant, permettrait une compréhension plus fine des déplacements de l'espèce et notamment des obstacles et corridors. Enfin, des techniques pour vérifier une connexion entre les populations existent. Ces techniques font appel à des méthodes plus lourdes telles que la réalisation d'étude génétique ou de campagne de Capture-Marquage-Recapture.



Carte 6. - Analyse des distances entre les sites (données ALEPE et CEN Auvergne).

V.3 - ENJEUX

Cette étude bisannuelle sur *Maculinea alcon alcon* a permis de découvrir de nombreuses stations de Gentiane pneumonanthe ainsi que quelques unes de pontes de ce lépidoptère. Ainsi, **449 stations de gentiane** ont été trouvées et **38 données de pontes de** *Maculinea alcon alcon* ont été enregistrées (seulement 3 données de ce papillon étaient connus sur ce territoire auparavant). Ces stations observées, ont été décrites et géolocalisées de manières approfondies. Ces résultats permettent de confirmer que ce secteur du territoire reste un bastion en Languedoc-Roussillon pour cette espèce menacée. Ce territoire a donc une responsabilité régionale concernant ce lépidoptère.

D'après ce constat, différents enjeux ressortent de ces prospections :

- préserver les sites de pontes et les populations connues à ce jour ;
- développer les connaissances entre la présence de *Maculinea alcon alcon* et celle des fourmis hôtes de genre *Myrmica* ssp. afin d'évaluer l'état des populations ainsi que leur dynamique ;
- améliorer les connaissances dans des secteurs non prospectées durant cette étude.

V.4 - PROPOSITION D'ACTIONS

Mise en place de gestion conservatoire

Au vu des atteintes/menaces et de l'état de conservation des zones humides observées, **la conservation des habitats abritant ces populations est un enjeu important**. Pour ce faire, la **mise en place de gestion conservatoire des zones humides à pontes de l'Azuré des mouillères** semble nécessaire. Dans ce cadre, le pâturage semble être la gestion la plus pertinente pour permettre à la fois le développement des gentianes et des fourmis (MERLET, F. & DUPONT, P., 2012). En effet, le pâturage amène, grâce au piétinement, la présence de sol nu nécessaire à la germination, notamment au niveau des sentes créées par le passage répété des animaux (FORGEOT, 2007). Néanmoins, il faut veiller à retirer le bétail des zones de gentianes lors de la période de développement des pieds, car cette plante est appétente, notamment pour les bovins et les ovins (CLARKE et *al*., 2005 ; KORÖSI, 2005 ; DUPONT & BACHELARD, 2010 ; WALLISDEVRIES, 2004). Sur la Margeride, territoire où l'élevage bovin, mais aussi ovin ou équin, occupe une place importante, ce type de gestion conservatoire semble pertinente.

Ainsi, **la mise à disposition des données obtenues à des organismes de gestion des espaces naturels est nécessaire**. Dans ce cadre, **un échange entre l'ALEPE est le CEN Languedoc-Roussillon et le CEN Lozère sera réalisé**. De même, cet échange peut aussi se faire avec **le gestionnaire du site Natura 2000 de la « Montagne de la Margeride »** (FR9101355) pour les stations situées dans le site concerné.

Cette mise à disposition de ces données a pour objectifs :

- la recherche, rencontre et sensibilisation des propriétaires des parcelles abritant des sites de pontes de cet azuré ;
- la mise en place de MAEC sur les zones humides abritant des pontes de *Maculinea alcon alcon*.

Suivis de zones témoins

En parallèle de cette gestion conservatoire, **des « zones témoins » peuvent être choisis pour suivre sur le moyen terme (n+2 ans et n+5 ans) quelques stations connues**, avec plusieurs passage durant la période de ponte. Cela pourrait permettre d'appréhender la dynamique de la population. De même, **des études sur la fourmi-hôte** *Myrmica* **spp.**

pourrait apporter des éléments importants concernant le fonctionnement des population de *Maculinea alcon alcon*. Dans ce sens, un protocole nationale d'échantillonnage des fourmis-hôtes dans le cadre du PNA Maculinea a été mis en place en 2014 (KAUFMANN et al., 2014). Ce protocole vise à établir :

- la présence de fourmis du genre *Myrmica* ;
- leur répartition spatiale à l'échelle d'une parcelle ;
- la diversité de la communauté de fourmis à laquelle les *Myrmica* sont confrontées.

Ces trois éléments sont nécessaires à une meilleure appréhension de l'état de conservation des populations de *Maculinea*.

Communication et sensibilisation

Il est proposé de réaliser une plaquette technique et pédagogique sur *Maculinea alcon alcon* et les liens aux milieux, à sa plante et fourmis hôtes. Ce document pourrait être mis à disposition des techniciens agro-environnementaux afin qu'ils prennent en compte cette espèce dans leurs diagnostics. De même, cet outil pourra être distribué à la population, et notamment aux agriculteurs, afin que cette richesse biologique soit reconnue et protégée.

Photographie 10. - Tiges de Gentiane pneumonanthe avec œufs de *Maculinea alcon alcon* (ALEPE, 2014).

RESUME ET CONCLUSION

En 2014 et 2015, 54 journées de terrain-homme ont été consacrées à la recherche de ponte de *Maculinea alcon alcon* sur le versant oriental de l'unité paysagère « Montagne de la Margeride » ainsi que sur la partie amont de l'unité paysagère « les plateaux et les vallées de la Margeride orientale » en Lozère (bassin versant « Loire Bretagne »). Ces prospections ont été menées par 7 personnes, à 14 dates différentes, entre le 19/08 et le 20/09/2014 et entre le 31/08 et le 25/09/2015.

Les résultats les plus significatifs réunis au terme de ces prospections sont les suivants :

- **272 zones humides ont été visitées, dont 126 (46 ,3 %) accueillent des stations de Gentiane pneumonanthe.**
- **Au total, 448 stations de Gentiane pneumonanthe ont été géolocalisées, qui totalisent 13 770 tiges fleuries** soit une moyenne de 3,55 stations de gentianes / zone humide et une moyenne de 30,8 (min. : 1 – max. : 715) tiges / station.
- **31 zones humides accueillent des pontes de** *M. alcon alcon***, soit 11,4 % des zones humides visitées et 24,6 % des zones humides accueillant la plante-hôte**.
- **1 868 œufs ont été comptés sur 323 tiges, soit 2,3 % du total des Gentianes pneumonanthes trouvées et inspectées, avec une moyenne de 5,8 œufs (min. : 1 – max. : 46) / tige**.
- **Des pontes ont été trouvées lors de 8 journées de prospection (soit, environ un tiers des dates). La phénologie de découverte des pontes montre une distribution multimodale.**
- **Les femelles de** *M. alcon alcon* **semblent indifférentes à la hauteur des tiges, même si les œufs sont majoritairement déposés sur des tiges dont la hauteur est comprise entre 11 et 20 cm, qui est la catégorie de taille nettement dominante**.
- **De même, les femelles pondeuses semblent indifférentes à la densité et la hauteur du couvert végétal au pied des stations de gentianes.**
- **Les pontes de** *M. alcon alcon* **sont principalement notées dans des prairies humides, type d'habitat accueillant la majorité des stations de la plante-hôte dans l'aire d'étude.**
- Une **gestion pastorale inadéquate** (sur- ou sous-pâturage) **défavorable aux Gentianes** (abroutissement, piétinement, embroussaillement) et **le drainage des zones humides sont les principales menaces observées** pour la plante, donc pour le papillon (concernant ses sites de ponte).
- **La présence de la Gentiane pneumonanthe apparaît relativement indépendante de l'état de conservation des zones humides dans lesquelles elles sont trouvées**. Même les zones humides très dégradées peuvent accueillir des stations de Gentiane. En revanche, **le papillon semble préférer les habitats relativement conservé ou faiblement dégradé**. La majorité des stations (et pontes) sont ainsi trouvées dans des zones humides peu ou pas dégradées.

Pour finir, les prospections menées en 2014 et 2015 ont permis une amélioration importante de la connaissance et la répartition de ce lépidoptère en Margeride puisqu'un nombre important de données ont pu être obtenues. Il met en exergue l'importance de ce massif pour cette espèce au sein du grand ensemble qu'est le Massif-Central ainsi qu'à l'échelle nationale. Enfin, sur le massif de la Margeride partagé entre les bassins versants Loire-Bretagne et Adour-Garonne, de nombreuses zones humides n'ont pas été prospectées et la compréhension des liens entre les populations présentes n'est que partielle.

Cette étude a cependant permis d'obtenir **des résultats inédits et permettent de mettre en lumière quelques éléments concernant l'écologie de l'espèce**. Ces données pourront permettre la mise en place **d'une gestion conservatoire des parcelles concernées, par des**

pontes de ce lépidoptères, via des organismes de gestions des espaces naturels (CEN Lozère) et en partenariat avec le **site Natura 2000 « Montagne de la Margeride ».**

En parallèle, **un suivi de quelques stations sur le moyen terme (n+2 ans, n+5 ans)** pour permettre d'appréhender la dynamique d'une population peut être mis en place. De même, **des études sur les fourmis-hôte** *Myrmica*, pourrait apporter **des éléments complémentaires sur le fonctionnement des populations.**

Enfin, la mise en place d'un outils de sensibilisation (plaquette) pourrait permettre de prendre en compte la présence de ce lépidoptère emblématique du territoire par les techniciens agro-environnementaux mais aussi par la population locale.

Photographie 11. - Femelle et ponte de *Maculinea alcon alcon* sur tige de *Gentiana pneumonanthe* (©Doucet G., 2012).

BIBLIOGRAPHIE

CHAPMAN, S. B., ROSE, R. J. & CLARKE, R. T. (1989). The Behaviour of Populations of the Marsh Gentian (*Gentiana pneumonanthe*): A Modelling Approach. The Journal of Applied Ecology, 26 (3): 1059 - 1072.

CLARKE, R. T., THOMAS, J. A., ELMES, G. W., WARDLAW, J. C., MUNGUIRA, M. L. & HOCHBERG, M. E. (1998). Population modelling of the spatial interactions between *Maculinea rebeli* their initial foodplant *Gentiana cruciata* and *Myrmica* ants within a site. Journal of Insect Conservation, 2 (1): 29 - 37.

CLARKE R. T., MOUQUET N., THOMAS J. A., HOCHBERG M. E., ELMES G. W., TESAR D., SINGER A. & HALE J. (2005). Modelling the local population dynamics of *Maculinea* and their spatial interactions with their larval foodplant and *Myrmica* ant species. In: SETTELE J., KÜHN E. & THOMAS J. A. (2005). Studies on Ecology and Conservation of Butterflies in Europe. Vol. 2: Species Eology along a European Gradiant: *Maculinea* Butterflies as a Model. Pensoft Publishers, Sofia-Moscow, 115 - 119.

DUPONT P. (2009). Plan d'actions national sur les *Maculinea* : document de travail. Rapport de l'OPIE pour le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer, 82 p.

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

DUPONT P. & BACHELARD P. (2010). Pâturage ou fauche ? Le cas de la gestion conservatoire de l'Azuré des mouillères dans les zones humides. In : LUMARET J. P. (2010). Pastoralismes et entomofaune. Pastum hors-série. AFP, CEFE et Cardère éditeur, 128 p.

ELMES G.W., THOMAS J.A., HAMMARSTEDT O., MUNGUIRA M.L., MARTIN J. & VAN DER MADE J.G. (1994). Differences in host-ants specificity between Spanish, Dutch and Swedish populations of the endangered butterfly *Maculinea alcon* (Denis et Schiff.) (Lepidoptera). Memorab. Zool., 48 : 55 - 68.

ELMES, G. W., CLARKE, R. T., THOMAS, J. A. & HOCHBERG, M. E. (1996). Empirical tests of specific predictions made from a spatial model of the population dynamics of *Maculinea rebeli*, a parasitic butterfly of red ant colonies. Acta oecologica, 17: 61 - 80.

FORGEOT, S. (2007). Densité des nids et activité des fourmis hôtes de *Maculinea alcon* D. & S., 1775 sur la lande du Camp, influence de l'habitat et du mode de gestion. Rapport de stage, Master 2 Environnement et Aménagement, Université de Metz, 51 p.

FRIC, Z., WAHLBERG N., PECH P. & ZRZAVY J. (2007). Phylogeny and classification of the *Phengaris-Maculinea* clade (Lepidoptera: Lycaenidae): total evidence and phylogenetic species concepts. Systematic Entomology, 32: 558 - 567.

GUERIN, C. & DARINOT F. (2005). Les prairies humides à gentiane des marais et Maculinea. CREN Rhône-Alpes, 19 p.

HABEL, J. C., SCHMITT, T., HÄRDTLE, W., LÜTKEPOHL, M. & ASSMANN, T. (2007). Dynamics in a butterfly-plant-ant system: influence of habitat characteristics on turnover rates of the endangered lycaenid *Maculinea alcon*. Ecological Entomology, 32 (5): 536 - 543.

IUCN, (2012). IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.1. www.iucnredlist.org.

KORÖSI, A. (2005). Habitat-use of wetland Maculinea species – a case study. In : SETTELE J., KÜHN E. & THOMAS J. A. (2005). Studies on Ecology and Conservation of Butterflies in Europe. Vol. 2: Species Ecology along a European Gradiant: Maculinea Butterflies as a Model. Pensoft Publishers, Sofia-Moscow, 132 p.

LAFRANCHIS, T. (2000). Les Papillons de jour de France, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles. Biotope, Mèze, Collection Parthénope, 448 p.

LEROY, T. & BACHELARD, P. (2008). L'Azuré des mouillères, *Maculinea alcon alcon*, sur le territoire du parc naturel des volcans d'Auvergne : répartition, abondance et éléments d'écologie. Oreina, (2) : 35 - 43.

Ligue Suisse Pour La Protection De La Nature (LSPN), (1987). Les papillons de jour et leurs biotopes. Espèces - Dangers qui les menacent - Protection. Bâle, Ligue Suisse pour la Protection de la Nature, 512 p.

MAES, D., VANREUSEL, W., TALLOEN, W. & VAN DYCK, H. (2004). Functional conservation units for the endangered Alcon Blue butterfly *Maculinea alcon* in Belgium (Lepidoptera: Lycaenidae). Biological Conservation, 120 (2): 229 - 241.

MALICKY, H. (1970). New aspects on the association between Lycaenid larvae (Lycaenidae) and ants (Formicidae, Hymenoptera). J. Lep. Soc., 24: 190 - 202

MOUQUET, N., BELROSE, V., THOMAS, J. A., ELMES, G. W., CLARKE, R. T. & HOCHBERG, M. E. (2005). Conserving community modules: a case study of the endangered lycaenid butterfly *Maculinea alcon*. Ecology, 86 (12): 3160 - 3173.

MUNGUIRA, M. L. & MARTIN, J. (1999). Action Plan for the *Maculinea* Butterflies in Europe. Nature and Environment, No. 97. Council of Europe Publishing, Strasbourg, 64 p.

NASH, D. R., ALS, T. D., MAILE, R., JONES, G. R. & BOOMSMA, J. J. (2008). A mosaic of chemical coevolution in a large blue butterfly. Science, 319: 88 - 90.

NOWICKI, P., SETTELE, J., THOMAS, J. A. & WOYCIECHOWSKI, M. (2005). A review of population structure of *Maculinea* butterflies. In : Studies on the Ecology and Conservation of Butterflies in Europe. Vol. 2: Species Ecology along a European Gradient: *Maculinea* Butterflies as a Model, UFZ Leipzig-Halle, december 2005, 144 - 149.

NOWICKI, P., BONELLI, S., BARBERO, F. & BALLETO, E. (2009). Relative importance of density-dependent regulation and environmental stochasticity for butterfly population dynamics. Oecologia, 161 (2): 227 - 239.

OOSTERMEIJER, J. G. B., VAN'T VEER, R. & DEN NIJS, J. C. M. (1994). Population Structure of the Rare, Long-Lived Perennial *Gentiana pneumonanthe* in Relation to Vegetation and Management in the Netherlands. The Journal of Applied Ecology, 31 (3): 428 - 438.

OOSTERMEIJER, J. G. B., BRUGMAN, M. L., DE BOER, E. R. & DEN NIJS, J. C. M. (1996). Temporal and spatial variation in the demography of *Gentiana pneumonanthe*, a rare perennial herb. Journal of Ecology, 84 : 153 - 156.

PECH, P., FRIC, Z. & KONVICKA, M. (2007). Species-Specificity of the *Phengaris* (*Maculinea*) - *Myrmica* host system: Fact or myth? (Lepidoptera: Lycaenidae; Hymenoptera: Formicidae). Sociobiology, 50 (3): 1 - 21.

ROZIER, Y. (2007). Etat des lieux des échanges biologiques entre les tourbières du Plateau de Montselgues (Montselgues, Lalarces-sur-la-Thines, 07). Le cas d'une espèce protégée : *Maculinea alcon* (Lepidoptera, Lycaenidae). Rapport 2006-2007. PNR des Monts de l'Ardèche, 31p.

SCHLICK-STEINER, B. C., STEINER, F. M., HÖTTINGER, H., NIKIFOROV, A., MISTRIK, R., SCHAFELLNER, C., BAIER, P. & CHRISTIAN, E. (2004). A butterfly's chemical key to various ant forts: intersection-odour or aggregate-odour multi-host mimicry? Naturwissenschaften, 91 (5): 209 - 214.

SCHÖNROGGE, K., WARDLAW, J. C., THOMAS, J. A. & ELMES, G. W. (2000). Polymorphic growth rates in myrmecophilous insects. Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci., 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.

SIELEZNIEW, M., STANKIEWICZ, A. M. & BYSTROWSKI, C. (2002). First observation of one *Maculinea arion* pupaa in *Myrmica lobicornis* nest in Poland. Nota lepidopterologica, 25 (4): 249 - 250.

SIELEZNIEW, M. & STANKIEWICZ, A. M. (2008). *Myrmica sabuleti* (Hymenoptera: Formicidae) not necessary for the survival of *Phengaris* (*Maculinea*) *arion* (Lepidoptera: Lycaenidae) in eastern Poland: Lower host- ant specificity or evidence for geographical variation of an endangered social parasite? European Journal of Entomology, 105 : 637 - 641.

STEINER, F. M., SIELEZNIEW, M., SCHLICK-STEINER, B. C., HÖTTINGER, H., STANKIEWICZ, A. & GÓRNICKI, A. (2003). Host specificity revisited: New data on *Myrmica* host ants of the lycaenid butterfly *Maculinea rebeli*. Journal of Insect Conservation, 7 (1): 1 - 6.

TARTALLY, A., NASH, D., Lengyel, S. & VARGA, Z. (2008). Patterns of host ant use by sympatric populations of *Maculinea alcon* and *M. `rebeli'* in the Carpathian Basin. Insectes Sociaux, 55 (4): 370 - 381.

WALLISDEVRIES M. F. (2004). A quantitative conservation approach for the endangerd butterfly *Maculinea alcon*. Conservation biology, 18 (2): 489 - 499.

WITEK, M., SLIWINSKA, E. B., SKORKA, P., NOWICKI, P., WANTUCH, M., VRABEC, V., SETTELE, J. & 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.

ZAKSEK, V., MALACIC, K., REBEUSEK, F. & VEROVNIK, R. (2005). Distribution and autecology of *Maculinea teleius* and *M. nausithous* (Lepidoptera: Lycaenidae) in Northeast Slovenia. In : Studies on the Ecology and Conservation of Butterflies in Europe. Vol. 2: Species Ecology along a European Gradient: *Maculinea* Butterflies as a Model, UFZ Leipzig-Halle, december 2005, 253 - 256 p.

Nombre de pages du document : 45

ANNEXES

Annexe I. – Fiche relevé de terrain **44**

Annexe 1

Fiche relevé de terrain - PNA Maculinea 2011-2015

Inventaire des sites de pontes de *Maculinea alcon alcon*

DONNEES GENERALES				
Nom(s) observateur(s) :				
Départ. : **48** (Lozère) **Date :** / /	**Heure du relevé :** h	**ID polygone :** *(ex : M121)*	**Altitude :** *(en m)*	**Secteur :** □ Margeride
CONDITIONS METEO	**Vent :** □ F0 □ F1 □ F2 □ F3 □ F4 □ F5		**Nébulosité :** □ 0/8 □ 1-2/8 □ 3-4/8 □ 5-6/8 □ 7-8/8	
	Température : □ < 10°C □ 11 -15°C □ 16-20°C □ 21-25°C □ 26-30°C □ > 31°C			

DESCRIPTION DE LA ZONE HUMIDE		
CONTEXTE, TYPE, GESTION ET CONSERVATION		
Contexte	□ Bord de chemin □ Petit axe routier □ Axe routier important (départementale, nationale) □ Lisière/haie □ Piste forestière □ Rives/berges de cours d'eaux □ Fossé □ Aucun particulier	
Type *(Code Corine)*	□ 22 - Eaux douces stagnantes (lacs, étangs et mares) □ 31.1 - Lande humide □ 37 - Prairie humide, communautés d'herbacées hautes et Mégaphorbiaies	□ 51 - Tourbière bombée à comm[tées] très acides □ 52 - Tourbière de couverture □ 54 - Bas marais, tourbière de transition □ 81- Prairie fortement amendées et ensemencées
	Autres *(préciser)* :	
Flore	Présence de *Gentiana pneumonanthe* : □ Oui □ Non	
	Taxon remarquable (*ex : Drosera*) :	
	Relevé *(non exhaustif)* :	
Gestion	□ Aucune apparente □ Abandon □ Broyage/Gyrobroyage □ Brûlis □ Forestière □ Coupe rase □ Fauche □ Pâturage (ovin/bovin/équin ?) □ Drainage □ Eclaircies □ Chablis	
Etat de conservation	□ **1 -** Proche équilibre, peu dégradée	□ **2 -** Partiellement dégradée □ **3 -** Dégradée
Remarques	Ex : *Atteintes, menaces, si pâturage préciser le nb d'animaux…*	

GENTIANA PNEUMONANTHE **ET** *MACULINEA ALCON ALCON*

Nombre de station à *Gentiana pneumonanthe*	**Surface de la station** *(m²)*	**Nb tigees par station**	**Nb de tiges avec pontes de** *M. alcon*	**Nb de pontes total**	**Micro-habitat de la station** *(ex : nardaie, prairie humide, tourbière, …)* **& type de la station** *(ex : îlot dense, linéaire, diffuse)*	**Taille moyenne des tiges de gentianes** *(4 à 10 cm, 11 à 20 cm, …)*	**Coordonnées géographique** *(en DD)*	
							X	**Y**
□ **1**							3.	44.
□ **2**							3.	44.
□ **3**							3.	44.
□ **4**							3.	44.
□ **5**							3.	44.
□ **6**							3.	44.
□ **7**							3.	44.
□ **8**							3.	44.

Imagos observés *(nb, sexe, …)* **:**	**Autres espèces contactées :**

Compléments stations : *Ex : végétation alentour aux pieds des gentianes (végétation basse et peu couvrante, végétation haute et couvrante, …), …*

Station 1 :	**St. 2 :**	**St. 3 :**	**St. 4 :**	**St. 5 :**

Vent (échelle de Beaufort) : **F0** = vent nul ; **F1**= fumée déviée ; **F2**= feuilles frémisses ; **F3**= rameaux et drapeaux agités ; **F4**= le vent soulève les feuilles, cheveux décoiffés ; **F5**= arbustes se balancent ; **F6**= les arbustes se balancent, utilisation de parapluie devient difficile ; **F7**= marche contre le vent pénible. **Nébulosité** : par huitièmes de la voute céleste occupés par les nuages. **0/8** = aucun nuage ; **4/8** = ciel à moitié couvert ; **8/8**= ciel entièrement couvert. **ZH état de conservation** : **1**= Milieu se rapprochant de près de l'état « naturel », peu de modifications apportées ; **2**= Milieu légèrement dégradé par les activités humaines, mais n'entrainant pas de gros dysfonctionnement de la zone humide ; **3**= Milieu fortement altéré par les activités humaines, entrainant une modification de son fonctionnement ou de gros dysfonctionnements. **Exemple de menaces/atteintes** : fermeture du milieu par colonisation de ligneux ; pâturage précoce ; amendement ; ….)