



Benoît Vincent (Coris)
13 rue Letort
75018 Paris
06 41 99 00 80
benoit.vincent@coris.ovh
SIRET 791 498 017 00023



Sylvain Vrignaud
Rue du Pont Chinard
7 Clos Joseph Laurent
03000 Neuvy
vrignaud.sylvain@free.fr
06 52 87 80 10
SIRET 450 661 665 00023



Nathalie Cauliez (Ecogée)
5 rue du Général de Gaulle
45130 Meung-sur-Loire
02 38 46 51 00
info@ecogee.fr
SIRET 393 162 268 00022



Mise en œuvre du suivi des populations du Vertigo de Des Moulins *Vertigo moulinsiana* (Dupuy, 1849) et du Vertigo étroit *Vertigo angustior* Jeffreys 1830 sur le territoire champardennais de la région Grand Est

**Tome 1. Rapport régional
Janvier 2019**



Table des matières

Introduction.....	4
1. Objectifs de l'étude.....	4
2. Présentation de l'équipe.....	4
2.1 Nathalie Cauliez.....	4
2.2 Benoît Vincent.....	4
2.3 Sylvain Vrignaud.....	5
A. Généralités.....	6
1. Enjeux de la biodiversité et enjeux malacologiques.....	6
2. Les Vertigos.....	7
2.1 Généralités.....	7
2.2 Facteurs favorables à la présence et au maintien des Vertigos.....	8
3. Présentation du secteur d'étude.....	9
3.1 Données générales.....	9
3.2 Météorologie des deux saisons de prospections.....	11
3.3 Les sites d'étude.....	12
4. Justification de l'importance du suivi des espèces.....	17
B. Méthodologie de l'étude.....	18
1. Synthèse bibliographique.....	18
1.1 La précédente campagne d'inventaire.....	18
1.2 Les DOCOB, FSD et fiches ZNIEFF.....	18
1.3 Bibliographie historique.....	19
2. Choix des secteurs d'étude.....	21
3. Protocole de recherche des espèces.....	23
3.1 Battage de la végétation.....	23
3.2 Prélèvement de litière.....	24
4. Aspects biocénotiques.....	25
5. Variables environnementales.....	27
5.1 A l'échelle locale.....	27
5.2 A l'échelle géographique.....	27
6. Estimation statistique de la répartition et de la taille des populations.....	30
6.1. Pression d'échantillonnage, estimation des effectifs et évolution des populations.....	30
6.2 Évaluation des méthodes de détection des espèces.....	33
6.3 Modélisation des préférences écologiques.....	37
C. Résultats.....	39
1. Synthèse des résultats.....	39
2. Évaluation du protocole.....	43
2.1 Battage.....	43
2.2 Prélèvement de litière.....	44
3. Espèces.....	46
3.1 Présence/absence.....	46
3.2 Répartition par secteurs des sites.....	47
3.3 Autres espèces à enjeu de conservation.....	54
4. Aspects biocénotiques.....	59
4.1 Malacocénoses.....	59
4.2 Habitats.....	60
5. Variables environnementales.....	62
5.1 Variables environnementales locales.....	62
5.2 Variables environnementales géographiques.....	66
6. Préférences écologiques.....	71
6.1 Préférences locales.....	71
6.2 Préférences géographiques.....	73
D. Discussion.....	76
1. Tendances générales des populations.....	76
1.1 Sur la répartition régionale des espèces.....	76

1.2 Sur la dynamique des populations.....	76
1.3 Sur les effectifs.....	78
2. Hiérarchisation des sites.....	79
2.1 Évaluation de l'équilibre écologique des sites.....	79
2.2 Enjeux de conservation ou de gestion.....	81
2.3 Sites repères.....	81
3. Valeur patrimoniale à l'échelle régionale.....	84
4. Sur la biocénotique.....	85
4.1 Les communautés malacologiques des zones humides.....	85
4.2 Sur leur lien avec les habitats.....	86
5. Sur les préférences écologiques.....	97
5.1 A l'échelle locale.....	97
5.2 A l'échelle géographique.....	97
6. Limites et adaptations du protocole de suivi.....	100
7. Axes d'études et de recherches.....	101
8. Préconisation de gestion.....	102
8.1 Sur la gestion de la ressource en eau/de l'eau et des zones humides.....	102
8.2 Sur la gestion des plans d'eau.....	103
8.3 Pêche, chasse ; loisirs.....	104
8.4 Agriculture.....	105
8.5 Implication des acteurs.....	107
9. Proposition de sites de suivis ultérieurs.....	109
9.1 Sites à exclure des campagnes ultérieures.....	109
9.2 Autres sites.....	110
9.3 Sur les régions biogéographiques.....	110
Conclusion.....	113
Bibliographie.....	114
Annexes.....	120
Annexe 1. Points de relevés.....	120
Annexe 2. Liste des espèces contactées.....	134
Annexe 3. Calculs, tableaux et graphes statistiques.....	136
A3.1 Exigences écologiques.....	136
A3.2 Préférences géographiques.....	144
Annexe 4 . Liste des sites potentiellement nouveaux expertisés.....	159
Annexe 5. Plaquette de vulgarisation sur les deux espèces.....	163

Pour citer ce rapport :

Vincent B., Vrignaud S. & Cauliez N. 2019 – Mise en œuvre du suivi des populations du Vertigo de Des Moulins *Vertigo moulinsiana* (Dupuy, 1849) et du Vertigo étroit *Vertigo angustior* Jeffreys 1830 sur le territoire champardennais de la région Grand Est. Tome 1 : rapport régional. Rapport pour la DREAL Grand Est

Introduction

1. Objectifs de l'étude

La présente étude vise à évaluer l'état de santé des populations des Vertigos étroit et de Des Moulins et aussi à poser les bases en vue d'une évaluation des évolutions temporelles de ces espèces. En outre, et afin d'élargir les nouvelles prospections en dehors des sites Natura 2000, une réflexion sera menée en se basant sur une objectivisation des données et le dire d'expert.

Les connaissances locales manquent souvent en matière de présence et de vitalité des populations de vertigos et elles sont trop lacunaires pour pouvoir dresser une tendance. C'est le cas dans de nombreux secteurs en France et notamment dans l'ex-région Champagne-Ardenne regroupant les départements des Ardennes, de la Marne, de l'Aube et de la Haute-Marne.

Cette première étape consistera à rassembler toutes les données existantes sur la zone d'étude : plan de gestion, rapport d'études, littérature grise. Elle permettra d'intégrer des données en vue des prospections de terrain et afin également de proposer d'éventuelles nouvelles prospections en dehors des sites Natura 2000.

2. Présentation de l'équipe

Les trois membres de l'équipe se sont rencontrés lors d'une formation « Initiation à l'étude des mollusques continentaux » encadrée par Sylvain Vrignaud au CPIE Brenne Pays d'Azay, en 2013 et sont restés en contact.

2.1 Nathalie Cauliez

Nathalie Cauliez, associée-gérante d'ECOGEE, est botaniste, écologue et malacologue

Géologue de formation, elle a fondé en 1993 avec deux associés la société ECOGEE. Ce bureau d'études en environnement réalise des expertises faune-flore-habitats, des études d'impact et des études environnementales, sur une large aire d'intervention qui s'étend de la Somme au Cantal.

Nathalie Cauliez est membre du réseau Tela-Botanica et de la Société botanique du Centre Ouest. Sa formation de géologue lui donne une compréhension précise des facteurs physiques qui guident le fonctionnement des écosystèmes : trophie des sols, cycle de l'eau, risques naturels, climatologie ... Elle s'est formée en botanique et phytosociologie et en malacologie.

2.2 Benoît Vincent

Benoît Vincent est expert naturaliste, botaniste phytosociologue et malacologue.

Il a cofondé et animé durant dix années une association d'éducation à l'environnement dans le sud de la Drôme ; il a longtemps participé activement à différents réseaux régionaux : GRAINE Rhône-Alpes, dont il était membre du bureau, Tela-Botanica, ONEM.

Il devient naturaliste indépendant en 2013. Formé à l'écologie, à la phytosociologie, puis à la malacologie, il réalise des études (inventaires, diagnostics, études d'impacts, cartographies, etc.) dans toute la France, avec une préférence pour les départements méditerranéens.

Il mène un travail de recherche personnel sur les malacocénoses continentales terrestres, dans l'esprit de l'école de biocénotique des années 50 et 60.

2.3 Sylvain Vrignaud

Sylvain Vrignaud est un naturaliste pluridisciplinaire, diplômé de l'École Pratique des Hautes Études (équivalent master 2) et spécialisé sur les mollusques continentaux (terrestres et dulçaquicoles) depuis plus de 15 ans. A partir de 2008, il effectue des prestations d'expertises dans ce domaine. Celles-ci sont de différents ordres : recherche d'espèces patrimoniales sur des surfaces protégées, contribution aux études d'impact, inventaires généraux, formation et sensibilisation du public. Ces prestations se font dans le cadre d'une activité auto-entrepreneuriale.

Il est également particulièrement engagé sur le plan bénévole. Il est notamment membre du CSRPN Auvergne depuis 2005 et président du Conseil Scientifique des Conservatoires d'Espaces Naturels Allier et Auvergne depuis 2012.

Enfin, Sylvain Vrignaud est double actif. Son activité principale (3/4 temps à l'année) consiste à effectuer des contrôles agricoles au sein de l'Agence de Services et de paiement (ASP, Délégation régionale d'Auvergne).

A. Généralités

1. Enjeux de la biodiversité et enjeux malacologiques

Les enjeux de la biodiversité et de sa conservation sont de plus en plus étudiés scientifiquement et considérés par l'opinion publique. Les récentes médiatisations portant sur la régression des oiseaux communs en France (MASSETTI & WROZA 2018) ou celle de la biomasse des insectes en Allemagne (HALLMANN *et al.* 2017) en attestent. Cette prise en compte ne peut éthiquement pas s'arrêter qu'aux taxons les plus médiatiques mais doit aussi inclure des espèces bénéficiant de moindres considérations appartenant à des groupes parfois qualifiés d'orphelins tels que les mollusques.

Avec plus de 85000 espèces, les Mollusques représentent le deuxième groupe faunistique le plus important après les Arthropodes (Insectes, Crustacés, Arachnidés, etc.) ; on connaît près de 100000 espèces fossiles, et ils représentent le phylum marin le plus nombreux (23% du total des espèces marines, dont tout le phylum des Céphalopodes, et une grande partie des Bivalves). Ils sont présents dans la plupart des milieux marins comme terrestres (où se trouvent la plupart des Gastéropodes), et se retrouvent dans une très grande variété d'habitats. Venus de l'eau, ils ont su s'adapter aux conditions extrêmes des secteurs les plus secs, les plus élevés ou les plus froids.

Le lien qu'ils entretiennent avec l'homme depuis la nuit des temps est considérable, et ils représentent un élément culturel non négligeable, aussi bien comme objet d'échange, comme source de nourriture, comme peste agricole, ou comme élément de l'imaginaire des humains. Leur biologie, leur chorologie et leur écologie, en particulier leur taille, leur faible capacité de mouvement (toute relative), leur lien à l'eau ou au calcaire (nécessaire à l'élaboration de la coquille), en font d'excellents bioindicateurs.

Hors espèces marines, la France abrite près de 800 espèces de mollusques continentaux, dont 306 espèces aquatiques (et 197 pour les seules hydrobidées) et 478 espèces terrestres (GARGOMINY *et al.* 2011). Le taux d'endémisme est fort (plus de 4%) ce qui fait de la France un état important de la conservation des mollusques.

Les mollusques sont parmi les groupes les plus menacés au monde, en Europe comme en France (pour les mollusques continentaux, cf. par exemple LYDEARD *et al.* 2004 ; RÉGNIER *et al.* 2009 ; COSTE *et al.* 2010 ; CUTTELOD *et al.* 2011), qu'ils soient terrestres ou aquatiques. Les escargots inféodés aux zones humides ont fortement régressé, au même titre que les habitats qui les abritent : du fait des assèchements par drainage, comblement et/ou par une politique d'occupation des sols, une gestion forestière et agricoles non adéquates voire destructives. De fait la liste des espèces de mollusques protégées au niveau national (FRANCE 2007) est plus que congrue, et parfois aberrante (certaines espèces n'étant pas strictement menacées) (BOUCHET *et al.* 1999). En revanche, de nombreuses espèces menacées directement, ou inféodées à des habitats eux-même en danger (typiquement les zones humides) manquent. La liste des espèces inscrites à l'Annexe II de la Directive CEE 92/43 (UE 1992) permet toutefois de compenser ces travers, en permettant d'attirer l'attention sur d'autres espèces singulières : c'est le cas des deux espèces de Vertigos dont il sera question ici, *Vertigo angustior* et *V.mouliniana*. Via cette directive, les états membres de l'Union Européenne se sont engagés à maintenir les espèces de cette annexe en bon état de conservation.

2. Les Vertigos

2.1 Généralités

Le Vertigo de Des Moulins *Vertigo moulinsiana* (Dupuy, 1849) et le Vertigo étroit *Vertigo angustior* Jeffreys, 1830, sont deux espèces millimétriques (**figure 1**) inscrites à l'annexe II de la Directive européenne 92/43/CEE (dite « habitats faune flore ») (UE 1992)) ainsi que sur la liste rouge européenne des espèces menacées de l'UICN (CUTTELOD *et al.* 2011, IUCN 2015, KILLEEN *et al.* 2012, MOORKENS *et al.* 2012).



Figure 1 Les deux espèces de Vertigos ;
à gauche *Vertigo moulinsiana* ; à droite *V.angustior* (dessins de Sylvain Vrignaud)

Les deux espèces vivent dans les habitats humides principalement calcaires où ils se nourrissent d'épiphytes des plantes hygrophiles (CAMERON *et al.* 2003, KUCZYŃSKA & MOORKENS 2010, MYZYK 2011, POKRYSZKO 1990, 2003, STEUSLOFF 1937, VAVROVÁ *et al.* 2009).

Les habitats favorables aux deux espèces sont les bas-marais, leurs parvocariçaies et moliniaies (classe phytosociologique des *Scheuchzerio palustris* - *Caricetea nigrae*), les magnocariçaies et les roselières (classe des *Phragmiti australis* - *Caricetea elatae* Klika in Klika & Novák 1941), mais on peut également les retrouver dans les mégaphorbiaies (classe des *Filipendulo ulmariae* - *Convolvuletea sepium* (Preising apud Hülbusch 1973) Géhu & Géhu-Franck 1987), et dans d'autres habitats hygrophiles comme les forêts alluviales marécageuses, les fourrés humides, les ourlets de ripisylves... (*Vertigo angustior* affectionne également les arrières-dunes littorales).

Les deux espèces, millimétriques, sont extrêmement sensibles à leurs micro-habitats, lesquels sont, de fait, mal connus et peu étudiés.

Le Vertigo de Des Moulins *Vertigo moulinsiana* est une espèce atlantique et méditerranéenne qui préfère les milieux pourvus d'une strate herbacée dense proche du niveau de l'eau, voire des sites inondés temporairement. L'espèce grimpe volontiers sur les végétaux en quête de

nourriture (DRAKE 1999, HOLYOAK 2003, KILLEEN 2003, POKRYSZKO 1990, TATTERSFIELD & MCINNES 2003). La coquille n'excède pas 2,7 mm de hauteur.

Le *Vertigo* étroit *V. angustior* est une espèce à large répartition européenne, mais qui reste localisée. Elle préfère les milieux humides si possible non inondés, et avec des conditions hydrauliques relativement stables dans le temps, calcaires et ouverts, ouverts mais présentant toutefois une couverture végétale suffisante pour produire une litière abondante où elle se tient, grimpant à l'occasion sur les végétaux (CAMERON 2003, KSIĄŻKIEWICZ 2008, KSIĄŻKIEWICZ 2015, KSIĄŻKIEWICZ *et al.* 2013, NORRIS & COLVILLE 1974, POKRYSZKO 1990). La coquille n'excède pas 1,8 mm de hauteur.

2.2 Facteurs favorables à la présence et au maintien des *Vertigos*

La répartition des *Vertigos* est, comme pour une grande partie des mollusques actuels, le fruit de la recolonisation post-glaciaire quaternaire (TABERLET *et al.* 1998, HEWITT 1999, PETIT *et al.* 2002, par exemple). Néanmoins, sur cette surface relativement étendue (une bonne partie de l'Europe pour nos deux espèces), d'autres facteurs, abiotiques et biotiques, peuvent expliquer le développement des populations, même si, malheureusement, une grande partie de la biologie et de l'écologie des deux espèces (comme pour de nombreuses espèces de mollusques millimétriques) nous est mal ou non connue.

Les assemblages des dépôts quaternaires (nombreuses études, cf. en particulier les nombreux travaux de Puisségur, Alexandrowicz, Limondin-Lozouet, ou récemment JUŘIČKOVÁ *et al.* 2014a et 2014b, ou HORSÁKOVÁ 2017) sont en ce sens de précieux témoignages.

Le facteur abiotique déterminant semble toutefois être de nature géopédologique : tout gastéropode a besoin de calcaire pour l'élaboration de sa coquille, mais les *vertigos* sont généralement calciphiles, et sont absents des zones (sols et eaux) au pH trop bas, de sorte qu'ils sont de bons bioindicateurs. C'est ainsi par exemple qu'ils sont absents des secteurs géographiques dont la géologie peut être alcaline, mais qui sont décalcifiés en surface (cas de la Montagne de Reims ou du massif forestier d'Epernay) (*Vertigo moulinsiana* est toutefois plus tolérant à cet égard).

Le facteur biotique déterminant relève du régime alimentaire des escargots : les *vertigos* étudiés se nourrissent de périphyton, micro-algues ou micro-champignons, dont bien des aspects nous restent inconnus (STEUSLOFF 1937 indique trois noms de ces champignons), ce qui limite notre connaissance de la biologie des espèces et celle de leurs places dans le réseau trophique. Toute information nouvelle (écologique, statistique, génétique) sur ces espèces sera évidemment la bienvenue.

Plusieurs études ont tenté d'isoler différents autres facteurs qui jouent sur la présence des populations et sur leur santé et leur dynamique, parmi lesquels :

- la hauteur d'eau, et ses variations dans le temps (KUCZYŃSKA & MOORKENS 2010, SCHENKOVA *et al.* 2014, TATTERSFIELD & MCINNES 2003,);
- la conductivité et la minéralisation de l'eau (HORSÁK 2006, HORSÁK & HÁJEK 2003, ONDINA *et al.* 2004);

- la lumière/l'ombrage (HORSÁK *et al.* 2007, KOTOWSKI *et al.* 2001) ; ce facteur indirect joue également sur la température ; dans le même ordre d'idée on peut également citer un facteur souvent sous-estimé en écologie qui est l'humidité atmosphérique ; les mollusques, dont la peau nécessite de grandes quantités d'eau, y sont très sensibles, mais sont également en mesure de « gérer » l'excessive température, comme le démontre le grand nombre d'espèces méditerranéennes, par exemple, ou, possiblement, la présence de *Vertigo angustior* au sein des habitats d'arrière-dunes : la température étant compensée par un taux d'hygrométrie atmosphérique élevé.

- la composition végétale (COSTIL *et al.* 1996, DRAKE 1999, HOLYOAK 2003, HORSÁK *et al.* 2007, HORSÁK *et al.* 2003, KILLEEN 2002, KSIĄŻKIEWICZ *et al.* 2013, MAGNIN *et al.* 1995, POKRYSZKO 1990).

Il est très difficile de hiérarchiser ces facteurs : il apparaît clair que la présence des vertigos est le fruit d'un ensemble complexe de facteurs historiques, climatiques, chorologiques et biologiques.

La destruction des habitats, la raréfaction et la dégradation générale des zones humides, la dynamique végétale, les différents types de pollution, l'eutrophisation, les variations climatiques sont les principales menaces qui pèsent sur les deux espèces (AUSDEN *et al.* 2005, POKRYSZKO 2003).

3. Présentation du secteur d'étude

3.1 Données générales

L'ex-région Champagne-Ardenne se trouve depuis le 1er janvier 2016 incluse dans la région Grand Est. Elle se situe au nord-est de la France et comprend quatre départements : les Ardennes (08), l'Aube (10), la Marne (51) et la Haute-Marne (52) totalisant une superficie de 25 600 km².

S'allongeant sur 350 km du nord au sud, la Champagne-Ardenne est une région de transition entre le Bassin parisien et l'est de la France. Elle est traversée d'est en ouest par quatre grandes vallées alluviales : l'Aisne, la Marne, l'Aube et la Seine. La région accueille notamment trois des quatre « Grands lacs de Seine », lacs artificiels dont le but est de soutenir le début d'étiage, de protéger l'Île-de-France contre les crues et d'alimenter la région parisienne en eau.

La Champagne crayeuse est la plus vaste région naturelle de Champagne Ardenne ; c'est un ensemble formé de la craie du Crétacé supérieur, région sèche en raison de la grande perméabilité des sols ; elle s'étend en arc depuis le nord-ouest du département de l'Aube, en passant par une large partie de la Marne, jusqu'au sud-ouest des Ardennes.

En bordure ouest du département de la Marne, les collines de l'ouest, Tardenois, Montagne de Reims, Montagne d'Épernay, Brie, sont formées des terrains éocènes et oligocènes, de natures variées.

A l'est de la Champagne crayeuse, la Champagne humide est une grande dépression surcreusée dans les roches tendres du Crétacé inférieur, présentant un substrat géologique composé de sables siliceux, d'argiles et de limons, offrant ainsi une grande variété de sols. Plus au nord, c'est

l'Argonne, suite de collines et de plateaux boisés qui occupe les terrains du Crétacé inférieur (bordure est de la Marne, sud-est des Ardennes).

Au-delà de l'auréole crétacée de la Champagne humide, les plateaux calcaires jurassiques sont représentés par le Barrois, le plateau de Langres, le Haut-Pays et enfin, de même nature géologique, les crêtes pré-ardennaises.

En périphérie est de ces plateaux se trouvent les dépressions marneuses liasiques (Jurassique inférieur), comme la dépression de Bassigny ou le Lias ardennais.

Au nord, au-delà du bassin parisien, le massif ardennais est constitué des formations du socle paléozoïque hercynien.

Au sud-est, en Haute-Marne, affleurent les formations du Trias où se développe la région naturelle de l'Apance-Amance, au relief très marqué.

La superposition des formations indurées et tendres explique la morphologie en cuestas, dépressions et plateaux de la plus grande partie de la Champagne Ardenne, marquée par de nombreuses « côtes ».

La diversité géomorphologique et topographique de la Champagne-Ardenne se retrouve au niveau climatique, avec le passage progressif d'un climat océanique de transition à l'ouest à un climat continental altéré à l'est, et sub-montagnard dans les Ardennes et en Haute-Marne. Les amplitudes thermiques y sont importantes avec des étés chauds et des hivers longs et rigoureux. La température moyenne annuelle est de 10°C, avec une moyenne hivernale à 2°C et une moyenne estivale à 18°C. Les précipitations sont assez modérées à l'ouest (600-700 mm par an), puis augmentent sur les plateaux ardennais et lingon (800 à 900 mm) pour dépasser 1000 mm par an dans une large moitié nord des Ardennes et dans une partie de la Haute-Marne.

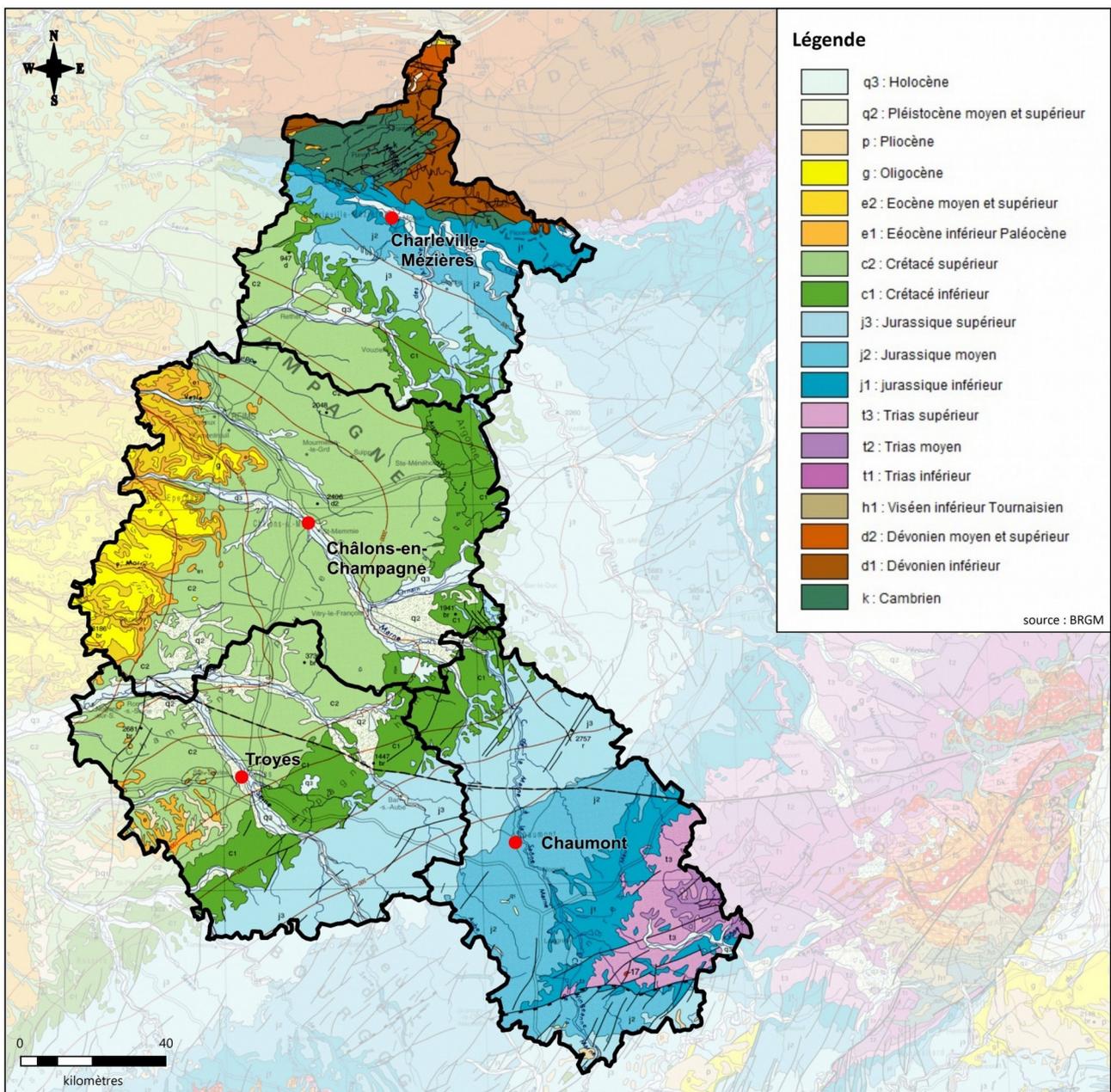


Figure 2 Carte géologique de l'ex-région Champagne-Ardenne

3.2 Météorologie des deux saisons de prospections

D'après le bilan climatique de l'automne 2017 établi par Météo France, les précipitations ont été légèrement excédentaires en Champagne-Ardenne et les températures ont été en moyenne conformes aux normales.

Pendant l'hiver 2017-2018, la pluviométrie a été très excédentaire sur la majeure partie du pays, atteignant localement des valeurs records. La température a été contrastée en décembre, exceptionnellement douce en janvier puis très froide en moyenne en février.

Le printemps 2018 a été pluvieux sur une grande partie de la France, avec un mois de mars particulièrement arrosé et marqué par deux épisodes tardifs de neige en plaine. De plus, au cours du mois de mai 2018, les orages ont été nombreux et souvent accompagnés de précipitations intenses et localement de grêle. En moyenne sur la France et sur le printemps, l'excédent pluviométrique a dépassé 20%.

Après un mois de mars plutôt frais, le mois d'avril s'est classé au 3^e rang des mois d'avril les plus chauds depuis 1900, avec un pic de chaleur précoce qui a concerné l'ensemble du pays du 18 au 22 avril. Au mois de mai, le quart nord-est a bénéficié d'une grande douceur. La température moyenne sur la saison de 12,8 °C a été supérieure à la normale de 1,1 °C pour la France.

3.3 Les sites d'étude

Ces sites ont en commun de présenter les habitats susceptibles d'être favorables aux populations des deux espèces de vertigos.

Une partie d'entre eux (23 sur 32) a déjà été étudiée lors d'une précédente campagne d'inventaire réalisée en 2008 et 2010 par Olivier Hesnard. Même si le protocole est différent on peut *a minima* comparer ces prospections (au moins en terme de présence/absence). 9 sites sont donc nouvellement prospectés (**tableau 1** et **figure 4**)

Enfin, nous proposons de nouveaux sites encore, dont les descriptions théoriques, les habitats notamment, pourraient abriter les espèces, et seraient donc susceptibles d'être intégrés à de nouvelles prospections.



Figure 3 Paysage de la Champagne : les vignobles à proximité d'Épernay

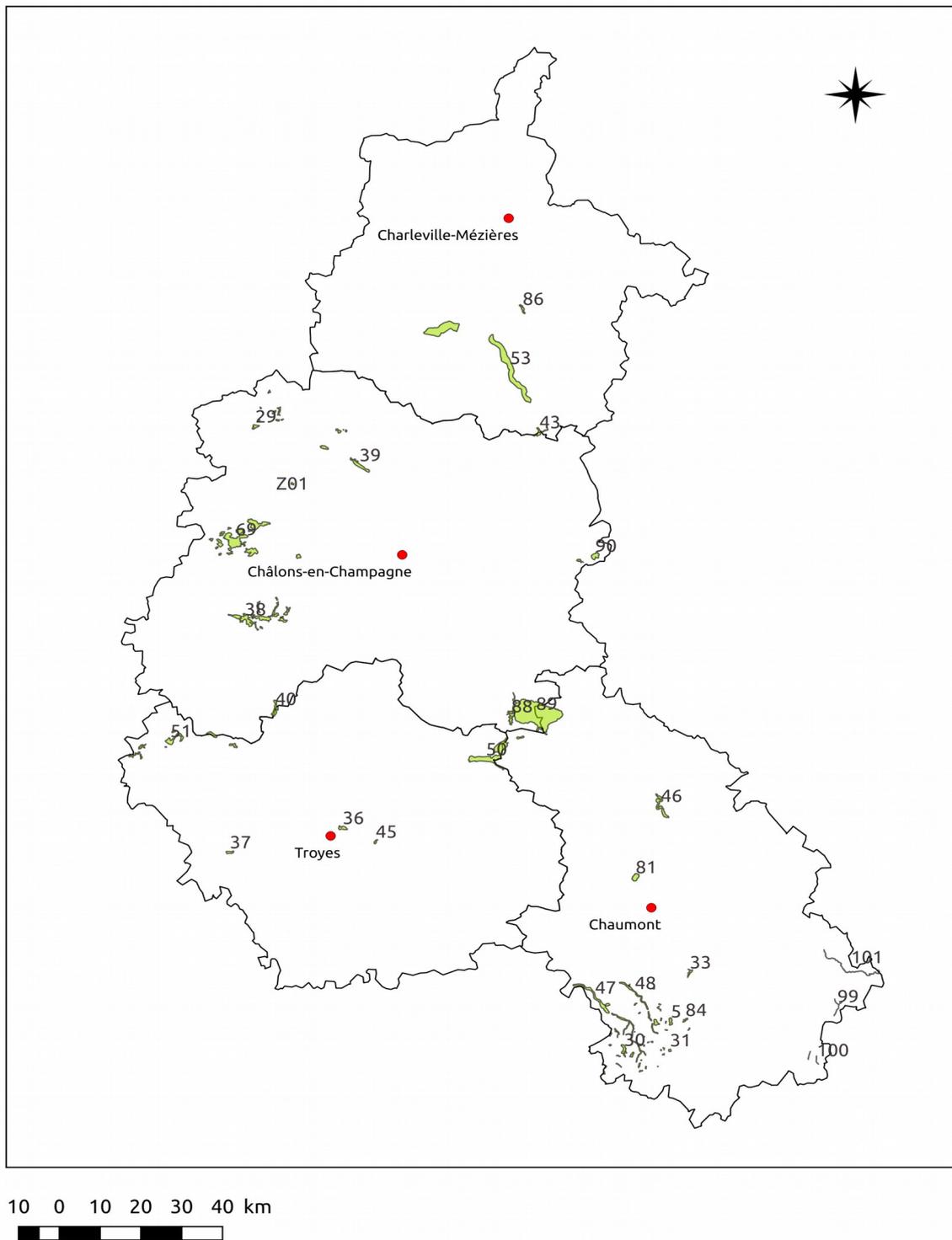


Figure 4 Cartographie des sites prospectés lors de l'étude. Le site n°32, « coincé » entre les sites n°s 30, 31, 5 et 84, n'apparaît sur la carte (sud-est de la Haute-Marne) ; de même pour le site n°87, jouxtant le site n°50 (frontière Aube/Haute-Marne).

3.2.1 Liste des sites

NN	D	NR	Nom du site	Surface T	Surface F	I	II
FR2100250	52	5	Pelouse des sources de la Suize à Courcelles-en-Montagne	111,00	7,06		
FR2100274	51	29	Marais et pelouses du tertiaire au nord de Reims	377,00	23,00		
FR2100275	52	30	Marais tourbeux du plateau de Langres (secteur Sud-Ouest)	399,00	71,87		
FR2100276	52	31	Marais tufeux du plateau de Langres (secteur Sud-Est)	137,00	33,66		
FR2100277	52	32	Marais tufeux du plateau de Langres (secteur Nord)	237,00	52,66		
FR2100278	52	33	Tufière de Rolampont	80,00	3,20		
FR2100281	10	36	Marais de Villechétif	131,00	65,12		
FR2100282	10	37	Marais de la Vanne a Villemaur	87,50	114,90		
FR2100283	51	38	Le Marais de Saint-Gond	1585,00	279,30		
FR2100284	51	39	Marais de la Vesle en amont de Reims	466,00	89,20		
FR2100285	10-51	40	Marais de la Superbe	276,00	22,40		
FR2100288	08-51	43	Prairies d'Autry	166,00	3,95		
FR2100290	10	45	Prairies de Courteranges	41,00	1,64		
FR2100291	52	46	Vallée du Rognon, de Doulaincourt à la confluence avec la Marne	486,00	0,00		
FR2100292	52	47	Vallée de l'Aube, d'Auberive à Dancevoir	1154,50	14,65		
FR2100293	52	48	Vallée de l'Aujon, de Chameroy a Arc-en-Barrois	467,00	11,40		
FR2100295	10-51	50	Prairies de la Voire et de l'Héronne	1088,00	282,88		
FR2100296	10-51	51	Prairies, Marais et bois alluviaux de la Bassée	841,00	23,93		
FR2100298	08	53	Prairies de la vallée de l'Aisne	4242,00	42,42		
FR2100314	51	69	Massif forestier d'Epernay et étangs associés	2847,00	0,00		
FR2100326	52	81	Bois de la Voivre à Marault	224,00	11,20		
FR2100329	52	84	Vallon de Senance à Courcelles-en-Montagne et Noidant-le-Rocheux	49,00	0,49		
FR2100331	08	86	Étangs de Bairon	105,00	0,00		
FR2100332	10-52	87	Étang de la Horre	725,00	1,00		
FR2100333	51	88	Étangs latéraux du Der	307,00	160,00		
FR2100334	51-52	89	Réservoir de la Marne dit du Der-Chantecoq	6135,00	0,40		
FR2100335	51	90	Étangs de Belval, d'Etoges et de la Grande Rouillie	280,00	87,37		
FR2100344	52	99	Ruisseaux de Vaux-la-Douce et des Bruyères	1505,00	0,11		
FR2100345	52	100	Ruisseaux de Pressigny et de la Ferme d'Aillaux	635,00	0,00		
FR2100620	52	101	L'Apance	23,00	0,00		
FR210009506	51	Z02	Etang de Montreuil à Sermiers	30,17	9,96		
FR210014790	51	Z01	Bois, marais et pelouses de la Halle aux Vaches...	81,83	8,18		
TOTAUX			32	25319	1421,95	23	9

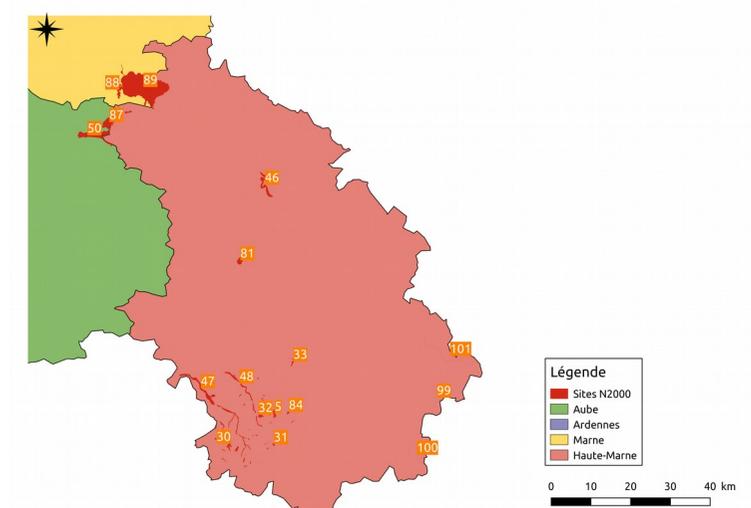
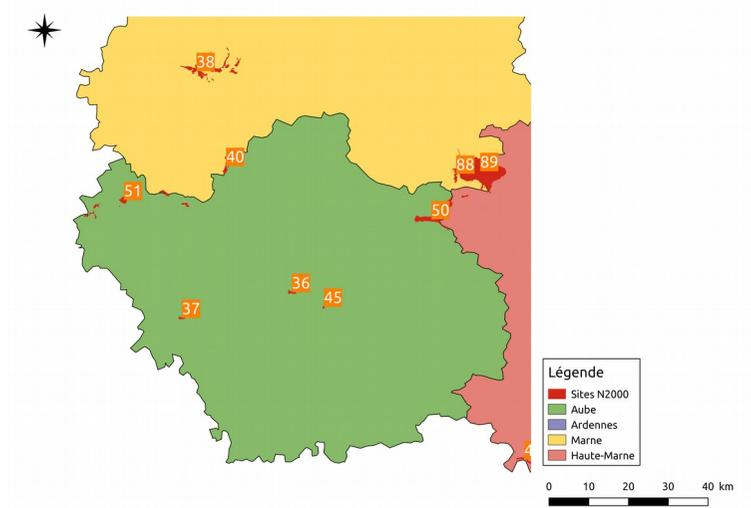
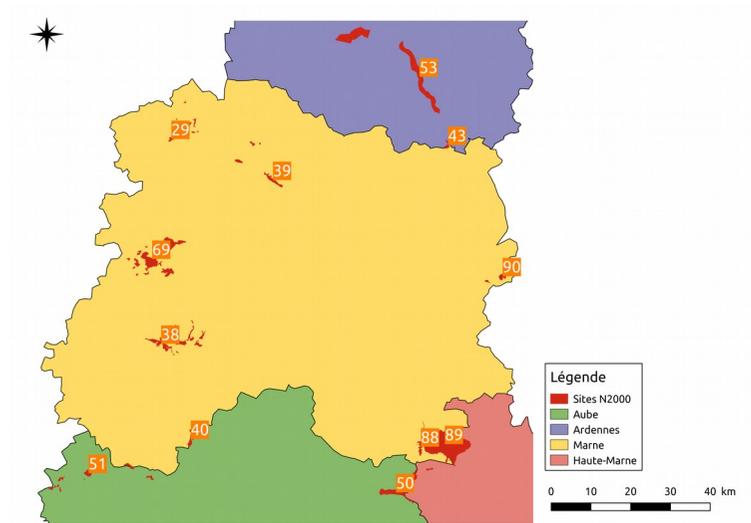
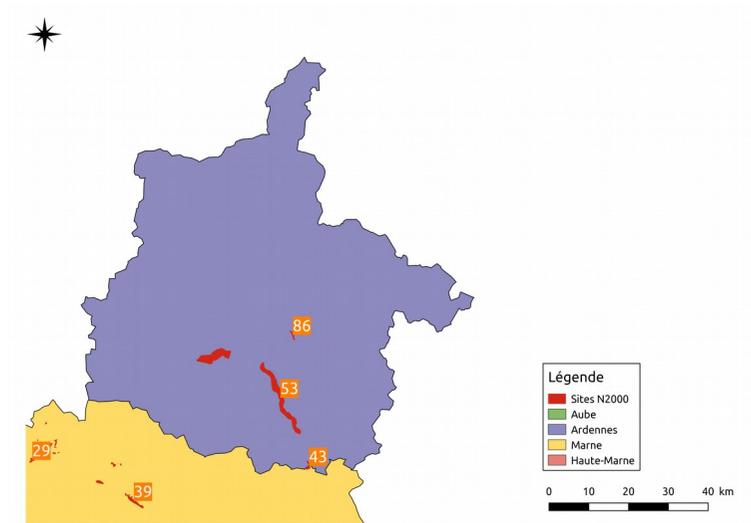
Tableau 1 Liste des sites de l'étude Légende : NN = numéro national ; D = département ; NR = numéro régional ; Surface T = surface totale ; surface F = surface favorable (cartographie des habitats favorables ; lorsque la valeur est 0, il n'y a pas de cartographie disponible ou actualisée) ; I = campagne de 2008 et 2010 ; II = campagne de 2017-2018

3.2.2 Répartition départementale (tableaux 2 et figures 5 à 8)

En cas de site interdépartemental, celui-ci se rattache au département de son préfet coordinateur, généralement celui du département abritant la majeure partie de sa superficie. Seule exception, le Marais de la Superbe (site 40), rattaché à l'Aube ; le lac du Der (site 89), divisé à part égale entre Marne et Haute-Marne, il est rattaché à la Marne.

Département	Nombre de sites
Ardennes (08)	3
Aube (10)	7
Marne (51)	9
Haute-Marne (52)	13
TOTAUX	32

Tableau 2 Répartition des sites selon le département



Figures 5 à 8 Répartition des sites par département. De gauche à droite et de haut en bas : Ardennes, Marne, Aube, Haute-Marne

4. Justification de l'importance du suivi des espèces

Apprécier l'état de conservation à l'échelle d'une région administrative est complexe et nécessite la mise en œuvre d'efforts conséquents. Cette présente étude fait suite à un précédent inventaire effectué par Hesnard en 2008 et 2010 (HESNARD 2008 et 2010). Cet auteur avait alors recherché la présence/absence des espèces et apprécié la densité de façon succincte.

L'ampleur de la tâche avait alors été conséquente, mais en vue d'une mise en perspective (temporelle et géographique) la plus objective possible, elle nécessitait une approche plus normalisée. Cette présente étude vise à répondre à cette approche et aux objectifs suivants :

- Définir l'état actuel des connaissances (biologie-écologie, connaissances locales...);
- présenter les résultats des prospections ;
- faire le lien entre les connaissances et le résultat des prospections ;
- évaluer l'état de conservation des populations et plus largement la responsabilité de la région pour ces espèces ;
- définir des sites à suivre ;
- définir des zones potentielles et en particulier en dehors des secteurs non-pourvus de statut de protection ;
- proposer des améliorations suivant les retours d'expérience sur le protocole mis en œuvre.

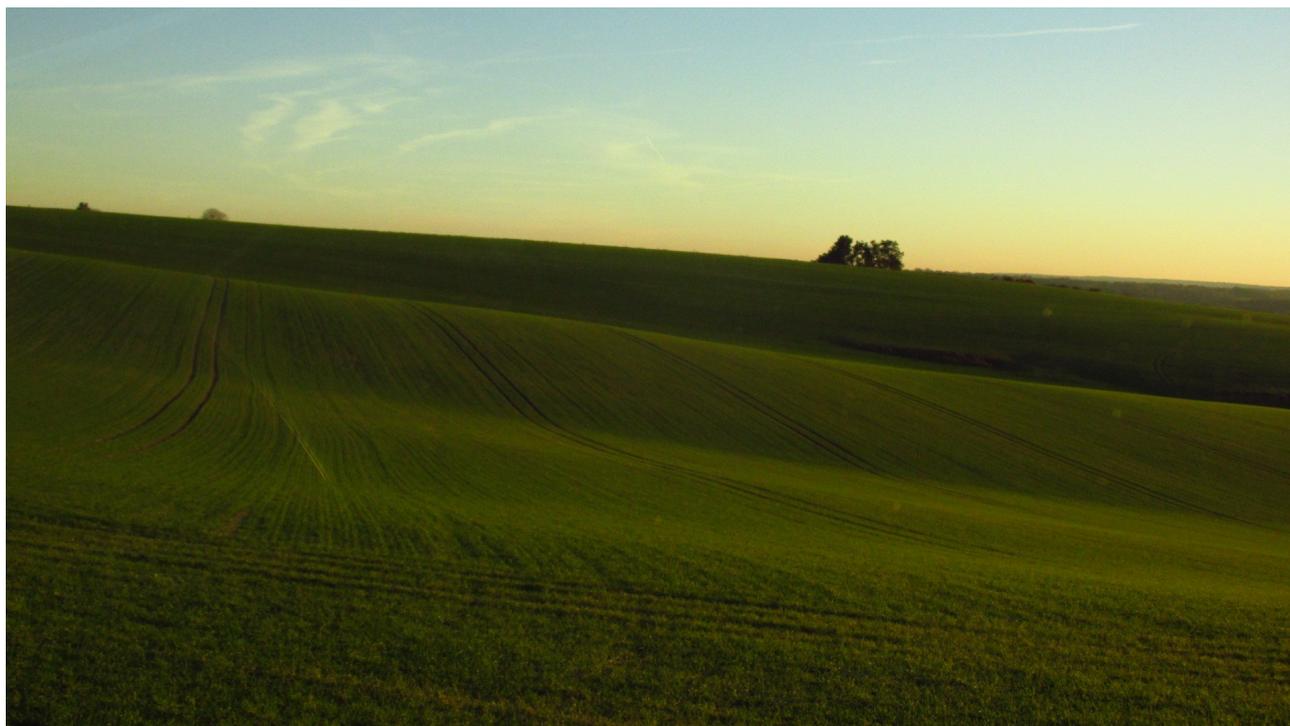


Figure 9 Paysage de la Champagne : champs à proximité de Colombey-les-Deux-Églises

B. Méthodologie de l'étude

1. Synthèse bibliographique

Les études suivantes ont été consultées, les plus récentes en premier.

1.1 La précédente campagne d'inventaire

Une première campagne d'inventaire s'est déroulée sur un certain nombre de sites de Champagne-Ardenne et Franche-Comté, en deux temps, en 2008 et 2010. Elle a été menée par Olivier Hesnard du CPIE des Collines normandes.

Ces études ont été notre référence pour la mise en œuvre de nos prospections. Les deux rapports sont disponibles en ligne (sur le site du SIDE : MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE sd), et font état de la présence des deux espèces ainsi que de quelques autres espèces patrimoniales sur le territoire.

1.2 Les DOCOB, FSD et fiches ZNIEFF

Les DOCOB, le FSD ou les fiches ZNIEFF mentionnant la présence de l'une des deux espèces ou des deux sont les suivants [entre crochets, une mention présente dans le tableau du FSD seulement, et non dans le texte du FSD] : ce pourraient donc être des secteurs sensibles (**tableau 3**) :

Numéro national	Numéro régional	Nom du site	Type de document	Espèces citées
FR2100250	5	Pelouse des sources de la Suize à Courcelles-en-Montagne	FSD	ANG MOU
FR2100275	30	Marais tourbeux du plateau de Langres (secteur Sud-Ouest)	FSD	ANG MOU
FR2100276	31	Marais tufeux du plateau de Langres (secteur Sud-Est)	FSD	[ANG] MOU
FR2100277	32	Marais tufeux du plateau de Langres (secteur Nord)	FSD	[ANG] MOU
FR2100288	43	Prairies d'Autry	DOCOB	MOU
FR2100292	47	Vallée de l'Aube, d'Auberive à Dancevoir	FSD	[ANG] MOU
FR2100293	48	Vallée de l'Aujon, de Chameroy a Arc-en-Barrois	DOCOB	MOU
FR2100326	81	Bois de la Voivre à Marault	FSD	[ANG]
FR2100399	84	Vallon de Senance à Courcelles-en-Montagne et Noidant-le-Rocheux	FSD	ANG MOU
FR2100333	88	Étangs latéraux du Der	DOCOB	[MOU]

Tableau 3 Sites dont les documents de gestion font références aux espèces

1.3 Bibliographie historique

Nous avons également parcouru et analysé les documents qui ont évoqué la malacofaune dans des études plus anciennes.

1.3.1 Ouvrages parcourus

- ANONYME 1988 : « Relevés du 23 mai 1987: entomologie, malacologie, botanique entre Grauves et Cuis ; Relevés du 21 mars 1987 dans les Ardennes: malacologie ; Relevés du 21 juin 1987 : malacologie dans le Laonnois », in *Bull. Soc. Ét. Sci. nat. Reims*, 2: 61-65.
- AUBRIOT, XXX 1846 : « Catalogue des Mollusques vivants du département de la Marne, dressé par les notes de M. Arnould », in *Séances et Trav. Acad. Reims*, 5 : 186.
- CARDOT, H. 1906: « Mollusca », in Mailfait, G. 1905 : « Excursion du 2 juillet 1905 à Pouru-Saint-Remy et à la frontière belge », in *Bull. Soc. Hist. nat. Ardennes*, 12 : 76-79.
- CARDOT, H. 1910 : « Mollusca », in Harlay, V., « Excursion du 11 octobre 1908 dans la forêt de Froidmont », in *Bull. Soc. Hist. nat. Ardennes*, 15 [1908] : 85-90.
- CARDOT, H., 1911 : « Faune malacologique du département des Ardennes », in *Bull. Soc. Hist. nat. Ardennes*, 16-2 : 49-104.
- CARDOT, H. 1926 : « Petites contributions à la Faune malacologique du Nord de la France », in *Bull. bi-mens. Soc.linn. Lyon*, 5-17 : 135-136.
- DROUËT, H., 1852 : « Mollusques du canton des Riceys (Aube) », in Guénin, A. & Ray A. 1851-1852 : « Statistique du Canton des Riceys », in *Mém. Soc. acad. Aube*, (2) 3 [= 16] [1851/1852] (2): 531-52.
- DROUËT, H., 1855 — Répartition géologique des Mollusques vivants dans le Département de l'Aube. *Mém. Soc. acad. Agric. Sci. Arts Belles-Lett. Aube*, 19: 219-253, 1 carte.
- FÉNAUX, A., 1914 — Sur quelques gastéropodes nouveaux pour le département de la Marne et l'Est de la France. [Avec une note supplémentaire de J. Laurent, pp. 17-18.], in *Bull. Soc. Sci. nat. Reims*, 22: 15-17.
- Guérin, H., Worms, C., Menu, H. & Stévanovitch, C. 1989 : « Compte-rendu de la sortie à Damery du 25-10-87 », *Bull. Soc. Hist. nat. Reims*, 3 : 47-50.
- MOUTHON, J. 1980 : « Structure malacologique de la rivière Aube », in *Ann. Limnol.*, 15-3 : 299-315.
- RAY, J. & DROUËT, H. 1851 : *Catalogue des Mollusques vivants de la Champagne méridionale*, Paris, Baillière.
- ROBERT, E. 1932 : « Catalogue de la Collection Robert. I. Coquilles vivantes, terrestres et fluviatiles des environs de Reims », in *Bull. Soc. Ét. Sci. nat. Reims* (N. S.) 10 : 37-41.
- ROBERT, E. 1933 : « Catalogue de la Collection Robert. II. Coquilles vivantes, terrestres et fluviatiles des environs de Reims (Supplément) », in *Bull. Soc. Ét. Sci. nat. Reims*, (N. S.) 11 : 25-26.
- STÉVANOVIČH, C. 1985 : « Mollusques trouvés au cours de la sortie [lac et vallée de l'Ailette (Aisne) du 9 juin 1985], », in *Bull. Soc. Hist. nat. Ardennes*, 75 : 7-8.
- STÉVANOVIČH, C. 1988 : « La distribution des Mollusques terrestres dans les environs de Reims », in *Bull. Soc. Ét. Sci. nat. Reims*, 2 : 21-28.
- STÉVANOVIČH, C. & MENU, H. 1988 : « Observations malacologiques et entomologiques au Vivier de Chenay », in *Bull. Soc. Ét. Sci. nat. Reims*, 2 : 29-36.
- STÉVANOVIČH, C. 1989 : « Relevés malacologiques en Argonne, sortie du 21-9-87 », in *Bull. Soc. Hist. nat. Reims*, 3 : 57-58.

- WORMS, C., MENU, H. & STÉVANOVITCH, C. 1989 : « Observations au Vivier de Chenay (Compléments) », in *Bull. Soc. Ét. Sci. nat. Reims*, 3 : 37-43.
- WORMS, C., STÉVANOVITCH, C. & MENU, H. 1990 : « Contribution à l'inventaire biologique de la montagne de Reims », in *Bull. Soc. Hist. nat. Reims*, 4 : 47-58.

Nous n'avons pas trouvé les références suivantes, ni à la Bibliothèque du Muséum National d'Histoire Naturelle, pas plus que Gallica ou sur les services privés similaires, ni même sur internet, qui pourraient être intéressantes :

- CHATFIELD, J. E. & STÉVANOVITCH, C. 1986 : « Collecting Molluscs around Reims, France », in *Conch. Newsl.*, 97: 351-357.
- CHATFIELD, J. E. & STÉVANOVITCH, C. 1994 : Collecting Molluscs around Valenciennes, northern France, in *Conch. Newsl.*, 131: 406-416.

1.3.2 Résultats

Sauf erreur, voici les mentions dans toutes ces pages :

Pour *Vertigo angustior*

- STÉVANOVITCH & MENU 1988 : en qualité de fossile dans la tourbe subfossile du Vivier de Chenay ; **ce secteur est intégré à l'étude (site 29) ;**
- RAY & DROUET 1851 : cité comme trouvé dans les environs de Troyes dans les alluvions de Villechétif ; **ce secteur est donc intégré à l'étude (site 36) ;**

Pour *Vertigo moulinsiana*

- STÉVANOVITCH 1988, cité dans les environs de Reims, sans précision ; **ce secteur est introuvable, mais pourrait bien être intégré dans l'étude (site 29) ;**
- STÉVANOVITCH & MENU 1988, cité comme fossile dans les tourbes subfossiles du Vivier de Chenay ; **ce secteur est intégré à l'étude (site 29) ;**
- WORMS, MENU & STÉVANOVITCH 1989 attestent de la présence de l'espèce vivante au même endroit ; **ce secteur est intégré à l'étude (site 29) ;**
- WORMS, MENU & STÉVANOVITCH 1990 le signalent à la Montagne de Reims : étang de Montreuil, commune de Sermiers ; **ce secteur est intégré à l'étude (site Z02) ;**

A noter que certains travaux sur les assemblages fossiles quaternaires, en particulier ceux, célèbres et fondateurs, de PUISSÉGUR (1976), ont été réalisés à proximité de la zone.

Enfin il existe une excellente monographie sur la végétation du plateau de Langres de Jean-Marie Royer et Bernard Didier d'une qualité irréprochable ; c'est un document indispensable (ROYER & DIDIER 1996).

2. Choix des secteurs d'étude

Sur l'ensemble des sites sur lesquels porte la mission (30 ZSC et 2 ZNIEFF), il a fallu orienter nos prospections.

Pour ce faire, en accord avec la DREAL, nous avons décidé de porter notre attention sur les seuls habitats Natura 2000 indiqués comme favorables aux deux espèces (cf. *supra*, point A.2 ; cf. BENSETTITI & GAUDILLAT 2002), auxquels nous avons ajouté la prospection plus aléatoire des roselières et habitats affines.

Nous avons ainsi pu appliquer notre grille de relevés sur des espaces connus d'avance. Au total, ce sont plus de 1500 ha que nous aurions pu parcourir, mais nous avons à chaque fois cherché à rationaliser déplacements et temps de prospections.

Étant donné le cadre de la directive Habitat dans lequel se déroule l'étude, ce sont les habitats Natura 2000 qui servent de référence à notre protocole : nous nous sommes appuyés sur les habitats Natura 2000 décrits comme habitats concernés par les espèces dans les fiches espèces des *Cahiers d'habitats* (BENSETTITI & GAUDILLAT 2002), à savoir (**tableau 4**) :

Code Natura 2000 - Désignation	Code Corine Biotopes
2190 - Dépressions humides intradunales	16.35
6410 - Prairies à <i>Molinia</i> sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux (<i>Molinion caeruleae</i>)	37.31
6420 - Prairies humides méditerranéennes à grandes herbes du <i>Molinio-Holoschoenion</i>	37.4
7210* - Marais calcaires à <i>Cladium mariscus</i> et espèces du <i>Caricion davalliana</i> [habitat prioritaire]	53.3
7230 - Tourbières basses alcalines	54.2

Tableau 4 Habitats (et leurs codes) dits Natura 2000 favorables aux deux espèces visées par l'étude

Les habitats 2190 et 6420 ne sont pas présents sur l'aire d'étude. Aux trois habitats restants nous avons associés les Communautés à grandes Laïches (« Magnocaricion » : 53.3) (habitat hors Natura 2000) et, le cas échéant, également les habitats de roselières à *Phragmites australis* ou *Phalaris arundinacea* (habitats hors Natura 2000, Corine Biotopes 53.11 à 53.17), notamment lorsque ceux-ci étaient liés à la dynamique sérielle d'anciens marais, parvo- ou magnocariçaies. On sait en effet que ceux-ci sont particulièrement favorables aux escargots millimétriques hygrophiles.

Ces habitats n'ont toutefois pas été systématiquement explorés du fait des superficies importantes qu'ils représentent, notamment autour des systèmes d'étangs, i.e. en particulier sur les sites n°69, 87, 88, 89, 90 (numéros régionaux), où leur prospection aurait nécessité des dizaines de jours supplémentaires de terrain.

Dans la majeure partie des cas, nous nous sommes fondés sur les cartographies d'habitats des sites. Toutefois certaines d'entre elles étaient absentes ou erronées, ou bien la dynamique de végétation les rendait obsolètes. Nous détaillons ces cas dans les fiches de sites.

De fait, nous nous sommes basés sur les cartographies des sites Natura 2000, lorsqu'elles existaient ou étaient à jour (**figure 10**). Dans les autres cas, l'analyse des photographies aériennes et la visite directe nous ont permis de réaliser nos inventaires.

Rappel. Le **tableau 1** présente le détail des surfaces des différents habitats concernés par site Natura 2000 ; les cartographies des points d'échantillonnage, des secteurs et des habitats au sein des ZSC et des ZNIEFF sont rassemblées dans le second volume de cette étude, le rapport « sites ».

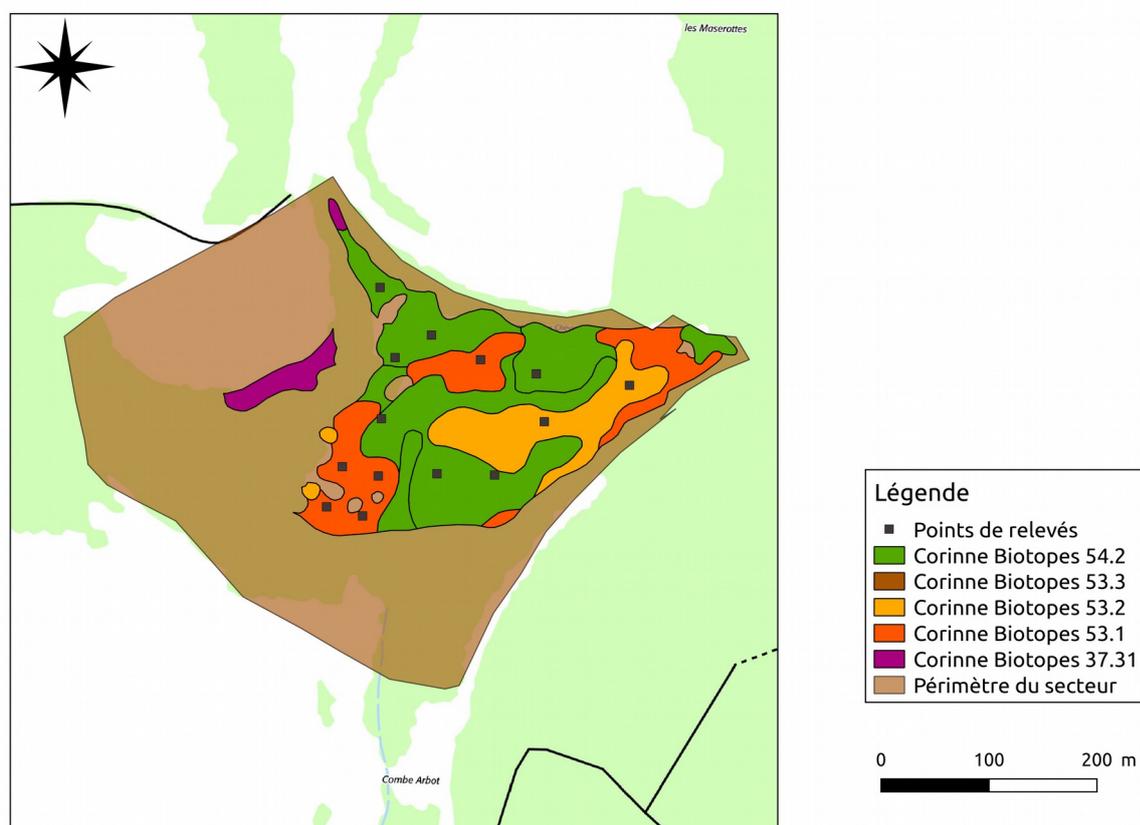


Figure 10 Exemple de cartographie des habitats favorables

3. Protocole de recherche des espèces

Les méthodes de recherche mises en œuvre ont visé à détecter voire dénombrer les individus de *Vertigo moulinsiana* et de *Vertigo angustior*. Les traits de vie et le comportement de ces deux espèces étant différents, les deux techniques employées permettent une optimisation du temps dédié à la recherche des escargots concernés et à la période concernée.

3.1 Battage de la végétation

Le battage de la végétation concerne tout particulièrement *Vertigo moulinsiana*. En effet, il est très souvent situé sur la végétation et en particulier à la fin de l'été et à l'automne (KILLEEN 2003). Aussi, le battage de cette végétation au-dessus d'un bac permet de trouver les individus plus facilement.

Un des objectifs de cette étude vise à évaluer l'état de conservation des populations. Aussi, ce battage de la végétation a été adapté afin de permettre un dénombrement par l'obtention d'une densité. Ainsi, les plantes contenues dans un carré de 25 * 25 cm sont battues à l'aide d'un bac large de 25 cm et disposant de barres métalliques dépassant de cette même longueur (**figures 11 et 12**).

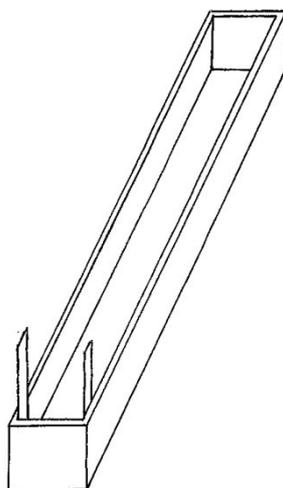


Figure 11 Bac de battage de la végétation (quadrat de 25 X 25 cm)

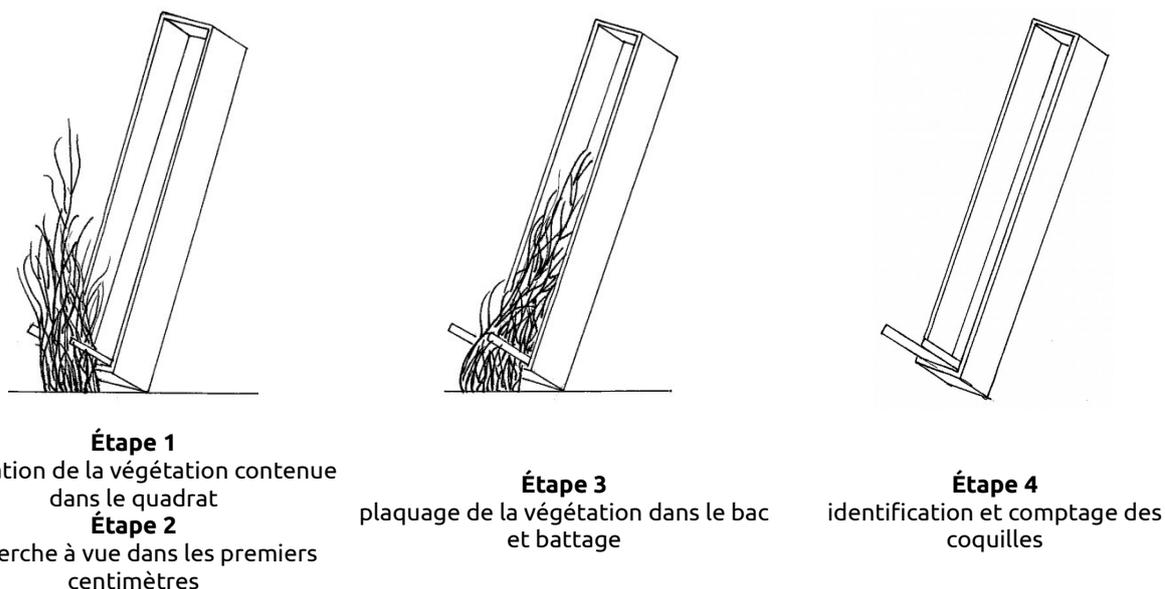


Figure 12 Mise en situation du bac de battage

Les individus ainsi récoltés sont identifiés, comptés et aussitôt relâchés sur place. L'opération est reconduite quatre fois sur les points d'échantillonnage sur des emplacements différents et aux abords directs les uns des autres.

3.2 Prélèvement de litière

Le prélèvement de litière vise en particulier à trouver les *Vertigo angustior* qui se trouvent quasi exclusivement au niveau du sol et sur la végétation en cours de décomposition. Toutefois, il lui arrive de monter temporairement sur les plantes dressées afin de fuir les épisodes de hautes eaux. Aussi, pour augmenter les chances de trouver cette espèce, un examen minutieux de la litière est préconisé.

La technique mise en œuvre a consisté à prendre une poignée de litière (végétaux en cours de décomposition et épaisseur superficielle de l'horizon humifère) correspondant à une surface d'environ 10 cm² et à l'examiner visuellement pendant environ 1 minute. L'opération est répétée jusqu'à la découverte de *Vertigo angustior* et au maximum 5 fois. Cette technique mise en œuvre par HESNARD (2008 et 2010) présente l'intérêt d'être optimale. Les escargots ainsi collectés ont été identifiés à l'aide d'une loupe, comptés et relâchés sur place.

L'utilisation des techniques du battage de la végétation et de l'échantillonnage de la litière par examen visuel concernent principalement et respectivement *Vertigo moulinsiana* et *Vertigo angustior*. Cependant, chacune de ces méthodes ne sont pas exclusives à l'une ou l'autre des espèces. En effet, des *Vertigo angustior* ont été détectés par le battage de la végétation et dans ce cas, aucun examen de la litière n'a été effectué. De même, *Vertigo moulinsiana* a pu être trouvé par examen de la litière sans que le battage n'ait permis la découverte de l'espèce.

4. Aspects biocénotiques

En s'appuyant d'une part sur les travaux de la biocénologie des années 50 à 70, d'autre part sur les recherches sur les assemblages réalisées notamment par LOŽEK (1964), ANT (1969), JUNGBLUTH (1975, 1978) ou PUISSÉGUR (1976), récemment remises au goût du jour par JUŘIČKOVÁ *et al.* (2014a et 2014b, tous deux d'ailleurs en collaboration avec Vojen Ložek), Benoît Vincent travaille à une réhabilitation des notions de *cénoses* en particulier chez les gastéropodes terrestres continentaux (VINCENT à paraître 1). Il n'est pas question ici de détailler ces recherches en cours, qui ne sont pas abouties, mais nous pouvons préciser que ces aspects ont été notés lors du battage, en particulier deux éléments :

- les habitats, déterminés par le biais d'un rapide relevé phytosociologique, ont été déduits la plupart du temps ; néanmoins nous ne pouvons tenir la détermination de ces habitats (décrits au niveau de l'alliance) pour parfaite, étant données deux limites certaines : le temps (et la surface) dédié à cet inventaire phytosociologique d'une part, et la saison trop avancée des prospections qui a pu défigurer les compositions floristiques des habitats ; il faut donc considérer les habitats comme une indication d'habitats. Nous nous sommes néanmoins fondés sur les cartographies des habitats (lorsqu'elles existaient) pour nous orienter, ou bien encore sur la bibliographie phytosociologique locale.
- les espèces compagnes qui ont été battues en même temps que les vertigos ont toutes été déterminées et notées (lorsque c'était possible) et reportées dans le tableau des données.

L'idée est ainsi de transférer les acquis de la phytosociologie à la zoologie, comme avaient pu l'imaginer QUÉZEL & VERDIER (1951), ou dans l'esprit du colloque de Paris de 1950 (CNRS 1950) : à ce titre les communications de GAUSSEN, de GISIN, de GRASSÉ OU DE KÜHNELT nous apparaissent décisives (voir aussi GISIN 1947). Une approche synthétique chez MÖRZER-BRUIJNS 1952 ou RIOUX 1958 s'avèrent également une excellente porte d'entrée théorique et méthodologique. Après des travaux historiques notamment sur les communautés des animaux des littoraux, de nouvelles tentatives sont actuellement développées sur des communautés synusiales, comme les orthoptères, les hémiptères, les carabidés, les oiseaux, les cétacés, etc.

Dans notre approche (VINCENT à paraître 1), la **synusie** est entendue comme un ensemble connexe ou fragmenté spatialement d'organismes suffisamment proches par leur espace vital, leur comportement écologique (sensibilité/tolérance aux contraintes et dissymétries du milieu, mode d'exploitation des ressources) et leur périodicité pour partager à un moment donné un même milieu isotrope. Les synusies s'assemblent en **biocénoses** ou ensembles intégrés de toutes les synusies fortement interdépendantes de producteurs, de consommateurs et de décomposeurs partageant pendant une période donnée un même **biotope**.

Nous nous fondons ici (comme du reste en phytosociologie) sur la distinction de différents **types biologiques** (au sens de RAUNKIAER 1905, 1937) : les espèces aquatiques des espèces terrestres ; les espèces pulmonées des espèces branchiées ; les espèces millimétriques des espèces centimétriques ; les espèces herbivores des espèces carnivores ou omnivores ; ceci nous permet non seulement de catégoriser les traits de vie, mais aussi de mieux comprendre les relations intercommunautaires ; on comprend aisément qu'un carnivore n'a pas du tout la même écologie qu'un herbivore, mais on peut également le déduire d'une espèce millimétrique au regard d'une espèce centimétrique (ne serait-ce que par rapport aux phénomènes physiques de pesanteur, de

capillarité et de tension superficielle). Ainsi, dans la logique héritée de Raunkiaer, le type biologique est un outil efficient, éprouvé notamment par la phytosociologie synusiale.

Pour chacun de ces types définis au préalable, nous procédons à des relevés (quelle que soit la méthodologie) afin d'établir des tableaux similaires à ceux de la phytosociologie. Là encore nous ne jugeons pas utile de nous appesantir dans ce rapport sur la méthodologie, car il existe plusieurs écoles ; l'important est d'élaborer un tableau synécologique, dont les lignes énumèrent les espèces (regroupées par types biologiques) et les colonnes les indices d'abondance (en réalité, il apparaît souvent que seule compte la présence, JULVE, comm. Pers.), afin de mettre en évidence, par regroupements des présences (opération de déplacement des colonnes et des lignes appelée « diagonalisation »), des groupes cénologiques. On peut ainsi comparer les tableaux entre eux et façonner alors des tableaux synthétiques, utiles à la typologisation du **synsystème** (c'est-à-dire à la définition des **syntaxons**).

Ce travail est mené sur les inventaires de battage de la végétation ; le même exercice peut être mené sur les prélèvements de litière, mais avec beaucoup plus de « bruit », puisqu'on y trouve des coquilles mortes voire fossiles ou subfossiles ; de plus il est fort probable qu'on ait, dans la litière, des espèces qui lui sont strictement inféodées, et qu'il s'agisse, de fait, d'une synusie différente.

5. Variables environnementales

5.1 A l'échelle locale

Les variables locales relevées lors des prospections sont au nombre de quatre : l'humidité ; l'ombrage ; la hauteur de végétation ; la hauteur de la litière.

5.1.2 Humidité et ombrage

Un indice est affecté au degré d'humidité. Ce coefficient est inspiré de celui exposé par KILLEEN & MOORKENS 2003. De la même manière un indice d'ombrage est noté. Leur détail est présenté dans le **tableau 5** ci-dessous.

Classes	Humidité	Ombrage
1	sec	ombre nulle
2	moite	valeur intermédiaire
3	humide	mi-ombre
4	très humide	valeur intermédiaire
5	site sous l'eau	ombre totale

Tableau 5 Description des indices d'humidité et d'ombrage

5.1.3 Hauteur de végétation et hauteur de litière

Sont également mesurées les hauteurs respectives de végétation et de litière, en centimètres.

5.2 A l'échelle géographique

Les variables qualifiées de géographiques relèvent d'une échelle vaste par opposition aux relevés effectués pour définir l'habitat à l'échelle locale (taille de l'échantillon de 25 * 25 cm).

Ces variables répondent à plusieurs hypothèses basées sur les traits de vie des espèces (**tableau 7**). Elles concernent le climat, la pédologie, l'occupation du sol, l'hydrologie et la géologie.

Les données climatiques (issues de *Worldclim*, FICK & HIJMANS, 2017) couvrent la période de 1970 à 2000. Elles sont structurées en pixels de taille de 30 secondes. La résolution des pixels a été modifiée afin de couvrir des carrés de 1 km de côté.

Les données pédologiques sont issues de *Soilgrids.org* (HENGL *et al.*, 2014). Elles ont été initialement obtenues par de très nombreuses analyses de sols à l'échelle du globe et une extrapolation généralisée. Les pixels sont de taille de 1 km de côté.

Les valeurs ALEAN des remontées de nappe sont issues de la cartographie départementale de la sensibilité aux remontées de nappes dans le domaine sédimentaire réalisée par le BRGM entre 2003 et 2006. On appelle zone «sensible aux remontées de nappes» un secteur dont les caractéristiques d'épaisseur de la Zone Non Saturée, et de l'amplitude du battement de la nappe

superficielle, sont telles qu'elles peuvent déterminer une émergence de la nappe au niveau du sol, ou une inondation des sous-sols à quelques mètres sous la surface du sol.

Une valeur ALEAN est attribuée à chaque pixel représentant un carré de 250 m de côté sur le terrain, selon une échelle de 1 à 6 exprimant une sensibilité décroissante aux remontées de nappes (cf. **tableau 6**).

Valeur ALEAN	Critère
1	Sensibilité très élevée, nappe affleurante
2	Sensibilité forte
3	Sensibilité moyenne
4	Sensibilité faible
5	Sensibilité très faible
6	Sensibilité très faible à inexistante

Tableau 6 Description des critères de la valeur ALEAN

Les données géologiques sont issues des cartes à l'échelle 1/ 50 000 du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM). A partir des descriptions figurant dans les notices des cartes, une lithologie dominante (argiles/ calcaires/ gaize/ limons/ marnes/ sables/ tourbes) a été retenue quand c'était possible pour chaque formation géologique cartographiée aux divers points prospectés ; dans certains cas (alluvions/ colluvions), la lithologie était la plupart du temps trop imprécise. Ces données ont alors été évincées.

Les valeurs des variables concernant le climat, la pédologie et l'hydrogéologie ont été retenues pour tout carré de 1 km de côté prospecté. Si un vertigo d'une des deux espèces concernées a été observé, cette observation valide la présence sur le pixel (de 1 km * 1 km) concerné. A l'inverse, si aucune observation n'est à déplorer sur un pixel, la valeur associée concernant les escargots est de 0.

Catégories des variables	N°	Hypothèses	Variables	Origine de la variable	Unités
Climatiques	1	La recharge de nappe doit être nécessaire	Somme des précipitations de novembre à mars	www.worldclim.org version 2 (FICK & HIJMANS, 2017)	mm
	2	La première reproduction de la sortie de l'hiver (effectifs d'adultes les plus bas) est conditionnée par une humidité pas trop importante (risque de litière sous l'eau)	Précipitations d'avril et de mai		mm
	3	Le succès de la première reproduction de la sortie de l'hiver (effectifs d'adultes les plus bas) est conditionné par la température et l'humidité	Températures minimales d'avril et de mai, Températures maximales d'avril et de mai, Précipitations d'avril et de mai		°C et mm
	4	La dessication (de l'animal et/ou de l'habitat) conditionne la survie des individus	Température maximale d'août, Précipitations d'août, somme des précipitations de novembre à mars		°C et mm
Pédologiques	5	Le ph plus élevé (sol alcalin) favorise les vertigos	Ph (eau)	Soilgrids.org (HENGL <i>et al.</i> , 2014)	-
	6	Les capacités de rétention en eau conditionnent la présence des vertigos	Teneur des 10 premiers centimètres en carbone organique, en sable, en limons et argiles Teneur		En g par kg de sol
Hydrogéologiques	7	Plus l'eau affleure la surface du sol, plus il de probabilité de présence des vertigos	Valeur ALEAN (remontée de nappe)	Cartographie départementale de la sensibilité aux remontées de nappes dans le domaine sédimentaire, BRGM	-
Occupation du sol	8	Les escargots sont davantage présents dans un milieu au caractère plus naturel	Occupation du sol	Corine Land Cover 2012	-
Géologiques	9	La nature géologique impacte la présence des vertigos	Nature de la roche	Carte géologique de la France à l'échelle 1/50 000, BRGM	-

Tableau 7 Hypothèses de variables régissant la présence de *Vertigo moulinsiana* et *V. angustior* à l'échelle géographique

6. Estimation statistique de la répartition et de la taille des populations

6.1. Pression d'échantillonnage, estimation des effectifs et évolution des populations

L'évaluation des évolutions de populations d'espèces n'est pas chose aisée, qui plus est pour des invertébrés discrets. Le dénombrement est un exercice périlleux qui consiste à obtenir une densité moyenne et à la multiplier par la surface concernée. Tant l'une ou l'autre de ces étapes est imprécise. La détermination d'une densité exacte pour un point repose sur la connaissance du nombre d'individus présents sur la végétation et au niveau de la litière. Cette précision nécessite une investigation fastidieuse. Et une évaluation des variations de densités sur un même habitat doit se faire par une pression d'échantillonnage très importante. En outre, la délimitation exacte de l'habitat occupé est rendue plus difficile encore du fait de la présence d'écotones plus ou moins favorables et de l'absence de limites nettes de l'habitat concerné. Aussi les campagnes les plus fines qui soient (sans faire "exploser" le temps de prospection) fournissent-elles une fourchette large ne permettant pas une comparaison temporelle pour un site donné.

C'est pourquoi il a été proposé d'appréhender empiriquement ces aspects. L'approche repose donc sur un point d'échantillon tous les 250 m² potentiellement favorables. La densité des espèces a été évaluée sur chacun des points par individus par m² de végétation pour le *Vertigo* de Desmoulins et par unité d'effort d'échantillonnage pour le *Vertigo* étroit. Le point d'échantillonnage est réputé représentatif de la surface concernée. La surface favorable est par ailleurs délimitée au mieux. Ainsi, l'évaluation des tendances des populations repose sur trois aspects : la densité d'individus (par m² et pour la végétation dressée ou unité d'effort d'échantillonnage), le nombre de points d'échantillonnage avec ou sans individus pour une station concernée, et la surface d'habitats favorables.

L'évaluation de l'état de conservation des populations d'espèces peut se faire de façon temporelle (objet à terme de la reproduction de cette étude), mais aussi, de façon moins précise toutefois, en évaluant la rareté de l'espèce dans des habitats jugés favorables et la connectivité de ceux-ci. La connectivité a été jugée en fonction de l'hydrochorie (dissémination par l'eau) en temps normal, mais aussi en cas de crue.

C'est donc par cette double approche (rareté de l'espèce par l'occurrence dans les habitats d'un site et connectivité de ceux-ci) que l'évaluation repose. Ainsi, pour les deux espèces de vertigos, quand elles ont été notées sur plus de 50% des points de prélèvements d'un même site, alors, l'état de conservation de la population a été considéré comme étant excellent. Entre 25 et 50%, il a été considéré comme bon, et en dessous de 25% comme mauvais. Cette approche est étayée par les données locales existantes dans la bibliographie (HESNARD 2008 et 2010) et personnelle (VRIGNAUD in LE BLOCH 2015). Dans tous les cas, les risques potentiels (drainage, pâturage, fauche, aménagements hydrauliques...) ont été appréciés si la population se porte bien. A l'inverse, si la population est constatée absente, les causes de cette absence sont proposées, évaluées et hiérarchisées à l'échelle locale.

Paramètre	Critères	Indicateurs	Méthode adoptée (voir texte)	Échelle	Seuils
État de conservation de la population	Définir l'état de conservation des populations des vertigos	Occurrence de l'espèce sur l'habitat	Battage de la végétation (<i>V. moulinsiana</i>) ou recherche à vue dans la litière (<i>V. angustior</i>)	Espaces avec des habitats concernés	Présence sur - plus de 50% des points de prélèvements = excellent état - sur 25 à 50% = bon état - sur moins de 25% = mauvais état Avec intégration des variations temporelles et identification des menaces potentielles et avérées
	Connectivité	Possibilité de continuité écologique entre les populations et les habitats d'espèces	Cartographie des habitats d'espèces occupés et potentiels et intégration des connexions hydrauliques possibles	Site	Continu, fractionné (fonctionnement métapopulationnel), isolé suivant les scénarios de crue

Tableau 8 Evaluation de l'état de conservation d'une population donnée *Vertigo moulinsiana* et *V. angustior*

L'état de conservation de l'habitat d'espèce peut être évalué à différentes échelles : le point d'échantillonnage, l'habitat lui-même et enfin le site. Les procédés mis en œuvre pour cette évaluation sont variables suivant l'échelle (**tableau 9**).

Paramètres	Critères	Indicateurs	Méthode choisie	Echelle	Seuils
Etat de conservation de l'habitat	Etat de conservation, estimation surfacique	Inventaire et surface représentée par l'habitat d'espèce	Calcul de la surface à partir de la cartographie d'habitat	Site	Diminution / augmentation. Stabilité en fonction d'une valeur de référence à suivre pour chaque site
	Fractionnement de l'habitat d'espèce	Fractionnement des habitats d'espèce et des noyaux de populations	Nombre de noyaux de population par rapport au nombre d'habitats d'espèce potentiels	Site	Forte fragmentation si plus de 50% des habitats potentiels n'abritent pas l'espèce
Hydromorphie du sol	Constance et taux d'humidité du sol	Constance de la nappe d'eau	Origine (source, retenue, dépression, zone inondable), mesure de l'humidité du sol + éventuellement indice d'Ellenberg (en lien avec les relevés phytosociologiques)	Habitat	Valeur de référence à suivre pour chacun des sites
Structure de la végétation herbacée	Présence d'une végétation herbacée haute (1 m)	Hauteur de la végétation herbacée (hauteur totale et compacte)	Relevés phytosociologiques	Points de prélèvements + habitat	La hauteur de la strate herbacée est une des conditions nécessaires à l'espèce.
Litière	Présence d'une végétation herbacée morte au sol ou sur pied	Présence-absence (et hauteur de la litière)		Points de prélèvements + habitat	Maintien d'une structure haute même après la mort des herbacées
Altérations	Atteintes « effectives » et « supposées »	Atteintes difficilement quantifiables en surface	Modification du fonctionnement hydraulique du site : drainage, creusement de fossés, reprofilage de cours d'eau, exploitation de la tourbe, populiculture	Site	Atteinte de l'habitat d'espèce compromettant la survie de la population à court terme
			Mise à sec d'étang	Site	Incidence évaluée au cas par cas, pratique incompatible avec l'espèce
	Atteintes de la strate herbacée par pâturage		Habitat	Atteinte pouvant compromettre la survie de la population à long terme	
	Atteintes à l'habitat et aux populations : écobuage, étrépage, remblai		Habitat	Destruction de l'habitat et des populations	
	Atteintes quantifiables en surface		Atteinte de la surface herbacée par fauche ou broyage	Habitat	Atteinte pouvant compromettre la survie de la population à long terme

Tableau 9 Indicateurs relevés pour les deux espèces

6.2 Évaluation des méthodes de détection des espèces

Les techniques mises en œuvre bien qu'éprouvées pour leur praticité, n'ont pas systématiquement fait l'objet d'évaluation de leur efficacité en vue d'un dénombrement ou du moins une probabilité de présence. Le battage de la végétation comme l'examen visuel sont réputés non exhaustifs. Afin de consolider les conclusions de cette étude, il a paru nécessaire d'évaluer les biais des techniques employées et/ou de s'appuyer sur les connaissances déjà acquises sur ceux-ci.

6.2.1 Évaluation du battage pour le dénombrement de *Vertigo moulinsiana*

Le battage de la végétation est une technique régulièrement employée pour la recherche, le dénombrement et/ou le suivi de *Vertigo moulinsiana* (voir par exemple : KILLEEN & MOORKENS 2003, VRIGNAUD 2014 2017 2018, VINCENT 2015a 2015b). Cette technique est pratique et permet une meilleure détection de l'espèce que la recherche à vue. Cependant, il a semblé nécessaire de savoir si tous les individus étaient alors récoltés lors d'un battage, c'est-à-dire à l'issue d'une phase de secouages de la végétation.

Pour ce faire, la végétation sur une surface de 25 * 25 cm a été battue une première fois. Les escargots adultes ainsi récoltés ont été identifiés et comptés. Les plantes de cette même surface ont été battues une seconde fois depuis un autre côté. A nouveau, les escargots furent identifiés et comptés et ainsi de suite sur les 4 côté du carré. Cette opération fut menée par Nathalie Cauliez sur 24 carrés avec ou sans la présence de *Vertigo moulinsiana* dès le premier battage.

A l'issue de cette expérimentation, un effectif cumulé suivant les battages est ainsi obtenu. L'effectif total estimé a été calculé à l'aide de EstimateS (COLWELL, 2013) suivant l'indicateur Jackknife.

En outre, une recherche a été effectuée afin d'identifier d'éventuelles variables pouvant potentiellement expliquer la variation du pourcentage d'individus trouvés lors du premier battage. Les variables ont été testées à l'aide de modèles linéaires généralisés (GLM). Le choix du modèle repose sur sa significativité au seuil de 95% ($p < 0,05$).

Les hypothèses sont que le pourcentage trouvé au premier battage peut varier en fonction de la hauteur de végétation compacte, l'heure (reflétant éventuellement la rosée qui affecterait le décollement des individus lors des battages), l'humidité du sol, la météo (reflétant l'humidité sur les feuilles affectant le décollement des individus de la même façon que la rosée ; cf. **tableau 10**).

Météo	ensoleillé	éclaircies	couvert	brouillard	pluie faible
Valeur attribuée	1	2	3	4	5
Occurrences	4	4	14	1	1

Tableau 10 Valeurs attribuées suivant la météorologie lors des relevés

6.2.2 Lien entre effectifs présents sur la végétation et ceux de la litière

Le battage de la végétation ne permet de connaître les effectifs qu'au niveau de la strate herbacée. Cependant, il ne renseigne aucunement sur la quantité d'individus présents au niveau de la strate muscinale (litière des feuilles et horizon H₀). Une précédente étude a été menée en ce sens sur le site Natura 2000 de la haute vallée de l'Essonne (VRIGNAUD 2018). Elle a permis de dégager un ratio mais aussi les variables permettant d'affiner ce ratio. Les résultats sont présentés dans le **tableau 11**.

Modèle	Ordonnée à l'origine	Coefficient directeur (β)
Modèle nul (~1)*	0,4503	-
Hauteur compacte	-4,1642	0,5672
+ Humidité		1,0544

Tableau 11 Caractéristiques des modèles linéaires choisis pour la relation entre les individus issus du battage et ceux de la litière suivant les années (suivant VRIGNAUD, 2018)

* Le modèle nul se définit comme le rapport entre l'effectif présent sur la végétation et celui de la litière sans intégration de variables explicatives ;

Ainsi, pour le modèle nul, le nombre total d'individus (y) se calcule de la façon suivante :

$$y = \frac{x}{0,4503} \quad \text{Équation 1}$$

avec x = nombre d'individus adultes trouvés lors du battage de la végétation (le dénominateur a été ramené à une échelle naturelle).

Si les informations le permettent, il est alors possible d'affiner l'estimation par l'équation suivante :

$$y = \frac{x}{\frac{e^{(0,5672 \times A + 1,0544 \times B - 4,1642)}}{1 + e^{(0,5672 \times A + 1,0544 \times B - 4,1642)}}} \quad \text{Équation 2}$$

avec x = nombre d'individus adultes trouvés lors du battage de la végétation, A = hauteur compacte de la strate herbacée (en m), B = humidité.

Cette technique a donc permis d'estimer la population totale pour chaque battage. Cela facilite ainsi une comparaison inter-annuelle plus rigoureuse.

6.2.3 Évaluation du prélèvement de litière pour la détection de *Vertigo angustior*

L'exercice consiste à détecter et à dénombrer des escargots millimétriques particulièrement discrets dans la litière. La difficulté réelle de trouver des individus de *Vertigo angustior* laisse à penser que le taux de détection ne peut pas être de 100% et que, par conséquent, celui-ci doit être évalué.

Il existe différentes techniques de recherche de *Vertigo angustior* et permettant d'estimer des densités :

- Collecte de litière, séchage et tamisage. Cette technique souvent utilisée permet une exhaustivité du comptage sur la surface échantillonnée. Par contre, elle est particulièrement chronophage et ne peut donc être réalisée sur de grandes surfaces et/ou un grand nombre de fois.
- Lessivage de la litière. Mise au point par Horsák (HORSÁK 2003), cette technique consiste à nettoyer la litière dans l'eau d'un seau (ou d'un sac). Après avoir laver les feuilles, elles sont enlevées. L'intégralité du contenu du seau (ou du sac) est ensuite déversée au-dessus d'un tamis à maille très fine (moins de 1 mm). Le rebus est alors examiné à la loupe binoculaire et permet ainsi la récolte des coquilles. Cette technique particulière est en fait efficace. Par contre, elle nécessite de passer un peu de temps (mais elle est moins chronophage que la précédente), de transporter tous les échantillons, de bénéficier d'un accès facile à l'eau.
- Utilisation de l'aspirateur à feuilles. Ce matériel d'entretien d'espaces verts peut être détourné par la pose d'un filtre à la sortie de la tuyautière (COCHARD, communication personnelle). En apposant l'embout à la surface du sol, toute la végétation non attachée, ce qui se trouve dessus et sur la végétation sur pied (dont les escargots) est aspiré sur l'équivalent de la surface de l'embout. Cette technique permet d'augmenter le taux de détection de façon efficace. Cependant, elle demande un matériel encombrant et onéreux. Enfin, suite à l'aspiration, un tri fastidieux est indispensable.
- Battage de la végétation. De façon relativement fortuite, il est possible de détecter la présence du *Vertigo angustior* en battant la végétation au-dessus d'un bac (observation personnelle). En effet, il arrive que celui-ci monte sur les plantes notamment lorsque les concentrations sont élevées. Cette méthode n'est pas assez fiable pour contribuer au dénombrement car les escargots se trouvant dans la partie basse de la litière ne sont pas collectés alors qu'ils représentent parfois 100% des individus.
- Recherche à vue. L'observation attentive de la végétation et de la litière permet parfois la découverte d'individus. Cependant, elle demande une grande rigueur et un sens de l'observation particulièrement aiguisé. Elle peut se faire au hasard dans la végétation/litière, mais elle peut aussi se faire avec un échantillonnage méthodique d'un petit volume correspondant à une poignée à chaque examen visuel.

Cette dernière technique permet d'échantillonner facilement et efficacement un grand nombre de fois. C'est pourquoi elle a été utilisée spécifiquement pour la recherche de *Vertigo angustior*.

Cependant, l'acuité visuelle et le sens de l'observation sont variables en fonction de l'observateur. Vu la petitesse du *Vertigo angustior* et le milieu dans lequel l'espèce vit, cette méthode de recherche par une poignée de litière ne peut, a priori, pas permettre une découverte systématique. Dans ces conditions, il semble possible de ne pas trouver d'individus alors qu'il y en a (faux zéro). Aussi, il est nécessaire d'apprécier quelle est la probabilité de ne pas trouver d'individus alors qu'il y en a et inversement.

Afin d'évaluer la fiabilité de la recherche visuelle de *Vertigo angustior* dans une poignée de litière chaque observateur a prélevé des échantillons correspondants à des poignées où l'espèce n'avait pas été trouvée par examen visuel alors que le milieu présentait un potentiel (prélèvement occasionnel). Les prélèvements ont été disposés dans des sacs étiquetés, ils ont été séchés puis ont fait l'objet d'un tamisage. Les éléments passant à travers ont été examinés à l'aide d'une loupe binoculaire. Cette évaluation de cette méthode des poignées de litière a été effectuée par Sylvain Vrignaud.

L'objectif était donc d'évaluer le taux de détection (β) de *Vertigo angustior* dans ces poignées en cherchant des individus dans des échantillons où l'espèce n'avait pas été trouvée visuellement (« faux zéro » potentiellement) et en raisonnant sur la présence/absence de l'espèce (minimum 1 individu par poignée).

Selon SMITH 2006, le taux de détection d'au moins 1 individu (p_a) pour une surface donnée s'écrit :

$$p_a = 1 - e^{-\beta \cdot N} \quad \text{Équation 3}$$

avec β correspondant au taux de détection et N à l'effectif total. Au seuil de détection de 95% (probabilité de 0,95 d'avoir au minimum un individu) cette même équation peut s'écrire :

$$N = \frac{1 - \log 0,95}{\beta} \quad \text{Équation 4}$$

Pour une valeur de détection donnée, on peut estimer qu'il y a moins de N individus.

Mais il est possible de raisonner directement en termes de densité. Toujours selon Smith (2006), et en utilisant l'équation n°1, le taux de détection d'au moins un individu selon une densité (p_d) s'écrit :

$$p_d = 1 - e^{-\beta \cdot a \cdot \mu} \quad \text{Équation 5}$$

avec β correspondant au taux de détection, a , à la surface et μ à la densité d'individu. Au seuil de détection de 95% (probabilité de 0,95 d'avoir au minimum un individu) cette même équation peut s'écrire :

$$\mu = \frac{1 - \log 0,95}{\beta \cdot a} \qquad \mu_{max} = \frac{1 - \log 0,95}{\beta_{max} \cdot a} \qquad \text{Équation 6}$$

Dans le cas présent, la surface correspond à une poignée de litière ce qui équivaut à environ $10 * 10$ cm soit 100 cm^2 ou $0,01 \text{ m}^2$.

Toutefois cette dernière équation n'est valable que dans l'hypothèse d'une densité homogène, quelles que soient les circonstances pour chaque observateur, et en partant du principe que si un individu est observé lors du premier échantillonnage, il y en ait dans les suivants. Aussi, la densité calculée est-elle une densité minimale et indicative. Elle ne doit pas être prise comme une valeur absolue, mais comme un indice.

6.3 Modélisation des préférences écologiques

6.3.1 A l'échelle locale

Reposant sur les variables quantitatives prises directement sur le terrain (hauteur de la végétation, de la litière, humidité, ombrage) les préférences écologiques à l'échelle locale ont été évaluées à l'aide de modèles linéaires généralisés binomiaux (présence/absence). Tous les tests statistiques ont été pratiqués avec le logiciel R au seuil de significativité de 5% (probabilité $p < 0,05$).

Les modèles linéaires généralisés portant sur des variables qualitatives (habitats, géologie par exemple) reposent sur une comparaison avec la première valeur de cette variable. Une différence significative apparaîtra avec une probabilité inférieure à 0,05. Le signe du coefficient directeur permet alors de savoir si la valeur en question héberge plus ou moins l'espèce concernée. Il est aussi possible de hiérarchiser les importances de l'effet des variables par les amplitudes des coefficients directeurs.

Des modèles linéaires généralisés simples, des modèles quadratiques ont aussi été testés. Ils permettent de mettre en relief des optimums écologiques pour une variable donnée. Et en deçà et au-delà de ces valeurs, cette variable devient moins favorable.

La valeur du critère d'information d'Akaike (AIC) a été utilisée afin de tester la parcimonie des différents modèles élaborés. Le choix repose sur le plus petit AIC en considérant que les modèles avec un delta AIC inférieur à 2 sont semblables (BURNHAM & ANDERSON, 2002). Si deux modèles possèdent chacun un AIC dont la différence est inférieure à 2, le modèle le plus simple (avec le moins de variables) est alors choisi.

Préalablement, l'évaluation de l'autocorrélation entre les variables explicatives a été pratiquée à l'aide d'un test de Pearson afin de ne pas intégrer dans le même modèle des

variables auto-corrélées. Ainsi, celles ayant un coefficient de corrélation de Pearson supérieur à 0,7 ont été exclues car considérées comme trop corrélées (BRAUNISCH *et al.*, 2013).

Pour les variables quantitatives (habitat), on a évalué la part de pourcentage de variance expliquée (le pourcentage expliquant la présence/absence de l'espèce par la variable concernée). En outre, la probabilité p inférieure à 0,05 indique que l'habitat concernée est significativement différent dans l'accueil de l'espèce que celui à l'origine. Pour cela, le *Magnocaricion elatae* a été choisi comme référence (habitat suspecté comme étant le plus favorable). Enfin, le signe du coefficient indique le côté plus favorable (signe positif) ou défavorable (signe négatif) de l'habitat concerné.

6.3.2 A l'échelle géographique

Afin de limiter l'effet agrégatif des points de relevés, la stratégie adoptée a consisté à raisonner par carrés de 1 * 1 km. Dans un premier temps, on a fait état de la présence ou de l'absence des espèces recherchées sur cette surface quelle que soit la pression d'échantillonnage. Puis, sur chacun des carrés on a associé les valeurs des variables réponses potentielles. Celles-ci ont parfois été remodelées afin de répondre à une taille de pixel de 1 * 1 km.

Les préférences écologiques à l'échelle géographique ont alors été évaluées à l'aide de modèles linéaires généralisés binomiaux (présence/absence). Les critères de sélection des modèles ont alors été les mêmes que pour les modèles à l'échelle locale.

Les modèles les plus parcimonieux étant définis, la calculatrice raster de QGis a permis d'élaborer des cartes de potentialité.

C. Résultats

1. Synthèse des résultats

1038 relevés, représentant 259,5 hectares. En effet les points de relevé sont distants de 50 m, donc chaque point est censé « représenter » une surface idéale de $50 * 50 \text{ m} = 250 \text{ m}^2$, ou 0,25 ha. De fait, $0,25 * 1038 = 259,5 \text{ ha}$.

Vertigo moulinsiana est présent dans :

- **359** relevés de battage de végétation,
- **26** relevés de litière,
- **366** relevés de battage et de litière ;

- **7230** coquilles ont été comptées sur la végétation,
- **21** coquilles dans la litière ;

- $21+4=25$ ZSC ou ZNIEFF, représentant $53+4=57$ secteurs :

Vertigo angustior est présent dans :

- **23** relevés de battage de végétation,
- **39** relevés de litière,
- **49** relevés de battage et de litière ;

- **58** coquilles ont été comptées sur la végétation,
- **30** coquilles dans la litière ;

- $11+1=12$ ZSC ou ZNIEFF, représentant $24+1=25$ secteurs :

Le **tableau 12** suivant synthétise ces résultats.

	<i>Vertigo moulinsiana</i>			<i>Vertigo angustior</i>		
	Battage	Litière	Battage + Litière	Battage	Litière	Battage + Litière
Nombre de relevés	1038					
Nombre de relevés positifs	359	30	366	23	39	49
Pourcentage (n=1038)	34,58%	2,89%	35,26%	2,21%	3,75%	4,72 %
Nombre d'individus adultes	7230			46		
Nombre d'individus (adultes + juvéniles)	13498		21	58		30

Tableau 12 Résultat de la campagne pour chaque espèce (en litière l'âge des coquilles n'a pas été évalué et on n'a pas séparé les poignées de la litière supplémentaire)

L'aspect d'évaluation du protocole de prélèvement de litière (voir *supra* B.6.2.3 et *infra* C.2.2) a permis en outre de « débusquer » *Vertigo angustior* sur des points de relevés où l'espèce est réputée absente. Elle a permis d'établir la présence de l'espèce sur 7 nouveaux sites, pour un total de 30 nouvelles coquilles (**tableau 13**).

Site	Secteur	Nombre de coquilles	Espèce nouvelle pour le secteur	Espèce nouvelle pour le site
29	29-03 Bois des Hauts Balais	1	non	non
30	30-03 Marais Colmier	14	non	non
30	30-01 Amorey	2	non	non
31	31-05 Salle et Vaux	2	non	non
84	Vallon de Senance	4	ND	non
Z01	Halle aux Vaches	6	non	non
36	Villechétif	1	non	non
TOTAL		30		

Tableau 13 Données supplémentaires pour *Vertigo angustior*

Les **figures 13 à 16** présentent les cartographies de répartition des relevés et de présence pour chacune des deux espèces. Les cartographies détaillées, site par site et secteur par secteur font l'objet du second tome de cette étude.

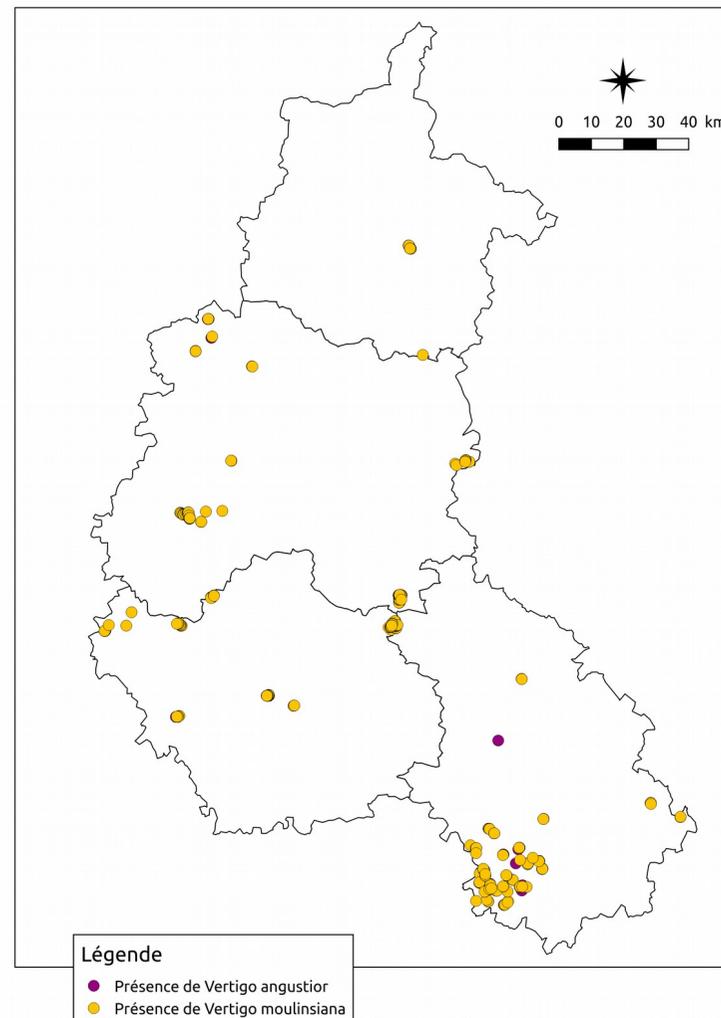
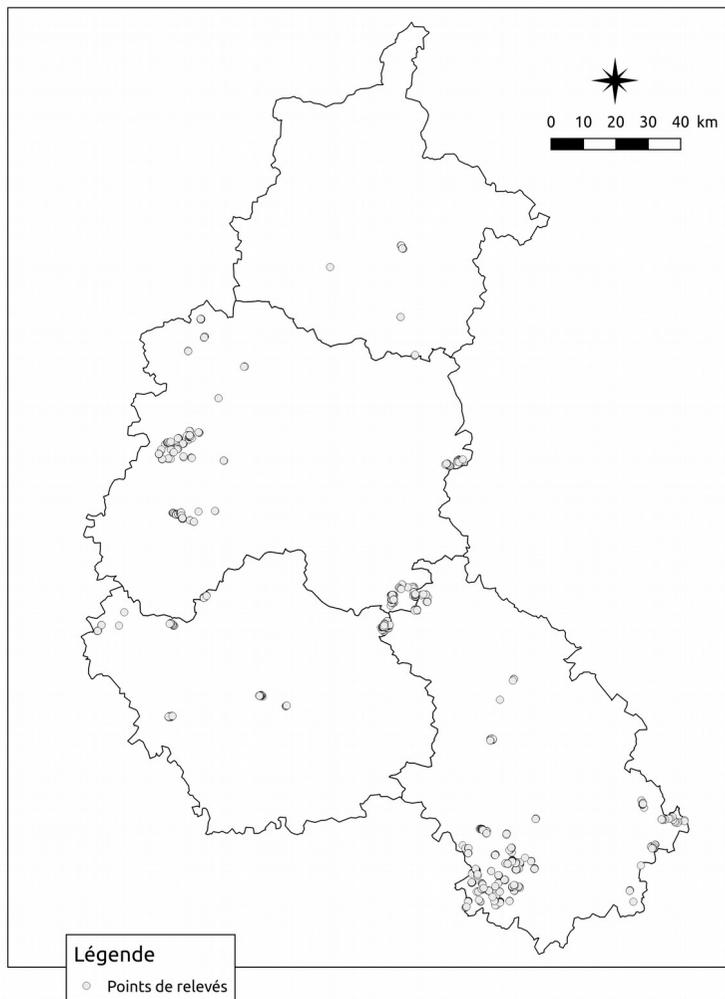


Figure 13 (à gauche) Cartographie des points de relevés
Figure 14 (à droite) Répartition des deux espèces

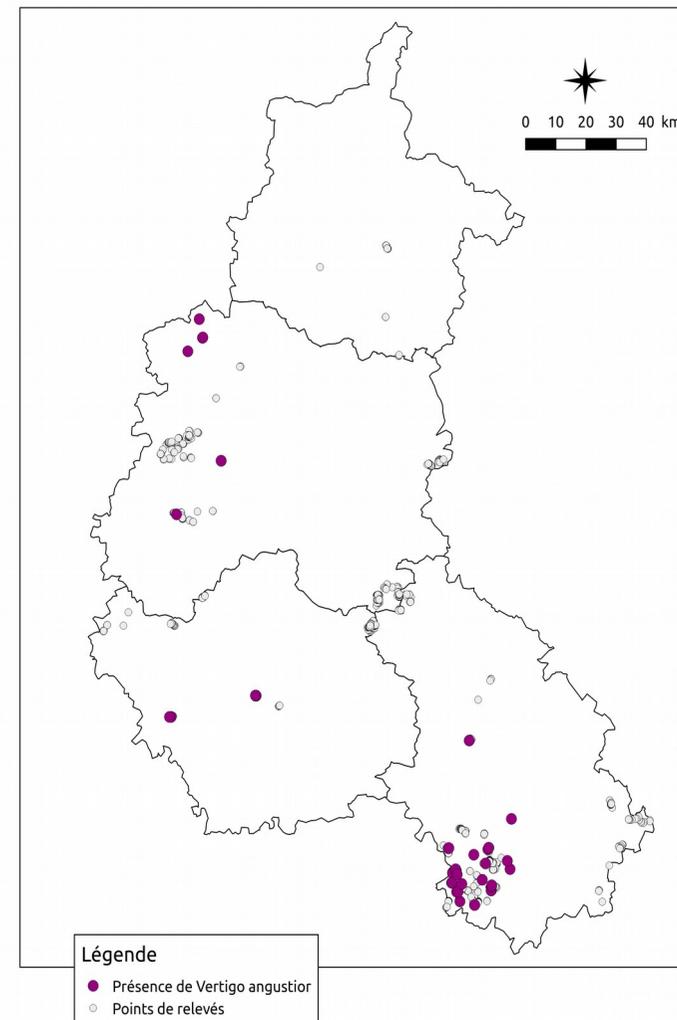
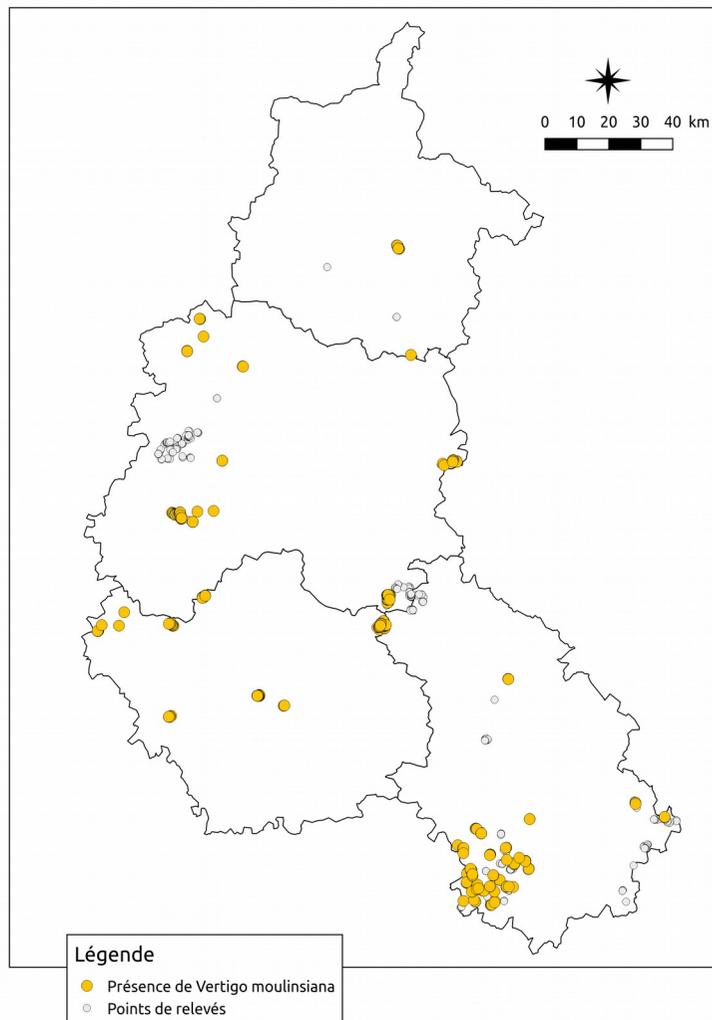


Figure 15 (à gauche) Cartographie des points positifs de *Vertigo moulinsiana*
Figure 16 (à droite) Cartographie des points positifs de *Vertigo angustior*

2. Évaluation du protocole

2.1 Battage

Sur les quatre battages effectués, il ressort que le premier permet de détecter entre 0 et 77,15% des individus. Il est à noter qu'un échantillonnage n'a pas révélé de *Vertigo moulinsiana* au premier battage alors qu'il a été trouvé au second (cf. **tableau 14** et **figure 17**). Sans quoi, le minimum serait de 35,84% et la moyenne de 80,50%. 95% des effectifs sont atteints au 3^e battage.

Battages	1	2	3	4
Minimum	0,00	35,84	64,00	80,00
Maximum	100,00	100,00	100,00	100,00
Moyenne	77,15	93,17	96,12	98,16

Tableau 14 Efficacité des battages avec le pourcentage de l'effectif estimé

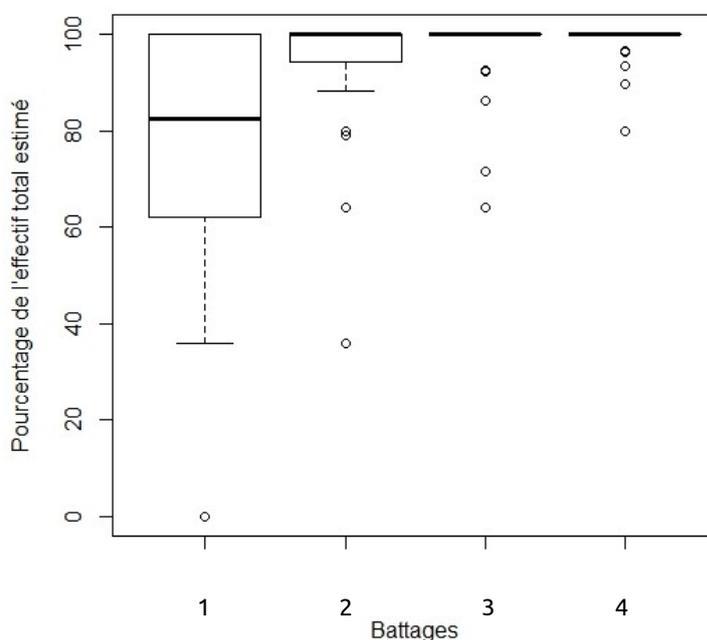


Figure 17 Digramme en boîtes des pourcentages des effectifs totaux estimés par battage

L'exploration d'éventuelles variables explicatives n'a pas permis de dégager de significativités. Les probabilités de chacun des modèles sont toutes supérieures à 0,05 (cf. **tableau 15**).

Variable explicative potentielle	Ordonné à l'origine \pm intervalle de confiance	Coefficient directeur de la pente \pm intervalle de confiance	Probabilité (p)	AIC
Hauteur de la végétation compacte	0,555 \pm 0,157	0,003 \pm 0,002	0,156	5,28
Heure	0,313 \pm 0,360	0,001 \pm 0,000	0,209	5,76
Humidité du sol	0,542 \pm 0,330	0,058 \pm 0,082	0,484	6,98
Météorologie	0,844 \pm 0,156	-0,027 \pm 0,056	0,638	7,27

Tableau 15 Caractéristiques des différents modèles testés pour expliquer la variation de la proportion de *Vertigo moulinsiana* détectés lors du premier battage sur la quantité totale estimée

2.2 Prélèvement de litière

Les observateurs ont collecté un nombre variable d'échantillons (de 24 à 33 ; cf. **tableau 16**). Parmi ceux-ci de 3,7 à 12,5% étaient de « faux zéros ». Les taux de détection sont donc de 87,5 à 96,3%.

Si au minimum un individu est observé dans 100% des 5 échantillons, la densité minimale est de 106 à 117 individus / m².



Figure 18 Les plantations de pins dans les marais n'ont pas seulement pour effet d'assécher ces derniers : ils ont également un impact sur la disponibilité en lumière des espèces végétales et animales

	Observateurs			
	Observateur 1	Observateur 2	Observateur 3	3 observateurs ensemble
Nombre d'échantillons collectés	24	33	27	84
Nombre d'échantillons où <i>Vertigo angustior</i> était présent (« faux zéros »)	3	4	1	8
Taux de détection	87,50%	87,88%	96,30%	91,48%
Nombre d'individus par poignée pour une détection au seuil de 95% (cf. équation n°2)	1,17	1,16	1,06	
Densité minimale (μ_{mini}) si découverte de <i>V. angustior</i> dans 5 / 5 poignées	116,83 ind. / m ²	116,33 ind. / m ²	106,16 ind. / m ²	
Densité minimale (μ_{mini}) si découverte de <i>V. angustior</i> dans 4 / 5 poignées	58,42 ind. / m ²	58,16 ind. / m ²	53,08 ind. / m ²	
Densité minimale (μ_{mini}) si découverte de <i>V. angustior</i> dans 3 / 5 poignées	38,94 ind. / m ²	38,78 ind. / m ²	35,39 ind. / m ²	
Densité minimale (μ_{mini}) si découverte de <i>V. angustior</i> dans 2 / 5 poignées	29,21 ind. / m ²	29,08 ind. / m ²	26,54 ind. / m ²	
Densité minimale (μ_{mini}) si découverte de <i>V. angustior</i> dans 1 / 5 poignées	23,37 ind. / m ²	23,27 ind. / m ²	21,23 ind. / m ²	

Tableau 16 Taux de détection de *Vertigo angustior* et densité minimale par la technique de la poignée de litière suivant les observateurs

Par ailleurs, en considérant une densité homogène d'au moins 1 individu par poignée de litière (soit 10 cm²) soit 100 individus / m², afin d'avoir moins de 5% de chance de se tromper en concluant à une absence, il faut entre 1 à 2 poignées examinées suivant les observateurs (cf. **tableau 17**).

Nombre de poignées de litière examinées	Observateurs			
	Observateur 1	Observateur 2	Observateur 3	Moyenne
1	87,50%	87,88%	96,30%	90,56%
2	98,44%	98,53%	99,86%	98,94%
3	99,80%	99,82%	99,99%	99,87%
4	99,97%	99,98%	100,00%	99,98%
5	100,00%	100,00%	100,00%	100%

Tableau 17 Pourcentage d'erreur de conclure à une absence alors qu'il y a *Vertigo angustior* (faux zéro) sous l'hypothèse que la densité est homogène et est d'au moins 1 individu par échantillon de litière examiné (soit 100 individus / m²)

3. Espèces

3.1 Présence/absence

Le **tableau 18** ci-dessous présente la répartition générale des espèces selon les sites.

NN	D	NR	Nom abrégé du site	MOU	ANG
FR2100250	52	5	Pelouse des sources de la Suize à Courcelles-en-Montagne	1	
FR2100274	51	29	Marais et pelouses du tertiaire au nord de Reims	1	1
FR2100275	52	30	Marais tourbeux du plateau de Langres (secteur Sud-Ouest)	1	1
FR2100276	52	31	Marais tufeux du plateau de Langres (secteur Sud-Est)	1	1
FR2100277	52	32	Marais tufeux du plateau de Langres (secteur Nord)	1	1
FR2100278	52	33	Tufière de Rolampont	1	1
FR2100281	10	36	Marais de Villechétif	1	1
FR2100282	10	37	Marais de la Vanne a Villemaur	1	1
FR2100283	51	38	Le Marais de Saint-Gond	1	1
FR2100284	51	39	Marais de la Vesle en amont de Reims	1	
FR2100285	10-51	40	Marais de la Superbe	1	0
FR2100288	08-51	43	Prairies d'Autry	1	
FR2100290	10	45	Prairies de Courteranges	1	
FR2100291	52	46	Vallée du Rognon, de Doulaincourt à la confluence avec la Marne	1	
FR2100292	52	47	Vallée de l'Aube, d'Auberive à Dancevoir	1	1
FR2100293	52	48	Vallée de l'Aujon, de Chameroy a Arc-en-Barrois	1	
FR2100295	10-51	50	Prairies de la Voire et de l'Héronne		
FR2100296	10-51	51	Prairies, Marais et bois alluviaux de la Bassée	1	
FR2100298	08	53	Prairies de la vallée de l'Aisne		
FR2100314	51	69	Massif forestier d'Epernay et étangs associés		
FR2100326	52	81	Bois de la Voivre à Marault		1
FR2100329	52	84	Vallon de Senance à Courcelles-en-Montagne et Noidant-le-Rocheux	1	1
FR2100331	08	86	Étangs de Bairon	1	
FR2100332	10-52	87	Étang de la Horre	1	
FR2100333	51	88	Étangs latéraux du Der	1	
FR2100334	51-52	89	Réservoir de la Marne dit du Der-Chantecoq	0	
FR2100335	51	90	Étangs de Belval, d'Etoges et de la Grande Rouillie	1	
FR2100344	52	99	Ruisseaux de Vaux-la-Douce et des Bruyères		
FR2100345	52	100	Ruisseaux de Pressigny et de la Ferme d'Aillaux		
FR2100620	52	101	L'Apance	1	
FR210009506	51	Z02	Etang de Montreuil à Sermiers	1	
FR210014790	51	Z01	Bois, marais et pelouses de la Halle aux Vaches	1	1
TOTAUX				32	25

Tableau 18 Répartition des espèces par site. Légende : NN = numéro national ; D = département ; NR = numéro régional ; MOU = *Vertigo moulinsiana* ; ANG = *Vertigo angustior* ; surligné en jaune : site nouvellement prospecté ; cellule orange : nouvelle population ; cellule rouge : disparition de la population

3.2 Répartition par secteurs des sites

Les sites ne sont pas toujours d'une seule pièce, mais séparés en plusieurs polygones (par exemple les marais du plateau de Langres) ; ou bien le périmètre du site est vaste et regroupe plusieurs entités différentes (par exemple dans le cas des vallées alluviales : il peut y avoir des marais attenants, des étangs, la ripisylve, etc.).

Dans ces cas-là, on considère des secteurs, indiqués par un numéro. Nous avons généralement repris les secteurs déjà identifiés par O.Hesnard, mais pas tous, et nous en avons également créé d'autres. Tous les secteurs n'apparaissent pas dans le tableau suivant car ils ne sont pas tous intéressants.

Les secteurs sont surtout importants lorsqu'il s'agit d'entités bien différenciées et délimitées ; cela concerne plus particulièrement les sites suivants :

- les pelouses et marais du Nord de Reims (#29) ;
- les trois sites des marais du plateau de Langres (#30, 31, 32) ;
- le marais de Saint-Gond (#38).

Ainsi, dans le deuxième tome de cette étude, dédié aux sites, ces secteurs sont évalués en tant que tels, un peu comme des sites ; puis une note de synthèse concerne, elle, l'ensemble du site.

3.2.1 Sites « historiques »

Le **tableau 19** ci-après fait état de la présence des deux espèces pour chaque secteur de chaque site, lors de la campagne de 2008 et 2010 (I) comme de celle de 2017-2018, ainsi que de l'évolution supposée (le détail site par site se trouve dans le deuxième volume de cette étude).

NN	D	NR	NS	NOM DE SITE / Nom de secteur	Vertigo moulinsiana			Vertigo angustior			Ensemble	
					I	II	Evol	I	II	Evol	I	II
FR2100250	52	5	1	PELOUSE DES SOURCES DE LA SUIZE À COURCELLES-EN-MONTAGNE	1	1	=					
FR2100274	51	29		MARAIS ET PELOUSES DU TERTIAIRE AU NORD DE REIMS								
		29-01	2	Grand Marais de Cormicy	1	1	+		1	1		1
		29-02	3	Marais du Vivier	1	1	=	1	1	=	1	1
		29-03	4	Marais du Haut Balais	1	1	+					
FR2100275	52	30		MARAIS TOURBEUX DU PLATEAU DE LANGRES SECTEUR SO								
		30-01	7	Marais Vaucher	1	1	+	1	1	-	1	1
		30-02	8	Val Serveux	1	1	+	1	1	-	1	1
		30-03	9	Fontaine-aux-Chèvres	1	1	=	1	1	=	1	1
		30-04	10	Belveau	1	1	=	1	1	-	1	1
		30-05	11	Amorey	1	1	+	1	1	=	1	1
		30-06	12	Vermenon	1	1	+	1	1	=	1	1
		30-07	13	Val Clavin	1	1	=	1	!	!	1	!
		30-08	14	Vanosse	1	1	=	1	!	!	1	!
FR2100276	52	31		MARAIS TUFEUX DU PLATEAU DE LANGRES SECTEUR SE								
		31-01	15	Rouelles	1	1	+	1	!	!	1	!
		31-02	16	Acquenove	1	1	=	1	1	=	1	1
		31-03	17	Mont Saule				1	!	!		
		31-04	18	Combe Chamony				1	1	-		
		31-05	19	Salle et des Vaux de Bœuf	1	1	=	1	1	=	1	1
		31-06	20	Combe Nébrot	1	!	!	1	!	!	1	!
		31-07	21	Fontaine aux Larrons		1	1	1	!	!		
		31-08	22	Chalmessin	1	1	=	1	1	=	1	1
		31-09	23	Combe Geoffrot				1	!	!	1	!
		31-10	24	Grand Paquis								
		31-11	25	Charmoy								
		31-12	26	Vingeanne								
FR2100277	52	32		MARAIS TUFEUX DU PLATEAU DE LANGRES SECTEUR N								
		32-01	27	Rache et Vau	1	1	=	1	1	=	1	1
		32-02	28	Champ Cresson	1	1	=		1	1		1

NN	D	NR	NS	NOM DE SITE / Nom de secteur	Vertigo moulinsiana			Vertigo angustior			Ensemble	
					I	II	Evol	I	II	Evol	I	II
		32-03	29	Creux d'Aujon	1	!	!					
		32-04	30	Combe Vologne	1	!	!	1	1	-	1	!
		32-05	31	Combe Vaugray	1	1	+	1	1	=	1	1
		32-06	32	Plongerot	1	1	=	1	1	=	1	1
		32-07	33	Vauclair	1	!	!					
		32-08	34	Côte aux Cannes								
		32-09	35	Chenevière								
		32-10	36	Combe aux Roches		1	1					
		32-11	37	Riots								
FR2100281	10	36	38	MARAIS DE VILLECHETIF	1	1	=		1	1		1
FR2100282	10	37	39	MARAIS DE LA VANNE A VILLEMAUR	1	1	=		1	1		1
FR2100283	51	38		MARAIS DE SAINT-GOND								
		38-01	40	Petit Marais d'Oyes	1	?		1	?		1	?
		38-02	41	Buisson Maillard ou Grand Marais d'Oyes	1	1	+		1	1		1
		38-03	42	Marais de Reuves (+ les Petits Saules)	1	1	+	1	!	!	1	!
FR2100284	51	39		MARAIS DE LA VESLE EN AMONT DE REIMS								
		39-01	43	Val de Vesle								
		39-02	44	Marais de Fouialles	1	1	+					
FR2100285	10-51	40-01 et 40-02	45	MARAIS DE LA SUPERBE	1	1	+	1	!	!	1	!
FR2100288	08-51	43	46	PRAIRIES D'AUTRY	1	1	=					
FR2100290	10	45	47	PRAIRIES DE COURTERANGE	1	1	+					
FR2100292	52	47		VALLEE DE L'AUBE, D'AUBERIVE à DANCEOIR								
		47-06	49	Combe de Vauguefroy	1	1	=	1	1	=	1	1
		47-01	48	Marais de Praslay	1	1	=					
		47-07	51	Les Rochottes		1	1					
		47-09	52	Combe de Masancelle		1	1					
FR2100293	52	48		AUJON, DE CHARMEROY À ARC-EN-BARROIS								
		48-05	51	Montrot	1	1	+					
		48-02	52	Ourlets humides	1	1	=					

NN	D	NR	NS	NOM DE SITE / Nom de secteur	Vertigo moulinsiana			Vertigo angustior			Ensemble	
					I	II	Evol	I	II	Evol	I	II
		48-03	53	Mégaphorbiaies	1	1	=					
		48-01	54	Pré aux Grenouilles	1	1	+					
FR2100296	10-51	51		PRAIRIES, MARAIS ET BOIS ALLUVIAUX DE LA BASSEE								
		51-01	55	Roche Pertelaine et pâture de Beaulieu	1	1	+					
		51-02	56	Jaillac et Port-Saint-Nicolas		1	1					
		51-03	57	Le Petit Moussois		1	1					
		51-04	58	Le Gué de Vailly, le Grand Haut	1	1						
		51-05	59	La Louverie		1	1					
FR2100326	52	81-03	60	BOIS DE LA VOIVRE À MARAULT				1	1	=		
FR2100329	52	84	61	VALLON DE SENANCE À COURCELLES-EN-MONTAGNE ET NOIDANT-LE-R.	1	1	=	1	1	=	1	1
FR2100332	10-52	87	62	ETANG DE LA HORRE	1	1	=					
FR2100333	51	88		ETANGS LATERAUX DU DER								
		88-01	63	Etang des Landres	1	1	-					
		88-02	64	Etang du Grand Coulon	1	1	=					
		88-03	65	Etang de la Forêt								
FR2100334	10-51	89		RESERVOIR DU DER-CHANTECOQ								
		89-08	66	Champ du Ratel								
		89-03	67	Presqu'île de Nemours								
		89-06	68	Etang Chevalier	1	!	!					
FR2100335	51	90		ETANGS DE BELVAL ETOGE			+					
		90-01	69	Etang de la Grande Rouillie		1	1					
		90-02	70	Etang de la Grande Queue		1	1					
		90-03	71	Etang du Bas	1	1	+					
		90-04	72	Etang du Haut		1	1					
FR210009506	51	Z02	73	ETANG DE MONTREUIL	1	1	-	1	1	-	1	1
FR210014790	51	Z01	74	LA HALLE AUX VACHES	1	1	=					
TOTAL					49	53	10	29	24	5	25	21

Tableau 19 Répartition des espèces par secteurs. Légende : NN = numéro national ; D = département ; NR = numéro régional ; NS = numéro de secteur ; I = campagne 2008 et 2010, II = campagne 2017-2018E = Evolution ; = = pas de changement, + = augmentation, - = diminution Couleurs : vert = population en excellent état ; jaune = population en bon état ; rouge = population en mauvais état ; noir = population non revue ; bleu = nouvelle population

A la lecture de ce tableau de l'ensemble des **74** secteurs étudiés avec présence de l'une ou l'autre espèce, on constate que :

- *Vertigo moulinsiana* était présent sur **49** secteurs. L'un d'entre eux n'ayant pu être visité, restent **48** secteurs : **21** marquent une stagnation des populations (42,85%), **15** une progression (30,61%), **2** sont en régression (4%), **5** populations ont disparu (10,20%) (dont une était l'unique population de l'ensemble du site), tandis que **8** sont nouvelles. L'espèce se trouve à présent sur **51** secteurs.
- *Vertigo angustior* était présent sur **28** secteurs : **12** marquent une stagnation (42,85%), on ne constate aucune progression, **6** sites marquent une régression (21,42%), et **8** populations ont disparu (28,57%), tandis que **5** sont nouvelles (sur le site de la Halle aux Vaches, l'espèce n'a été contactée qu'au niveau de la litière). L'espèce se trouve à présent sur **24** secteurs.

3.2.2 Nouveaux sites

NN	D	NR	NS	SITE et Secteur	VM	VA
FR2100298	08	53	75	PRAIRIES DE LA VALLEE DE L' AISNE		
FR2100295	08	86	76	ETANG DE BAIRON	1	
FR2100295	10-51	50	77	PRAIRIES DE LA VOIRE ET DE L'HERONNE		
FR2100314	51	69	78	MASSIF FORESTIER D'EPERNAY ET ETANGS ASSOCIES		
FR2100278	52	33	80	TUFIERE DE ROLAMPONT	1	1
FR2100291	52	46		VALLÉE DU ROGNON, DE DOULAINCOURT À LA CONFLUENCE AVEC LA MARNE		
	52	46_01	81	Ripisylve		
	52	46_02	82	Marais de Saucourt	1	
FR2100344	52	99	83	RUISSEAUX DE VAUX-LA-DOUCE ET DES BRUYÈRES		
FR2100345	52	100_01 et 100_02	84	RUISSEAUX DE PRESSIGNY ET DE LA FERME D'AILLAUX		
FR2100620	52	101		L'APANCE		
	52	101_01	85	Ripisylve		
	52	101_02	86	Marais de Gros Buisson	1	

Tableau 20 Présence des espèces sur les nouveaux sites prospectés en 2017-2018

Légende : NN = numéro national ; D = département ; NR = numéro régional ; NS = numéro de secteur ; VM = *Vertigo moulinsiana* ; VM = *Vertigo moulinsiana* ;

Couleurs pour les colonnes VM et VA : vert = population en excellent état ; orange = population en bon état ; rouge = population en mauvais état

Sur les **9** nouveaux sites, **4** seulement semblent abriter les espèces ; sur l'ensemble des **11** secteurs : 4 présentent *Vertigo moulinsiana*, 1 *Vertigo angustior*, et 1 où les deux espèces apparaissent ensemble.

Les **figures 19** et **20** ci-après exposent la présence pour chacune des espèces site à site.

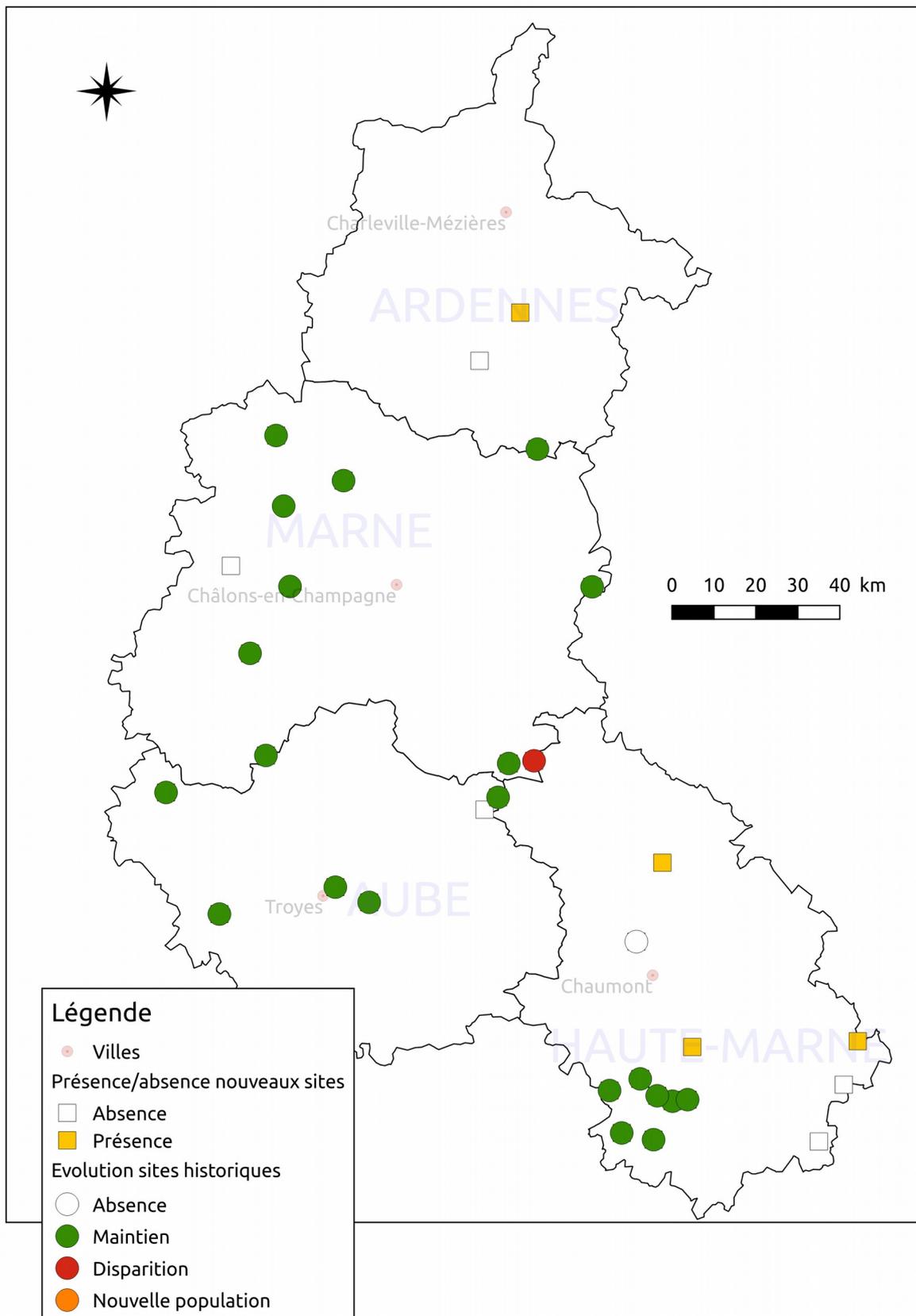


Figure 19 Répartition de *Vertigo moulinsiana* et évolution pour les sites historiques

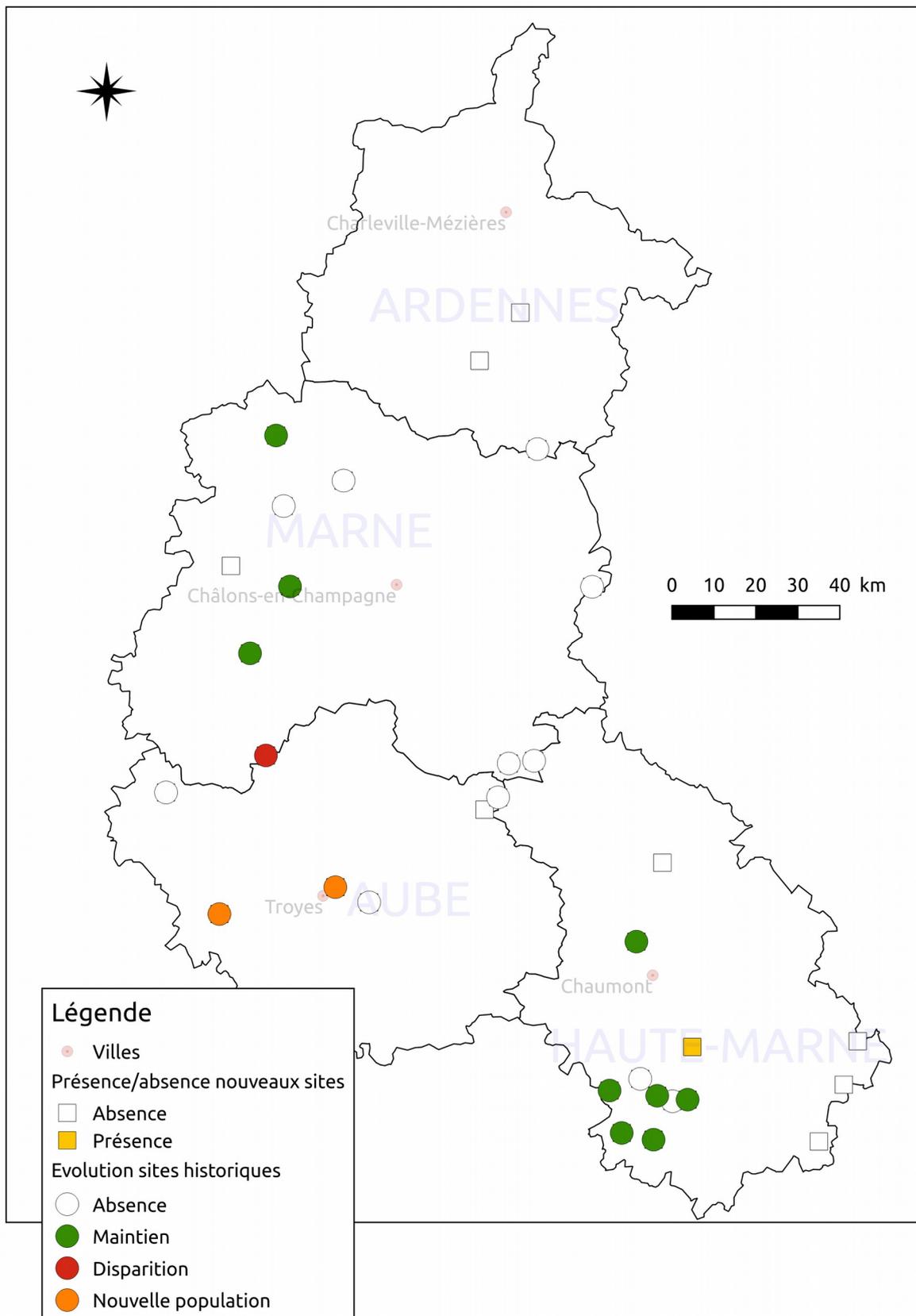


Figure 20 Répartition de *Vertigo angustior* et évolution pour les sites historiques

3.3 Autres espèces à enjeu de conservation

Un certain nombre d'autres espèces sont patrimoniales, même si elles ne relèvent pas d'une protection ou ne sont pas inscrites aux listes annexes de la directive européenne.

Certaines d'entre elles ont déjà été repérées par Olivier Hesnard, et elles sont au nombre de quatre : *Ena montana*, *Pagodulina pagodula*, *Platyla dupuyi*, *Vallonia enniensis*. Nous ajoutons *Azeca goodali* et *Vertigo substriata*. Ces espèces peuvent se retrouver sur les mêmes milieux que les espèces de vertigos recherchées, même si seules *Vallonia enniensis* et *Vertigo substriata* sont des espèces caractéristiques des marais (quand les quatre autres espèces sont plutôt des espèces forestières).

3.3.1 *Azeca goodali* (Férussac, 1921) (Cochlicopidae)

Espèce ouest-européenne localisée, affectionnant les vieilles forêts avec une végétation de sous-bois, préférentiellement calcicoles, modérément humides ; elle vit dans les mousses, les litières de bois, et ne dédaigne pas les falaises et les milieux rocheux (KERNEY *et al.* 1999 : 90, planche 1 et carte 24 ; WELTER-SCHULTES 2012 : 113).

C'est une espèce diffuse, très localisée ; présente en Haute-Marne, proche du marais de Vanosse (secteur 30-09). Elle n'est pas strictement inféodée au marais, mais celui-ci se trouvant en forêt, l'espèce a pu être contactée.

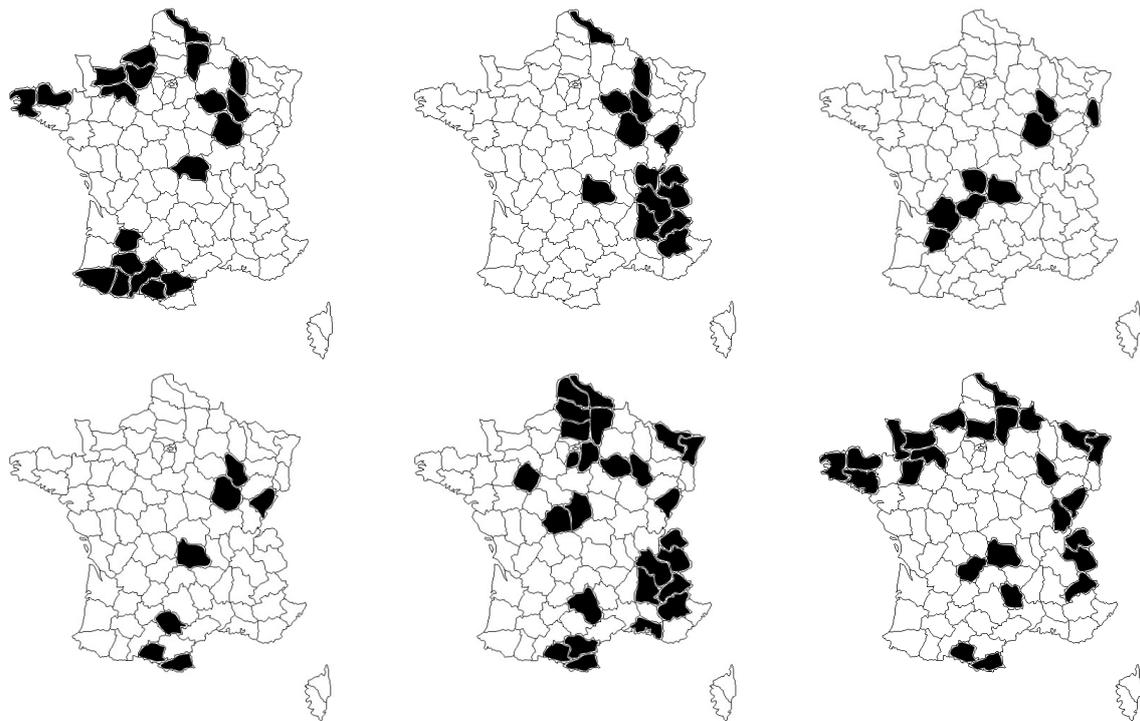
Elle n'est pas protégée, mais on peut la qualifier de rare en Champagne (unique station connue) (cf. **figures 21** et **27**).

3.3.2 *Ena montana* (Draparnaud, 1801) (Enidae)

Espèce centre-européenne collinéenne à montagnarde, elle est également présente dans les vieilles forêts (commune dans les Alpes et le Jura) ; elle vit dans la litière, parmi les pierres, sur les murs mais grimpe aussi sur les arbres (KERNEY *et al.* 1999 : 148, planche 3 et carte 95 ; WELTER-SCHULTES 2012 : 180).

Elle est présente en Haute-Marne : HESNARD 2008 la note dans trois marais du plateau de Langres, le marais du Val Clavin (secteurs 30-08), celui de la Combe-aux-Roches (secteur 32-08), et dans le vallon de Senance (site 84). Nous ne l'avons pas trouvée dans ces secteurs, mais dans un quatrième, le marais de la Combe Geoffrot, toujours sur le plateau de Langres (secteur 31-09).

Elle n'est pas protégée, mais il semble que notre aire d'étude marque la limite d'aire occidentale de la population centro-européenne (on la retrouve ensuite en Angleterre et dans les Pyrénées). On note qu'elle est présente sur les trois sites des marais du plateau de Langres (sites 30, 31, 32). De plus, sa présence en plaine est remarquable (au même titre que les espèces du *Caricion davallianae*) (cf. **figures 22** et **28**).



Figures 21 à 26 Cartes de répartition des six espèces réputées patrimoniales de gauche à droite et de bas en haut : *Azeca goodali*, *Ena montana*, *Pagodulina pagodula*, *Platyla dupuyi*, *Vallonia enniensis* et *Vertigo substriata*. Données MNHN :INPN, HESNARD 2008 et personnelles. Seules les données attestées sont notées.

3.3.3 *Pagodulina pagodula* (Des Moulins, 1830) (*Orculidae*)

Espèce européenne, à la répartition mal connue (trois zones principales ici, dans le nord-est des Alpes et le sud-est des Alpes jusqu'en Grèce), des forêts ou bois humides, parmi les rochers et dans la litière (KERNEY *et al.* 1999 : 99-100 et carte 54; WELTER-SCHULTES 2012 : 151).

Elle est présente sur les secteurs d'étude en un seul point, sur le plateau de Langres, dans le marais de la Côte-aux-Cannes (secteur 32-08), repérée par HESNARD (2008) et revue par nous. Celui-ci la notait également sur une ZSC du plateau de Langres mais relevant de la région Bourgogne-Franche-Comté, dans le marais de la Combe Lambert (Côte d'Or).

Elle n'est pas protégée, mais elle est très localisée. Discrète, sa répartition mérite d'être mieux connue. Sa présence en plaine est remarquable (au même titre que les espèces du *Caricion davalliana*) (cf. **figures 23** et **29**).

3.3.4 *Platyla dupuyi* (Paladilhe, 1868) (*Aciculidae*)

Espèce est-européenne semble-t-il cantonnée essentiellement à la France à la répartition mal connue (confusion avec d'autres espèces voisines) des bois (feuillus et conifères), dans la litière, sous les écorces ; également dans les éboulis avec végétation (KERNEY *et al.* 1999 : 82 et carte 15 ; WELTER-SCHULTES 2012 : 79).

Elle est présente en Haute-Marne. Hesnard (2008) la note sur douze secteurs du plateau de Langres et du Châtillonnais, dont sept sur notre aire d'étude : le marais Vaucher amont (secteur 30-01), le marais de Belvau (30-04), le marais de Vanosse site nord (30-09), le marais de Val Clavin (30-08), le marais d'Acquenove (31-02), le marais de Sous Mont Saule (31-03), le marais de la Combe aux Roche (32-10). Aucune de ces stations n'a été retrouvée, mais nous l'avons notée à deux reprises : sur le marais Champ Cresson (secteur 32-02) et le Vallon de Senance (site 84). L'espèce est discrète, et non strictement inféodée aux marais ; une prospection dédiée permettrait sans doute de trouver plus de populations.

Elle n'est pas protégée, mais se trouve en limite d'aire septentrionale (cf. **figures 24** et **30**).

3.3.5 *Vallonia enniensis* (Gredler, 1856) (*Vallonidae*)

Espèce centre- et sud-européenne, largement répandue en Europe, elle est toutefois inféodée aux zones humides, principalement aux marais calcaires. D'une écologie proche de *Vertigo angustior*, elle pourrait être sensible comme lui aux altérations de tout type (drainage, fauche, pâturage) (KERNEY *et al.* 1999 : 129-130 et carte 86; WELTER-SCHULTES 2012 : 206).

Elle est présente en Haute-Marne : HESNARD (2008) la note en 7 secteurs de notre zone d'étude (sur 12 si on inclut le Châtillonnais) : le marais du Val Serveux (secteur 30-02), le marais de Vanosse site sud (30-09), le marais de Chalmessin (31-08), le marais de la Combe Vaugray (32-05) et le marais des Plongerot (32-06) et dans la vallée de l'Aube, marais de Vauguefroy (site 47). Nous avons retrouvé ces populations (mais toujours dans la litière), sauf celles de Vanosse et de la vallée de l'Aube. En revanche nous avons trouvé l'espèce dans la vallée de l'Aujon

Elle est également présente dans l'Aube, dans le marais de Saint-Gond, avec de nombreux points de prélèvement de litière. Mais non pas sur le marais de Reuves, où l'avait trouvée HESNARD (2010) (secteur 38-03), mais sur le marais Buisson-Maillard/Grand marais d'Oyes (32-02).

Elle n'est pas protégée, mais elle est inscrite à la liste rouge européenne (CUTTELOD *et al.* 2011) dans la catégorie "NT" et sur la liste rouge des mollusques de France métropolitaine (1994) dans la catégorie "vulnérable" (cf. **figures 25** et **31**).

3.3.6 *Vertigo substriata* (Jeffreys, 1833) (Vertiginidae)

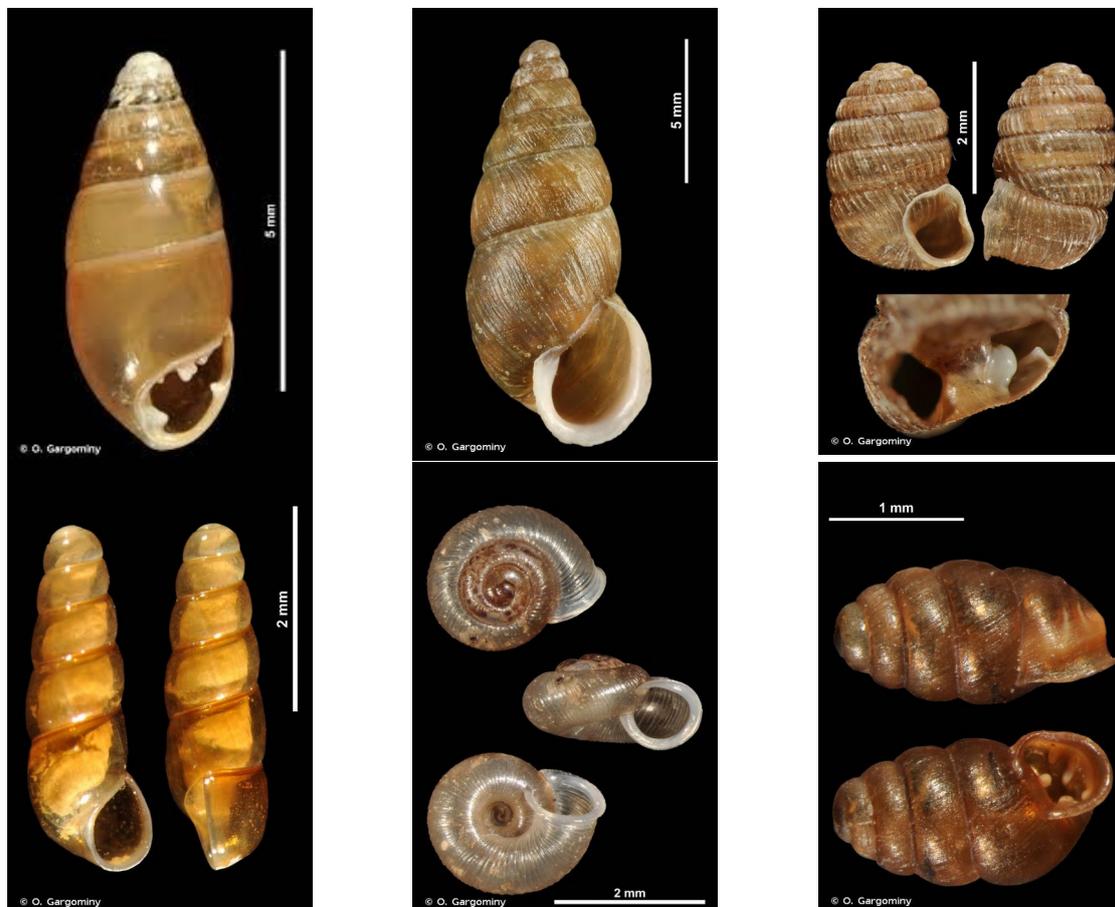
Espèce des milieux humides, bois marais, rives, centre et nord-européenne, elle est très présente dans tout le nord de l'Europe jusqu'au cercle polaire (KERNEY *et al.* 1999 : 139-140 et carte 86; WELTER-SCHULTES 2012 : 129).

Elle est présente dans la Haute-Marne sur le plateau de Langres. Elle était présente sur 10 secteurs (HESNARD 2008), nous l'avons retrouvée sur quatre seulement (marais de Germainette, Acquenove, Combe Vologne et Combe Vaugray). En revanche nous l'avons trouvée dans la vallée de l'Aujon, ainsi que, plus au nord, en bordure de l'étang de la Horre.

Dans l'Aube, nous ne disposons pas des données de HESNARD 2010, mais l'espèce est présente dans le marais de Saint-Gond.

Elle était également présente dans la Marne (la Halle au Vache) où elle n'a pas été revue.

Nous soulignons sa présence car elle n'est pas commune, et surtout en limite d'aire en France, où elle semble éviter les plaines du bassin parisien, mais également le sud à l'exception de la montagne pyrénéenne. Elle n'est pas protégée (cf. **figures 26 et 32**).



Figures 27 à 32 Les six espèces ; de gauche à droite et de haut en bas : *Azeca goodali*, *Ena montana*, *Pagodulina pagodula*, *Platyla dupuyi*, *Vallonia enniensis* et *Vertigo substriata*.

Sources : INPN, photos © O.Gargominy

3.3.7 Synthèse

NS	Secteur	<i>Azeca goodali</i>	<i>Ena montana</i>	<i>Pagodulin a pagodula</i>	<i>Platyla dupuyi</i>	<i>Vallonia enniensis</i>	<i>Vertigo substriata</i>
30_01	Vaucher amont				X		
30_02	Val Serveux					O	
30_04	Belvau				X		
30-05	Germainette						X
30_09	Vanosse N	O			X		
30_09	Vanosse S					X	
30_08	Val Clavin		X		X		X
31_02	Acquenove				X		X
31_05	Salle et Vaux						X
31_06	Combe Nébrot						X
31_08	Chalmessin					X	
31_07	Fontaine aux Larrons						X
31_09	Combe Geoffrot		O				X
31_03	Sous Mont Saule				X		X
32_10	Combe aux Roches		X		X		
32_02	Champ Cresson				O		
32_04	Combe Vologne						X
32_05	Combe Vaugray					X	X
32_06	Plongerot					X	
32_08	Côtes-aux-Cannes			X			
38_02	Buisson-Maillard/ Grand marais d'Oyes					O	
38_03	Marais de Reuve					X	O?
47	Vallée de l'Aube					X	
48	Vallée de l'Aujon					O	O
84	Vallon de Senance		X		O		
87	Etang de la Horre						O
Z01	Halle aux Vaches						X

Tableau 21 Répartition de six autres espèces réputées patrimoniales. NS = numéro du secteur (cf. *supra* **tableau 19**) ; en jaune : population connue et revue ; en bleu : population non revue ; en vert : nouvelle population.

Beaucoup d'espèces considérées comme patrimoniales n'ont pas été retrouvées, comme on le voit dans le tableau. Nous pouvons tempérer cela en constatant que cela concerne plutôt les espèces forestières, habitats non spécifiquement parcourus. On voit en revanche que *Vallonia enniensis* a été plus contactée qu'auparavant. Nous notons les espèces compagnes aussi bien lors des battages que du dépouillement de la litière, aussi avons-nous une bonne connaissance de celles-ci.

4. Aspects biocénotiques

4.1 Malacocénoses

Sur l'ensemble des relevés que nous avons réalisés, 760 sont positifs (au moins un individu d'une espèce est contacté). Nous avons ainsi contacté 53 espèces de gastéropodes terrestres, à quoi s'ajoutent 14 autres espèces aquatiques et bivalves ; ces chiffres sont indicatifs, car déterminer les nombreuses espèces de microbivalves (de la famille des *Sphaeriidae*) n'était pas à l'ordre du jour.

Les espèces les plus fréquemment rencontrées sont détaillées dans le tableau suivant, qui présente les classes de présence (ou constance), et note également les principales synusies coexistantes. L'ensemble des espèces est indiqué en annexe.

La classe est calquée sur celle des fréquences relatives de la phytosociologie, et désigne simplement le nombre de relevés positifs sur le nombre total de relevés, ramené en pourcentages : r = fréquence < 6% ; + = 6-10% ; I = 11-20% ; II = 21-40% ; III = 41-60% ; IV = 61 à 80% ; V = > 81 %. Ce type de tableau synthétique (abstrait et théorique) vient nourrir la discussion sur la syntaxonomie (**tableau 22**).

Assemblages	Synthèse des relevés
Espèces millimétriques herbivores	
<i>Vertigo moulinsiana</i>	II
<i>Euconulus praticola</i>	I
<i>Columella edentulata</i>	I
<i>Vertigo antivertigo</i>	+
<i>Discus rotundatus</i>	r
<i>Punctum pygmaeum</i>	r
<i>Vertigo angustior</i>	r
<i>Vallonia enniensis</i>	r
<i>Vallonia costata</i>	r
<i>Vallonia pulchella</i>	r
<i>Vitrae crystallina</i>	r
Espèces millimétriques carnivores	
<i>Nesovitrea hammonis</i>	r
<i>Zonitoides nitidus</i>	r
Espèces centimétriques herbivores	
<i>Succinea putris</i>	II
<i>Cepaea</i> indifférencié	I

Tableau 22 Classes de présence des espèces de gastéropodes terrestres les plus nombreuses

4.2 Habitats

Les habitats étudiés reflètent fort logiquement les orientations définies dans le plan d'échantillonnage initial incluant en priorité les Magnocariçaies et Parvocariçaies et les Roselières. Ainsi, les relevés concernant les habitats composés principalement de ces espèces végétales concernent plus des 2/3 (70,48%) des relevés où l'information est disponible. Le tiers restant est principalement composé de Moliniaies et de Glycéraies (qui ne sont, phytosociologiquement parlant, qu'un cas particulier des roselières) qui représentent 22,58% (**tableau 23** et **figure 33**).

Ainsi les cariçaies ensemble concernent la moitié des relevés (50,01%), tandis que les roselières (avec les glycéraies) près d'un quart (24,72%).

Habitat	Nombre de relevés	Pourcentage
Magnocariçaie	221	27,66%
Parvocariçaie	181	22,35%
Roselière sèche	149	18,60%
Moliniaie	131	15,98%
Glycéraie	49	6,12%
Ripsisylve	19	2,37%
Roselière humide	15	1,87%
Végétation annuelle des grèves	14	1,75%
Mégaphorbiaie	11	1,37%
Peupleraie plantée	3	0,37%
Prairie humide	5	0,12%
Total	799	100,00%

Tableau 23 Répartition des relevés suivant le type d'habitat (n=799)

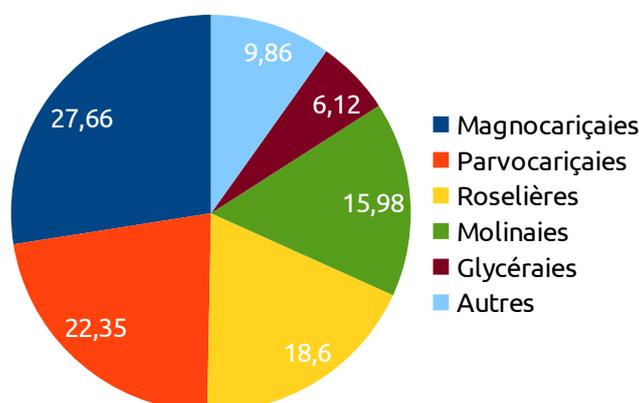


Figure 33 Répartition des relevés par grands habitats (n=799)

Les espèces que nous recherchons sont connues (vaste littérature : cf. par exemple, pour une approche hypersynthétique, les fiches des espèces dans les Cahiers d'habitats, BENSETTITI & GAUDILLAT 2002) de deux très grands types d'habitats :

- les mégaphorbiaies, magnocariçaies et roselières de la classe des *Phragmito australis* – *Caricetea elatae*, qui rassemblent le *Caricion elatae* (le « magnocaricion »), et le *Phragmition australis* ;
- la classe *Scheuchzerio palustris* – *Caricetea nigrae*, qui regroupe les parvocariçaies des tourbières basses alcalines du *Caricion davallianae* ou de l'*Hydrocotilo vulgaris* – *Schoenion nigricantis*, et les groupements des prés tourbeux à molinie du *Molinion caeruleae* ;

Les premières sont plus eutrophes, et les secondes, plus exigeantes d'un point de vue écologique, semblent *a priori* plus favorables aux deux espèces de vertigos.

D'après nos résultats, 386 relevés (sur 1038) font état de la présence de *Vertigo moulinsiana* ; pour 175 relevés, nous ne disposons pas d'un habitat clairement identifié ; mais avec les relevés restants, nous pouvons établir les préférences écologiques de l'espèce : celle-ci est présente dans une demi-douzaine d'habitats, y compris les mégaphorbiaies ou les végétations annuelles des grèves.

Pour *Vertigo angustior*, les résultats sont encore plus nets : sur 49 relevés attestant sa présence, 14 relevés ont un habitat indéterminé ; les relevés restants nous permettent de constater que l'espèce est présente dans cinq habitats, mais le *Caricion davallianae* et le *Molinion caeruleae* sont largement les plus notés (respectivement 60% et près de 30% des relevés positifs).

Les deux graphes suivants présentent les répartitions pour les deux espèces (**figures 34 et 35**).

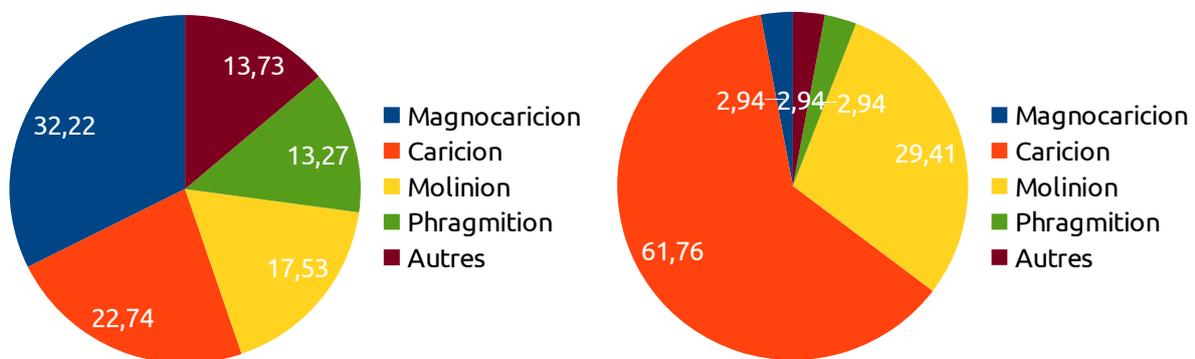


Figure 34 (gauche) Répartition des relevés positifs (battage plus litière) par habitat pour *Vertigo moulinsiana* (n = 211)

Figure 35 (droite) Répartition des relevés positifs (battage plus litière) par habitat pour *Vertigo angustior* (n = 35)
les noms d'habitats sont abrégés : *Caricion* = *Caricion davallianae*

5. Variables environnementales

5.1 Variables environnementales locales

5.1.1 Humidité

Les différentes classes d'humidité relevée lors de l'échantillonnage présente une répartition relativement uniforme. Les sites en eau, qui sont les moins nombreux, représentent 14,16% (1032 points renseignés). A l'inverse, les sites moites, les plus notés, comptent 30,78% (**tableau 24** et **figure 36**).

Classes	Description	Nombre	Pourcentage
1	sec	199	19,28%
2	moite	315	30,52%
3	humide	202	19,57%
4	très humide	169	16,38%
5	site sous l'eau	147	14,24%
TOTAL		1032	100,00%

Tableau 24 Répartition des différents niveaux d'humidité relevés (n = 1032)

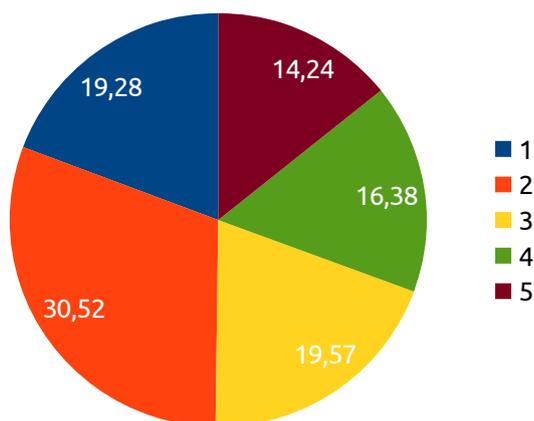


Figure 36 Répartition des différents niveaux d'humidités (n = 1032)

5.1.2 Ombrage

L'ombrage possède quant à lui une répartition où les classes d'ombrage les moins représentées sont l'absence d'ombre (8,4%) et les sous-bois (6,58%). A l'inverse, sur les 1034 relevés où l'ombre est renseignée, elle atteint 25% sur 39, 07% (**tableau 25** et **figure 37**).

Classes	Description	Nombre	Pourcentage
1	pas d'ombre	450	43,44%
2	25% d'ombre	315	30,41%
3	50% d'ombre	180	17,37%
4	75% d'ombre	76	7,34%
5	100% d'ombre (sous-bois)	15	1,45%
Total		1036	100,00%

Tableau 25 Répartition des différentes classes d'ombrage (n = 1036)

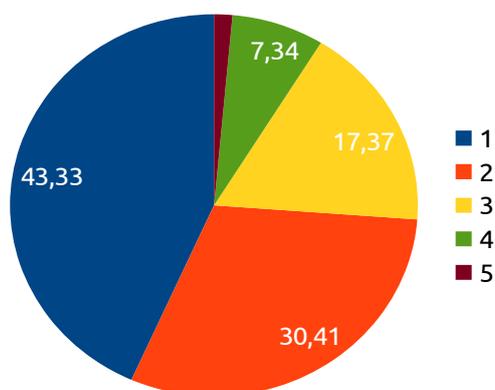


Figure 37 Répartition des différentes classes d'ombrage (n = 1036)

5.1.3 Hauteur de la litière

La hauteur de la litière atteint jusqu'à 45 cm. Cependant, sur 984 données acquises, plus de 96% des relevés ont moins de 20 cm. La répartition suivant les classes est ainsi très déséquilibrée et suit une loi dite de Poisson (**tableaux 26** et **figure 38**).

Hauteur litière	Nombre	Pourcentage
0 cm	179	18,19%
1 à 10 cm	685	65,99%
11 à 20 cm	93	8,96%
20 à 30 cm	25	2,41%
30 à 40 cm	1	0,10%
40 à 50 cm	1	0,10%
Total	984	100,00%

Tableau 26 Répartition des hauteurs de litière (n=984)

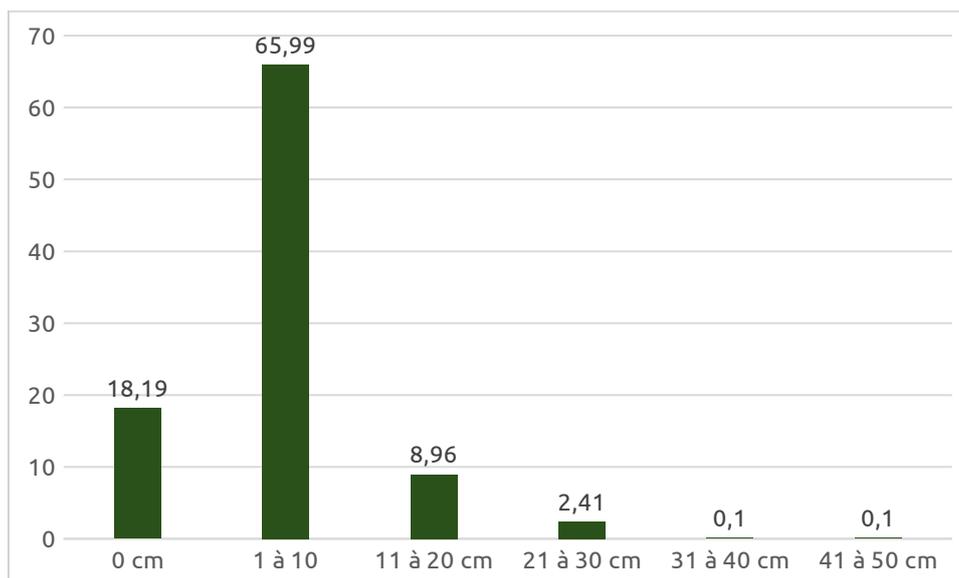


Figure 38 Répartition de la hauteur de la litière suivant différentes classes (n = 949)

5.1.4 Hauteur de la végétation

La hauteur de la végétation atteint quant à elle au maximum 4 m. Mais sur les 1033 données, près de 78% ne dépasse pas 1 m. Pour cette variable aussi, la répartition est très déséquilibrée (**tableau 27** et **figure 39**).

Hauteur végétation	Nombre	Pourcentage
0 cm	1	0,10%
0 à 50 cm	355	34,37%
50 à 100 cm	453	43,85%
100 à 150 cm	102	9,87%
150 à 200 cm	78	7,55%
200 à 250 cm	28	2,71%
250 à 300 cm	14	1,36%
300 à 350 cm	1	0,10%
350 à 400 cm	1	0,10%
Total	1033	100,00%

Tableau 27 Répartition des hauteurs de végétation (n = 1033)

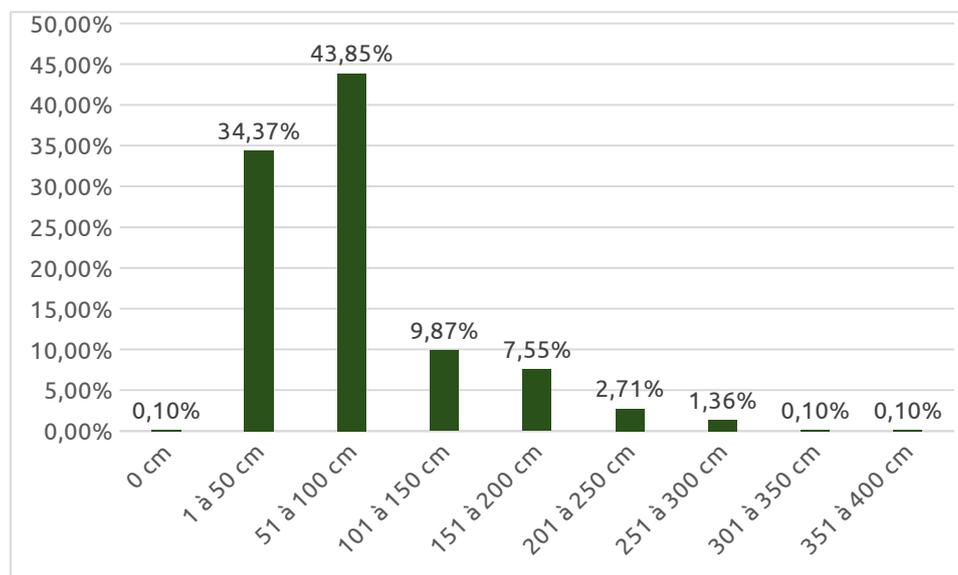


Figure 39 Répartition de la hauteur de la végétation suivant différentes classes (n = 987)

	Minimum	Maximum	Médiane	Moyenne
Hauteur de la litière	0 cm	45 cm	5 cm	6,72 cm
Hauteur de la végétation	0 cm	400 cm	80,00	85,56 cm

Tableau 28 Caractéristiques de la hauteur de la litière et de la végétation (en cm)

5.2 Variables environnementales géographiques

Les conditions climatiques, pédologiques et hydrogéologiques de la zone d'étude sont relativement représentatives de celles des points de relevés. Cependant, le nord des Ardennes n'a pas été échantillonné en raison de son non attrait pour les espèces au regard de la littérature grise et des connaissances sur leurs exigences. Les valeurs associées à ce secteur étant le plus froid, le plus acide et l'un des plus arrosé ne sont donc pas incluses. Pour le ph cela concerne la frange la plus basse qui ne figure pas dans les valeurs échantillonnées (**tableau 29 ci-après** et **figures 40 à 52**). Par ailleurs, il y a une surreprésentation des secteurs à pH acide, avec une précipitation d'août et de mai élevée, d'avril, mai et août faible et avec de l'argile en lien avec le plan d'échantillonnage stratifié.

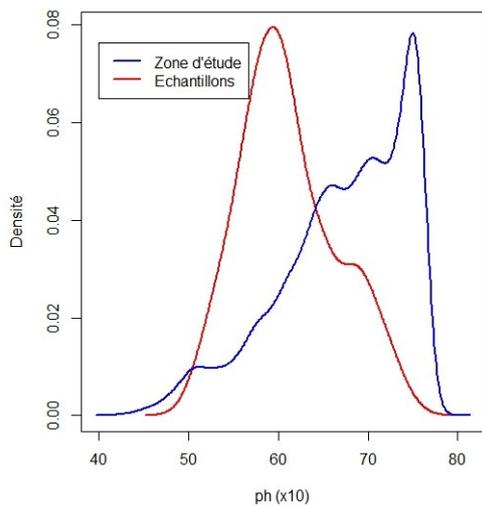


Figure 40 Variations des densité de valeurs entre la zone d'étude et celle échantillonnée pour le ph (x 10)

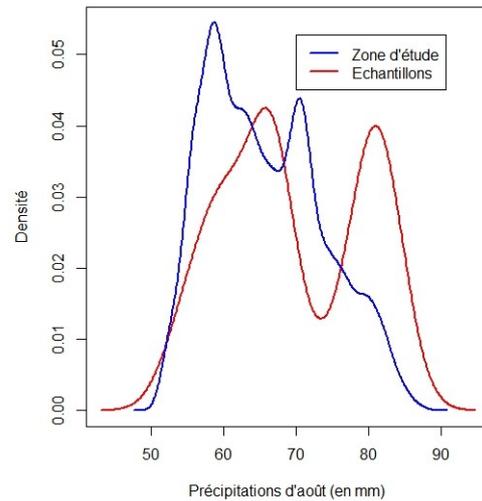


Figure 41 Variations des densité de valeurs entre la zone d'étude et celle échantillonnée pour les précipitations d'août

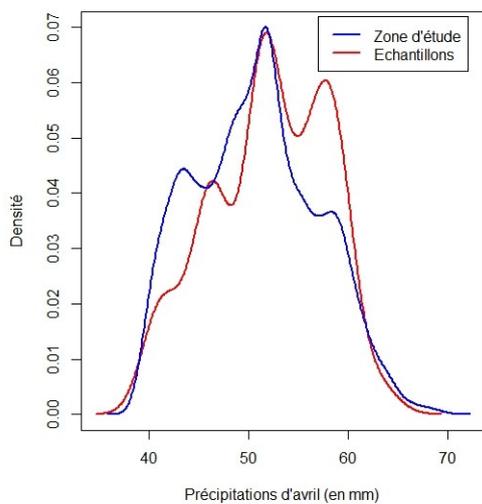


Figure 42 Variations des densité de valeurs entre la zone d'étude et celle échantillonnée pour les précipitations d'avril

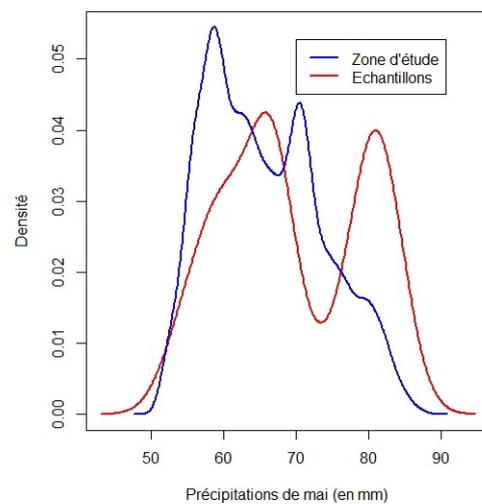


Figure 43 Variations des densité de valeurs entre la zone d'étude et celle échantillonnée pour les précipitations de mai

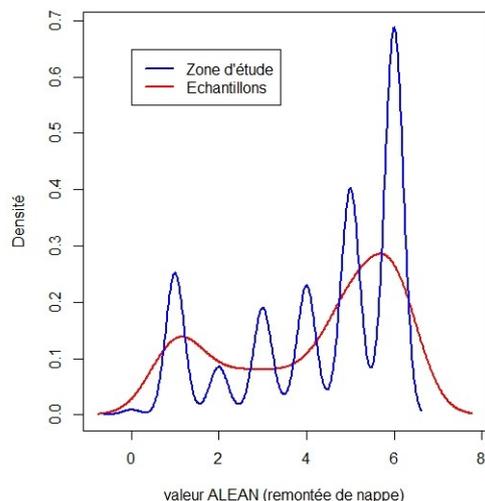


Figure 44 Variations des densités de valeurs entre la zone d'étude et celle échantillonnée pour la valeur ALEAN de la remontée de nappe

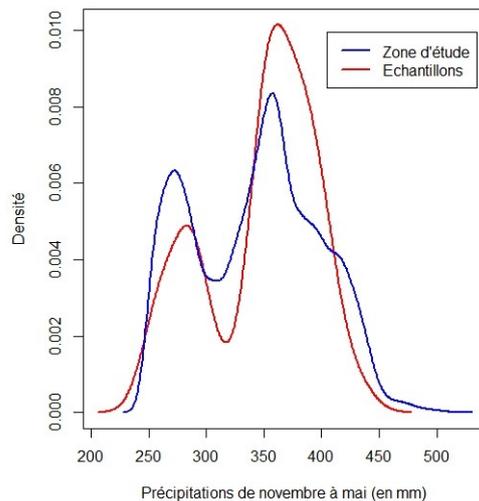


Figure 45 Variations des densités de valeurs entre la zone d'étude et celle échantillonnée pour la somme des précipitations de novembre à mai

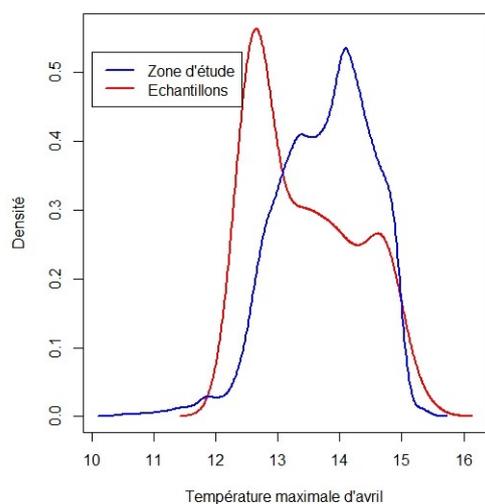


Figure 46 Variations des densités de valeurs entre la zone d'étude et celle échantillonnée pour la température maximale d'avril

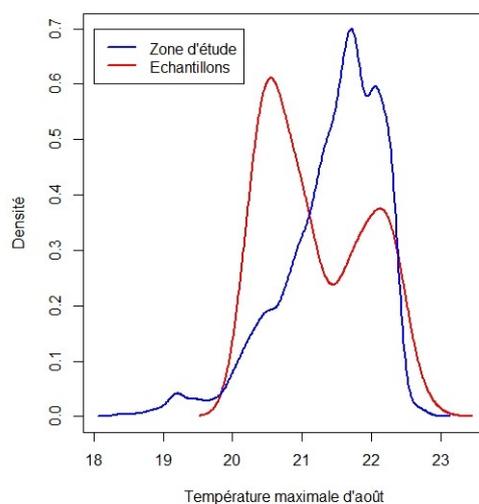


Figure 47 Variations des densités de valeurs entre la zone d'étude et celle échantillonnée pour la température maximale d'août

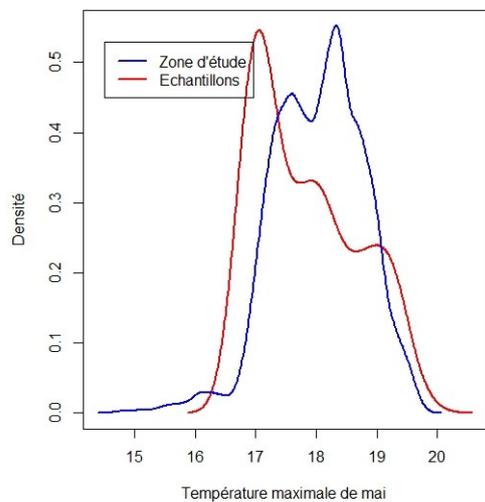


Figure 48 Variations des densités de valeurs entre la

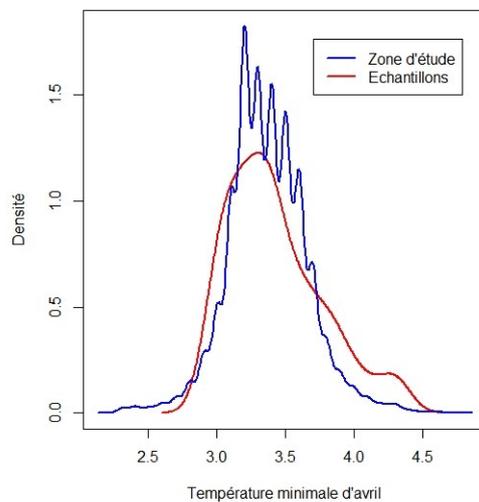


Figure 49 Variations des densités de valeurs entre la

zone d'étude et celle échantillonnée pour la température maximale de mai

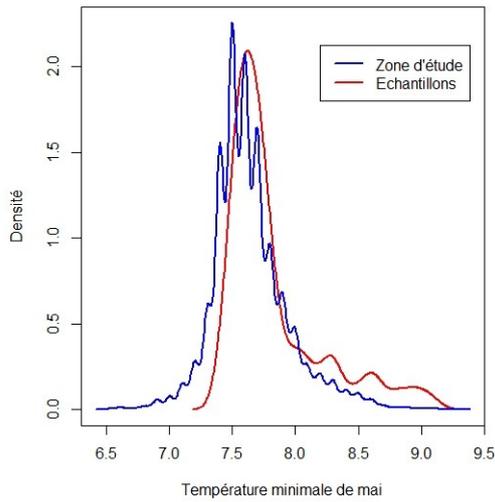


Figure 50 Variations des densités de valeurs entre la zone d'étude et celle échantillonnée pour la température minimale de mai

zone d'étude et celle échantillonnée pour la température minimale d'avril

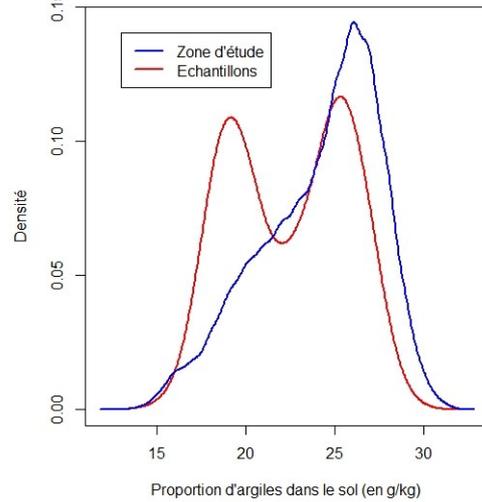


Figure 51 Variations des densités de valeurs entre la zone d'étude et celle échantillonnée pour la teneur en argiles

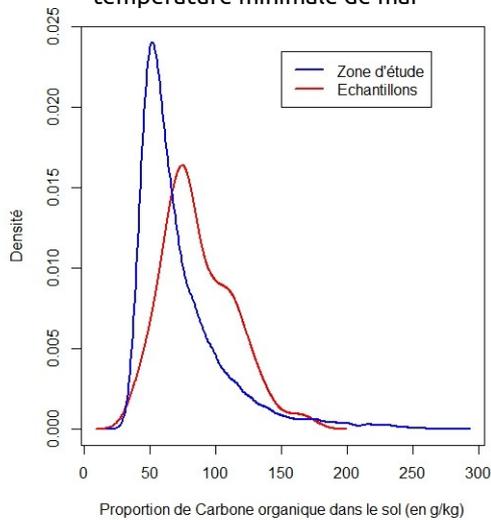


Figure 52 Variations des densités de valeurs entre la zone d'étude et celle échantillonnée pour le Carbone organique

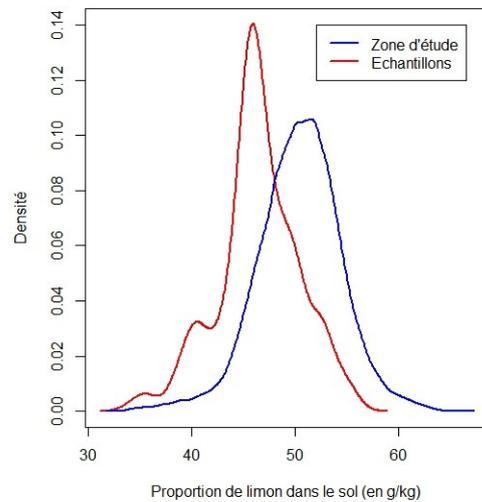


Figure 53 Variations des densités de valeurs entre la zone d'étude et celle échantillonnée pour la teneur en limons

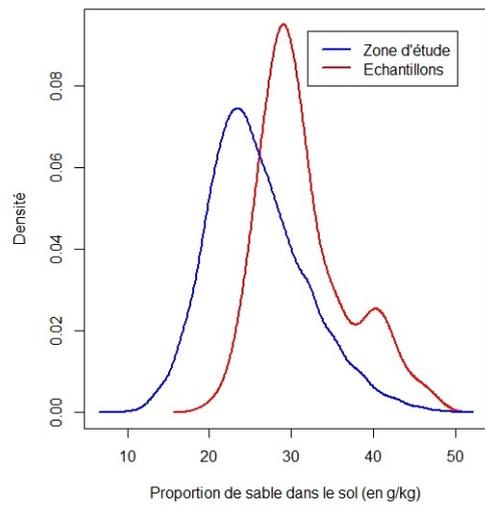


Figure 54 Variations des densités de valeurs entre la zone d'étude et celle échantillonnée pour la teneur en sable

Variables	Zone d'étude				Relevés			
	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum
Ph (x10)	72,18	75,00	43,00	78,00	61,12	60,40	50,14	74,35
Précipitations d'août (mm)	64,99	64,00	48,00	87,00	64,71	65,00	48,60	83,38
Précipitations d'avril (mm)	49,49	50,00	38,00	70,00	52,04	51,75	40,00	64,01
Précipitations de mai (mm)	63,90	62,50	51,00	88,00	69,60	67,02	52,00	85,66
Remontée de nappe (valeur ALEAN)	4,34	5,00	0,00	6,00	4,14	5,00	1,00	6,00
Somme des précipitations de novembre à mars (mm)	309,87	299,50	247,00	477,00	347,32	355,34	250,00	433,76
Température maximale d'avril (°C)	14,24	14,00	12,00	15,00	13,43	13,29	12,20	15,34
Température maximale d'août (°C)	21,84	22,00	19,00	22,00	21,20	21,00	20,20	22,76
Température maximale de mai (°C)	18,56	19,00	16,00	19,00	17,83	17,70	16,67	19,78
Température minimale d'avril (°C)	3,10	3,00	3,00	4,00	3,43	3,38	2,92	4,35
Température minimale de mai (°C)	7,78	8,00	7,00	8,00	7,83	7,70	7,41	9,10
Teneur en argiles (en g / kg de sol)	24,55	26,00	14,00	31,00	22,47	22,77	15,51	28,93
Teneur en Carbone organique (en g / kg de sol)	91,06	77,50	36,00	146,00	86,89	79,77	34,12	173,60
Teneur en limon (en g / kg de sol)	50,69	51,00	34,00	63,00	46,42	46,23	34,11	55,84
Teneur en sable (en g / kg de sol)	25,47	25,00	11,00	50,00	31,46	29,94	20,08	47,37

Tableau 30 Caractéristiques des variables géographiques pour les secteurs étudiés et la zone d'étude dans son ensemble

6. Préférences écologiques

NB Dans cette partie, les calculs ont été réalisés sur une partie seulement des données recueillies (n = 990) (toutes les données n'étaient pas encore saisies).

Le détail des calculs et des graphiques est présenté dans l'**Annexe 3**.

6.1 Préférences locales

6.1.1 Sur les exigences écologiques *Vertigo moulinsiana*

Le modèle le plus parcimonieux expliquant la présence/absence inclut toutes les variables testées : humidité, ombrage, hauteur de la litière et hauteur de la végétation. L'humidité et la hauteur de la litière possèdent un effet positif à l'inverse de la hauteur de la végétation. En outre, ce modèle explique 7,42% de la présence/absence de *Vertigo moulinsiana* (**tableau 31**).

Variable	Ordonné à l'origine \pm IC*	Coefficient directeur de la pente (β) \pm IC*	Probabilité (p)	AIC**	Pourcentage de variance expliquée
Humidité	-1,216 \pm 0,0,231	0,250 \pm 0,057	<0,005	1137,7	7,42
+ Hauteur de la litière		0,083 \pm 0,012	<0,005		
+ Ombrage		-0,170 \pm 0,068	0,013		
+ Hauteur de la végétation		-0,004 \pm 0,001	0,001		

Tableau 31 Caractéristiques des modèles linéaires généralisés binomiaux concernant la présence/absence de *Vertigo moulinsiana* (en gras les modèles significatifs)
*Intervalle de confiance à hauteur de 95% ; ** Indice d'Akaike (indice de parcimonie)

Les habitats expliquent la présence de *Vertigo moulinsiana* à 3,21% uniquement. Seule la roselière (phragmitaie) héberge significativement moins l'espèce que la magnocariçaie.

6.1.2 Sur les exigences écologiques *Vertigo angustior*

Le meilleur modèle expliquant la présence de *Vertigo angustior* à l'échelle locale inclut l'humidité et la hauteur de la litière qui possèdent tous deux un effet positif et conditionnent l'occurrence de l'espèce à hauteur de 3,82% (**tableau 32**).

Variable	Ordonné à l'origine \pm IC*	Coefficient directeur de la pente (β) \pm IC*	Probabilité (p)	AIC**	Pourcentage de variance expliquée
Humidité	-4,309 \pm 0,447	0,291 \pm 0,123	0,018	335,11	3,82
+ Hauteur de la litière		0,051 \pm 0,018	0,006		

Tableau 32 Caractéristiques des modèles linéaires généralisés binomiaux concernant la présence/absence de *Vertigo angustior* (en gras les modèles significatifs)
*Intervalle de confiance à hauteur de 95% ; ** Indice d'Akaike (indice de parcimonie)

Le modèle incluant uniquement les habitats explique à 16,28% la présence de *Vertigo angustior*. Par rapport à la parvocariçaie, la magnocariçaie et la roselière hébergent significativement moins l'espèce. La moliniaie, quant à elle, n'est pas significativement différents de la parvocariçaie

Les meilleures conditions pour trouver *Vertigo angustior* sont les parvocariçaies et moliniaies avec une humidité et une litière importante.

6.2 Préférences géographiques

6.2.1 Modélisation géographique de la présence de *Vertigo moulinsiana*

L'exploration des combinaisons d'addition de toutes les variables numériques d'échelle géographique et des hypothèses permet d'identifier le modèle le plus parcimonieux comme étant celui de la température minimale d'avril (en quadratique) expliquant à hauteur de 5,27% de la répartition de *Vertigo moulinsiana*.

La **figure 55** ci-après présente cartographiquement la combinaison des préférences géographiques de *Vertigo moulinsiana*. Le détail est présenté en **Annexe 3**.

Ce modèle permet d'élaborer une carte inférentielle distinguant les secteurs à fort et à moins fort potentiel et expliquant à hauteur de 5,27% de la répartition de *Vertigo moulinsiana*. Il ressort que l'est de la Marne et de l'Aube ainsi que le sud-est de la Haute-Marne présentent un fort potentiel pour l'espèce.

Cependant, le sud des Ardennes, l'est de la Marne et de l'Aube ainsi que le sud-est de l'Aube présentent une forte incertitude.

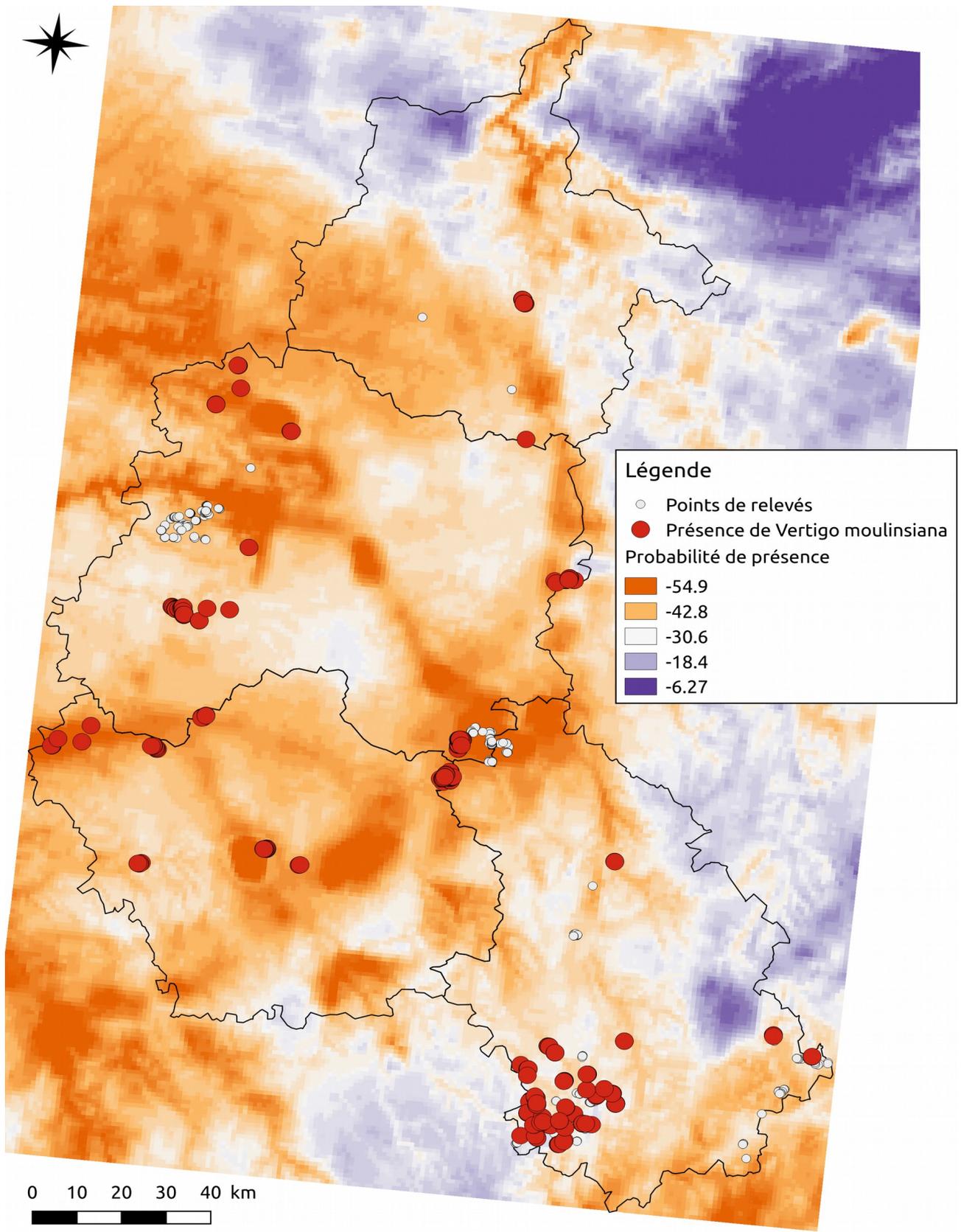
6.2.1 Modélisation géographique de la présence de *Vertigo angustior*

Le modèle plus parcimonieux inclue les précipitations d'avril, de mai et le ph et explique la présence de *Vertigo angustior* à hauteur de 19,15%.

La **figure 56** ci-après présente cartographiquement la combinaison des préférences géographiques de *Vertigo angustior*. Le détail est présenté en **Annexe 3**.

Ce modèle permet d'élaborer une carte inférentielle distinguant des secteurs à fort et moins fort potentiel et expliquant 19,15% de la répartition de *Vertigo angustior*. Il ressort que le sud-est de l'Aube et la Haute-Marne semblent être favorables à l'espèce. A l'inverse, les Ardennes et la partie centre-ouest sont moins propices.

Toutefois, la partie ouest du secteur d'étude et le sud des Ardennes présentent une grande incertitude.



Figures 55 Carte inférentielle de la potentialité de présence de *Vertigo moulinsiana*

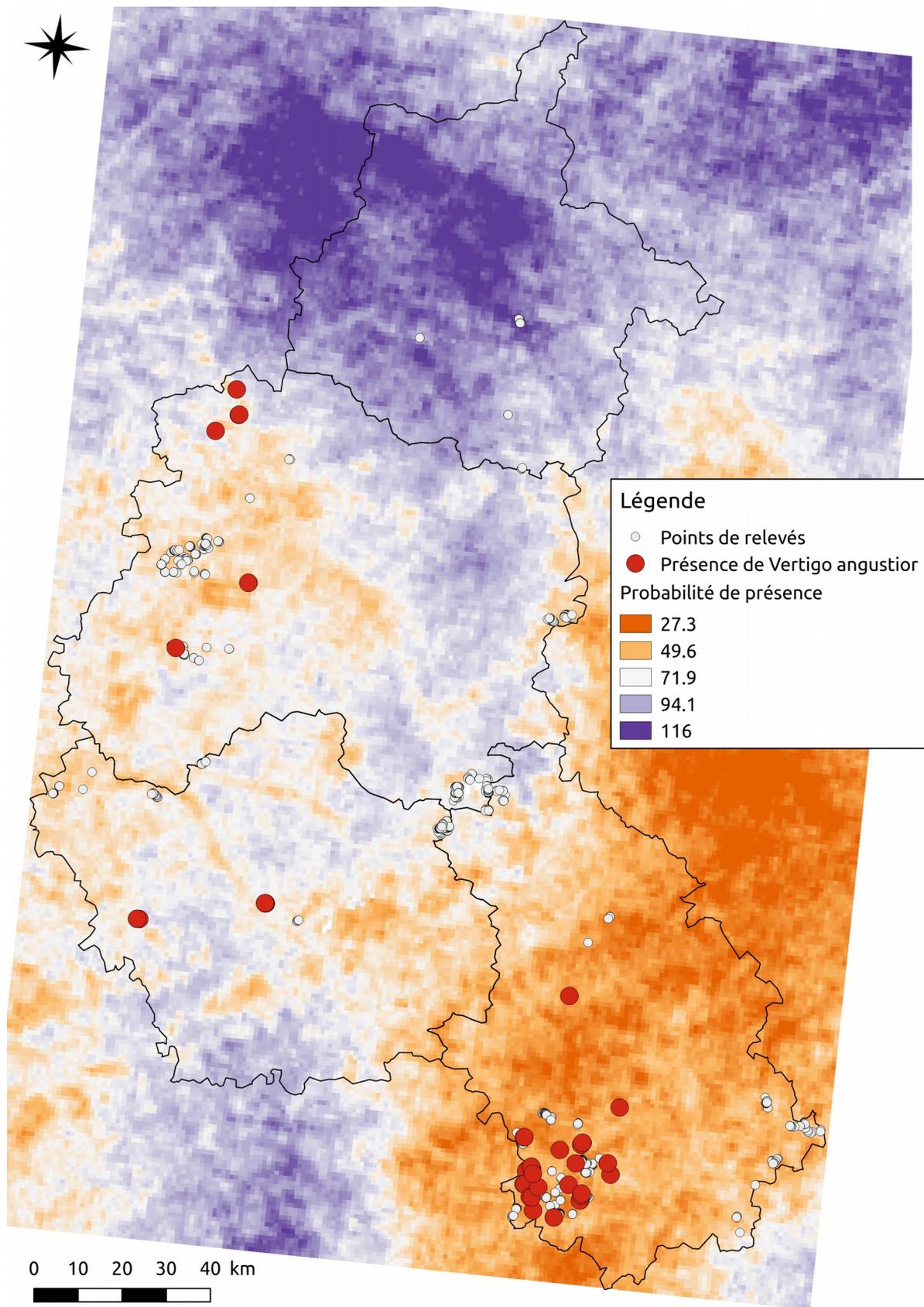


Figure 56 Carte inférentielle de la potentialité de présence de *Vertigo angustior*

D. Discussion

1. Tendance générale des populations

Les faits saillants sont les suivants :

1.1 Sur la répartition régionale des espèces

- *Vertigo moulinsiana* est largement répandu sur tout le territoire des quatre départements de l'ex-région Champagne-Ardenne ;
- *Vertigo angustior* est présent sur trois départements seulement (pas dans les Ardennes) mais il reste très localisé aux secteurs les moins anthropisés et sur des habitats précis.

1.2 Sur la dynamique des populations

- *Vertigo moulinsiana* semble au moins se maintenir, voire se développer ;
- *Vertigo angustior* semble en nette régression.

1.2.1 Evolution sur les sites historiques

Au regard des études de 2008 et 2010 (c'est-à-dire sur 23 sites seulement), et à l'échelle du site entier, **deux populations ont disparu** :

- pour *V. moulinsiana* sur le réservoir du Der-Chantecoq (#89),
- pour *V. angustior* sur le marais de la Superbe (#45).

En revanche **de/deux nouvelles populations ont été découvertes** :

- pour *V. angustior* sur les marais de Villechétif (#36) et de la Vanne (#37).

V. moulinsiana était présent sur 22 sites, et *V. angustior* sur 10. Les deux espèces étaient présentes ensemble dans 9 sites. Elles sont maintenant connues, respectivement, sur 21 et 11 sites, et sont ensemble sur 10 sites (**tableau 33**)

1.2.2 Evolution sur les secteurs historiques

Plus précisément encore, en considérant les 74 secteurs, *V. moulinsiana* était présent dans 49 d'entre eux, contre 29 pour *V. angustior*; ils étaient ensemble sur 24 secteurs. Aujourd'hui, *V. moulinsiana* est présent sur 53 secteurs et *V. angustior* sur 24 (un secteur n'a pu être visité) ; ils sont ensemble sur 21 secteurs (**tableau 33**).

Au regard des études de 2008 et 2010, et à l'échelle des 74 sous-secteurs, **plusieurs populations ont disparu** :

- pour *V. moulinsiana* sur les marais de la Combe Nébrot (#31 : Langres SE), des Creux d'Aujon, de la Combe Vologne, Vauclair (tous trois #32 : Langres N) et l'étang

Chevalier sur le site du réservoir du Der-Chantecoq (#89), **soit 5 secteurs** ; ce dernier étant l'unique alors connu de la ZSC.

- pour *V.angustior* sur les marais de Vanosse, et Val Clavin (tous deux #30 : Langres SO), de Rouelle, de Sous le Mont Saule, de la Fontaine aux Larrons, de la Combe Nébrot et de la Combe Geoffrot (tous les cinq #31 : Langres SE), de Combe Vologne, de Reuves (#38 : Saint-Gond), de la Superbe (#40), **soit 9 secteurs**.

En revanche **de nouvelles populations ont été découvertes** :

- pour *V.mouliniana* sur les marais de la Fontaine aux Larrons (#31 : Langres SE) et de la Combe aux Roches (#32 : Langres N), aux Rochottes et dans la Combe de Masancelle (#47 Aujon), sur les secteurs de Jaillac, du Petit Mousois, et de la Louverie (#51 Bassée) et sur les étangs de la Grande Rouillie, de la Grande Queue et du Haut (#90 Belval-Etoges), **soit 10 secteurs** ;
- pour *V.angustior* sur les marais de Cormicy (#29 : Reims), Champ-Cresson (#32 : Langres N), Villechétif (#36) et le marais de la Vanne (37), et Grand Marais d'Oyes (#35 : Saint-Gond), **soit 5 secteurs**.

1 secteur n'a pu être visité, le Petit marais d'Oyes (#38 : Saint-Gond)

	I		II		Pertes		Gain	
	sites	secteurs	sites	secteurs	sites	secteurs	sites	secteurs
<i>V. mouliniana</i>	22	49	21	53	1	5	0	10
<i>V.angustior</i>	10	29	11	24	1	9	2	5
Ensemble	9	25	10	21	1	8	2	5

Tableau 33 Synthèse de la variation de présence des deux espèces d'une campagne à l'autre
Légende : I = campagne 2008 et 2010 ; II = campagne 2017-2018 ; pour les deux espèces, un site n'a pu être visité, ce qui explique les chiffres divergeant pour chaque campagne si l'on procède au total des gains et des pertes.

1.2.3 Nouveaux sites et secteurs et bilan final

A quoi s'ajoutent les nouveaux sites et secteurs (où un site = un secteur). Le **tableau 34** cumule ainsi toutes les données :

	I		II		Nouveaux sites		Total actuel	
	sites	secteurs	sites	secteurs	sites	secteurs	sites	secteurs
<i>V. mouliniana</i>	22	49	21	53	4	4	25	57
<i>V.angustior</i>	10	29	11	24	1	1	12	25
Ensemble	9	24	10	21	1	1	11	22

Tableau 34 Synthèse de la présence des espèces avec l'ensemble des sites et secteurs
Légende : I = campagne 2008 et 2010 ; II = campagne 2017-2018

***Vertigo moulinsiana* est présent sur 25 sites sur 32, et 57 secteurs sur 85**
***Vertigo angustior* est présent sur 12 sites sur 32 et 25 secteurs sur 85**
Ils sont ensemble sur 11 sites et 22 secteurs

1.3 Sur les effectifs

Concernant les effectifs, ils sont, en tout état de cause, impossibles à confronter ; néanmoins nous constatons au moins une stagnation pour *V.moulinsiana* et une régression nette pour *V. angustior*. Dans ce dernier cas en effet, nous n'avons jamais retrouvé, aussi bien en battage qu'en litière, les effectifs décrits par Olivier Hesnard de plusieurs dizaines d'individus. Nous peinons à atteindre la dizaine.

Ceci semble montrer la régression de *Vertigo angustior*, ce qui corrobore les informations dont nous disposons au moins dans le secteur nord du pays : les effectifs sont également en régression dans l'Essonne (études pluriannuelles menées par S.Vrignaud ou B.Vincent).

Les causes sont sans doute nombreuses et complexes, mais la raréfaction ou la dégradation des zones humides fragiles que sont les tourbières basses en est sans doute la principale.

La stabilité de *V.moulinsiana* s'explique par sa plus grande plasticité écologique. Mais on constate toutefois plus de secteurs où il baisse ou disparaît que l'inverse.

Les deux espèces sont donc dans une situation préoccupante qui doit alerter le gestionnaire, notamment dans sa responsabilité de gestion et conservation des espèces et habitats de la directive européenne.

2. Hiérarchisation des sites

Suite à l'analyse des populations « site à site » (cf. le second tome de cette étude), il est possible de proposer une hiérarchisation des sites selon le degré relatif des enjeux.

2.1 Évaluation de l'équilibre écologique des sites

L'évaluation, présentée dans chaque fiche de site, est synthétisée dans le **tableau 35** ci-dessous.

Il n'est pas réellement possible, ni très pertinent, de classer des sites les uns par rapport aux autres ; la préservation de la biodiversité ne saurait être une affaire de compétition. Néanmoins, au regard de nos analyses, nous pouvons indiquer des sites pour lesquels les enjeux de gestion et/ou de conservation sont prioritaires – soit du fait de la diminution ou de la dégradation des populations, soit du fait des atteintes constatées par des aménagements ou des dérangements/pollutions externes. C'est en somme une évaluation écologique que nous proposons pour chaque site.

Cette notation est indicative. Elle est le résultat de la moyenne de trois indices (entre 0,33 et 1), établis pour chaque site selon la présence de l'une ou l'autre espèce :

- POP est un indice (1 à 3) basé sur la moyenne des effectifs sur les battages positifs d'un même site ;
- DYN est un indice (1 à 3) basé sur la moyenne des battages positifs sur l'ensemble des battages d'un site ;
- SEN est un indice (1 à 3), à dire d'expert, combinant l'éloignement des activités anthropiques et la vitalité de la population et du site.

On aurait pu imaginer une pondération ou une prime pour les sites qui disposent des deux espèces, mais nous avons finalement évacué l'idée ; en effet comment la calculer objectivement ?

Nous avons toutefois donné les notes les plus fortes dans le cas (unique) où une population (de *Vertigo angustior*) a totalement disparu, sur le marais de la Superbe.

S'agissant des effectifs, on a initialement pensé à un indice différencié pour chaque espèce, ceux de *Vertigo angustior* étant souvent beaucoup plus réduits que ceux de *Vertigo moulinsiana* ; mais les premiers sont tellement rares et réduits, que nous avons également évacué l'idée (c'est pourquoi d'ailleurs ces effectifs n'apparaissent pas dans les cartographies).

C'est ainsi qu'en synthèse on distinguera trois grands types de sites :

- **à forte priorité** : note supérieure à 0,7 ;
- **à priorité moyenne** : note supérieure à 0,6 ;
- **à priorité moindre** : note inférieure à 0,6.

NN	D	NR	Nom abrégé du site	VM	POP	DYN	SEN	VA	POP	DYN	SEN	SYN
FR2100250	52	5	Pelouse des sources de la Suize à Courcelles-en-Montaane	1	1	2	2					0.555
FR2100274	51	29	Marais et pelouses du tertiaire au nord de Reims	1	1	2	3	1	1	3	3	0.722
FR2100275	52	30	Marais tourbeux du plateau de Langres (secteur Sud-Ouest)	1	1	2	2	1	1	3	3	0.667
FR2100276	52	31	Marais tufeux du plateau de Langres (secteur Sud-Est)	1	1	3	2	1	1	3	3	0.722
FR2100277	52	32	Marais tufeux du plateau de Langres (secteur Nord)	1	1	3	2	1	1	3	3	0.722
FR2100278	52	33	Tufière de Rolambont	1	2	1	2	1	1	2	1	0.5
FR2100281	10	36	Marais de Villechétif	1	2	1	2	1	1	3	3	0.667
FR2100282	10	37	Marais de la Vanne a Villemaur	1	1	3	2	1	1	3	3	0.722
FR2100283	51	38	Le Marais de Saint-Gond	1	2	1	3	1	1	3	3	0.722
FR2100284	51	39	Marais de la Vesle en amont de Reims	1	1	1	2					0.444
FR2100285	10-51	40	Marais de la Superbe	1	2	1	1	0	3	3	3	0.722
FR2100288	08-51	43	Prairies d'Autrv	1	1	2	2					0.555
FR2100290	10	45	Prairies de Courteranges	1	2	1	1					0.444
FR2100291	52	46	Vallée du Roanon. de Doulaincourt à la confluence avec la Marne	1	2	1	3					0.667
FR2100292	52	47	Vallée de l'Aube. d'Auberive à Dancevoir	1	2	1	2	1	1	3	3	0.667
FR2100293	52	48	Vallée de l'Auion. de Chamero v a Arc-en-Barrois	1	1	2	3					0.667
FR2100295	10-51	50	Prairies de la Voire et de l'Héronne									
FR2100296	10-51	51	Prairies. Marais et bois alluviaux de la Bassée	1	3	1	2					0.667
FR2100298	08	53	Prairies de la vallée de l'Aisne									
FR2100314	51	69	Massif forestier d'Eternav et étanas associés									
FR2100326	52	81	Bois de la Voivre à Marault					1	1	3	3	0.778
FR2100329	52	84	Vallon de Senance à Courcelles-en-Montaane et Noidant-le-Rocheux	1	2	1	2	1	1	2	2	0.56
FR2100331	08	86	Étanas de Bairon	1	2	3	1					0.667
FR2100332	10-52	87	Étana de la Horre	1	1	1	2					0.444
FR2100333	51	88	Étanas latéraux du Der	1	1	1	2					0.444
FR2100334	51-52	89	Réservoir de la Marne dit du Der-Chantecoa									
FR2100335	51	90	Étanas de Belval. d'Etoaes et de la Grande Rouillie	1	1	1	2					0.444
FR2100344	52	99	Ruisseaux de Vaux-la-Douce et des Bruvères									
FR2100345	52	100	Ruisseaux de Pressianv et de la Ferme d'Aillaux									
FR2100620	52	101	L'Adance	1	1	3	2					0.667
FR210014790	51	Z01	Bois. marais et pelouses de la Halle aux Vaches	1	1	2	2	1	1	3	3	0.667
FR210009506	51	Z02	Etana de Montreuil à Sermiers	1	1	1	2	1				0.333

Tableau 35 Notation des sites Légende : NN = numéro national ; D = département ; NR = numéro régional ; NS = numéro de secteur ; VM = présence de *Vertigo moulinsiana* ; VM = présence de *Vertigo moulinsiana* ; Notations : POP = population ; DYN = dynamique ; SEN = sensibilité ; SYN = notation finale

2.2 Enjeux de conservation ou de gestion

Les enjeux de gestion sont réputés dominants lorsqu'il s'agit de remédier à des problématiques actives de gestion, dans la philosophie dite ERC, « éviter, réduire, compenser » : c'est quand un secteur d'un site ou un site entier voit les espèces ou habitats qu'il héberge menacés de quelque manière que ce soit. Les actions de gestion peuvent également prendre bien des formes, de la simple information, à la concertation entre acteurs, à l'acquisition de connaissances, aux travaux proprement dits.

Les enjeux de conservation sont réputés dominants lorsque les espèces ou habitats qui se trouvent sur des secteurs de sites ou des sites ne sont pas directement mis en danger par des usages anthropiques ; typiquement il s'agit de sites à l'écart des activités humaines. La question est donc de maintenir au mieux l'équilibre écologique déjà présent.

2.3 Sites repères

Dans l'optique d'affiner la connaissance de l'écologie des sites, qui passe sans doute par la connaissance d'espèces aussi patrimoniales et originales que les vertigos, on peut également proposer une typologie des sites comme représentatifs d'un certain état des lieux régional, qui est fonction de la « moyenne » entre la valeur patrimoniale (VP) du site et sa sensibilité aux menaces environnantes (Risque R).

Nous distinguons ainsi trois types de sites selon les équations simples (**tableau 36**) :

		R	
		+	-
VP	+	A	B
	-	C	B

Tableau 36 Méthode simple d'évaluation des sites repères où A = VP+/R+ = site vitrine d'un état d'exception, conservation possible ; B = VP+/R- ou VP-/R- = site susceptible d'être valorisé par des actions de gestion ; C = VP-/R+ site pour lequel se pose la question de la valorisation

A l'exception des sites de type C (ceux qui ne présentent pas de population du tout), les enjeux et les 'repères' sont indiqués dans le **tableau 37** ci-après.

D	NR	Nom abrégé du site	SYN	Enjeux	Repères	Commentaire
52	81	BOIS DE LA VOIVRE	0,778	Conservation Gestion	B	Site issu en tête de l'évaluation parce qu'il combine à la fois une seule population de <i>V.angustior</i> détectée seulement en litière, dans un contexte agricole menaçant ; de plus, la gestion, qui semble peu concertée, pourrait être fatale
51	29	NORD DE REIMS	0,722	Conservation Gestion	A	Site présentant sur la partie des secteurs étudiés des enjeux biologiques forts, augmentés par un degré de naturalité élevé dans un contexte largement anthropisé (urbanisé).
52	31	LANGRES SE	0,722	Conservation	A	Les sites lingons, auxquels on peut associer le site 05, le site 33 et le site 84, représentent, de par leur surface et leur originalité, les sites présentant le plus d'enjeux écologiques, notamment pour ce qui concerne les espèces et les habitats à statut. Peu menacés par les activités humaines, ils apparaissent comme des témoins régionaux d'une valeur patrimoniale inestimable.
52	32	LANGRES N	0,722	Conservation	A	
10	37	MARAIS DE LA VANNE	0,722	Gestion	B	Site à enjeux fort du fait de la présence de populations des deux espèces, avec également de fortes enjeux de gestion, notamment liés à la pression agricole.
51	38	SAINT-GOND	0,722	Gestion	A/B	Site majeur de la biodiversité champardennais, le site est malheureusement sujet à de trop fortes pression anthropiques, et à un très grand nombre d'acteurs aux intérêts parfois contradictoires. Seules les propriétés communales sont aujourd'hui susceptibles de porter un véritable travail de gestion-concertation-conservation, notamment grâce à la présence de la Réserve au sein de la ZSC.
10-51	40	MARAIS DE LA SUPERBE	0,722	Conservation	A	Site à enjeux forts du fait de la probable extinction de <i>Vertigo angustior</i> (non revu) : des enjeux de conservation (dont la prospection) sont nécessaires.
52	30	LANGRES SO	0,667	Conservation	A	Voir le site #31
10	36	MARAIS DE VILLECHETIF	0,667	Gestion	B	Site présentant les deux espèces, nécessitant des aménagements de gestion qui permettrait leur épanouissement.
52	46	ROGNON	0,667	Gestion	B	Comme tous les sites haut-marnais correspondant aux vallées alluviales, les enjeux sont modérés et essentiellement liés à la capacité du cours à produire des habitats tourbeux. Mais d'une manière générale, la canalisation et l'eutrophisation est plutôt défavorable aux espèces de vertigos. (Les sites sont des ZSC sans doute du fait de la carcynofaune et de l'ichtyofaune inscrites à l'annexe II)
52	47	AUBE	0,667	Gestion	B	Enjeux très proches des sites calqués sur les vallées alluviales, les vallées de l'Aube et de l'Aujon présentent toutefois toutes deux des marais similaires à ceux du plateau lignon, ce qui leur donne un fort enjeu patrimonial. Des pratiques agricoles anciennes et extensives peuvent également être susceptibles d'améliorer la qualité d'habitats originaux (prairie humides).
52	48	AUJON	0,667	Gestion	B	
10-51	51	LA BASSEE	0,667	Gestion Conservation	A/B	Site à enjeux forts pour <i>Vertigo moulinsiana</i> qui présentent de fortes populations.
08	86	ETANG DE BAIRON	0,667	Gestion	A	Site à enjeux importants pour les Ardennes.
52	101	APANCE	0,667	Gestion	B	Voir le site #46

D	NR	Nom abrégé du site	SYN	Enjeux	Repères	Commentaire
51	Z01	LA HALLE AUX VACHES	0,667	Conservation	A	Petit site à enjeux importants, à préserver.
52	5	SUIZE	0,55	Gestion	B	Voir le site #31
52	84	VALLON DE SENANCE	0,56	Conservation	A	
08-51	43	PRAIRIES D'AUTRY	0,55	Conservation	C	Site où <i>Vertigo moulinsiana</i> (seule espèce présente) présente de très faibles populations. La conservation est donc prioritaire si on souhaite mettre l'accent sur la biodiversité.
52	33	TUFIERE DE ROLAMPONT	0,5	Conservation	B	Site déjà géré ; les populations ne sont pas dérangées, et ne sont pas spécialement prioritaires.
51	39	MARAI DE LA VESLE	0,444		C	Priorité mineure, site déjà géré et populations peu dérangées.
10	45	PRAIRIES DE COURTERANGE	0,444		C	Priorité mineure, site déjà géré et populations peu dérangées.
10-52	87	ETANG DE LA HORRE	0,444		C	Priorité mineure, site déjà géré et populations peu dérangées.
51	88	ETANGS LATERAUX DU DER	0,444		C	Priorité mineure, site déjà géré et populations peu dérangées.
51	90	ETANGS DE BELVAL ETOGE	0,444		C	Priorité mineure, site déjà géré et populations peu dérangées.
51	Z02	SERMIERS	0,333		C	Priorité mineure, site déjà géré et populations peu dérangées.

Tableau 37 Enjeux de gestion pour les différents sites hiérarchisés

3. Valeur patrimoniale à l'échelle régionale

Le mérite de cette étude est de permettre d'avoir un certain recul sur un territoire qui est vaste, d'une part, et qui d'autre part est relativement cohérent, celui de l'ex-région Champagne-Ardenne.

Notre étude concerne deux espèces de tout petits animaux qui nous apparaissent très riches d'enseignements, non seulement sur l'histoire biogéographique d'une vaste portion du territoire national, mais aussi de l'histoire plus récente de l'*aménagement de la nature* et de la création des paysages.

Il est certain que les coteaux de la Marne, les vallées de la Seine et de la Marne, le Derois, le plateau ardennais ou le plateau de Langres, l'Argonne sont des territoires emblématiques caractérisés par des paysages singuliers ; ils sont des pays, des terroirs, de petites régions naturelles engagées dans les enjeux contemporains du réchauffement global ou des réformes administratives.

Certainement la variété des habitats, du moins pour ce qui concerne les zones humides, fait de ce territoire un acteur de choix pour la gestion concertée et la préservation de ces ensembles fragiles.

Ce ne sont pas que les escargots, mais les habitats qui les portent : la superposition des enjeux environnementaux (biodiversité, eau, zones humides, paysage, etc.) sur certains secteurs (marais de Saint-Gond, plateau de Langres, par exemple), font de ces secteurs des concentrés de valeur patrimoniale. C'est donc non seulement aux habitants, à la société civile, mais aussi aux élus locaux, aux responsables politiques qu'il revient de promouvoir ou valoriser ce patrimoine périssable.

4. Sur la biocénologie

4.1 Les communautés malacologiques des zones humides

Suite à l'ensemble de nos prospections et aux résultats obtenus, nous sommes en mesure de bâtir une manière de profil ou, plus exactement, d'enveloppe écologique des espèces étudiées. L'exercice est toutefois extrêmement périlleux, pour plusieurs raisons logiques, en particulier : 1. le manque de connaissance de la biologie des deux espèces, et 2. le très grand nombre de facteurs en jeu.

Dans le premier cas, nous souffrons de lacunes notamment quant au régime trophique (élément essentiel de l'écologie des espèces) de ces escargots: si l'on sait qu'elles sont toutes les deux herbivores (cf. BARKER 2001, BARKER 2004, CAMERON 2016, MYZYK 2011), on n'a pratiquement aucune donnée quant aux « proies » concernées (ni a fortiori leur biologie et leur écologie : connaître leur habitat, leur répartition, serait un minimum qui pourrait, par ricochet, nous informer sur la présence/absence potentielles des vertigos). STEUSLOFF 1937 indique toutefois quatre espèces de micro champignons.

Par la connaissance que nous accumulons sur les espèces, nous comprenons de mieux en mieux où l'on peut les trouver plus facilement (quand bien même elles seraient très tolérantes ou plastiques, euryèces). En associant aux données de présence/absence les données concernant les habitats (passant donc par une description phytosociologique de ces habitats, puis par leur interprétation et leur rattachement à des unités existantes), c'est par effet boomerang que nous pourrions par la suite encore mieux cibler nos prospections.

Ce que l'on sait depuis longtemps sur *Vertigo moulinsiana* et *Vertigo angustior*, a priori, est que ce sont des espèces liées aux zones humides. Dans le référentiel en cours d'élaboration (VINCENT à paraître 2), nous serions ainsi dans le groupe écologique 2 : *Espèces des zones humides*. Au-delà, il est plus difficile de typologiser les espèces : *Vertigo moulinsiana* est bel et bien une espèce des zones humides, mais elle est plus tolérante à plusieurs facteurs différents que *Vertigo angustior*. Pour cette dernière espèce, sténoèce, il est paradoxalement plus aisé de situer le rang caractéristique.

Les deux espèces appartiennent à la classe générique des communautés millimétriques herbivores des zones humides (ou *Euconulo praticolae* – *Columelletea edentulatae*) ; *Vertigo moulinsiana* est une espèce caractéristique de l'alliance des communautés hygrophiles, planitiales, centro- et médioeuropéens (l'*Euconulo praticolae* – *Vertiginion antivertiginis*) ; *Vertigo angustior* est probablement une espèce caractéristique d'une association de cette alliance, où l'on trouve également *Vallonia enniensis* : celle des communautés millimétriques herbivores des bas-marais alcalins planitiales centro- et médioeuropéens (*Vallonia enniensis* – *Vertiginetum angustioris*).

Sans déflorer le contenu d'un travail de recherche en cours non encore abouti (VINCENT à paraître 1), nous pouvons ainsi présenter les communautés de nos deux espèces au sein du synsystème, comme dans le **tableau 38** ci-dessous.

Grand milieu	TB II*	TB III	TB IV	Caractes de classe/ordre	Caractes d'alliance	Caractes d'associations	Exemple	
1. Continentaux terrestres littoraux	...							
2. Continentaux terrestres des zones humides [communautés hygrophiles]	2.1 Communautés branchiées	...					<i>Carychium ssp.</i>	
	2.2 Communautés pulmonées	2.2.1 Carni/omnivores	...				<i>Oxychilidae</i>	
		2.2.2 Herbivores stricts	2.2.2.1 Centimétriques	...				<i>Succinea putris</i>
			2.2.2.2 Millimétriques		<i>Columella edentulata</i> <i>Vertigo antevertigo</i> <i>Cochlicopa lubrica</i> <i>Euconulus fulvus/praticola</i>	<i>Vallonia ssp.</i>	<i>Vertigo geyeri</i> <i>V.genesii</i>	
3. Continentaux terrestres	...							
...								

Tableau 38 Extrait synthétique du synsystème en cours d'élaboration.
*le premier type biologique concerne la séparation entre bivalves et gastéropodes

4.2 Sur leur lien avec les habitats

Le niveau de l'habitat est encore la manière la plus simple et la plus efficace d'évaluer au moins la possibilité de présence/absence des populations (indépendamment de leurs effectifs, de leur dynamique ou de leur santé).

En effet, les habitats, en particulier tels qu'ils sont conceptualisés par la phytosociologie (qu'on pourrait appeler phytocénotique) et tels qu'ils pourraient l'être par une biocénotique digne de ce nom (intégrant non seulement les phytocénoses mais incluant les zoocénoses associées), ces habitats représentent les expressions idoines (aussi nécessaires que suffisantes) de la complexité des facteurs abiotiques et biotiques d'un site choisi.

Ces facteurs sont complexes, en effet, puisque l'assemblage *écologique* des espèces végétales permettent de combiner *à la fois* (c'est le mérite de l'assemblage de permettre cela) des données :

- climatiques et météorologiques ;
- géographiques, hydrauliques et hydrologiques ;
- chimiques et biochimiques ;
- topographiques et topologiques ;
- biologiques ;
- autoécologiques ;
- écosociologiques.

L'habitat est la traduction intégrée et hyper complexe de l'histoire et de la structure d'un site en même temps, un peu comme on dirait d'un organisme qu'il est l'assemblage possible réalisé (synchronique) entre le génotype et le phénotype.

Les résultats montrent en premier lieu que les deux espèces n'ont pas les mêmes exigences écologiques : *Vertigo moulinsiana* est possiblement présent dans plusieurs types d'habitats, et *V.angustior* est une espèce plus sténoèce (*i.e.* plus exigeante au regard des facteurs).

Un autre enseignement, pour *V.moulinsiana*, est l'indifférence aux systèmes tourbeux (végétations des tourbières) ou aux systèmes plus nitrophilés (mégaphorbiaies) : chacun représentant environ 40% des relevés, avec une légère préférence pour ces derniers. En revanche, pour *V.angustior*, la préférence est nette concernant les parvocariçaies.

Enfin nous devons insister sur le fait que nous avons effectué nos prospections de manière ciblée, précisément sur les habitats dont il est ici question. Il est donc normal de trouver ces habitats en surreprésentation, comme il est tout aussi normal, bien que ce soit moins évident, mais sans doute plus important, qu'un habitat éventuellement rare et patrimonial comme le *Caricion davallianae*, surreprésenté dans les marais lingons, apparaissent comme un habitat commun voire majoritaire.

Nous présentons quelques éléments pour chaque grand type d'habitat.

4.2.1 Mégaphorbiaies et roselières (figure 57)

Habitat sans doute le plus répandu sur notre secteur, habitat aisé à identifier, et premier rencontré dans la classification, les roselières et habitats similaires n'abritent toutefois pas toujours les espèces recherchées. Il faut dire qu'il existe de nombreux types de roselières, variant selon l'hygrométrie, la nature du sol, la hauteur de la nappe et les inondations, etc.

Position phytosociologique

Dans une conception hardie mais totale et intégrée (JULVE 1998ff), les roselières appartiennent au grand type de milieu humide des mégaphorbiaies, au même titre que les magnocariçaies (c'est la même classe). Le schéma global (commun aux deux ordres) est indiqué ci-après, **tableau 52**.

Habitats concernés localement

Les roselières champardennaises sont de deux types : vieille roselière lacustre ou riveraine, à végétation compagne rare, à grands roseaux, sur sols humides à hauteur d'eau variable ; roselière plus basse, plus mouillée, sur cariçaies (probablement cariçaie en dynamique).

Sites plus particulièrement concernés

Type I : tous les étangs : Horre, Etangs latéraux du Der, Réservoir du Der-Chantecoq et Etangs de Belval, Etoges et de la Grande Rouillie.

Type II : bordure de tous les marais, secteurs atterris des cours d'eau, queue des étangs naturels, bordures de parvocariçaies.

Habitat des espèces

Les vieilles (grandes) roselières lacustres ou riveraines, telles qu'on peut les voir autour des étangs (Der, Horre, Belval, etc.) ne sont pas les secteurs privilégiés par *V.mouliniana* et sont carrément dépourvues de *V.angustior*. Une autre espèce, *Vertigo antivertigo*, y est toutefois reine. Il semble que ces milieux sont déjà trop secs, ou trop soumis à l'assèchement prolongé pour pouvoir abriter les deux autres espèces. Ou bien, après un certain temps, une certaine dynamique, si la roselière est climacique, elle remplace toutes les espèces et domine, asséchant encore plus le sol. Si la dynamique en revanche se poursuit naturellement, alors des végétations arbustives voire arborées se substituent progressivement à elle, et nous basculons dans un autre habitat (par exemple le fourré à Saule cendré), également défavorable.

La situation est tout autre dans le cas de petites roselières inondées régulièrement, et disposant d'un cortège plus élaboré, comme c'est le cas souvent dans les queues d'étang, avec par exemple l'Alpiste, diverses Laïches (L. des rives ou à vésicule), plusieurs dicotylédones (Douce-amère ou Liseron, Menthes à feuilles rondes ou poivrée, Lysimaque commune ou Salicaire).

Nous avons retenu la présence des roselières comme habitat pouvant être intéressant, mais leur surface est tellement grande que leur prospection aurait nécessité des dizaines de jours de terrains supplémentaires, pour des résultats plutôt modestes. Seuls quelques sondages ont été effectués.

En tout état de cause, il convient de différencier les roselières anciennes et climaciques et les petites roselières inondées, ou des roselières sur cariçaies, où les laïches sont encore bien présentes (et compétitives).

Dans l'ensemble ces milieux ne nous paraissent pas comme prioritaires quant à l'observation ou la gestion de *Vertigo mouliniana* et *V.angustior*.

4.2.2 Magnocariçaies et végétations riveraines (figure 58)

Appartenant à la même classe que les précédentes, les magnocariçaies apparaissent comme une mégaphorbiaie graminioïde. Dominées par les grandes laïches (*Carex acuta*, *C.elata*, *C.riparia*, *C.vesicaria*, *C.appropinquata*, *C.pendula*, etc.), ils peuvent former aussi bien des colonies denses que des touradons isolés. Les escargots semblent les apprécier, pour au moins deux raisons : la présence d'une végétation dense, fraîche et ombragée au niveau du collet (notamment lorsqu'il s'agit de touradons), et la proximité de l'eau, accentuée par les passerelles formées par les longues tiges des laïches, courbées sur la lame d'eau. Il est possible que ces milieux soient aussi les premiers rencontrés par les individus portés par les courants ou les bêtes, lors des dispersions. Ces végétations supportent particulièrement les variations de nappes (jusqu'à 60 cm).

Position phytosociologique

Dans une conception hardie mais totale et intégrée (JULVE 1998ff), les magnocariçaies appartiennent au grand type de milieu humide des mégaphorbiaies, au même titre que les roselières (c'est la même classe). Le schéma global (commun aux deux ordres) est indiqué ci-dessous, **tableau 53**.

Habitats concernés localement

Les magnocariçaies à touradons sont souvent dominées par *Carex elata*, tandis que les colonies plus denses sont généralement concernées par *Carex riparia* ou *C.vesicaria* et surtout *C.acuta*. Mais toutes les variations existent à plus ou moins grande étendue. Les unités dominées à *Carex rostrata* se retrouvent, en Argonne, dans les secteurs de transition avec des habitats plus tourbeux.

Sites plus particulièrement concernés

Les magnocariçaies se retrouvent partout en champagne humide comme en champagne crayeuse, Argonne, Dervois, ou sur le plateau de Langres, dès lors que nous sommes en secteur humide, même artificialisé comme sur le massif d'Epernay.

Habitat des espèces

Ces milieux forment souvent des habitats restreints autour des pièces d'eau, plus rarement le long des cours d'eau (plutôt dans les secteurs d'atterrissement, ou dans les bras morts : ils confinent alors à des milieux paratourbeux). On les retrouve également parfois dans les forêts marécageuses à Aulne blanc (Belval) mais, dans ce cas, les escargots ne semblent pas présents.



Figure 57 Végétation riveraine à grandes laïches



Figure 58 Mégaphorbiaies

Mégaphorbiaies et Roselières : la classe des *Phragmito - Cariceta*

- 05/3 *Phragmito australis* - *Caricetea elatae* Klika in Klika & Novák 1941 :
roselières et grandes cariçaies eurasiatiques à holarctiques, amphibies à hydrophiles
- 05/3.0.1 *Phragmitetalia australis* Koch 1926 em. Pignatti 1953 : roselières
amphibies européennes
- 05/3.0.1.0.1 : *Phragmiton australis* Koch 1926 : magnoroselières
médio-européennes stabilisées
- 05/3.0.2 *Oenanthetalia aquaticae* Hejný in Kopecký & Hejný 1965 :
parvoroselières médio-européennes pionnières
- 05/3.0.2.0.1 *Oenanthion aquaticae* Hejný 1948 ex Neuhäusl 1959 :
parvoroselières médio-européennes pionnières
- ? 05/3.0.3 *Bolboschoenetalia maritimi* Dahl & Hadáč 1941 : roselières et
cariçaies subarctiques des vases saumâtres
- ? 05/3.0.3.0.1 *Bolboschoenion maritimi* Dahl & Hadáč 1941 :
roselières et cariçaies subarctiques des vases saumâtres
- ? 05/3.0.3.0.2 *Cirsio brachycephali* - *Bolboschoenion maritimi*
(Passarge 1978) *Mucina* in Balátová-Tuláčková & al. 1993 :
cariçaies et roselières continentales des vases saumâtres
d'Europe orientale
- ? 05/3.0.3.0.3 *Caricion paleaceae* Dahl & Hadač 1941 : cariçaies
subarctiques des milieux saumâtres maritimes
(05/3.0.4 Steppes prairiales sur sols salinisés)
- 05/3.0.5 *Caricetalia elatae* Pignatti 1953 : magnocariçaies européennes
- 05/3.0.5.0.1 *Caricion elatae* Koch 1926 *Magnocaricion elatae*
magnocariçaies et roselières tourbeuses mésotrophiles, des eaux
stagnantes ou à battement vertical
- 05/3.0.5.0.2 *Caricion acutae* (J. Duvigneaud 1958) Balátová-
Tuláčková 1963 : magnocariçaies sur sols minéraux, eutrophiles,
des zones inondables à nappe mobile horizontalement
- 05/3.0.5.0.3 *Caricion reuterianae* (Rivas-Martínez, Fernández-
González & Sánchez-Mata 1986) J.A. Molina 1996 : magnocariçaies
ibériques
- 05/3.0.5.0.4 *Caricion dichroo* - *veZSCatae* Mirkin & al. 1986 :
magnocariçaies sibériennes orientales
- 05/3/0.5.0.5 *Caricion microcarpae* Gamisans 1975 : magnocariçaies
corses
- ? 05/3.0.6 *Tripidietalia ravennae* Biondi, Blasi & Casavecchia in Biondi,
Allegrezza, Casavecchia, Galdenzi, Gasparri, Pesaresi, Vagge & Blasi 2014 :
roselières et cariçaies méditerranéennes
- 05/3.0.6.0.1 *Imperato cylindrica* - *Tripidion ravennae* Braun-
Blanquet & de Bolòs 1958 : roselières et cariçaies
méditerranéennes

Tableau 39 Syntaxonomie de la classe des Mégaphorbiaies et Roselières selon JULVE 1998ff

4.2.3 Bas-marais ou tourbières basses alcalines (figures 59 et 60)

Ces milieux sont tous les marais ou bas-marais (c'est-à-dire à l'exclusion des tourbières hautes) dominés par les cypéracées, et dont les sols sont en permanence humides. Les bas-marais (exclues les magnocariçaies) forment des tapis continus où domine souvent une seule espèce (par exemple le marisque, ou la laïche à fruits aigus).

Ensemble d'habitats très singuliers, tous ces syntaxons, tourbières alcalines ou bas-marais, sont proches du *Magnocaricion*, avec des variations de nappes moindres. Le schéma syntaxonomique synthétique est présenté ci-après (d'après JULVE 1998 ff, **tableau 40**).

Nous avons représenté plusieurs habitats européens dont on ne sait pas vraiment s'ils abritent les espèces.

Habitats concernés localement

Localement, les bas-marais sont proches des cariçaies à *Carex acutiformis*, proches donc des magnocariçaies, et ne sont pas toujours facilement différenciables.

Sur le plateau de Langres, on trouve en revanche très souvent un habitat plutôt rare et singulier, le *Caricion davallianae*, plutôt montagnard (voir la fiche des sites du plateau de Langres dans le **Tome 02** de cette étude). Il semble être remplacé, plus à l'ouest (en champagne crayeuse : marais de Saint-Gond, marais de Reims) par l'*Hydrocotilo vulgaris* – *Schoenion nigricantis* (duquel il reste proche) ou bien carrément par des tourbières hautes.

Le secteur de la Champagne crayeuse a beaucoup souffert des aménagements liés à l'agriculture (remembrement, drainage, mais aussi pâture et extraction de matériaux divers) et les marais y sont extrêmement relictuels.

Tous les secteurs à *Molinion* (*Eumolinion* auct.) sont également concernés, même si, là encore, comme pour le *Phragmition*, il existe toute une typologie complexe. Mais bien souvent, la Molinie, qui supporte des assèchements prolongés (comme le Phragmite) n'abrite pas les espèces (notamment les moliniaies de sous-bois).

Sites plus particulièrement concernés

Marais de Saint-Gond, marais de Villechétif, marais du plateau de Langres. Secteurs relictuels des marais des sites de Reims, de la vallée de Vanne et de la Bassée ; idem pour les vallées de l'Apance-Senance.

Habitat des espèces

Les marais abritent une malacofaune spécialisée à laquelle appartient sans aucun doute *Vertigo angustior* ainsi que *Vallonia enniensis*... *Vertigo moulinsiana*, comme *Vertigo antivertigo*, *Euconulus praticola/fulvus*, *Cochlicopa lubrica*, ou des espèces plus grandes comme *Succinea putris* étant plus généralement inféodées aux zones humides quelles qu'elles soient.

Ce sont des habitats privilégiés, d'ailleurs eux-mêmes inscrits à l'annexe I de la Directive (7230 : tourbières basses alcalines), répandus sur le plateau de Langres, abritant de nombreuses espèces rares ou protégées (flore comme faune).



Figure 59 Bas marais alcalin ou tourbière basse alcaline



Figure 60 Exemple d'entablement tufeux ayant ici formé une vasque où peut demeurer l'eau

06/1 *Scheuchzerio palustris - Caricetea nigrae* (Nordhagen 1936) Tüxen 1937 em. Julve 1999 : hémicrypto-géophytaies des tourbières holarctiques

06/1.1 *Molinio caeruleae* subsp. *caeruleae* - *Caricenea nigrae* subsp. *nigrae* (Julve 1983) de Foucault 1984 : hémicrypto-géophytaies des tourbières médio-européennes à boréo-subalpines

06/1.1.2 *Molinio caeruleae* - *Caricetalia davallianae* Julve 1983 em. de Foucault 1984 : hémicrypto-géophytaies des tourbières basses médio-européennes à boréo-subalpines, basophiles

06/1.1.2.0.1 *Caricion davallianae* Klika 1934 : parvocariçaies des tourbières basses centro-européennes à boréomontagnardes, basophiles

06/1.1.2.0.2 *Hydrocotylo vulgaris* - *Schoenion nigricantis* de Foucault 1984 em. Julve 1989 ex 1993 : tourbières basses basophiles, atlantiques

06/1.1.1.0.3 *Caricion viridulo - trinervis* (de Foucault 1984) Julve 1989 ex 1993 : parvocariçaies des tourbières basses basophiles, submaritimes, des pannes dunaires atlantiques

06/1.1.2.0.4 *Molinio arundinaceae* - *Scirpoidion holoschoeni* Braun-Blanquet 1947 em. de Foucault 1984 *Molinio-Holoschoenion* : cariçaies des prés paratourbeux basophiles, euryméditerranéens à thermohyperatlantiques

06/1.1.2.0.5 *Molinion caeruleae* Koch 1926 em. Braun-Blanquet 1947 : moliniaies des prés paratourbeux médio-européens, basophiles

06/1.1.2.0.5.1 *Allio angulosi* - *Molinienion caeruleae* de Foucault & Géhu 1980 : prés paratourbeux médio-européens, basophiles, centro-européens

06/1.1.2.0.5.2 *Carici davallianae* - *Molinienion arundinaceae* de Foucault & Géhu 1980 : moliniaies des prés paratourbeux médio-européens, basophiles, montagnards

06/1.1.2.0.5.3 *Deschampsio mediae* - *Molinienion arundinaceae* de Foucault 1984 : moliniaies des prés paratourbeux médio-européens, basophiles, thermophiles, des zones humides s'asséchant l'été en surface

06/1.1.2.0.6 *Plantaginion crassifoliae* Braun-Blanquet 1931 ex Braun-Blanquet, Roussine & Nègre 1952 : jonçaies et parvocariçaies des prés paratourbeux thermoméditerranéens submaritimes

06/1.1.2.0.7 *Pinguiculion longifoliae* Fernandez Casas 1970 : végétation des bas-marais pionniers des balmes orophiles, subméditerranéennes

	06/1.1.2.0.8 <i>Bellio bellidioidis</i> - <i>Schoenion nigricantis</i> Julve 2012 all. nov. hoc loco : parvocariçaises des tourbières basses supraméditerranéennes, basophiles, corso- sardes
	06/1.1.2.0.9 <i>Narthecio ossifragi</i> - <i>Caricion hostianae</i> de Foucault 1984 : parvocariçaises des tourbières basses basophiles, boréo-européennes
	06/1.1.2.0.10 <i>Trichophorion pumili</i> Vicherek 1973
	06/1.2 <i>Polygono vivipari</i> - <i>Caricenea nigrae</i> de Foucault 1984 : parvocariçaises des tourbières basses arctico-alpines à boréo- subalpines
tourbières	06/1.2.2 <i>Junco triglumis</i> - <i>Equisetetalia variegati</i> (Julve 1983 em. de Foucault 1984) Julve 1993 : parvocariçaises des basses basophiles, arctico-alpines à boréo-subalpines
	06/1.2.2.0.1 <i>Caricion maritimae</i> (Braun-Blanquet in Volk 1939) Braun-Blanquet 1971 : parvocariçaises paratourbeuses, basophiles, de l'étage alpin
1943	06/1.2.2.0.2 <i>Caricion atrofuscae</i> - <i>saxatilis</i> Nordhagen : parvocariçaises paratourbeuses, basophiles, boréales
	06/1.2.2.0.3 <i>Equiseto arvensis</i> - <i>Galion borealis</i> Tüxen in Tüxen & Böttcher 1969 : Islande
	06/1.2.2.0.4 ?
hoc	06/1.2.3 <i>Narthecietalia scardici</i> Lakušić 1973 em. Julve 2015 loco : bas-marais des Balkans
1966	06/1.2.3.0.1 <i>Narthecion scardici</i> (Horvat 1960) Lakušić : Dinariques
	06/1.2.3.0.2 ? : Olympe de Thessalie et Pinde
	06/1.2.4 <i>Deschampsietalia glaucae</i> Pestryakov & Gogoleva 1989 : bas-marais de Sibérie orientale
	06/1.2.4.0.1 <i>Deschampsion glaucae</i> Pestryakov & Gogoleva 1989

Tableau 40 Syntaxonomie de la classe des Bas-marais alcalins, selon JULVE 1998ff

4.2.4 Dynamiques des végétations et séries de végétations

Les différents habitats sont liés entre eux : la succession naturelle joue son jeu, vers le climax, qui est le plus souvent le boisement forestier ; mais le climax peut survenir également plus tôt : typiquement dans le marais tufeux, le climax est atteint avec la parvocariçaie, les arbres ne parvenant pas à s'installer (du moins durablement).

Plusieurs facteurs jouent sur cette évolution naturelle, et sans doute l'action humaine (notamment les usages agricoles influant sur la nitrophilisation des milieux ou sur la gestion de la ressource en eau), sans parler de la pollution ou du dérangement directs, peuvent la modifier, la contraindre ou la favoriser. Mais d'une manière générale, c'est l'eau qui détermine le passage d'un grand type de milieu à un autre. L'évolution naturelle est schématisée dans la **figure 61** ci-dessous.

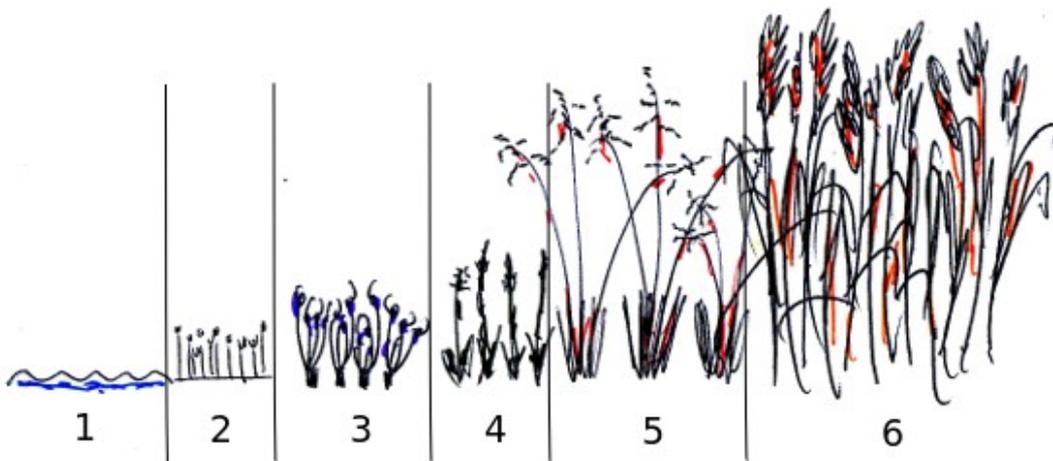


Figure 61 Evolution naturelle du marais en eau peu profonde

1 = herbier aquatiques ; 2 = gazon amphibie à Scirpe pauciflore ; 3 = bas-marais à choins, joncs et petites laïches ; 4 = cariçaie à grandes laïches en nappes ; 5 = prairie hygrophiles à Molinie ; 6 = roselière à Phragmite, plus ou moins mêlée de mégaphorbiaie

(d'après le *Guide de gestion des tourbières du Pôle-relais tourbières* : CRASSOUS & KARAS 2007)

Les habitats sont en évolution (même lente, comme pour le *Caricion davalliana*, tourbière alcaline) : il est donc tout à fait possible que nos animaux puissent également se retrouver un temps dans des habitats qui, sur le long terme, ne leur sont pas spécialement favorables.

Exemple : du fait d'une baisse constante de la nappe alluviale, causée par le réchauffement climatique ou, plus simplement, par le drainage à vocation agricole, une parvocariçaie riche en *V.angustior* s'assèche progressivement, et se voit naturellement piquetée de roseaux, pour devenir, dans un pas de temps de dix ans, totalement recouverte par les roseaux. Les laïches cèdent la place, ou les arbustes s'installent. Étant donné le décalage des temps de mouvement/réaction des différentes espèces, on peut tout à fait imaginer trouver encore quelques populations ou individus de *Vertigo* étroit dans une saussaie cendrée, si celle-ci était, vingt ans auparavant, un *Caricion davalliana*. Il est de surcroît avéré que certaines espèces sont capables d'autofécondation (les escargots sont hermaphrodites), ce qui permettrait à l'espèce de subsister en attendant des conditions plus favorables à la rencontre. Ceci étant, il est très difficile de proposer des généralités sur des biologies mal connues : la longévité, par exemple, pourrait remettre en question ce modèle.

De fait, la question de la dynamique naturelle (ou non) des habitats est essentielle, car elle touche directement à la gestion, et donc à l'autorité responsable de la connaissance, de la conservation ou de la gestion de la biodiversité.

5. Sur les préférences écologiques

5.1 A l'échelle locale

Les modèles les plus parcimonieux élaborés à l'aide des variables environnementales à l'échelle locale expliquent peu l'occurrence de *Vertigo moulinsiana* et *V. angustior* (respectivement 7,42 et 3,82%). Des facteurs semblent échapper à la compréhension des espèces. En outre, l'histoire des sites, des difficultés de colonisation peuvent, par exemple, altérer la compréhension des exigences.

Il ressort toutefois que l'humidité est systématiquement un facteur régissant la présence/absence des escargots concernés par cette étude, ce qui est logique puisque les habitats de prospection sont également des zones humides. Mais il en est de même de la hauteur de la litière. En outre, la hauteur de végétation ressort comme ayant un effet néfaste sur la présence de *Vertigo moulinsiana*. Cela semble contre-intuitif car cette variable correspond en partie au volume végétal produit qui se transforme en litière. Il semble donc que cette logique ne soit pas complètement respectée contrairement à ce qui avait été constaté par VRIGNAUD (2013) qui avait constaté un lien entre la hauteur de végétation et la présence de *V. moulinsiana*. Mais ce résultat est à nuancer puisque ce facteur contribue presque 21 fois moins que la hauteur de la litière qui occupe donc un rôle plus essentiel.

L'ombrage n'affecte la présence d'aucune des deux espèces, et ce indépendamment de l'humidité (absence de corrélation entre les deux).

5.2 A l'échelle géographique

L'évaluation des préférences écologiques en particulier à l'échelle géographique est autant un défi qu'une information particulièrement intéressante en vue d'une protection et d'une prise en compte de la gestion des sites efficaces. L'approche ici choisie repose sur la présence/absence à l'échelle de carrés de 1 000 m de côté. Elle permet ainsi de lisser les résultats suivant la pression d'observation à l'intérieur de ceux-ci. L'exploration des variables a fait ressortir des modèles expliquant peu l'occurrence de *Vertigo moulinsiana* à cette échelle (5,27%). Concernant *Vertigo angustior*, le modèle explique mieux la présence de l'espèce (19,515%). Le pourcentage concernant *Vertigo moulinsiana* est relativement faible. Celui de *Vertigo angustior* est relativement intéressant. Cette situation de pourcentage faible à moyen peut être due à l'échelle qui n'est pas forcément la plus pertinente. En outre, l'exploration de variables supplémentaires et notamment qualitatives (nature du sol) ou portant sur une caractérisation de la végétation par inférence des imageries satellitaires (NDVI et associations végétales) pourraient être plus efficaces mais n'ont pas été explorées. Par ailleurs, la structuration agrégative des relevés biaise la modélisation des préférences. En effet, la pression d'observation

n'est pas la même pour chaque carré. Le raisonnement en présence/absence par carré atténue ce biais mais ne l'élimine pas pour autant.

La biologie et l'écologie des espèces nous ont permis d'émettre des hypothèses infirmées pour la plupart et confirmées pour d'autres. *Vertigo angustior* répond positivement au pH. Le fait que les précipitations d'avril aient un effet plus important est probablement en lien avec les conditions de reproduction qui nécessitent une litière humide, mais pas sous l'eau. Donc l'hypothèse selon laquelle une litière trop humide (sous l'eau) lors de la première reproduction printanière porterait atteinte à l'espèce semble tenir. Par contre, la variation de probabilité de présence de *Vertigo angustior* en fonction des précipitations de mai est surprenante (en U) et difficile à expliquer biologiquement et écologiquement. Il est possible que cela traduise des variables non identifiées dans le cadre de cette étude. L'alcalinité du sol est appréciée ce qui est en accord avec la littérature antérieure (GERMAIN 1931, KERNEY *et al.* 1999, VAVROVÁ 2005, KSIĄŻKIEWICZ 2008). La nature du sol n'affecte pas la présence de *V.angustior*. Ce constat est contraire à celui fait en Pologne par KSIĄŻKIEWICZ & GOLDYN 2015 qui concluaient que les zones sableuses étaient favorables à *V.angustior* et quelles offraient une stabilité hygrométrique. Il est difficile de comprendre quelles raisons font une telle contradiction au niveau des résultats, mais il se pourrait que ce soit en lien avec le régime des précipitations corroboré par le non effet de l'affleurement de nappe constaté dans cette présente étude.

Concernant *Vertigo moulinsiana* et parmi les variables climatiques, et suivant le modèle plus parcimonieux, seule la température minimale d'avril possède un effet. Cela laisse donc à penser que la pluviométrie importe peu et que l'inondation de la litière au printemps (lieu et période de reproduction supposées clés) ne serait pas forcément un facteur limitant. Là encore, la variation de la probabilité d'occurrence de *V.moulinsiana* en fonction de la température d'avril en U est surprenante. Il est difficile de la rapprocher à des traits d'histoire de vie du vertigo. Toutefois, cette variable explique peu l'occurrence (5,27%).

Il n'est pas aisé de faire le lien entre exigences à échelle locale et géographique. En outre, un certain nombre de facteurs n'ont pas été pris en compte pour différentes raisons et compliquent l'interprétation (et tout particulièrement l'histoire des sites).

Dans un contexte de réchauffement et plus généralement de changement climatique, il est difficile de tirer des conclusions définitives. Une température ne semblerait pas impacter défavorablement les espèces étudiées suivant les variables explorées et dans ce contexte. Au contraire, il se pourrait que cela les favorise. Par contre, les modifications du régime hydrique qui pourraient y être associées devraient avoir un impact plus prononcé. Ainsi, elles affecteraient directement *Vertigo angustior* si la pluviométrie du printemps venait à augmenter.

En synthèse, de nombreuses études existent, mais elles sont parfois contradictoires (cf. KSIĄŻKIEWICZ *et al.* 2013). Avec les espèces millimétriques, en deçà d'une certaine taille (laquelle est difficile à fixer, mais on opte généralement pour la taille de 5 mm ; cf. CAMERON 2004), la notion d'habitat devient toutefois plus floue. En effet, un certain nombre de microfacteurs viennent alors perturber notre compréhension écologique, ou bien des facteurs qui nous sont familiers ont des conséquences microécologiques difficiles à percevoir, et dont il est alors ardu de rendre compte.

Avec les vertigos nous sommes bien dans ce problème : la biologie des espèces nous est obscure par bien des aspects, et nous peinons à en déduire correctement leur autoécologie.

Le microhabitat parfois défini comme « les feuilles de végétaux hygrophiles graminoides planifoliés » (pour *Vertigo moulinsiana*) et la litière (pour *V.angustior*) qui en découle (VINCENT 2015a) semblent en effet suffire à nos deux espèces : mais ni la relation avec le degré d'hygrométrie (du sol ou de l'air), ni celle avec la température ou avec la lumière, ni même les espèces végétales (algales?) ou fongiques consommées ne nous sont familières.

De manière générale, il est admis que les facteurs abiotiques ont une plus grande influence que les facteurs biotiques (BOYCOTT 1934, WÄLDEN 1981), et l'humidité est le plus important d'entre eux (BOYCOTT 1934, CAMERON 1970, TATTERSFIELD 1990, WARDRAUGH 1995, PEARCE 1997, WILLING *et al.* 1998, KILLEEN & MOORKENS 2011). Si les espèces sont présentes dans de nombreux habitats différents (SPEIGHT 1998), il n'en reste pas moins qu'il semble y avoir une forte corrélation entre la composition de la végétation et la composition des malacocénoses (HORSÁK & HÁJEK 2003).

A noter qu'une étude sur une espèce affine (*Vertigo geyeri*) (KUCZYŃSKA & MOORKENS 2010) indique que les facteurs micro-météorologiques semblent moins influencer sur la présence et le maintien de l'espèce que les facteurs micro-hydrologiques. En particulier, cette espèce apprécie : 1. une humidité aérienne supérieure à 80% ; 2. une nappe d'eau distante d'au moins 0,1 m, avec une faible variation de la nappe (0-0,2m) ; 3. une humidité du sol d'environ 90%. L'espèce peut rechercher des conditions meilleures mais ne semble pas se déplacer à plus de 20 cm de son habitat initial. L'étude insiste en particulier sur l'importance de l'écoulement, et donc non seulement sur la recharge due aux précipitations mais aussi sur le risque lié au drainage des secteurs. Enfin l'examen d'espèces semblables pourrait apporter des réponses directes aux études sur le réchauffement global (cf. MÜLLER *et al.* 2011).

KSIĄŻKIEWICZ *et al.* 2013 semblent toutefois apporter de l'eau à notre moulin (**tableau 41**).

Variables	<i>Vertigo moulinsiana</i>	<i>Vertigo angustior</i>
Niveau de l'eau	défavorable	favorable
Humidité de la litière	favorable	favorable
Humidité ambiante (air ? eau?)	favorable	ND
Ombre	ND	défavorable
Écologie proche de	<i>Carex acutiformis</i> <i>Lysimachia vulgaris</i>	<i>Thelypteris palustris</i>

Tableau 41 Facteurs influençant *Vertigo moulinsiana* et *V.angustior* (d'après KSIĄŻKIEWICZ *et al.* 2013)

6. Limites et adaptations du protocole de suivi

La mise en place d'un protocole de suivi sur une si grande échelle et un si grand nombre de sites nécessite d'être bien adaptée. L'expérience de cette présente étude nous permet de préconiser certaines améliorations :

La période de prospection ne doit pas déborder sur novembre. En effet, il est difficile de mener des prospections en cas de gel. La végétation devient rachitique et dépérissante et n'est guère identifiable. En outre, la technique du battage devient alors difficile sur une végétation gelée. Des biais importants (sous-estimation en particulier pour *Vertigo moulinsiana*) sur les prospections de cette période ne sont pas à exclure.

De même, une recherche printanière est à éviter car cette période correspond au nombre minimal d'adultes au cours de l'année et avec une présence accrue au niveau de la litière. Ainsi l'examen risque de ne pas être comparable avec celui de la fin de l'été (période de l'affluence maximale d'adultes).

Du point de vue de la phytosociologie, la principale limite concerne les difficultés d'appréhension des habitats. Si la cartographie d'habitat est présente, il n'est pas utile de faire des relevés phytosociologiques, sauf bien sûr si le milieu a évolué depuis le levage de la carte ; dans le cas contraire il convient de les effectuer. Or ceux-ci prennent un certain temps et nécessitent un certain nombre de prérequis: un temps de familiarisation et d'observation, un temps d'analyse et de synthèse, un temps de cartographie ; ils doivent être réalisés au moment de l'expression plus riche de la flore de l'habitat (pour les zones humides plutôt en fin d'été)... En tout état de cause, il convient de distinguer le travail botanique du travail zoologique ; les relevés que nous avons pu faire sur des sites déjà bien éprouvés par la saison n'ont qu'une valeur indicative et ne sauraient être considérés comme représentatifs ni de la théorie, ni peut-être même du site en lui-même.

Ainsi, la période optimale préconisée pour le suivi de *Vertigo moulinsiana* et *V. angustior* dans ce secteur s'étend d'août à octobre.

Il est préférable de ne pas définir la pression d'observation (nombre de points d'échantillonnage par unité de surface) de façon arbitraire mais de s'appuyer sur le coefficient de variation propre à chaque site. Il permet d'apprécier l'évolution de la précision de l'estimation globale en fonction de la pression d'observation. Ce coefficient peut idéalement être défini préalablement ou en fonction des résultats de cette présente étude.

L'évaluation des densités de *Vertigo angustior* est difficile. La technique d'échantillonnage par la poignée de main est intéressante comme le prouve son évaluation. Mais elle nécessite un perfectionnement. Cela pourrait passer par l'examen de 5 poignées et le comptage du nombre de poignées avec *Vertigo angustior*. Cela permettrait de déceler d'éventuelles variations de densité. Cependant, cette modification entraîne une durée de prospection supplémentaire. C'est pourquoi, il pourrait être utile de ne le pratiquer que sur les sites où l'espèce est préalablement connue. En outre, à l'instar de ce qui a été pratiqué dans cette étude, une évaluation du taux de détection (prélèvement d'une trentaine d'échantillons de litière choisis aléatoirement et examen ultérieur par séchage et tamisage) serait nécessaire de la part du prestataire afin de s'assurer que son taux de détection est bien suffisant pour une fiabilité des relevés.

Il n'a pas été évalué l'efficacité du battage de la végétation en fonction des observateurs et de variables environnementales (présence de rosée, période de l'année, hauteur de la végétation...). Une expérimentation a bien été pratiquée (voir ci-dessus), mais elle est restée très modeste en nombre de répliquas et n'a été mise en œuvre que par Nathalie Cauliez. Une estimation du poids des potentielles variables explicatives ne peut donc pas être effectuée. Afin de gagner en précision, il pourrait donc être intéressant d'étudier cet aspect.

7. Axes d'études et de recherches

Les connaissances concernant *Vertigo moulinsiana* et *V. angustior* sont certes grandissantes mais comptent encore quelques lacunes qui pourraient faire l'objet d'études ultérieures afin de mieux comprendre ce qui conditionne leurs présences et ainsi éviter une régression voire disparition.

La qualité de l'eau est pointée du doigt par KILLEEN & MOORKENS (2003) sans toutefois que cela soit étayé. En effet, aucune publication scientifique traitant de ce sujet n'a été publiée. Aussi, la sensibilité de ces espèces quant à la qualité de l'eau n'est pas connue. Une étude dans ce sens permettrait d'avoir des préconisations plus assurées et pertinentes.

Une compilation de toutes les données connues dans la région (intégrant celles en dehors des sites Natura 2000) serait utile. Cela permettrait d'avoir un état des lieux complet sur la répartition de l'espèce, mais aussi de mieux modéliser la distribution de l'espèce et donc de mieux prédire l'occurrence de l'espèce. L'utilisation de Maxent (PHILIPPS *et al.*, 2006) serait alors plus appropriée.

L'exploration des variables explicatives potentielles pourraient alors intégrer la végétation via le NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), le modèle numérique de terrain, la nature du sol, la phytosociologie inférée par satellites... En outre, l'échelle de définition de ces variables pourraient expliquer pourquoi elles n'expliquent pas les occurrences des espèces étudiées.

Avec cette méthode, une projection de l'espèce au regard des évolutions climatiques annoncées donnerait des informations utiles. Mais il serait toutefois compliqué de prendre en compte les flux d'individus entre les populations.

En outre, à l'échelle locale, les connaissances sont bien limitées. L'utilisation périodique de tensiomètre permettant de mesurer l'hygrométrie du sol tout en effectuant un suivi annuel permettrait de mieux comprendre les variables locales. Idéalement si cela est accompagné d'analyses de sol, de relevés de niveau piézométriques et météorologiques, les connaissances devraient alors être suffisantes pour une bonne compréhension à l'échelle locale.

Le pâturage peut être problématique envers les espèces étudiées. Le piétinement du sol et sa compaction en découlant, ainsi que l'abrutissement peuvent réduire à néant une population si la pression de pâturage est trop élevée. Une mise en défend peut alors être utile. Celle-ci peut être tournante afin de limiter la progression des ligneux qui, à terme, est provoquée par la mise en défens. Cependant, aucune expérimentation de ce type n'a, pour l'heure, été testée. Aussi, sur les sites où cette mise en défend pourrait être mise en œuvre, il serait pertinent d'étudier l'efficacité de cette technique.

Plus généralement, la présente étude est extrêmement gourmande en temps, non seulement en ce qui concerne les inventaires, mais aussi leurs analyses et les synthèses (rapport et cartographie); Il paraît difficilement envisageable que cela puisse être effectué par un organisme avec une envergure infra régionale.

8. Préconisation de gestion

8.1 Sur la gestion de la ressource en eau/de l'eau et des zones humides

Tant à l'échelle locale que géographique, l'eau est un élément clef pour nos espèces qui fréquentent les zones humides.

Un grand nombre d'aménagements ont affecté le fonctionnement de ces zones humides. Les principales ont été le drainage ainsi que le recalibrage des cours d'eau (qui avait la même finalité). Bien que pour *Vertigo angustior* les précipitations conditionnent le plus la présence de l'espèce, il n'en demeure pas moins que le temps de séjour de l'eau dans les zones humides est primordial. Si après chaque précipitation le secteur est rapidement débarrassé de son eau, l'hydromorphie est alors atteinte. Et plus généralement, les zones humides liées aux affleurements de nappes (cas de *Vertigo moulinsiana*) doivent être préservées. Le remblaiement, soumis à autorisation/déclaration dans le cadre de la « loi sur l'eau », et particulièrement préjudiciable et devrait impérativement tenir compte des secteurs à enjeux biologiques.

L'irrigation semble être plutôt marginale dans la zone d'étude. Une surveillance de cette pratique doit être exercée tout particulièrement sur leurs effets sur les zones humides. En effet, les carences en eau se font de plus en plus ressentir et viennent remettre en cause les pratiques agricoles actuelles, tendant à recourir plus fréquemment à l'irrigation. Un pompage dans les nappes pourrait modifier leurs fonctionnements et ainsi impacter les affleurements actuels. Il en résulterait un dessèchement des zones humides afférentes. C'est pourquoi le risque est à apprécier en fonction des secteurs de potentialité et plus généralement des zones humides concernées.



Figure 62 Les vidanges des étangs : quels impacts sur l'écosystème ?

Au-delà de la préservation de l'existant qui semble bien fragile, une restauration doit être envisagée sur les secteurs à fort potentiel (cartes de prédiction, et en particulier pour *V.angustior*) et où des zones ont été fortement altérées par des aménagements. Une connaissance fine et locale est alors nécessaire. Les actions doivent viser à restaurer autant que faire se peut un fonctionnement hydrologique digne d'une zone humide. Cela pourrait passer par des arasements de digues, des bouchages de drains et/ou de fossés notamment.

En outre, le Castor progresse sur la région et devrait, dans les décennies à venir, restaurer naturellement des zones humides. Cette espèce ingénieur occupe un rôle primordial (mais actuellement perdu) dans le fonctionnement des zones humides. Face à la progression de ligneux liée à l'assèchement et au délaissement des activités agricoles, la création des barrages de castors favorisera à nouveau les habitats compatibles aux vertigos et participera activement à la renaturation de ces écosystèmes et de toutes les espèces associées. Aussi, le maximum doit être fait pour accompagner et favoriser ce retour.

8.2 Sur la gestion des plans d'eau

Les étangs artificiels, par exemple le chapelet des étangs du site #69 (Massif forestier d'Épernay) ou le lac du Der, dédiés à des fins anthropiques (gestion des étiages, tamponnement des crues, récréatifs, halieutiques, cynégétiques) nous apparaissent comme des secteurs peu favorables à nos espèces à de rares exceptions près. La ceinture de végétation peut a priori être favorable, mais les périodes d'assec prolongé correspondant aux vidanges et/ou régime classique de la gestion de l'eau (pour les étangs destinés au tamponnement de crues) semblent rédhitoires aux espèces étudiées.

Il pourrait être intéressant d'étudier de plus près la compatibilité des choix (impératifs ?) de gestion et la prise en compte des espèces. Cela est d'autant plus vrai pour les étangs concernés par une présence actuelle, mais aussi pour les espaces pouvant être potentiellement colonisés. Une vision dynamique incluant les potentialités d'implantation est nécessaire dans cette approche.



Figure 63 Comment concilier gestion des plans d'eau et gestion des espèces et habitats ?

Plus largement, la création de plan d'eau se fait bien souvent au détriment des zones humides pouvant héberger les vertigos ainsi que bien d'autres espèces patrimoniales. Les plans d'eau sont aussi des zones humides et, à ce titre, nécessitent une attention accrue.

Aussi, une étude d'impact incluant ces espèces est un impératif. En outre, en cas de présence avérée ou potentielle un évitement est préférable à des mesures compensatoires compliquées à mettre en œuvre (et en particulier pour des zones humides).

8.3 Pêche, chasse ; loisirs

Les secteurs dédiés au loisir, à la pêche ou à la chasse sont généralement des secteurs à forte anthropisation (mais probablement dans une moindre mesure pour la chasse) ; tous les sites qui permettent l'accueil du public peuvent abriter des populations relictuelles et, dans ce cas, le dérangement n'est pas plus fort que pour les habitats eux-mêmes, il est moins dommageable que l'aménagement qui y a précédé (exemple : lac du Der).

En revanche, dans les secteurs moins fréquentés, les queues d'étang, les marais latéraux, les forêts humides, il semble que les loisirs spécialisés (pêche et chasse donc) ne sont pas impactant outre mesure (exemple : étangs latéraux du Der, Horre, étangs d'Etoges et Belval).

Localement, il peut y avoir des problèmes de surpiétinement (cas des postes de pêche) dans des habitats favorables voire occupés par les vertigos.

De même, des aménagements lourds peuvent avoir été faits. Dédiés à des fins cynégétiques (stockage et nourrissage de gros gibiers, pose de clôtures), ces aménagements peuvent provoquer des modifications graves sur les habitats et donc la flore et la faune et parfois irréversibles (exemple : marais de Saint-Gond)



Figure 64 Chemin d'accès au poste de chasse dans la cariçaie

8.4 Agriculture

Certaines zones humides, en particulier certains anciens bas-marais, ont été utilisés pour la populiculture. Aucun *Vertigo angustior* n'a été trouvé dans ce genre d'habitat. *Vertigo moulinsiana* peut y être, mais il est difficile de savoir si c'est lié à la résilience propre à l'espèce, à son indifférence à la transformation du marais, à la qualité même du marais (qui pourrait compenser la perte en eau due aux arbres par un apport permanent) ou autre. Globalement les peupleraies assèchent les marais, qui s'enfrichent alors avec des effets néfastes sur les espèces hygrophiles.

Les cultures peuvent être davantage problématiques du fait même du travail du sol, par le drainage qui a pu être pratiqué afin de pouvoir retourner le sol. Ainsi, le fonctionnement hydrologique peut être altéré par ces aménagements connexes aux activités agricoles. En outre, même si la gestion de l'eau pour l'irrigation ne pose actuellement pas de problèmes importants, il se pourrait qu'avec les modifications climatiques, on ait plus recours à l'irrigation, comme à des aménagements comme les retenues collinaires. Ce genre de pratiques et de constructions poseraient des problèmes à deux niveaux : abaissement de la nappe (dont *Vertigo moulinsiana*

dépend) et disparition d'une zone humide au profit d'un étang amputant d'autant des habitats potentiels.



Figure 65 Remblai abusif

L'élevage peut aussi être source de problèmes. L'abroustissement et le piétinement des berges des cours d'eau peuvent détériorer voire faire disparaître des habitats potentiels (ripisylve et végétation herbacée associée). Cela est d'autant plus dommageable que les habitats rivulaires peuvent abriter des populations relais permettant ainsi une colonisation/recolonisation potentielle. Les cours d'eau traversant les zones de pâture ou fauche, en plaine, comme pour l'Apance-Amance, la Voire, la Héronne, le Rognon, etc..

Sur les pâtures, la situation peut être très négative pour les espèces. Comme cela a été prouvé une fois de plus, la hauteur de la litière impacte favorablement les deux espèces. Un piétinement de celle-ci réduit directement les probabilités de présence et peut éventuellement engendrer une disparition sous l'effet du tassement. De même l'abroustissement réduit considérablement la taille de la végétation et diminue d'autant la probabilité de présence. Aussi, une pratique extensive (chargement faible) est nécessaire et il est bien souvent nécessaire de créer des exclos où les bovins ne rentreront pas (cela est aussi valable pour des prairies de fauche). Afin de permettre une recolonisation d'exclos potentiellement isolés, une rotation de ces derniers avec une surface commune d'une année sur l'autre serait un moyen de concilier tant des exigences techniques que celles des espèces. A notre connaissance, cette méthode n'a jamais été mise en

œuvre jusqu'alors, aussi une évaluation de son efficacité serait nécessaire dans le cadre d'une expérimentation (**figure 66**)

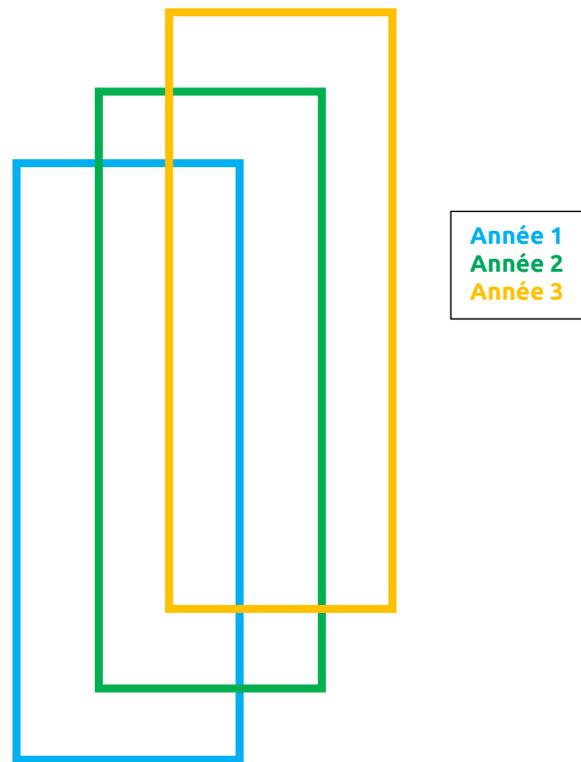


Figure 66 Schéma de rotation des exclos d'une année sur l'autre avec surface commune

8.5 Implication des acteurs

En raison de la présence de *Vertigo angustior* (l'espèce la plus rare), une prise en compte est nécessaire par les différents acteurs en lien avec la protection de la nature. L'existence de populations actuelles et vraisemblablement fonctionnelles renforce l'intérêt du secteur d'étude à l'échelle régionale et supra-régionale.

Il serait utile que les structures locales (associations et autorités compétentes notamment) s'emparent de cette problématique et contribuent à affiner l'aire de répartition des espèces en premier lieu sur les secteurs potentiels identifiés (en particulier pour *Vertigo angustior* pour lequel le modèle prédictif est plus performant).

De même, dans le cadre d'études d'impact concernant des aménagements dans des zones humides, une prise en compte est nécessaire. La potentialité est importante sur de nombreux secteurs et par conséquent, les risques associés sont importants.

En outre, pour les structures concernées, une réelle prise en compte dans les plans de gestion est nécessaire. Elle ne peut pas se cantonner à une indication sur la présence des espèces. Un raisonnement sur les implications des choix de gestion doit être intégré dans les plans de gestion.

En tout état de cause, dans le contexte généralement agricole du territoire champardennais de la région Grand Est, toutes sortes de perturbation peuvent nuire non seulement aux espèces mais aussi à leurs habitats, lesquels sont souvent proches des exploitations ou de leurs accès. L'enjeu décisif demeure donc, à notre avis, la concertation (des exemples de coexistence sont nombreux, heureusement, comme par exemple sur les marais de Germainette ou ceux de la Salle et de Vaux) : à ce titre la mise en œuvre de contrats Natura 2000 peuvent réellement permettre d'avancer de manière constructive.

Dans ce contexte, il est clair que le rôle d'une entité d'amplitude régionale, en particulier grâce à la taille de son territoire, mais aussi à la diversité et la dynamique des projets et des programmes qu'elle met en œuvre, apparaît aussi nécessaire que fondamental.

La contrainte principale restant sans doute la possible inadéquation entre le territoire administratif et le territoire biogéographique. C'est évident dans notre cas sur les secteurs les plus riches et emblématiques (du point de vue naturaliste), à savoir le plateau de Langres et le Châtillonnais qui le complète. Une nouvelle étude nécessiterait sans doute de pouvoir inclure au moins les deux ZSC concernées, comme cela avait été le cas en 2008 et 2010.

9. Proposition de sites de suivis ultérieurs

9.1 Sites à exclure des campagnes ultérieures

Suite à notre étude nous proposons de ne plus suivre les secteurs de sites ou sites suivants (**tableau 42**). Ils sont au nombre de 12 secteurs (répartis sur six sites : #29, 31, 32, 46, 47, 101) de sites, à quoi s'ajoutent 6 sites dans leur entièreté (#50, 53, 69 89, 99, 100), soit 18 secteurs au total.

Ils sont exclus car, pour les sites historiques, après deux campagnes d'inventaires et sur un pas de temps de plus de dix années, aucune population de vertigo n'y a été identifiée. Les sites nouvellement visités qui ne présentent pas les espèces sont également exclus (notre protocole nous paraît assez exhaustif pour déceler au moins la présence d'une population). Un cas particulier, le site #89 du Lac du Der qu'il nous apparaît inutile de continuer de suivre : une population de *V.mouliinsiana* est réputée disparue, mais en tout état de cause, les enjeux sur un tel site nous apparaissent moindres que ceux, par exemple des étangs latéraux au Der ou de l'étang de la Horre voisins.

NN	D	NR	SITE et Secteur
FR21000274		29	MARAIS ET PELOUSES DU TERTIAIRE AU NORD DE REIMS
		29-02	Marais du Vivier
FR21000276		31	MARAIS TUFEUX DU PLATEAU DE LANGRES (SE)
		31-03	Marais de Sous le Mont Saule
		31-09	Marais de la Combe Nébrot
		31-10	Marais du Grand Pâquis
		31-11	Marais du Charmoy
FR2100277		32	MARAIS TUFEUX DU PLATEAU DE LANGRES (N)
		32-03	Marais des Creux d'Aujon
		32-08	Marais de la Côte-aux-Cannes
		32-09	Marais de la Chenevière et des Mélinots
FR2100298	08	53	PRAIRIES DE LA VALLÉE DE L' AISNE
FR2100295	10-51	50	PRAIRIES DE LA VOIRE ET DE L'HÉRONNE
FR2100314	51	69	MASSIF FORESTIER D'EPERNAY
FR2100291	52	46	VALLÉE DU ROGNON
		46-01	Ripisylve du Rognon
FR21000293		47	VALLÉE DE L'AUBE
		47-02	Auberive
		47-04	Etuf
FR2100295	08	89	RÉSERVOIR DU DER-CHANTECOQ
FR2100344	52	99	RUISSEAUX DE VAUX-LA-DOUCE ET DES BRUYÈRES
FR2100345	52	100	RUISSEAUX DE PRESSIGNY ET DE LA FERME D'AILLAUX
FR2100620	52	101	L'APANCE
	52	101-01	Ripisylve de l'Apance

Tableau 42 Liste des sites à exclure des campagnes ultérieures

9.2 Autres sites

Parmi les autres sites susceptibles d'être intéressés par une telle campagne d'inventaire, en nous focalisant sur les périmètres déjà connus (espaces gérés ou protégés), nous avons relevé un certain nombre de sites, diversement visés par un statut de conservation ou de gestion (réserve régionale, arrêté préfectoral de protection de biotope, terrains acquis par le conservatoire, etc.)

Or tous ces sites potentiels étaient également des ZNIEFF. Nous nous sommes donc penchés sur la liste régionale des ZNIEFF. Avec 840 ZNIEFF, types I et II confondus, la probabilité de trouver des secteurs favorables était plutôt élevée. Nous avons effectué une recherche associant différents chaînes de mots, comme par exemple « marais », « étang », « vallée », et nous sommes arrivés ainsi à 109 puis 72 ZNIEFF (en ôtant les doublons ou sites déjà connus), dont nous avons dépouillé les fiches. Nous avons ainsi sélectionné les secteurs qui portaient les habitats qui nous intéressaient (ont ainsi été exclus les sites acidophiles).

Ce sont en tout 22 sites, qui sont détaillés dans le **tableau 43** ci-après.

9.3 Sur les régions biogéographiques

Un point qui nous semble important est de tenter de conserver une cohérence biogéographique dans les études prochaines ; nous l'avons déjà dit, mais il est important de mener de front les prospections sur le plateau de Langres et celles sur le Châtillonnais. La frontière administrative (deux départements, deux régions) est bien sûr une difficulté, mais on ne peut douter que la création du futur Parc national devrait favoriser cette cohérence. A ce titre la DREAL apparaît comme l'acteur de premier rang.

T	Numéro national	Nom	D	Communes	Habitats	Commentaire	SH	%SF	SF
1	210000100	MARAIS DE GERMONT ET DE BUZANCY	08	Thénorgues, Harricourt, Germont, Buzancy, Autruche, Bar-lès-Buzancy	53.2 53.1 38.2 37.1 54.2 53.3 54.1 44.9	Secteur à visiter, potentiellement très favorable, mais les habitats concernés semblent très limités.	389,81	10	38,98
1	210000729	LES GRANDS MARAIS ET LES RONDS TROUS À PROUILLY ET TRIGNY	51	Muizon, Trigny, Prouilly, Courcelles-Sapicourt	53.1 53.2 53.3 54.2	Site étrangement délaissé par le site #29 (Nord de Reims), il paraît tout à fait intéressant.	222,93	27	60,19
1	210002003	MARAIS DE THIN-LE-MOUTIER	08	Clavy-Warby, Thin-le-Moutier	37.2 53.2 53.1	Avec l'une des dernières tourbières alcalines du département (avec Buzancy et Retourne). Mériterait un détour, même si la fiche indique de graves menaces (peupliers, pacage)	70,15	25	17,54
1	210008900	MARAIS, PRAIRIES HYGROPHILES ET MESOHYGROPHILES DU SECTEUR DE GERNELLE À VIVIER-AU-COURT	08	Issancourt-et-Rumel, Ville-sur-Lumes, Gernelle, Vivier-au-Court	37.2 53.1 53.2	Un des rares marais tourbeux du département. A visiter, même s'il semble très atterri.	40,39	4	1,62
1	210008907	MARAIS DE COIFFY-LE-BAS	52	Varenes-sur-Amance, Coiffy-le-Bas	54.2 53.2 37.2 53.3 53.1	Marais alcalin tufeux semblable à ceux du plateau de Langres, en position excentrique, à visiter absolument.	107,7	5	5,39
1	210008926	VALLON BOISE DE PECHEUX A FOULAIN	52	Foulain, Luzy-sur-Marne	53.2	Marais tufeux à linaigrette et parnassie, à visiter !	59,46	4	2,38
2	210020064	VALLONS DES RUISSEAUX DU VAL DARDE, DES RIAUX ET DE LEURS AFFLUENTS ENTRE MARNAY-SUR MARNE ET FOULAIN	52	Foulain, Marnay-sur-Marne	54.2	Optimal : de nouveaux marais tufeux non concernés par les ZSC du plateau de Langres ?	200,32	<1	2
1	210009514	BOIS, MARAIS ET PELOUSES DES COMBES VAUTE ET BOULANGER A VOISINES	52	Mardor, Voisines	53.2 37.31 54.2	Situé sur le plateau de Langres, plusieurs petits marais tufeux (habitat 54.2) qui mériteraient une visite.	131,56	20	26,31
1	210009523	PRAIRIES, MARAIS ET BOIS DE LA HAUTE VALLEE DE L'APANCE	52	Larivière-Arnoncourt, Châtelet-sur-Meuse, Parnoy-en-Bassigny, Aigremont	37.2 54.12 53.1 54.2 53.2 37.31	Source Bayard, au nord de la zone (Apance), présente des marais tufeux et ferrugineux très menacés, mais encore présents.	109,59	5	5,48
1	210009525	GRANDS MARAIS DE CHAMPIGNY-CHEZEAX	52	Varenes-sur-Amance	54.2 53.2 53.3 53.1	Seconde tourbière d'Apance-Amance, avec bas-marais. A visiter.	13,68	65	8,89
1	210020011	LE GRAND MARAIS D'HOUDILCOURT	08	Houdilcourt	53.2	Milieu le mieux conservé de la vallée de la Retourne (ZNIEFF II). Vaste et vieux marais tourbeux, système hydraulique relativement en bon état, prioritaire dans les Ardennes.	63,05	42	26,48

1	210020012	LE MARAIS DE DAILLANCOURT	52	Daillancourt	53.2	Menacé par les plantations, le marais est l'un des rares du NO du dpt. C'est un marais tourbeux très semblable aux marais lingons. A visiter	5,7	22	1,25
1	210020024	MARAIS DE PRE VACHER ET BOIS DU VAL SAINT-MARTIN A COLMIER-LE-HAUT	52	Colmier-le-Haut	54.2 53.2 37.31	Marais non intégré au site #30, pourrait tout à fait être favorable, d'autant que toutes les espèces patrimoniales se retrouvent dans le marais aux Chèvres voisin.	95,53	10	9,55
1	210020025	PELOUSES, MARAIS ET FORÊTS DU VERSANT SITUE AU SUD-EST DE CHAMPILLON	51	Dizy, Champillon	54.12 54.2	Marais alcalin rare dans le secteur fortement décalcifié. A visiter. (Inclus dans le site Montagne de Reims). Non visité par Hesnard ?	26,57	2	0,53
1	210020065	BOIS, PELOUSES ET MARAIS DE LA COMBE COURTEAU ET DU CHANET À PRASLAY	51 - 52	Auberive, Praslay	37.31 54.2 53.1	Marais de la Combe Courteau, signalé dans ROYER ET DIDIER 1996 comme en bon état.	50,7	12	6,08
1	210020112	MARAIS ET BOIS DES COTES A CHALANCEY	52	Chalancey	54.2 53.1 53.2	Un marais à laîche de Davall et jonc noueux et recensé par ROYER ET DIDIER 1996. Inclus dans le SIC Châtillonnais A visiter	89,09	5	4,45
1	210020113	MARAIS ET PELOUSES DES CELLERONS A GERMAINES	52	Germaines	54.2 53.2 53.1	idem	17,51	24	4,20
1	210020135	BOIS, PRAIRIES ET MARAIS DE SERVIN ET DE LA COMBE DES TREPASSES À APREY	52	Aprey	37.31 54.2	Marais à visiter, qui n'a pas été rattaché à la ZSC 21000276 voisine	29,37	50	14,69
1	210009512	VALLON BOISE DE L'ETANG AU SUD D'AUBERIVE	52	Auberive	53.2 54.12	Site à proximité du marais de Val Clavin et non intégré à la ZSC, pourrait abriter des vertigos. A visiter	25,66	5	1,28
1	210013034	ETANG DE LA GRANDE ROUILLIE ET ETANGS VOISINS A CHATRICES	51	Châtrices	53.1 53.2	Pourrait être intéressant	30,34	24	7,28
1	210014797	L'ETANG DE RAMERUPT ET SES ANNEXES	10	Petit-Mesnil, Rothière	53.1 53.2	RAMSAR, APPB, à visiter	168,78	32	54,01
1	210015551	ETANG LE ROI A BRAUX-SAINTE-COHERE	51	Braux-Sainte-Cohière	53.1 53.2	Probablement à visiter, ancien étang de Belval	64,55	25	16,14
1	210020200	ETANGS ET BOIS DE LA GRANDE LAYE AU NORD-OUEST D'ETOGES	51	Congy, Champaubert, Fèrebrianges	53.1 53.2	Visiter pour la proximité de Saint-Gond.	430,82	4	17,23
TOTAL							2443,26	13,6	331,96

Tableau 43 Liste des sites potentiellement intéressants à inclure dans des campagnes ultérieures ;
T = Type (ZNIEFF de type 1 ou 2) ; D = Département ; S = surface en ha,
%SF = pourcentage de surface favorable au regard de notre protocole ; SF = surface favorable en hasa

Conclusion

Originale de par son amplitude, la présente étude a permis non seulement d'apprécier la répartition et la vivacité des populations de *Vertigo moulinsiana* et *Vertigo angustior* sur le territoire de l'ex-région Champagne-Ardenne, mais encore d'apporter un certain nombre d'éléments de compréhension de la biologie et de l'écologie des deux espèces.

L'étude a également eu pour mérite d'éclairer la grande qualité de nombreux habitats naturels du territoire et, par conséquent, de la nécessité de leur prise en compte au niveau régional, et notamment dans le contexte de la nouvelle région Grand Est. Ceci implique notamment une concertation accrue entre acteurs institutionnels et acteurs de terrain, mais aussi entre usagers différents et divers territoires (en particulier dans l'optique des continuités écologiques).

Malheureusement encore peu expertisés au niveau des sites naturels, et a fortiori au niveau de régions biogéographiques, les invertébrés, et parmi eux en particulier les mollusques inféodés aux zones humides, s'avèrent des témoins cruciaux de leur dégradation ou de leur évolution.

Ainsi espérons-nous, par notre étude, avoir contribué à faire connaître les vertigos et leur lien avec le territoire champardennais, soulignant ainsi l'urgence de concertation et de préservation, dans un contexte possible de réchauffement climatique et d'érosion avérée de la biodiversité.

Bibliographie

- ANT H. 1969 – Die Malakologische Gliederung einiger Buchenwaldentypen in Nordwestdeutschland. *Vegetatio* 18 : 374-386.
- AUSDEN M., HALL M., PEARSON P. & STRUDWICK T. 2005 – The effects of cattle grazing on tall-herb fen vegetation and molluscs. *Biological Conservation*, 122: 317-326.
- BARKER G.M. (ÉD.) 2004 – *Natural enemies of terrestrial mollusks*, Wallingford/New-York City, CAB Publishing.
- BARKER G.M. (ÉD.) 2001 – *The biology of terrestrial mollusks*. Wallingford/Cambridge, CAB Publishing.
- BENSSETTITI F. & GAUDILLAT V. coord. 2002 – *Cahier d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 7 : espèces animales*. Paris, La Documentation Française.
- BIOTOPE ET PNR DU GÂTINAIS FRANÇAIS 2009 – Document d'Objectifs du site Natura 2000 FR1100799 « Haute vallée de l'Essonne ». Milly-la-Forêt , Pnr du Gâtinais français.
- BOUCHET P., FALKNER G. & SEDDON M.B. 1999 – Lists of protected land and freshwater molluscs in the Bern Convention and European Habitats Directive: are they relevant to conservation ? *Biological Conservation* 90 : 21-31.
- BOYCOTT A.E. 1934 – The habitats of land Mollusca in Britain. *Journal of Ecology*, 22, 1-38
- BRAUNISCH V., COPPE J., ARLETTAZ R., SUCHANT R., SCHMID H., BOLLMANN K. 2013 – Selecting from correlated climate variables: a major source of uncertainty for predicting species distribution under climate change. *Ecography*, 36 : 971-983.
- BRGM dates variées – *Carte géologique de la France à 1/ 50 000 et notices*. Feuilles Attigny, Avize, Bourbonne-les-Bains, Châteauvillain, Chaumont, Chavanges, Craonne, Doulaincourt, Epernay, Estissac, Fayl-Billot, Fismes, Langres, Monthois, Montmort, Nogent-en-Bassigny, Provins, Raucourt-et-Flaba, Recey-sur-Ource, Reims, Revigny-sur-Ornain, Romilly-sur-Seine, Saint-Dizier, Troyes, Vouziers, Wassy.
- BURNHAM K.P., ANDERSON D. R. 2002 – *Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach*. Berlin, Springer Verlag.
- CAMERON R.A.D. 2003 – Life-cycles, molluscan and botanical associations of *Vertigo angustior* and *Vertigo geyeri* (Gastropoda, Pulmonata: Vertiginidae). *Heldia* 5 : 95–110.
- CAMERON R. A. D. 2004 – From continents to quadrats: Species/area relationships in land mollusc faunas. *Journal of Conchology Special Publication* 3: 39-54.
- CAMERON R.A.D. 2016 – *Slugs and snails*, New-York City, Harper Collins.
- CAMERON R.A.D., COLVILLE B., FALKNER G., HOLYOAK G.A., HORNUNG E., KILLEEN I.J., MOORKENS E.A., POKRYSZKO B.M., PROSCHWITZ T. VON, TATTERSFIELD P., VALOVIRTA I. 2003. Species accounts for snails of the genus *Vertigo* listed in Annex II of the Habitats Directive: *V. angustior*, *V. genesii*, *V. geyeri* and *V. moulinsiana*. *Heldia* 5: 151–172.
- COLWELL R.K., 2013 – EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.

- COSTE S., COMOLET-TIRMAN J., GRECH G., PONCET L. & SIBLET J-Ph., 2010 – Stratégie Nationale de Création d'Aires Protégées : Première phase d'étude. Volet Biodiversité. Rapport SPN 2010 / 7 MNHN (SPN). Paris, MEEDDM.
- COSTIL K. & CLEMENT B. 1996 – Relationship between freshwater gastropods and plant communities reflecting various trophic levels. *Hydrobiologia* 321(1) : 7-16.
- CRASSOUS C. & KARAS F. 2007 – *Guide de gestion des tourbières et marais alcalins des vallées alluviales de France septentrionale*. Orléans/Besançon, Fédération des Conservatoires d'Espaces Naturels/Pôle-relais tourbières. <www.pole-tourbieres.org>
- CUTTELOD A., SEDDON M. & NEUBERT E. 2011 – European Red List of Non-marine Molluscs. Publications Office of the European Union. Luxembourg, UE.
- DRAKE C.M. 1999 – A Review of the Status, Distribution and Habitat Requirements of *Vertigo moulinsiana* in England. *Journal of Conchology*, 36(6) : 63-79.
- FICK, S.E. & HIJMANS R.J. 2017 – Worldclim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 37(12) : 4302-4315.
- FRANCE 2007 – Arrêté du 23 avril 2007 fixant les listes des mollusques protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. <<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000645048>>
- GARGOMINY O., PRIÉ V., BICHAIN J.-M., CUCHERAT X., FONTAINE B. 2011. Liste de référence annotée des mollusques continentaux de France. *MalaCo* 7 : 307-382
- GERMAIN, L. 1931 – *Mollusques terrestres et aquatiques (première partie)*. Paris, Paul Lechevalier.
- HALLMANN CA, SORG M, JONGEJANS E, SIEPEL H, HOFLAND N, SCHWAN H, STENMANS W., MÜLLER A., SUMSER H., HÖRREN T, GOULSON D., DE KROON H. 2017 – More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE* 12(10) : e0185809.
- MÜLLER J., BÄSSLER C., STRÄTZ C., KLÖCKING B., BRANDL R. 2009 – Molluscs and climate warming in a low mountain range National Park. *Malacologia* 51 : 89-109.
- HENGL T., DE JESUS J.M., MACMILLAN R.A., BATJES N.H, HEUVELINK G.B.M., RIBEIRO E., SAMUEL-ROSA A., KEMPEN B., LEENAARS J.G.B., WALSH M.G. RUIPEREZ GONZALEZ M. 2014 – SoilGrids1km – global soil information based on automated mapping. *PLoS ONE* 9(8) : e105992.
- HESNARD O. 2008 – *Vertigo moulinsiana (Dupuy, 1849) & Vertigo angustior Jeffreys, 1830 dans les marais du plateau de Langres et le site de la montagne de Reims*, CPIE collines Normandes, DREAL Bourgogne, DREAL Champagne-Ardenne.
- HESNARD O. 2010 – *Vertigo moulinsiana (Dupuy, 1849) & Vertigo angustior Jeffreys, 1830 sur la région Champagne-Ardenne*. Ségrie-Fontaine, CPIE collines Normandes, DREAL Bourgogne, DREAL Champagne-Ardenne.
- HEWITT G.M. 1999 – Post-glacial re-colonization of European biota. *Biological Journal of the Linnean Society* 68 : 87-112
- HOLYOAK G.A. 2003 – Habitats of *Vertigo moulinsiana* (Gastropoda: Vertiginidae) in Cornwall. *Journal of Conchology* 38 : 79-86.
- HORSÁK M. 2006 – Mollusc community patterns and species response curves along a mineral richness gradient: a case study in fens. *Journal of Biogeography* 33 : 98-107.

- HORSÁK M. & HÁJEK M. 2003 – Composition and species richness of molluscan communities in relation to vegetation and water chemistry in the Western Carpathian springs fen: the poor-rich gradient. *Journal of Molluscan Studies* 69(4) : 349-357.
- HORSÁK, M., HÁJEK M., TICHÝ L., & JUŘIČKOVÁ L. 2007 – Plant indicator values as a tool for land mollusc autecology assessment. *Acta Œcologica* 32(2) : 161-171.
- IUCN 2015 — The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2. <<http://www.iucnredlist.org/>>.
- HORSÁKOVÁ V. 2017 – Geographical variation of mollusc communities in European fens. Ph.D. Dissertation. Brno, Masaryk University.
- JULVE P. 1998ff – Baseveg. Répertoire synonymique des groupements végétaux de France, version du 9 février 2017. <<http://www.tela-botanica.org>>
- JUNGBLUTH J.H. & DANNAPFEL K.H., 1975 – *Die Molluskenfauna des Vogelsberges unter Besonderer Berücksichtigung Biogeographischer Aspekte. Die Wassermollusken des Einzugsgebietes der Nahe*, La Hague, Verlag DR. W. Junk B.V.
- JUNGBLUTH J.H. 1978 – *Der Tiergeographische Beitrag Zur Ökologischen Landschaftsforschung. Malakozoologische Beispiele zur Naturräumlichen Gliederung*, La Hague, Verlag DR. W. Junk B.V.
- JUŘIČKOVÁ L., HORSÁK M., HORÁČKOVÁ J., ABRAHAM V. & LOŽEK V. 2014 – Patterns of land-snail succession in Central Europe over the last 15,000 years: Main changes along environmental, spatial and temporal gradients. *Quaternary Science Reviews* 93 : 155–166.
- JUŘIČKOVÁ L., LOŽEK V., HORÁČKOVÁ J., TLACHAČ & HORÁČEK I. 2014 – Holocene succession and biogeographical importance of mollusc fauna in the Western Sudetes (Czech Republic). *Quaternary International* 23(12) : 1811–1823.
- KERNEY M.P., CAMERON R.A.D. & BERTRAND A. 1999 – Guide des escargots et limaces d'Europe. Lausanne, Delachaux et Niestlé.
- KILLEEN I.J. 2002 – *Survey of EU Habitat Directive Vertigo species in England : 3. Vertigo moulinsiana. Part 1 : Summary and monitoring protocol*. Peterborough, English Nature.
- KILLEEN I.J. 2003 – *Ecology of Desmoulin's Whorl Snail. Vertigo moulinsiana*. Peterborough, English Nature.
- KILLEEN I.J. & MOORKENS E.A. 2003 – *Monitoring Desmoulin's Whorl Snail. Vertigo moulinsiana*. Peterborough, English Nature.
- KILLEEN I.J. & MOORKENS E.A. 2004 – Condition monitoring of *Vertigo geyeri* on Cors Eirddreiniog & Waun Eurad, Corsydd Môn/Anglesey fens candidate Special Area of Conservation, Wales. Bangor, Countryside Council for Wales.
- KILLEEN I.J., MOORKENS E., SEDDON M. 2012 – *Vertigo moulinsiana*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2. <www.iucnredlist.org>.
- KOTOWSKI W., VAN ANDEL J., VAN DIGGELEN R. & HOGENDORF, J. 2001 – Responses of fen plant species to groundwater level and light intensity. *Plant Ecology*, 155 : 147–156.
- KSIAŻKIEWICZ Z. 2008 – The Narrow-mouthed whorl snail *Vertigo angustior* (Pulmonata: Gastropoda: Vertiginidae). Distribution and habitat disturbance in Northwestern Poland. *Tentacle* 16 : 5-6.

- KSIĄŻKIEWICZ Z. 2015 – Impact of land use on population of *Vertigo moulinsiana* Dupuy, 1849 and *Vertigo angustior* Jeffreys, 1830 (Gastropoda : Pulmonata : Vertiginidae) : Ilanka River Valley (W. Poland). *Folia Malacologica* 23 : 277-282.
- KSIĄŻKIEWICZ Z. & GOLDYN B. 2015 – Needle in a Haystack: Predicting the Occurrence of Wetland Invertebrates on the Basis of Simple Geographical Data. A Case Study on Two Threatened Micro-Mollusc Species (Gastropoda: Vertiginidae) from Poland. *Wetlands*. <<http://link.springer.com/article/10.1007/s13157-015-0656-0#>>
- KSIĄŻKIEWICZ Z., BIEREŻNOJ-BAZILLE U, KRAJEWSKI Ł. & GOŁDYN B., 2015 – New records of *Vertigo geyeri* Lindholm, 1925, *V. moulinsiana* (Dupuy, 1849) and *V. angustior* Jeffreys, 1830 (Gastropoda : Pulmonata : Vertiginidae) in Poland. *Folia Malacologica* 23 : 121-136.
- KSIĄŻKIEWICZ Z., KIASZEWICZ K. & GOŁDYN B. 2013 – Microhabitat requirements of five rare vertiginid species (Gastropoda, Pulmonata: Vertiginidae) in wetlands of Western Poland. *Malacologia* 56 : 95–106.
- KUCZYŃSKA A. & MOORKENS E. A. 2010 – Micro-hydrological and micro-meteorological controls on survival and population growth of the whorl snail *Vertigo geyeri* Lindholm, 1925 in groundwater fed wetlands. *Biological Conservation* 143: 1868–1875.
- LOŽEK V. 1964 – Quartärmollusken der Tschechoslowakei. *Rozprawy Ustredniho ustuvu geologicke* 31 : 1–374.
- MAGNIN F., TATONI T., ROCHE P. & BAUDRY J. 1995 — Gastropod communities, vegetation dynamics and landscape changes along an old-field succession in Provence, France. *Landscape and Urban Planning* 31 : 249-257.
- LE BLOCH F., HENRY R., SIBLET S., FLAMANT N., VANEL Q., CAMUS M., MONTAGNÉ S., CLÉVENOT P., LOISEAU J., VRIGNAUD S., MOUTHON J. 2015. *Projet de mise à grand gabarit de la Seine entre Bray-sur-Seine (77) et Nogent-sur-Seine (10), suivis écologiques 2014*. Saint Maur des Fossés, Voies Navigables de France/Ecosphère/Hydrosphère.
- LYDEARD C., COWIE R.H., PONDER W.F., BOGAN A.E., BOUCHET P., CLARK S.A., CUMMINGS K.S., FREST T.J., GARGOMINY O., HERBERT D.G., HERSHLER R., PEREZ K., ROTH B., SEDDON M., STRONG E.E. & THOMPSON F.G., 2004. The global decline of non-marine mollusks. *BioScience*, 54 : 321-330.
- MACHARD DE GRAMONT H., MARDHEL V., 2006 – Atlas des remontées de nappes en France métropolitaine. Paris, BRGM. <<http://www.georisques.gouv.fr/dossiers/telechargement>> pour le téléchargement des couches SIG de remontées de nappes
- MASSETTI J. & WROZA J. 2018 – *Menaces sur le vivant : quand la nature ne peut plus suivre. Publication 2018 : bilan de l'état de la biodiversité en France*. Paris, Agence Française pour la Biodiversité.
- MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE sd – Site d'information du développement durable et de l'environnement. <<http://www.side.developpement-durable.gouv.fr/>>
- MOORKENS E., KILLEEN I.J. & SEDDON M. 2012 — *Vertigo angustior*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2. <www.iucnredlist.org>.
- MYZYK S. 2011 – Contribution to the biology of ten vertiginid species. *Folia Malacologica* 19 : 55–80.

- NORRIS A. & COLVILLE B 1974 – Notes on the occurrence of *Vertigo angustior* Jeffreys in Great Britain. *Journal of Conchology* 28 : 141–154.
- ONDINA P., HERMIDA J., OUTEIRO A. & MATO S. 2004 – Relationships between terrestrial gastropod distribution and soil properties in Galicia (NW Spain). *Applied Soil Ecology* 26 (1) : 1-80.
- PEARCE T.A. 1997 – Interference and resource competition in two land snails: adults inhibit conspecific juvenile growth in field and laboratory. *Journal of Molluscan Studies* 63 : 389-399.
- PETIT R.J., BREWER S., BORDÁCS S., BURG K., CHEDDADI R., COART E., COTTRELL J., CSAIKL U.M., VAN DAM B., DEANS J.D., ESPINEL S., FINESCHI S., FINKELDEY L.R., GLAZ I., GOICOECHEA V., SVEJGAARD JENSEN J., KÖNIG A.O., LOWE A.J., FLEMMING MADSEN S. MÁTYÁS G., MUNRO R.C., POPESCU F., SLADE D., TABBENER H., DE VRIES S.G.M., ZIEGENHAGEN B., DE BEAULIEU J.-L., KREMER A. 2002 – Identification of refugia and post-glacial colonisation routes of European white oaks based on chloroplast DNA and fossil pollen evidence. *Forest Ecology and Management* 156 : 49–74
- PHILLIPS S.J., ANDERSON R.P., SCHAPIRE R.E. 2006 – Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190 : 231-259.
- POKRYSZKO B.M. 1990 – The Vertiginidae of Poland (Gastropoda: Pulmonata: Pupilloidea). A systematic monograph. *Annales Zoologici* 43 : 133–257.
- POKRYSZKO B.M. 2003 – *Vertigo* of Continental Europe. Autoecology, threats and conservation status. *Heldia* 5 : 13-25
- PUISSÉGUR J.-J. 1976. – Mollusques continentaux quaternaires de Bourgogne. Significations stratigraphiques et climatiques ; rapports avec d'autres faunes boréales de France. Thèse. Université de Dijon.
- RÉGNIER C., FONTAINE B., BOUCHET P., 2009 – Not knowing, Not recording, Not listing: Numerous Unnoticed Mollusk Extinctions. *Conservation Biology*, 23(5) : 1214-1221.
- SCHENKOVÁ V., HORSÁK M., HÁJEK M., PLESKOVÁ Z., DÍTĚ D. & PAWLKOWSKI P. 2014 – Mollusc and plant assemblages controlled by different ecological gradients at Eastern European fens. *Acta Oecologica* 56 : 66-73.
- ROYER J.-M. & DIDIER B., 1996 – Flore et végétation des Marais tufeux du Plateau de Langres. Langres, Société des sciences naturelles et d'archéologie de la Haute-Marne.
- STEUSLOFF, U. 1937 – Beiträge zur Molluskenfauna der Niederrheingebietes : Lebensraum und Ernährung von *Vertigo moulinsiana* in Mitteleuropa. *Decheniana* 94: 30-46.
- TABERLET P., FUMAGALLI L., WUST-SAUCY A.-G., COSSON J.-F. 1998 – Comparative phylogeography and postglacial colonization routes in Europe. *Molecular Ecology* 7 : 453-464
- TATTERSFIELD P. & MCINNES R. 2003 – Hydrological requirements of *Vertigo moulinsiana* on three candidate Special Areas of Conservation in England (Gastropoda, Pulmonata: Vertiginidae). *Heldia* 5 : 135–147.
- UE 1992 – Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages.
- VAVROVÁ, L., 2005 – The Mollusc species in Slovakia listed in the Habitats Directive. *Tentacle* 13 : 5-6.

- VAVROVÁ L., HORSÁK M., ŠTEFFEK J. & ČEJKA T. 2009 – Ecology, distribution and conservation of *Vertigo* species of European Importance in Slovakia. *Journal of Conchology* 40 : 61-69.
- VINCENT B. 2015a – Suivi des populations du *Vertigo* de Des Moulins et du *Vertigo* étroit dans le site Natura 2000 de la Haute vallée de l'Essonne Année 2. Rapport pour le Pnr du Gâtinais français.
- VINCENT B. 2015b – Suivi des populations du *Vertigo* de Des Moulins et du *Vertigo* étroit dans le site Natura 2000 de la Haute vallée de l'Essonne Année 3. Rapport pour le Pnr du Gâtinais français.
- VINCENT B. à paraître 1 – Que sont nos cénozes devenues? Éléments de biocénologie contemporaine.
- VINCENT B. à paraître 2 – Les communautés malacocénologiques des zones humides en France. Vers un prodrome des communautés de mollusques gastéropodes en France ? 01.
- VRIGNAUD S. 2013 – Le *Vertigo* de Des Moulins *Vertigo moulinsiana* (Dupuy, 1849) et le *Vertigo* étroit *Vertigo angustior* Jeffreys, 1830 dans le site Natura 2000 de la Haute vallée de l'Essonne (FR1100799) (départements de l'Essonne et de la Seine-et-Marne). Rapport pour le Pnr du Gâtinais français.
- VRIGNAUD S. 2014 – Suivi des populations du *Vertigo* de Des Moulins et du *Vertigo* étroit dans le site Natura 2000 de la Haute vallée de l'Essonne Année 1. Rapport pour le Pnr du Gâtinais français.
- VRIGNAUD S. 2015 – Suivi du *Vertigo* des aulnes *Vertigo lilljeborgi* (Westerlund, 1871) sur la Réserve naturelle nationale de Chastreix-Sancy. Rapport pour la Rnn de Chastreix-Sancy.
- VRIGNAUD S. 2017 – Suivi des populations du *Vertigo* de Des Moulins et du *Vertigo* étroit dans le site Natura 2000 de la Haute vallée de l'Essonne Année 4. Rapport pour le Pnr du Gâtinais français.
- VRIGNAUD S. 2018 – Suivi des populations du *Vertigo* de Des Moulins et du *Vertigo* étroit dans le site Natura 2000 de la Haute vallée de l'Essonne Année 5. Rapport pour le Pnr du Gâtinais français.
- WALDÉN, H.W. 1981 – Communities and diversity of land mollusks in Scandinavian woodlands. I. High diversity communities in talus and boulder slope in SW Sweden. *Journal of Conchology* 30 : 351-372.
- WARDHAUGH, A.A. 1995 – The terrestrial molluscan fauna of some woodlands in north east Yorkshire, England. *Journal of Conchology*, 53 : 313-327.
- WILLING, M.R., SANDLIN E.A. & GANNON W.R. 1998 – Structural and taxonomic correlates of habitat selection by a Puerto Rican land snail. *The Southwestern Naturalist*, 43 : 70-79.

Annexes

Annexe 1. Points de relevés

Point	Coord. x	Coord. y	Commune	Nom du secteur
1	5.129169	47.830939	Rochetaillée	NOUVEAU étang de Rochetaillée/Chameroy
2	5.129758	47.831142	Rochetaillée	NOUVEAU étang de Rochetaillée/Chameroy
3	5.129118	47.831324	Rochetaillée	NOUVEAU étang de Rochetaillée/Chameroy
5001	5.188752	47.830046	Courcelles-en-Montagne	Pelouses des Sources de la Suisse
5002	5.18903	47.82952	Courcelles-en-Montagne	Pelouses de la Source de la Suisse
5003	5.189417	47.828927	Courcelles-en-Montagne	Pelouses de la Source de la Suisse
5004	5.189474	47.828538	Courcelles-en-Montagne	Pelouses de la Source de la Suisse
5005	5.188202	47.827365	Courcelles-en-Montagne	Pelouses de la Source de la Suisse
5006	5.190351	47.828779	Courcelles-en-Montagne	Pelouses de la Source de la Suisse
5007	5.189918	47.829052	Courcelles-en-Montagne	Pelouses de la Source de la Suisse
5008	5.18966	47.829555	Courcelles-en-Montagne	Pelouses de la Source de la Suisse
5009	5.189416	47.830004	Courcelles-en-Montagne	Pelouses de la Source de la Suisse
5010	5.189469	47.831792	Courcelles-en-Montagne	Pelouses de la Source de la Suisse
5011	5.189702	47.832204	Courcelles-en-Montagne	Pelouses de la Source de la Suisse
5012	5.189825	47.832517	Courcelles-en-Montagne	Pelouses de la Source de la Suisse
5013	5.189999	47.832929	Courcelles-en-Montagne	Pelouses de la Source de la Suisse
29001	3.843767	49.268044	Courcelles-Sapicourt	Bois des Hauts Balais
29002	3.843928	49.2668	Courcelles-Sapicourt	Bois des Hauts Balais
29003	3.844118	49.267114	Courcelles-Sapicourt	Bois des Hauts Balais
29005	3.911392	49.303777	Trigny	Marais du Vivier
29006	3.914907	49.307218	Trigny	Marais du Vivier
29007	3.915228	49.307318	Chénay	Marais du Vivier
29008	3.914391	49.307226	Trigny	Marais du Vivier
29009	3.912936	49.304759	Trigny	Marais du Vivier
29010	3.912633	49.304645	Trigny	Marais du Vivier
29012	3.897368	49.355531	Cormicy	Grand marais de Cormicy
29013	3.898291	49.355449	Cormicy	Grand marais de Cormicy
29014	3.898188	49.355202	Cormicy	Grand marais de Cormicy
29015	3.897618	49.355008	Cormicy	Grand marais de Cormicy
29016	3.900079	49.354335	Cormicy	Grand marais de Cormicy
29017	3.900506	49.355779	Cormicy	Grand marais de Cormicy
29018	3.900642	49.35583	Cormicy	Grand marais de Cormicy
29019	3.90021	49.355865	Cormicy	Grand marais de Cormicy
29020	3.900111	49.356043	Cormicy	Grand marais de Cormicy
29021	3.900081	49.356216	Cormicy	Grand marais de Cormicy
29022	3.899422	49.356518	Cormicy	Grand marais de

				Cormicy
29023	3.89897	49.35627	Cormicy	Grand marais de Cormicy
29024	3.898251	49.355963	Cormicy	Grand marais de Cormicy
30001	4.993257	47.808366	Colmier-le-Haut	Marais du Val Serveux
30002	4.993028	47.807967	Colmier-le-Haut	Marais du Val Serveux
30003	4.992784	47.80753	Colmier-le-Haut	Marais du Val Serveux
30004	4.992443	47.80715	Colmier-le-Haut	Marais du Val Serveux
30005	4.992541	47.806701	Colmier-le-Haut	Marais du Val Serveux
30006	4.992584	47.806307	Colmier-le-Haut	Marais du Val Serveux
30007	4.992125	47.805997	Colmier-le-Haut	Marais du Val Serveux
30008	4.99146	47.805752	Colmier-le-Haut	Marais du Val Serveux
30009	4.990905	47.805425	Colmier-le-Haut	Marais du Val Serveux
30010	4.990479	47.805117	Colmier-le-Haut	Marais du Val Serveux
30011	4.990097	47.804607	Colmier-le-Haut	Marais du Val Serveux
30012	5.006826	47.814666	Germaines	Marais Vaucher NORD
30013	5.006731	47.815114	Germaines	Marais Vaucher NORD
30014	5.007389	47.815415	Germaines	Marais Vaucher NORD
30015	5.008061	47.815568	Germaines	Marais Vaucher NORD
30016	5.00826	47.81511	Germaines	Marais Vaucher NORD
30017	5.008571	47.814691	Germaines	Marais Vaucher NORD
30018	5.008919	47.814255	Germaines	Marais Vaucher NORD
30019	5.009572	47.814066	Germaines	Marais Vaucher NORD
30020	5.009754	47.814497	Germaines	Marais Vaucher NORD
30021	5.010205	47.814215	Germaines	Marais Vaucher NORD
30022	5.009867	47.813703	Germaines	Marais Vaucher NORD
30023	5.009474	47.813318	Germaines	Marais Vaucher NORD
30024	5.009916	47.813055	Germaines	Marais Vaucher NORD
30025	5.009289	47.812846	Germaines	Marais Vaucher NORD
30026	5.01069	47.81196	Germaines	Marais Vaucher NORD
30027	5.008473	47.812499	Germaines	Marais Vaucher NORD
30028	5.008663	47.812926	Germaines	Marais Vaucher NORD
30029	5.008141	47.813068	Germaines	Marais Vaucher NORD
30030	5.008703	47.813459	Germaines	Marais Vaucher NORD
30031	5.009112	47.813846	Germaines	Marais Vaucher NORD
30032	5.008051	47.815885	Germaines	Marais Vaucher NORD
30033	5.007648	47.816403	Germaines	Marais Vaucher NORD
30034	5.007099	47.816638	Germaines	Marais Vaucher NORD
30035	5.006765	47.816971	Germaines	Marais Vaucher NORD
30036	5.006772	47.817145	Germaines	Marais Vaucher NORD
30037	5.006122	47.817611	Colmier-le-Haut	Marais Vaucher NORD
30038	5.005924	47.817856	Arbot	Marais Vaucher NORD

30039	5.005685	47.81807	Arbot	Marais Vaucher NORD	30086	5.059965	47.756239	Auberive	Marais du Val Clavin
30040	4.988381	47.780777	Colmier-le-Haut	Marais de Colmier-le- Haut	30087	5.059443	47.755926	Auberive	Marais du Val Clavin
30041	4.988212	47.780266	Colmier-le-Haut	Marais de Colmier-le- Haut	30088	5.059075	47.755562	Auberive	Marais du Val Clavin
30042	4.987729	47.779865	Colmier-le-Haut	Marais de Colmier-le- Haut	30089	5.058702	47.755018	Auberive	Marais du Val Clavin
30043	4.987535	47.779529	Colmier-le-Haut	Marais de Colmier-le- Haut	30090	5.059285	47.756134	Auberive	Marais du Val Clavin
30044	4.987979	47.779453	Colmier-le-Haut	Marais de Colmier-le- Haut	30091	5.03122	47.760524	Auberive	Marais ferme
30045	4.988174	47.779787	Colmier-le-Haut	Marais de Colmier-le- Haut	30092	5.030577	47.76035	Auberive	Marais ferme
30046	4.988899	47.779806	Colmier-le-Haut	Marais de Colmier-le- Haut	30093	5.02965	47.760699	Auberive	Marais ferme
30047	4.989611	47.779795	Colmier-le-Haut	Marais de Colmier-le- Haut	30094	5.028928	47.761307	Auberive	Marais ferme
30048	4.991279	47.780545	Colmier-le-Haut	Marais de Colmier-le- Haut	30095	5.036546	47.763329	Auberive	Marais champ SUD
30049	4.990226	47.780241	Colmier-le-Haut	Marais de Colmier-le- Haut	30096	5.03678	47.764052	Auberive	Marais champ NORD
30050	4.990127	47.780641	Colmier-le-Haut	Marais de Colmier-le- Haut	30097	5.013049	47.802881	Germaines	Marais Vaucher SUD
30051	4.989438	47.780759	Colmier-le-Haut	Marais de Colmier-le- Haut	30098	5.012822	47.802452	Germaines	Marais Vaucher SUD
30052	4.988831	47.780965	Colmier-le-Haut	Marais de Colmier-le- Haut	30099	5.012842	47.801996	Germaines	Marais Vaucher SUD
30053	4.988196	47.781363	Colmier-le-Haut	Marais de Colmier-le- Haut	30100	5.012909	47.801702	Germaines	Marais Vaucher SUD
30054	4.972752	47.729791	Auberive	Marais de Vanosse NORD	30101	5.012843	47.801521	Germaines	Marais Vaucher SUD
30055	4.972985	47.72922	Auberive	Marais de Vanosse NORD	30102	5.012937	47.801094	Germaines	Marais Vaucher SUD
30056	4.972218	47.729198	Auberive	Marais de Vanosse NORD	30103	5.012894	47.800646	Germaines	Marais Vaucher SUD
30057	4.972141	47.728736	Auberive	Marais de Vanosse NORD	30104	5.013128	47.80022	Germaines	Marais Vaucher SUD
30058	4.971691	47.728521	Auberive	Marais de Vanosse NORD	30105	5.013289	47.799563	Germaines	Marais Vaucher SUD
30059	4.971306	47.728168	Auberive	Marais de Vanosse NORD	30106	5.013112	47.798702	Germaines	Marais Vaucher SUD
30060	4.971034	47.72774	Auberive	Marais de Vanosse NORD	30107	5.01321	47.799072	Germaines	Marais Vaucher SUD
30061	4.960256	47.711416	Auberive	Marais de Vanosse SUD	30108	5.013095	47.803216	Germaines	Marais Vaucher SUD
30062	4.960313	47.711899	Auberive	Marais de Vanosse SUD	31001	5.184414	47.765068	Aprey	Marais des Sources de la Vingeanne
30063	4.963209	47.712939	Auberive	Marais de Vanosse SUD	31002	5.185261	47.764798	Aprey	Marais des Sources de la Vingeanne
30064	4.963786	47.71317	Auberive	Marais de Vanosse SUD	31003	5.183219	47.763107	Aprey	Marais des Sources de la Vingeanne
30065	4.96445	47.71349	Auberive	Marais de Vanosse SUD	31004	5.186183	47.762442	Aprey	Marais des Sources de la Vingeanne
30066	5.022476	47.726587	Villars-Santenoge	Marais du Vermonon	31005	5.163209	47.754163	Aujeurres	Marais de la Combe Chamony
30067	5.022397	47.727048	Villars-Santenoge	Marais du Vermonon	31006	5.162008	47.755176	Aujeurres	Marais de la Combe Chamony
30068	5.022277	47.727526	Villars-Santenoge	Marais du Vermonon	31007	5.16157	47.755468	Aujeurres	Marais de la Combe Chamony
30069	5.016664	47.731614	Villars-Santenoge	Marais du Vermonon	31008	5.162104	47.755572	Aujeurres	Marais de la Combe Chamony
30070	5.016171	47.73197	Villars-Santenoge	Marais du Vermonon	31009	5.162269	47.755749	Aujeurres	Marais de la Combe Chamony
30071	5.009352	47.754707	Auberive	Marais de Belveau	31010	5.162482	47.756086	Aujeurres	Marais de la Combe Chamony
30072	5.009548	47.754983	Auberive	Marais de Belveau	31011	5.162489	47.756343	Aujeurres	Marais de la Combe Chamony
30073	5.011819	47.755128	Auberive	Marais de Belveau	31012	5.161532	47.75586	Aujeurres	Marais de la Combe Chamony
30074	5.009134	47.754454	Auberive	Marais de Belveau	31013	5.161397	47.755641	Aujeurres	Marais de la Combe Chamony
30075	5.008262	47.754743	Auberive	Marais de Belveau	31014	5.160996	47.75561	Aujeurres	Marais de la Combe Chamony
30076	5.014854	47.754469	Auberive	Marais de Belveau	31015	5.161082	47.75539	Aujeurres	Marais de la Combe Chamony
30077	5.030635	47.777376	Auberive	Germainette	31016	5.161953	47.754787	Aujeurres	Marais de la Combe Chamony
30078	5.029702	47.77801	Auberive	Germainette	31017	5.100105	47.778463	Auberive	Marais du Grand Paquis
30079	5.030071	47.77775	Auberive	Germainette	31018	5.099708	47.778101	Auberive	Marais du Grand Paquis
30080	5.032175	47.776315	Auberive	Germainette	31019	5.099137	47.777691	Auberive	Marais du Grand Paquis
30081	5.032332	47.775913	Auberive	Germainette	31020	5.098617	47.777411	Auberive	Marais du Grand Paquis
30082	5.032827	47.773556	Auberive	Germainette	31021	5.097926	47.776684	Auberive	Marais du Grand Paquis
30083	5.055195	47.756578	Auberive	Marais du Val Clavin	31022	5.123906	47.785396	Auberive	Marais d'Acquenove
30084	5.054837	47.757872	Auberive	Marais du Val Clavin	31023	5.12542	47.784468	Auberive	Marais d'Acquenove
30085	5.060067	47.756282	Auberive	Marais du Val Clavin	31024	5.125774	47.784978	Auberive	Marais d'Acquenove
					31025	5.126249	47.78521	Auberive	Marais d'Acquenove
					31026	5.12645	47.785568	Auberive	Marais d'Acquenove

31027	5.126435	47.785913	Auberive	Marais d'Acquenove	31076	5.153717	47.765686	Auberive	Marais de la Salle et des Vaux de Bœuf
31028	5.12671	47.786073	Auberive	Marais d'Acquenove	31077	5.154734	47.766079	Auberive	Marais de la Salle et des Vaux de Bœuf
31029	5.123268	47.785782	Auberive	Marais d'Acquenove	31078	5.154986	47.76641	Auberive	Marais de la Salle et des Vaux de Bœuf
31030	5.06943	47.810897	Bay-sur-Aube	Marais de Charmoy	31079	5.154805	47.766141	Auberive	Marais de la Salle et des Vaux de Bœuf
31031	5.069972	47.810929	Bay-sur-Aube	Marais de Charmoy	31080	5.163622	47.765977	Auberive	Marais de la Salle et des Vaux de Bœuf
31032	5.070097	47.810774	Bay-sur-Aube	Marais de Charmoy	31081	5.164669	47.769735	Auberive	Marais de la Salle et des Vaux de Bœuf
31033	5.100055	47.798404	Rouelles	Marais de Rouelles	31082	5.1654	47.769787	Auberive	Marais de la Salle et des Vaux de Bœuf
31034	5.100644	47.798144	Rouelles	Marais de Rouelles	31083	5.162133	47.769916	Auberive	Marais de la Salle et des Vaux de Bœuf
31035	5.101075	47.798006	Rouelles	Marais de Rouelles	31084	5.162165	47.770517	Auberive	Marais de la Salle et des Vaux de Bœuf
31036	5.101435	47.7982	Rouelles	Marais de Rouelles	31085	5.087668	47.74252	Praslay	Combe Nébrot
31037	5.100912	47.797944	Rouelles	Marais de Rouelles	31086	5.08736	47.742118	Praslay	Combe Nébrot
31038	5.099791	47.797877	Rouelles	Marais de Rouelles	31087	5.087186	47.741823	Praslay	Combe Nébrot
31039	5.099349	47.79775	Rouelles	Marais de Rouelles	31088	5.087069	47.742194	Praslay	Combe Nébrot
31040	5.099801	47.798751	Rouelles	Marais de Rouelles	31089	5.087264	47.742508	Praslay	Combe Nébrot
31041	5.099378	47.799045	Rouelles	Marais de Rouelles	31090	5.08058	47.728177	Vivey	Combe Geoffrot
31042	5.083342	47.716901	Vals-les-Tilles	Marais de Chalmessin	31091	5.081167	47.728414	Vivey	Combe Geoffrot
31043	5.084001	47.716811	Vals-les-Tilles	Marais de Chalmessin	31092	5.081784	47.728602	Vivey	Combe Geoffrot
31044	5.08467	47.716746	Vals-les-Tilles	Marais de Chalmessin	31093	5.081444	47.728829	Vivey	Combe Geoffrot
31045	5.085356	47.716611	Vals-les-Tilles	Marais de Chalmessin	31094	5.080173	47.727807	Vivey	Combe Geoffrot
31046	5.086031	47.716556	Vals-les-Tilles	Marais de Chalmessin	31095	5.079709	47.727453	Vivey	Combe Geoffrot
31047	5.086726	47.716536	Vals-les-Tilles	Marais de Chalmessin	32001	5.249417	47.815926	Noidant-le-Rocheux	Marais du Champ-Cresson
31048	5.08692	47.716506	Vals-les-Tilles	Marais de Chalmessin	32002	5.249005	47.814548	Noidant-le-Rocheux	Marais du Champ-Cresson
31049	5.08738	47.716455	Vals-les-Tilles	Marais de Chalmessin	32003	5.248769	47.814094	Noidant-le-Rocheux	Marais du Champ-Cresson
31050	5.088027	47.71648	Vals-les-Tilles	Marais de Chalmessin	32004	5.248763	47.813676	Noidant-le-Rocheux	Marais du Champ-Cresson
31051	5.08875	47.716554	Vals-les-Tilles	Marais de Chalmessin	32005	5.247526	47.813059	Noidant-le-Rocheux	Marais du Champ-Cresson
31052	5.089476	47.716637	Vals-les-Tilles	Marais de Chalmessin	32006	5.248099	47.813262	Noidant-le-Rocheux	Marais du Champ-Cresson
31053	5.089981	47.716866	Vals-les-Tilles	Marais de Chalmessin	32007	5.248565	47.81368	Noidant-le-Rocheux	Marais du Champ-Cresson
31054	5.083296	47.715641	Vals-les-Tilles	Marais de Chalmessin	32008	5.089621	47.856549	Rochetaillée	Marais du Plongerot
31055	5.142319	47.72708	Vaillant	Marais Sous le Mont Saule	32009	5.08941	47.856353	Rochetaillée	Marais du Plongerot
31056	5.142254	47.726632	Vaillant	Marais Sous le Mont Saule	32010	5.089182	47.856187	Rochetaillée	Marais du Plongerot
31057	5.141993	47.726199	Vaillant	Marais Sous le Mont Saule	32011	5.088679	47.855895	Rochetaillée	Marais du Plongerot
31058	5.104055	47.726402	Praslay	Marais de la Fontaine aux Larrons	32012	5.088078	47.855541	Rochetaillée	Marais du Plongerot
31059	5.103451	47.726183	Praslay	Marais de la Fontaine aux Larrons	32013	5.08765	47.855245	Rochetaillée	Marais du Plongerot
31060	5.102922	47.725857	Praslay	Marais de la Fontaine aux Larrons	32014	5.086983	47.855	Rochetaillée	Marais du Plongerot
31061	5.102623	47.725615	Praslay	Marais de la Fontaine aux Larrons	32015	5.086177	47.854703	Rochetaillée	Marais du Plongerot
31062	5.102636	47.725428	Praslay	Marais de la Fontaine aux Larrons	32016	5.086206	47.854727	Rochetaillée	Marais du Plongerot
31063	5.102667	47.725385	Praslay	Marais de la Fontaine aux Larrons	32017	5.086821	47.855534	Rochetaillée	Marais du Plongerot
31064	5.102499	47.724938	Praslay	Marais de la Fontaine aux Larrons	32018	5.087961	47.854856	Rochetaillée	Marais du Plongerot
31065	5.102266	47.724485	Praslay	Marais de la Fontaine aux Larrons	32019	5.139245	47.829273	Rochetaillée	Marais du Vau
31066	5.10216	47.723992	Praslay	Marais de la Fontaine aux Larrons	32020	5.139495	47.829863	Rochetaillée	Marais du Vau
31067	5.102196	47.723529	Praslay	Marais de la Fontaine aux Larrons	32021	5.139318	47.830418	Rochetaillée	Marais du Vau
31068	5.102381	47.723202	Praslay	Marais de la Fontaine aux Larrons	32022	5.139757	47.83076	Rochetaillée	Marais du Vau
31069	5.102819	47.722699	Praslay	Marais de la Fontaine aux Larrons	32023	5.18433	47.814994	Auberive	Marais des Creux d'Aujon
31070	5.18157	47.764808	Aprey	Sources de la Vingeanne. Marais 2	32024	5.176726	47.813416	Auberive	Marais des Creux d'Aujon
31071	5.181038	47.765448	Aprey	Sources de la Vingeanne. marais 2	32025	5.173537	47.812589	Auberive	Marais des Creux d'Aujon
31072	5.180624	47.765784	Aprey	Sources de la Vingeanne. marais deux	32026	5.172944	47.812982	Auberive	Marais des Creux d'Aujon
31073	5.154161	47.765062	Auberive	Marais de la Salle et des Vaux de Bœuf	32027	5.17009	47.81316	Auberive	Marais des Creux d'Aujon
31074	5.153812	47.764686	Auberive	Marais de la Salle et des Vaux de Bœuf	32028	5.170106	47.81352	Auberive	Marais des Creux d'Aujon
31075	5.153728	47.765213	Auberive	Marais de la Salle et des Vaux de Bœuf	32029	5.171007	47.813173	Auberive	Marais des Creux

				d'Aujon							
32030	5.172864	47.813285	Auberive	Marais des Creux d'Aujon	32074	5.055431	47.92188	Giay-sur-Aujon	Marais Vauclair		
32031	5.172421	47.83055	Voisines	Marais de Chenevière	32075	5.055871	47.922204	Giay-sur-Aujon	Marais Vauclair		
32032	5.171976	47.831037	Voisines	Marais de Chenevière	32076	5.056382	47.922482	Giay-sur-Aujon	Marais Vauclair		
32033	5.172637	47.832698	Voisines	Marais de Chenevière	32077	5.054306	47.921274	Giay-sur-Aujon	Marais Vauclair		
32034	5.173145	47.832743	Voisines	Marais de Chenevière	32078	5.136449	47.910082	Giay-sur-Aujon	Marais Vauclair		
32035	5.173495	47.833171	Voisines	Marais de Chenevière	32079	5.137795	47.913767	Ternat	Marais de la Côte-aux-Cannes		
32036	5.173961	47.833613	Voisines	Marais de Chenevière	32080	5.137401	47.913749	Ternat	Marais de la Côte-aux-Cannes		
32037	5.174366	47.833696	Voisines	Marais de Chenevière	32081	5.137506	47.913499	Ternat	Marais de la Côte-aux-Cannes		
32038	5.172738	47.832352	Voisines	Marais de Chenevière	32082	5.137432	47.913048	Ternat	Marais de la Côte-aux-Cannes		
32039	5.171946	47.831194	Rochetaillée	Marais de Combe des Roches	32083	5.137064	47.912669	Ternat	Marais de la Côte-aux-Cannes		
32040	5.157955	47.840363	Rochetaillée	Marais de Combe des Roches	32084	5.074187	47.877124	Saint-Loup-sur-Aujon	Marais des Riots		
32041	5.157977	47.840143	Rochetaillée	Marais de Combe des Roches	32085	5.073971	47.87657	Saint-Loup-sur-Aujon	Marais des Riots		
32042	5.158033	47.83966	Rochetaillée	Marais de Combe des Roches	32086	5.073472	47.876283	Saint-Loup-sur-Aujon	Marais des Riots		
32043	5.157921	47.839413	Rochetaillée	Marais de Combe des Roches	32087	5.073195	47.875859	Saint-Loup-sur-Aujon	Marais des Riots		
32044	5.157879	47.839034	Rochetaillée	Marais de Combe des Roches	32088	5.072669	47.87605	Saint-Loup-sur-Aujon	Marais des Riots		
32045	5.157698	47.838648	Rochetaillée	Marais de Combe des Roches	33001	5.259537	47.952171	Rolampont	Tufière de Rolampont		
32046	5.157422	47.838113	Rochetaillée	Marais de Combe des Roches	33002	5.26015	47.953405	Rolampont	Tufière de Rolampont		
32047	5.157226	47.837701	Rochetaillée	Marais de Combe des Roches	33003	5.25878	47.951798	Rolampont	Tufière de Rolampont		
32048	5.156898	47.837194	Rochetaillée	Marais de Combe des Roches	33004	5.258711	47.951631	Rolampont	Tufière de Rolampont		
32049	5.156733	47.836725	Rochetaillée	Marais de Combe des Roches	36001	4.139067	48.307743	Villechétif	ND		
32050	5.156852	47.835835	Rochetaillée	Marais de Combe des Roches	36002	4.134045	48.309680	Villechétif	ND		
32051	5.15565	47.861681	Vauxbons	Marais de Combe Vologne SUD	36003	4.133227	48.310132	Villechétif	ND		
32052	5.156172	47.861775	Vauxbons	Marais de Combe Vologne SUD	36004	4.133159	48.310012	Villechétif	ND		
32053	5.155905	47.861938	Vauxbons	Marais de Combe Vologne SUD	36005	4.132997	48.309815	Villechétif	ND		
32054	5.156607	47.8608791	Vauxbons	Marais de Combe Vologne SUD	36006	4.132858	48.309721	Villechétif	ND		
32055	5.15232	47.870124	Vauxbons	Marais de Combe Vologne NORD	36007	4.132724	48.309524	Villechétif	ND		
32056	5.1522	47.870076	Vauxbons	Marais de Combe Vologne NORD	36008	4.132678	48.309978	Villechétif	ND		
32057	5.151805	47.869792	Vauxbons	Marais de Combe Vologne NORD	36009	4.132919	48.31015	Villechétif	ND		
32058	5.151333	47.86947	Vauxbons	Marais de Combe Vologne NORD	36010	4.133111	48.310282	Villechétif	ND		
32059	5.15068	47.868802	Vauxbons	Marais de Combe Vologne NORD	36011	4.132703	48.310333	Villechétif	ND		
32060	5.150979	47.868417	Vauxbons	Marais de Combe Vologne NORD	36012	4.133133	48.310639	Villechétif	ND		
32061	5.150358	47.868431	Vauxbons	Marais de Combe Vologne NORD	36013	4.132756	48.310746	Villechétif	ND		
32062	5.149788	47.868603	Vauxbons	Marais de Combe Vologne NORD	36014	4.132368	48.310859	Villechétif	ND		
32063	5.14674	47.867543	Vauxbons	Marais de Combe Vologne NORD	36015	4.132138	48.310842	Villechétif	ND		
32064	5.157159	47.874096	Vauxbons	Marais de Combe Vaugray	36016	4.131809	48.311064	Villechétif	ND		
32065	5.156789	47.874065	Vauxbons	Marais de Combe Vaugray	36017	4.131915	48.311411	Villechétif	ND		
32066	5.156443	47.874041	Vauxbons	Marais de Combe Vaugray	36018	4.132212	48.31136	Villechétif	ND		
32067	5.155784	47.873965	Vauxbons	Marais de Combe Vaugray	36019	4.132196	48.311666	Villechétif	ND		
32068	5.155126	47.873997	Vauxbons	Marais de Combe Vaugray	36020	4.132759	48.311990	Villechétif	ND		
32069	5.137779	47.830203	Rochetaillée	Marais de la Rache	36021	4.132865	48.311771	Villechétif	ND		
32070	5.13836	47.830317	Rochetaillée	Marais de la Rache	36022	4.133108	48.311726	Villechétif	ND		
32071	5.13827	47.829859	Rochetaillée	Marais de la Rache	36023	4.133475	48.311525	Villechétif	ND		
32072	5.054868	47.921088	Giay-sur-Aujon	Marais Vauclair	36024	4.131325	48.309961	Villechétif	ND		
32073	5.055046	47.921519	Giay-sur-Aujon	Marais Vauclair	36025	4.130924	48.310594	Villechétif	ND		
					36026	4.130707	48.310422	Villechétif	ND		
					36027	4.130413	48.310535	Villechétif	ND		
					36028	4.127641	48.309299	Villechétif	ND		
					36029	4.12662	48.310057	Villechétif	ND		
					36030	4.125444	48.309618	Villechétif	ND		
					36031	4.124047	48.309933	Creney-près-Troyes	ND		
					36032	4.124559	48.309877	Villechétif	ND		
					36033	4.125135	48.309721	Villechétif	ND		
					37001	3.762519	48.256642	Neuville-sur-Vanne	ND		

37002	3.760452	48.257081	Neuville-sur-Vanne	ND	38028	3.785885	48.814577	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes
37003	3.759989	48.256582	Neuville-sur-Vanne	ND	38029	3.81098	48.806288	Reuves	RNR de Reuves
37004	3.759906	48.256247	Neuville-sur-Vanne	ND	38030	3.811215	48.806053	Reuves	RNR de Reuves
37005	3.759451	48.255727	Neuville-sur-Vanne	ND	38031	3.811269	48.805859	Reuves	RNR de Reuves
37006	3.759345	48.255023	Neuville-sur-Vanne	ND	38032	3.811764	48.806107	Reuves	RNR de Reuves
37007	3.757796	48.255280	Neuville-sur-Vanne	ND	38033	3.811925	48.807348	Reuves	RNR de Reuves
37008	3.755713	48.255709	Aix-Villemaur-Pâlis	ND	38034	3.794684	48.814684	Villevenard	Les Petits Saules
37009	3.756385	48.253737	Aix-Villemaur-Pâlis	ND	38035	3.794465	48.81571	Villevenard	Les Petits Saules
37010	3.754587	48.253778	Aix-Villemaur-Pâlis	ND	38036	3.794218	48.816059	Villevenard	Les Petits Saules
37011	3.753812	48.253647	Aix-Villemaur-Pâlis	ND	38037	3.801351	48.817563	Villevenard	Les Petits Saules
37012	3.75299	48.254216	Aix-Villemaur-Pâlis	ND	38038	3.805894	48.818739	Villevenard	Les Petits Saules
37013	3.7528	48.254401	Aix-Villemaur-Pâlis	ND	38039	3.804308	48.818782	Villevenard	Les Petits Saules
37014	3.750307	48.254424	Aix-Villemaur-Pâlis	ND	38040	3.803885	48.818531	Villevenard	Les Petits Saules
37015	3.750051	48.254581	Aix-Villemaur-Pâlis	ND	38041	3.805028	48.819245	Villevenard	Les Petits Saules
37016	3.750198	48.254915	Aix-Villemaur-Pâlis	ND	38042	3.806296	48.820758	Villevenard	Les Petits Saules
37017	3.750779	48.256617	Aix-Villemaur-Pâlis	ND	38043	3.806538	48.820382	Villevenard	Les Petits Saules
37018	3.749977	48.256246	Aix-Villemaur-Pâlis	ND	38044	3.807386	48.819924	Villevenard	Les Petits Saules
37019	3.745982	48.253475	Aix-Villemaur-Pâlis	ND	38045	3.806766	48.820549	Villevenard	Les Petits Saules
37020	3.74596	48.254215	Aix-Villemaur-Pâlis	ND	38046	3.808095	48.811954	Reuves	Les Petits Saules
37021	3.74588	48.254655	Aix-Villemaur-Pâlis	ND	38047	3.814155	48.802617	Reuves	RNR de Reuves
38001	3.770847	48.819597	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes	38048	3.811564	48.802639	Reuves	RNR de Reuves
38002	3.771831	48.819431	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes	38049	3.810455	48.804084	Reuves	RNR de Reuves
38003	3.772425	48.820193	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes	38050	3.809724	48.804519	Reuves	RNR de Reuves
38004	3.774376	48.818792	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes	38051	3.810467	48.804516	Reuves	RNR de Reuves
38005	3.778285	48.817478	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes	38052	3.810838	48.804733	Reuves	RNR de Reuves
38006	3.784408	48.814476	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes	38053	3.811254	48.804384	Reuves	RNR de Reuves
38007	3.785301	48.815524	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes	38054	3.811762	48.804258	Reuves	RNR de Reuves
38008	3.785631	48.816068	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes	38055	3.812614	48.804273	Reuves	RNR de Reuves
38009	3.786017	48.816583	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes	38056	3.812028	48.805024	Reuves	RNR de Reuves
38010	3.786611	48.816805	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes	38057	3.843349	48.79886	Broussy-le-Petit	Chaussée du Pont
38011	3.787437	48.816929	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes	38058	3.843592	48.798513	Broussy-le-Petit	Chaussée du Pont
38012	3.787155	48.816569	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes	38059	3.859717	48.794105	Broussy-le-Grand	La Fosse aux Singes
38013	3.787695	48.816364	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes	38060	3.859954	48.793987	Broussy-le-Grand	La Fosse aux Singes
38014	3.788333	48.816693	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes	38061	3.860204	48.794329	Broussy-le-Grand	La Fosse aux Singes
38015	3.788527	48.816342	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes	38062	3.879988	48.822441	Coizard-Joches	ND
38016	3.788976	48.815979	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes	38063	3.949708	48.823498	Val-des-Marais	Marais des Inglas
38017	3.78804	48.815934	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes	38064	3.948999	48.823762	Val-des-Marais	Marais des Inglas
38018	3.787466	48.815448	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes	39001	4.081413	49.223274	Reims	Saint-Léonard
38019	3.787238	48.816098	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes	39002	4.083373	49.22265	Reims	Saint-Léonard
38020	3.786605	48.816308	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes	39003	4.079784	49.222253	Reims	Saint-Léonard
38021	3.7866	48.815895	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes	40001	3.901021	48.585887	Vouarces	Les Maseaux
38022	3.786146	48.815755	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes	40002	3.901951	48.585708	Vouarces	Les Maseaux
38023	3.786803	48.815571	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes	40003	3.902837	48.585608	Vouarces	Les Maseaux
38024	3.785648	48.815046	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes	40004	3.903565	48.585513	Vouarces	Les Maseaux
38025	3.786484	48.81496	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes	40005	3.902683	48.585252	Vouarces	Les Maseaux
38026	3.786636	48.81461	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes	40006	3.900803	48.584633	Vouarces	Les Maseaux
38027	3.787273	48.814264	Oyes	Buisson Maillard-Grand Marais d'Oyes	40007	3.901421	48.584535	Vouarces	Les Maseaux
					40008	3.902001	48.584458	Vouarces	Les Maseaux
					40009	3.90269	48.58432	Vouarces	Les Maseaux
					40010	3.89952	48.58467	Vouarces	Les Maseaux
					40011	3.898814	48.584774	Vouarces	Les Maseaux
					40012	3.898179	48.584943	Vouarces	Les Maseaux
					40013	3.897386	48.585137	Vouarces	Les Maseaux
					40014	3.89736	48.58452	Vouarces	Les Maseaux
					40015	3.898292	48.584382	Vouarces	Les Maseaux
					40016	3.898851	48.584222	Vouarces	Les Maseaux
					40017	3.898903	48.583741	Vouarces	Les Maseaux
					40018	3.897773	48.583991	Vouarces	Les Maseaux
					40019	3.897377	48.583099	Vouarces	Les Maseaux

40020	3.898359	48.583267	Vouarces	Les Maseaux	48024	5.039278	47.925229	Arc-en-Barrois	Prairie humide
40021	3.909416	48.589304	Boulares	Les Joncs	48025	5.039859	47.925046	Arc-en-Barrois	Prairie humide
40022	3.90963	48.589803	Boulares	Les Joncs	48026	5.053816	47.915416	Giey-sur-Aujon	Pré aux Grenouilles
40023	3.909694	48.588598	Boulares	Les Joncs	48027	5.054005	47.915569	Giey-sur-Aujon	Pré aux Grenouilles
43001	4.802756	49.243594	Cernay-en-Dormois	Devant l'Echelle	48028	5.054282	47.915569	Giey-sur-Aujon	Pré aux Grenouilles
43002	4.802436	49.243478	Cernay-en-Dormois	Devant l'Echelle	48029	5.054299	47.91573	Giey-sur-Aujon	Pré aux Grenouilles
43003	4.804589	49.245335	Cernay-en-Dormois	Les Vingt Fauchées	48030	5.054532	47.915878	Giey-sur-Aujon	Pré aux Grenouilles
43004	4.804763	49.246204	Bouconville	Les Vingt Fauchées	51001	3,45	48,49	Le Mériot	Pâture de Beaulieu
45001	4.233246	48.279356	Laubressel	ND	51002	3,45	48,49	Le Mériot	Pâture de Beaulieu
45002	4.234968	48.280813	Laubressel	ND	51003	3.454052	48.494308	Le Mériot	Pâture de Beaulieu
45003	4.237471	48.281533	Laubressel	ND	51004	3.45444	48.494284	Le Mériot	Pâture de Beaulieu
45004	4.238024	48.281711	Laubressel	ND	51005	3.454473	48.494558	Le Mériot	Pâture de Beaulieu
46001	5.124865	48.285102	Daulaincourt-Saucourt	Rognon	51006	3.454891	48.494522	Le Mériot	Pâture de Beaulieu
46002	5.184775	48.341812	Daulaincourt-Saucourt	Marais de Saucourt	51007	3.45449	48.494815	Le Mériot	Pâture de Beaulieu
46003	5.185137	48.341577	Daulaincourt-Saucourt	Marais de Saucourt	51008	3.454057	48.494563	Le Mériot	Pâture de Beaulieu
46004	5.185349	48.3412	Daulaincourt-Saucourt	Marais de Saucourt	51009	3.453636	48.494322	Le Mériot	Pâture de Beaulieu
46005	5.180785	48.337221	Donjeux	Peupleraie	51010	3.453238	48.494321	Le Mériot	Pâture de Beaulieu
47001	5.102963	47.753605	Praslay	Etangs de Praslay	51011	3.453638	48.493754	Le Mériot	Pâture de Beaulieu
47002	5.102756	47.752795	Praslay	Etangs de Praslay	51012	3.453216	48.493749	Le Mériot	Pâture de Beaulieu
47003	5.085094	47.767711	Auberive	Combe aux Cens	51013	3.452792	48.493794	Le Mériot	Pâture de Beaulieu
47004	5.084804	47.768173	Auberive	Combe aux Cens	51014	3.452793	48.494045	Le Mériot	Pâture de Beaulieu
47005	4.954862	47.884381	Auberive	Combe de Masancelle	51015	3.452467	48.493774	Le Mériot	Pâture de Beaulieu
47006	4.96577	47.875329	Auberive	Cascade d'Etuf	51016	3.45207	48.493773	Le Mériot	Pâture de Beaulieu
47007	4.976837	47.875763	Rouvres-sur-Aube	Marais de Vauguefroy	51017	3.452055	48.494059	Le Mériot	Pâture de Beaulieu
47008	4.977362	47.875986	Rouvres-sur-Aube	Marais de Vauguefroy	51018	3.77032	48.506788	Maizières-la-Grande-Paroisse	Le Gué de Vailly/Le Grand Gaut
47009	4.978047	47.876054	Rouvres-sur-Aube	Marais de Vauguefroy	51019	3.770694	48.506857	Maizières-la-Grande-Paroisse	Le Gué de Vailly/Le Grand Gaut
47010	4.978626	47.876269	Rouvres-sur-Aube	Marais de Vauguefroy	51020	3.773639	48.506811	Maizières-la-Grande-Paroisse	Le Gué de Vailly/Le Grand Gaut
47011	4.977885	47.862335	Rouvres-sur-Aube	Les Rochottes	51021	3.770257	48.507188	Maizières-la-Grande-Paroisse	Le Gué de Vailly/Le Grand Gaut
47012	4.977256	47.862114	Rouvres-sur-Aube	Les Rochottes	51022	3.768211	48.509013	Maizières-la-Grande-Paroisse	Le Gué de Vailly/Le Grand Gaut
47013	4.976815	47.861775	Rouvres-sur-Aube	Les Rochottes	51023	3.565274	48.545322	Barbuise	La Louverie
47014	4.976271	47.861507	Rouvres-sur-Aube	Les Rochottes	51024	3.46988	48.510436	Saint-Nicolas-la-Chappelle	La Berge
47015	4.976606	47.86181	Rouvres-sur-Aube	Les Rochottes	51025	3.469381	48.510374	Saint-Nicolas-la-Chappelle	La Berge
47016	5.072625	47.739325	Vivey	Mégaphorbiaie vers Bois des Ronces	51026	3.46946	48.510176	Saint-Nicolas-la-Chappelle	La Berge
48001	5.027354	47.928267	Arc-en-Barrois	Montrot	51027	3.469816	48.510248	Saint-Nicolas-la-Chappelle	La Berge
48002	5.027386	47.928448	Arc-en-Barrois	Montrot	51028	3.542714	48.508228	Marnay-sur-Seine	Le Petit Moussois
48003	5.027155	47.928908	Arc-en-Barrois	Montrot	51029	3.765464	48.510893	Maizières-la-Grande-Paroisse	Le Gué de Vailly/Le Grand Gaut
48004	5.031092	47.929276	Arc-en-Barrois	Montrot	51030	3.76586	48.511322	Maizières-la-Grande-Paroisse	Le Gué de Vailly/Le Grand Gaut
48005	5.031705	47.929054	Arc-en-Barrois	Montrot	51031	3.766047	48.511012	Maizières-la-Grande-Paroisse	Le Gué de Vailly/Le Grand Gaut
48006	5.03201	47.928906	Arc-en-Barrois	Montrot	51032	3.757663	48.514274	Maizières-la-Grande-Paroisse	Le Gué de Vailly/Le Grand Gaut
48007	5.034916	47.928845	Giay-sur-Aujon	Saulaie contrebas	51033	3.759323	48.514037	Romilly-sur-Seine	Le Gué de Vailly/Le Grand Gaut
48008	5.035115	47.928727	Giay-sur-Aujon	Saulaie contrebas	51034	3.760288	48.513731	Romilly-sur-Seine	Le Gué de Vailly/Le Grand Gaut
48009	5.035552	47.928793	Giay-sur-Aujon	Saulaie contrebas	51035	3.760402	48.513373	Romilly-sur-Seine	Le Gué de Vailly/Le Grand Gaut
48010	5.037931	47.927351	Arc-en-Barrois	Prairie humide	51036	3.761137	48.513755	Romilly-sur-Seine	Le Gué de Vailly/Le Grand Gaut
48012	5.037711	47.927999	Arc-en-Barrois	Prairie humide	51037	3.7604	48.512600	Romilly-sur-Seine	Le Gué de Vailly/Le Grand Gaut
48013	5.037336	47.928381	Arc-en-Barrois	Prairie humide	51038	3.759249	48.513297	Romilly-sur-Seine	Le Gué de Vailly/Le Grand Gaut
48014	5.037428	47.928435	Arc-en-Barrois	Prairie humide	51039	3.754119	48.512264	Romilly-sur-Seine	Le Gué de Vailly/Le Grand Gaut
48015	5.0366	47.928503	Arc-en-Barrois	Prairie humide	53001	4.451867	49.494304	Thugny-Trugny	Le Gué la Prée
48017	5.035226	47.928621	Arc-en-Barrois	Prairie humide	53002	4.74693	49.352074	Savigny-sur-Aisne	Les Petits Bois
48018	5.035195	47.928245	Arc-en-Barrois	Prairie humide	53003	4.747257	49.352192	Savigny-sur-Aisne	Les Petits Bois
48019	5.035736	47.928007	Arc-en-Barrois	Prairie humide	69001	3.88420537	49.0416139	Epernay	Etang Neuf
48020	5.036337	47.927897	Arc-en-Barrois	Prairie humide					
48021	5.036731	47.927513	Arc-en-Barrois	Prairie humide					
48022	5.037427	47.927057	Arc-en-Barrois	Prairie humide					
48023	5.038575	47.925523	Arc-en-Barrois	Prairie humide					

	775444	943124							
69002	3.88472995 026231	49.0414093 135632	Epernay	Etang Neuf					
69003	3.88526701 259179	49.0413110 664753	Epernay	Etang Neuf					
69004	3.88607885 099683	49.0413438 155733	Epernay	Etang Neuf					
69005	3.88669085 225601	49.0412455 684033	Epernay	Etang Neuf					
69006	3.88716546 547742	49.0410245 114526	Epernay	Etang Neuf					
69007	3.88724040 440711	49.0407052 055044	Epernay	Etang Neuf					
69008	3.88786489 548791	49.0406806 435124	Epernay	Etang Neuf					
69009	3.88775248 709337	49.0409344 513374	Epernay	Etang Neuf					
69010	3.88490480 776493	49.0417777 382174	Epernay	Etang Neuf					
69011	3.88439272 507868	49.0418677 971978	Epernay	Etang Neuf					
69012	3.88383068 310596	49.0420069 789033	Epernay	Etang Neuf					
69013	3.84558684 931793	49.0461822 48678	Bourseault	Etang du Grand Loupy					
69014	3.84658603 504721	49.0460840 110637	Bourseault	Etang du Grand Loupy					
69015	3.84758522 077648	49.0459530 272761	Bourseault	Etang du Grand Loupy					
69016	3.84863436 579222	49.0456910 586659	Bourseault	Etang du Grand Loupy					
69017	3.84853444 721929	49.0451016 242468	Bourseault	Etang du Grand Loupy					
69018	3.84973347 009443	49.0451343 707867	Bourseault	Etang du Grand Loupy					
69019	3.83514535 844699	49.0326891 327889	Bourseault	Etang de Naubacon					
69020	3.835906	49.032739	Bourseault	Etang de Naubacon					
69021	3.836053	49.032753	Bourseault	Etang de Naubacon					
69022	3.836746	49.032798	Bourseault	Etang de Naubacon					
69023	3.837403	49.032888	Bourseault	Etang de Naubacon					
69024	3.838119	49.032695	Bourseault	Etang de Naubacon					
69025	3.83841	49.032314	Bourseault	Etang de Naubacon					
69026	3.839202	49.032744	Bourseault	Etang de Naubacon					
69027	3.839792	49.033003	Bourseault	Etang de Naubacon					
69028	3.84049	49.033181	Bourseault	Etang de Naubacon					
69029	3.841266	49.033344	Bourseault	Etang de Naubacon					
69030	3.842072	49.033493	Bourseault	Etang de Naubacon					
69031	3.842305	49.03426	Bourseault	Etang de Naubacon					
69032	3.841608	49.034131	Bourseault	Etang de Naubacon					
69033	3.840906	49.034084	Bourseault	Etang de Naubacon					
69034	3.840164	49.033989	Bourseault	Etang de Naubacon					
69035	3.839407	49.034003	Bourseault	Etang de Naubacon					
69036	3.838951	49.034054	Bourseault	Etang de Naubacon					
69037	3.838307	49.033839	Bourseault	Etang de Naubacon					
69038	3.83709	49.0334	Bourseault	Etang de Naubacon					
69039	3.836336	49.033258	Bourseault	Etang de Naubacon					
69040	3.83568	49.033119	Bourseault	Etang de Naubacon					
69041	3.835054	49.032991	Bourseault	Etang de Naubacon					
69042	3.834088	49.033093	Bourseault	Etang de Naubacon					
69043	3.800441	49.024533	Festigny	Etang Hanniquet					
69044	3.800489	49.025011	Festigny	Etang Hanniquet					
69045	3.800382	49.025478	Festigny	Etang Hanniquet					
69046	3.800277	49.025924	Festigny	Etang Hanniquet					
69047	3.799883	49.026312	Festigny	Etang Hanniquet					
69048	3.79909	49.026604	Festigny	Etang Hanniquet					
69049	3.798672	49.02674	Festigny	Etang Hanniquet					
69050	3.797622	49.02657	Festigny	Etang Hanniquet					
69051	3.796961	49.026108	Festigny	Etang Hanniquet					
69052	3.820191	49.010806	Saint-Martin d'Ablois	Etang de la Place aux Puits					
69053	3.81955	49.010702	Saint-Martin d'Ablois	Etang de la Place aux Puits					
69054	3.818886	49.010816	Saint-Martin d'Ablois	Etang de la Place aux Puits					
69055	3.818167	49.010898	Saint-Martin d'Ablois	Etang de la Place aux Puits					
69056	3.817651	49.011211	Saint-Martin d'Ablois	Etang de la Place aux Puits					
69057	3.742867	49.009823	Ignny-Comblizy	Etang des Pâtis					
69058	3.74282	49.010006	Ignny-Comblizy	Etang des Pâtis					
69059	3.751445	49.013925	Ignny-Comblizy	Grand Etang du Roi					
69060	3.75069	49.014369	Ignny-Comblizy	Grand Etang du Roi					
69061	3.751085	49.014804	Ignny-Comblizy	Grand Etang du Roi					
69062	3.751752	49.014947	Ignny-Comblizy	Grand Etang du Roi					
69063	3.752644	49.015085	Ignny-Comblizy	Grand Etang du Roi					
69064	3.754017	49.015271	Festigny	Grand Etang du Roi					
69065	3.724947	48.99254	Ignny-Comblizy	Etang des Soulottes					
69066	3.724716	48.992131	Ignny-Comblizy	Etang des Soulottes					
69067	3.726181	48.995579	Ignny-Comblizy	Etang des Soulottes					
69068	3.782082	48.999585	Festigny	Etang de la Grande Malneau					
69069	3.781232	49.00285	Festigny	Etang de la Grande Malneau					
69070	3.784266	48.999028	Festigny	Etang de la Grande Malneau					
69071	3.786147	48.999386	Festigny	Etang de la Grande Malneau					
69072	3.788756	48.999426	Festigny	Etang de la Grande Malneau					
69073	3.790031	48.998431	Festigny	Etang de la Grande Malneau					
69074	3.79179	48.999466	Festigny	Etang de la Grande Malneau					
69075	3.794339	49.00058	Festigny	Etang de la Grande Malneau					
69076	3.797252	48.997077	Le Baizil	Etang du Petit Pinard					
69077	3.795856	48.996161	Le Baizil	Etang du Petit Pinard					
69078	3.792276	48.995445	Le Baizil	Etang du Petit Pinard					
69079	3.759933	49.013875	Ignny-Comblizy	Grand Etang du Roi					
69080	3.761268	49.015069	Ignny-Comblizy	Etang du Roi					
69081	3.766729	49.017059	Ignny-Comblizy	Etang du Roi					
69082	3.769096	48.995763	Festigny	Etang des Aubépines					
69083	3.766669	48.99425	Festigny	Etang des Aubépines					
69084	3.765667	48.969161	Mareuil-en-Brie	Etang des Olivats					
69085	3.851719	48.972571	Brugny-Vaudancourt	Etang du Grand Brugny					
69086	3.853798	48.9719	Brugny-Vaudancourt	Etang du Grand Brugny					
69087	3.854374	48.971241	Brugny-Vaudancourt	Etang du Grand Brugny					
69088	3.819442	48.973894	Brugny-Vaudancourt	Etang de Brugny					
69089	3.820216	48.97315	Brugny-Vaudancourt	Etang de Brugny					
69090	3.820211	48.973149	Brugny-Vaudancourt	Etang de Brugny					
69091	3.82072	48.973093	Brugny-Vaudancourt	Etang de Brugny					
69092	3.818823	48.976011	Brugny-Vaudancourt	Etang de Brugny					
69093	3.754955	48.969703	Mareuil-en-Brie	Etang de Mareuil					
69094	3.755136	48.970193	Mareuil-en-Brie	Etang de Mareuil					
69095	3.75571	48.970691	Mareuil-en-Brie	Etang de Mareuil					
69096	3.729875	48.968568	Suizy-le-Franc	Etang Berrat					
69097	3.729039	48.968393	Suizy-le-Franc	Etang Berrat					
69098	3.729506	48.968242	Suizy-le-Franc	Etang Berrat					
69099	3.72893	48.968001	Suizy-le-Franc	Etang Berrat					
69100	3.72985	48.968969	Suizy-le-Franc	Etang Berrat					

69101	3.715249	48.982896	Igny-Comblizy	Etang 1200	86010	4.762812	49.541151	Sauville	Le Vieil Etang
69102	3.715851	48.982611	Igny-Comblizy	Etang 1200	86011	4.760107	49.541929	Sauville	Le Vieil Etang
69103	3.716509	48.982398	Igny-Comblizy	Etang 1200	86012	4.760721	49.541866	Sauville	Le Vieil Etang
69104	3.717034	48.983044	Igny-Comblizy	Etang 1200	87001	4.649187	48.481408	Lentilles	Secteur Horre Sud
69105	3.717128	48.983595	Igny-Comblizy	Etang 1200	87002	4.649366	48.48185	Lentilles	Secteur Horre Sud
69106	3.716462	48.983648	Igny-Comblizy	Etang 1200	87003	4.651443	48.48466	Lentilles	Secteur Horre Sud
69107	3.715999	48.983477	Igny-Comblizy	Etang 1200	87004	4.644353	48.488827	Lentilles	Secteur Horre Sud
69108	3.776492	48.986799	Le Baizil	Etang Neuf 2	87005	4.645437	48.487634	Lentilles	Secteur Horre Sud
69109	3.778119	48.987674	Le Baizil	Etang Neuf 2	87006	4.645214	48.488045	Lentilles	Secteur Horre Sud
69110	3.843597	49.022323	Boursault	Etang de Noire Fontaine	87007	4.645978	48.48662	Lentilles	Secteur Horre Sud
69111	3.844278	49.022867	Boursault	Etang de Noire Fontaine	87008	4.645933	48.486115	Lentilles	Secteur Horre Sud
69112	3.840881	49.025645	Boursault	Etang de Noire Fontaine	87009	4.639955	48.487099	Lentilles	Mares de la réserve Hors secteur
69113	3.841859	49.025827	Boursault	Etang de Noire Fontaine	87010	4.663548	48.511049	Lentilles	Marais Nord
69114	3.842913	49.028934	Boursault	Etang d'Englure	87011	4.663553	48.510964	Lentilles	Marais Nord
69115	3.845008	49.029512	Boursault	Etang d'Englure	87012	4.664229	48.510917	Lentilles	Marais Nord
69116	3.846543	49.030008	Boursault	Etang d'Englure	87013	4.665087	48.510934	Lentilles	Marais Nord
69117	3.848164	49.030471	Boursault	Etang d'Englure	87014	4.665705	48.510905	Lentilles	Marais Nord
69118	3.8495	49.030736	Boursault	Etang d'Englure	87015	4.665741	48.510446	Ceffonds	Marais Nord
69119	3.850014	49.031018	Boursault	Etang d'Englure	87016	4.665052	48.510341	Ceffonds	Marais Nord
69120	3.850179	49.03116	Boursault	Etang d'Englure	87017	4.664382	48.510449	Lentilles	Marais Nord
69121	3.850538	49.031319	Boursault	Etang d'Englure	87018	4.663669	48.510398	Lentilles	Marais Nord
69122	3.847008	49.034494	Boursault	Etang de Givry	87019	4.663068	48.510149	Lentilles	Marais Nord
69123	3.846718	49.034199	Boursault	Etang de Givry	87020	4.662421	48.510007	Lentilles	Marais Nord
69124	3.846137	49.034168	Boursault	Etang de Givry	87021	4.661886	48.510329	Lentilles	Marais Nord
81001	5.081695	48.176736	Bologne	Bois de la Voivre	87022	4.662491	48.510587	Lentilles	Marais Nord
81002	5.080791	48.177162	Meures	Bois de la Voivre	87023	4.663141	48.510793	Lentilles	Marais Nord
81003	5.081687	48.176855	Bologne	Bois de la Voivre	87024	4.658517	48.490753	Ceffonds	Rives NE
81004	5.085867	48.178518	Bologne	Bois de la Voivre	87025	4.660553	48.492198	Ceffonds	Rives NE
81005	5.089875	48.174083	Bologne	Petite cariçaise SO	87026	4.663094	48.491931	Ceffonds	Rives NE
81006	5.091159	48.175016	Bologne	Ru	87027	4.664166	48.491367	Ceffonds	Rives NE
81007	5.091402	48.175463	Bologne	Ru	87028	4.664587	48.4913	Ceffonds	Rives NE
81008	5.091561	48.175855	Bologne	Ru	87029	4.665265	48.490924	Ceffonds	Rives NE
81009	5.091685	48.176254	Bologne	Ru	87030	4.66589	48.49088	Ceffonds	Rives NE
81010	5.080858	48.172755	Jonchery	Prairie tufeuse	87031	4.666535	48.491054	Ceffonds	Rives NE
81011	5.080515	48.17315	Jonchery	Prairie tufeuse	87032	4.667093	48.490938	Ceffonds	Rives NE
81012	5.08005	48.172995	Jonchery	Prairie tufeuse	87033	4.666876	48.490637	Ceffonds	Rives NE
84001	5.235806	47.836026	Noidant-le-Rocheux	Vallon de Senance	87034	4.667593	48.490535	Ceffonds	Rives NE
84002	5.236171	47.836014	Noidant-le-Rocheux	Vallon de Senance	87035	4.668302	48.490499	Ceffonds	Rives NE
84003	5.236471	47.836094	Noidant-le-Rocheux	Vallon de Senance	87036	4.668137	48.491012	Ceffonds	Rives NE
84004	5.236235	47.83582	Noidant-le-Rocheux	Vallon de Senance	87037	4.664389	48.496022	Ceffonds	Rives NE
84005	5.235107	47.835126	Noidant-le-Rocheux	Vallon de Senance	87038	4.665047	48.496028	Ceffonds	Rives NE
84006	5.21057	47.845107	Noidant-le-Rocheux	Vallon de Senance	87039	4.665641	48.495986	Ceffonds	Rives NE
86001	4.756663	49.548912	Bairon et ses environs	Croix de Touly	87040	4.666109	48.496475	Ceffonds	Rives NE
86002	4.757403	49.549001	Bairon et ses environs	Croix de Touly	87041	4.666707	48.496663	Ceffonds	Rives NE
86003	4.758105	49.548842	Sauville	Croix de Touly	87042	4.667373	48.496754	Ceffonds	Rives NE
86004	4.757429	49.548658	Bairon et ses environs	Croix de Touly	87043	4.667472	48.496305	Ceffonds	Rives NE
86005	4.756727	49.549522	Bairon et ses environs	Croix de Touly	87044	4.668691	48.497685	Ceffonds	Rives NE
86006	4.756122	49.549673	Bairon et ses environs	Croix de Touly	87045	4.67076	48.498004	Ceffonds	Rives NE
86007	4.755044	49.550213	Bairon et ses environs	Croix de Touly	87046	4.671305	48.498237	Ceffonds	Rives NE
86008	4.756193	49.549842	Bairon et ses environs	Croix de Touly	87047	4.671904	48.498473	Ceffonds	Rives NE
86009	4.764553	49.540854	Sauville	Le Vieil Etang	87048	4.672241	48.49887	Ceffonds	Rives NE
					87049	4.672682	48.499212	Ceffonds	Rives NE
					87050	4.673131	48.499534	Ceffonds	Rives NE
					87051	4.67306	48.500006	Ceffonds	Rives NE
					87052	4.638128	48.493819	Lentilles	Rives NO
					87053	4.638168	48.493677	Lentilles	Rives NO
					87054	4.637502	48.493614	Lentilles	Rives NO
					87055	4.637767	48.493639	Lentilles	Rives NO
					87056	4.636533	48.493593	Lentilles	Rives NO

87057	4.641355	48.493473	Lentilles	Rives NO	88035	4.683016	48.58111	Arrigny	Etang des Landres
87058	4.642689	48.49361	Lentilles	Rives NO	88036	4.683645	48.581266	Arrigny	Etang des Landres
87059	4.643406	48.493817	Lentilles	Rives NO	88037	4.684324	48.581307	Arrigny	Etang des Landres
87060	4.643938	48.494065	Lentilles	Rives NO	88038	4.684995	48.581327	Arrigny	Etang des Landres
87061	4.644467	48.494361	Lentilles	Rives NO	88039	4.685673	48.581422	Arrigny	Etang des Landres
87062	4.645237	48.494355	Lentilles	Rives NO	88040	4.686355	48.581394	Arrigny	Etang des Landres
87063	4.645582	48.49465	Lentilles	Rives NO	88041	4.687016	48.581297	Arrigny	Etang des Landres
87064	4.647802	48.495964	Lentilles	Rives NO	88042	4.6869	48.580738	Arrigny	Etang des Landres
87065	4.651551	48.495459	Lentilles	Rives NO	88043	4.686222	48.580672	Arrigny	Etang des Landres
87066	4.652311	48.494653	Lentilles	Rives NO	88044	4.685538	48.580716	Arrigny	Etang des Landres
87067	4.646213	48.495053	Lentilles	Rives NO	88045	4.684835	48.58066	Arrigny	Etang des Landres
87068	4.652099	48.504276	Lentilles	Rives NO	88046	4.68414	48.58065	Arrigny	Etang des Landres
87069	4.651919	48.503007	Lentilles	Rives NO	88047	4.683348	48.580546	Outines	Etang des Landres
87070	4.651841	48.502588	Lentilles	Rives NO	88048	4.682679	48.580443	Outines	Etang des Landres
87071	4.64943	48.498969	Lentilles	Rives NO	88049	4.682115	48.580312	Outines	Etang des Landres
87072	4.649636	48.498252	Lentilles	Rives NO	88050	4.681471	48.580422	Outines	Etang des Landres
88001	4.678675	48.553332	Outines	Etang des Landres	88051	4.692099	48.581834	Arrigny	Etang des Landres
88002	4.684903	48.571143	Outines	Etang des Landres	88052	4.691457	48.58178	Arrigny	Etang des Landres
88003	4.685568	48.571093	Outines	Etang des Landres	88053	4.691446	48.582162	Arrigny	Etang des Landres
88004	4.686243	48.571032	Outines	Etang des Landres	88054	4.69207	48.58227	Arrigny	Etang des Landres
88005	4.686782	48.57082	Outines	Etang des Landres	88055	4.69334	48.581896	Arrigny	Etang des Landres
88006	4.687832	48.571058	Outines	Etang des Landres	88056	4.692775	48.581889	Arrigny	Etang des Landres
88007	4.685529	48.560743	Outines	Etang du Grand Coulon	88057	4.692316	48.581494	Arrigny	Etang des Landres
88008	4.686042	48.560969	Outines	Etang du Grand Coulon	88058	4.691691	48.581319	Arrigny	Etang des Landres
88009	4.686842	48.560946	Outines	Etang du Grand Coulon	88059	4.6884	48.582852	Arrigny	Etang des Landres
88010	4.687446	48.561471	Outines	Etang du Grand Coulon	88060	4.684936	48.582658	Arrigny	Etang des Landres
88011	4.693506	48.561545	Outines	Etang du Grand Coulon	88061	4.684534	48.582278	Arrigny	Etang des Landres
88012	4.688183	48.55964	Outines	Etang du Grand Coulon	88062	4.684935	48.582656	Arrigny	Etang des Landres
88013	4.687052	48.560036	Outines	Etang du Grand Coulon	88063	4.686303	48.582526	Arrigny	Etang des Landres
88014	4.68432	48.562005	Outines	Etang du Grand Coulon	88064	4.691265	48.569784	Outines	Etang des Landres
88015	4.684556	48.562465	Outines	Etang du Grand Coulon	88065	4.691426	48.570235	Outines	Etang des Landres
88016	4.684501	48.56298	Outines	Etang du Grand Coulon	88066	4.691988	48.570468	Outines	Etang des Landres
88017	4.684473	48.563569	Outines	Etang du Grand Coulon	88067	4.692655	48.570569	Outines	Etang des Landres
88018	4.684501	48.564158	Outines	Etang du Grand Coulon	88068	4.692448	48.570134	Outines	Etang des Landres
88019	4.682639	48.560962	Outines	Etang du Grand Coulon	88069	4.691758	48.569965	Outines	Etang des Landres
88020	4.682018	48.561184	Outines	Etang du Grand Coulon	89001	4.777738	48.589853	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Cornée du Der
88021	4.681998	48.569416	Outines	Etang du Grand Coulon	89002	4.777178	48.589454	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Cornée du Der
88022	4.68255	48.569647	Outines	Etang du Grand Coulon	89003	4.776403	48.58897	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Cornée du Der
88023	4.68254	48.569624	Outines	Etang du Grand Coulon	89004	4.775283	48.581194	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Cornée du Der
88024	4.683001	48.568865	Outines	Etang du Grand Coulon	89005	4.775499	48.578174	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Cornée du Der
88025	4.682041	48.569797	Outines	Etang du Grand Coulon	89006	4.784349	48.575269	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Cornée du Der
88026	4.682407	48.570152	Outines	Etang du Grand Coulon	89007	4.7848	48.57584	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Cornée du Der
88027	4.682934	48.570416	Outines	Etang du Grand Coulon	89008	4.784194	48.57621	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Cornée du Der
88028	4.683472	48.570691	Outines	Etang du Grand Coulon	89009	4.783396	48.576266	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Cornée du Der
88030	4.680814	48.582086	Outines	Etang des Landres	89010	4.782621	48.576267	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Cornée du Der
88031	4.680852	48.581657	Outines	Etang des Landres	89011	4.782366	48.576382	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Cornée du Der
88032	4.681024	48.581211	Outines	Etang des Landres	89012	4.78263	48.577255	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Cornée du Der
88033	4.681647	48.581021	Outines	Etang des Landres	89013	4.781871	48.580596	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Cornée du Der
88034	4.682352	48.580982	Outines	Etang des Landres	89014	4.782345	48.581166	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Cornée du Der
					89015	4.782216	48.582476	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Cornée du Der
					89016	4.782706	48.58378	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Cornée du Der
					89017	4.788588	48.539232	Eclaron-Braucourt-	Cornée du Der

			Sainte-Livière						
89018	4.778777	48.602996	Sainte-Marie-du-Lac-Nuisement	Lac du Der-Chantecoq	89060	4.788581	48.538258	Giffaumont-Champaubert	Etang Chevalier
89019	4.773524	48.604233	Sainte-Marie-du-Lac-Nuisement	Lac du Der-Chantecoq	89061	4.779953	48.541875	Giffaumont-Champaubert	Stade nautique
89020	4.773457	48.604051	Sainte-Marie-du-Lac-Nuisement	Lac du Der-Chantecoq	89062	4.780507	48.539969	Giffaumont-Champaubert	Stade nautique
89021	4.772793	48.604141	Sainte-Marie-du-Lac-Nuisement	Lac du Der-Chantecoq	89063	4.780084	48.539232	Giffaumont-Champaubert	Stade nautique
89022	4.774272	48.599532	Sainte-Marie-du-Lac-Nuisement	Lac du Der-Chantecoq	89064	4.779202	48.538776	Giffaumont-Champaubert	Stade nautique
89023	4.75198	48.603084	Sainte-Marie-du-Lac-Nuisement	Lac du Der-Chantecoq	89065	4.778405	48.53822	Giffaumont-Champaubert	Stade nautique
89024	4.729107	48.611265	Larzicourt	Lac du Der-Chantecoq	90001	4.929823	48.942855	Givry-en-Argonne	Etang de la Grande Rouillie
89025	4.728222	48.611447	Larzicourt	Lac du Der-Chantecoq	90002	4.93041	48.943018	Givry-en-Argonne	Etang de la Grande Rouillie
89026	4.716997	48.603296	Larzicourt	Lac du Der-Chantecoq	90003	4.931001	48.943091	Givry-en-Argonne	Etang de la Grande Rouillie
89027	4.717222	48.600862	Larzicourt	Lac du Der-Chantecoq	90004	4.93581	48.93869	Givry-en-Argonne	Etang de la Grande Rouillie
89028	4.722903	48.599204	Giffaumont-Champaubert	Lac du Der-Chantecoq	90005	4.935728	48.938906	Givry-en-Argonne	Etang de la Grande Rouillie
89029	4.723437	48.599007	Giffaumont-Champaubert	Lac du Der-Chantecoq	90006	4.935122	48.937391	Givry-en-Argonne	Etang de la Grande Rouillie
89030	4.724005	48.598595	Giffaumont-Champaubert	Lac du Der-Chantecoq	90007	4.933065	48.937411	Givry-en-Argonne	Etang de la Grande Rouillie
89031	4.807878	48.581194	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Presqu'île de Nemours	90008	4.931621	48.937985	Givry-en-Argonne	Etang de la Grande Rouillie
89032	4.808271	48.579848	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Presqu'île de Nemours	90009	4.921427	48.940636	Le Chatelier	Etang de la Grande Rouillie
89033	4.835023	48.574255	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Presqu'île de Nemours	90010	4.936137	48.937804	Givry-en-Argonne	Etang de la Grande Rouillie
89034	4.827742	48.582112	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Presqu'île de Nemours	90011	4.936122	48.937807	Givry-en-Argonne	Etang de la Grande Rouillie
89035	4.827482	48.581625	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Réservoir de Champaubert	90012	4.936511	48.937493	Givry-en-Argonne	Etang de la Grande Queue
89036	4.816646	48.582628	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Réservoir de Champaubert	90013	4.936698	48.937389	Givry-en-Argonne	Etang de la Grande Queue
89037	4.833152	48.562187	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Réservoir de Champaubert	90014	4.936982	48.937192	Le Chatelier	Etang de la Grande Queue
89038	4.832443	48.562139	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Réservoir de Champaubert	90015	4.938221	48.937177	Le Chatelier	Etang de la Grande Queue
89039	4.831941	48.561832	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Réservoir de Champaubert	90016	4.938993	48.937167	Le Chatelier	Etang de la Grande Queue
89040	4.831644	48.561426	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Réservoir de Champaubert	90017	4.939709	48.937002	Le Chatelier	Etang de la Grande Queue
89041	4.831518	48.56101	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Réservoir de Champaubert	90018	4.939988	48.93695	Le Chatelier	Etang de la Grande Queue
89042	4.830445	48.561642	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Réservoir de Champaubert	90019	4.940991	48.936865	Givry-en-Argonne	Etang de la Grande Queue
89043	4.829806	48.56179	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Réservoir de Champaubert	90020	4.942475	48.936204	Givry-en-Argonne	Etang de la Grande Queue
89044	4.829029	48.561817	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Réservoir de Champaubert	90021	4.942698	48.93593	Givry-en-Argonne	Etang de la Grande Queue
89045	4.8321	48.561396	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Réservoir de Champaubert	90022	4.941833	48.936433	Givry-en-Argonne	Etang de la Grande Queue
89046	4.832344	48.561457	Eclaron-Braucourt-Sainte-Livière	Réservoir de Champaubert	90023	4.939615	48.937318	Le Chatelier	Etang de la Grande Queue
89049	4.788588	48.539232	Giffaumont-Champaubert	Etang Chevalier	90024	4.935612	48.939784	Givry-en-Argonne	Etang de la Grande Rouillie
89050	4.788502	48.539717	Giffaumont-Champaubert	Etang Chevalier	90025	4.928966	48.94247	Givry-en-Argonne	Etang de la Grande Rouillie
89051	4.788974	48.540723	Giffaumont-Champaubert	Etang Chevalier	90026	4.928038	48.942504	Givry-en-Argonne	Etang de la Grande Rouillie
89052	4.787654	48.540468	Giffaumont-Champaubert	Etang Chevalier	90027	4.927282	48.942707	Givry-en-Argonne	Etang de la Grande Rouillie
89053	4.787048	48.540285	Giffaumont-Champaubert	Etang Chevalier	90028	4.926635	48.942793	Givry-en-Argonne	Etang de la Grande Rouillie
89054	4.786608	48.540038	Giffaumont-Champaubert	Etang Chevalier	90029	4.988545	48.947082	Belval-en-Argonne	Etang du Bas
89055	4.786255	48.540027	Giffaumont-Champaubert	Etang Chevalier	90030	4.989214	48.947209	Belval-en-Argonne	Etang du Bas
89056	4.786474	48.539669	Giffaumont-Champaubert	Etang Chevalier	90031	4.989922	48.947087	Belval-en-Argonne	Etang du Bas
89057	4.787241	48.539369	Giffaumont-Champaubert	Etang Chevalier	90032	4.990672	48.947326	Belval-en-Argonne	Etang du Bas
89058	4.787714	48.539151	Giffaumont-Champaubert	Etang Chevalier	90033	4.990858	48.94709	Belval-en-Argonne	Etang du Bas
89059	4.788057	48.538321	Giffaumont-Champaubert	Etang Chevalier	90034	4.992639	48.947541	Belval-en-Argonne	Etang du Bas
					90035	4.984855	48.947604	Belval-en-Argonne	Etang du Bas
					90036	4.983479	48.948876	Belval-en-Argonne	Etang du Bas
					90037	4.979173	48.953726	Belval-en-Argonne	Etang du Haut

Annexe 2. Liste des espèces contactées

1. *Aegopinella pura* (Alder, 1830)
2. *Aegopinella* sp.
3. *Anisus septemgyratus* (Rossmässler, 1835)
4. *Anisus spirorbis* (Linnaeus, 1758)
5. *Anisus vortex* (Linnaeus, 1758)
6. *Anodonta* sp.
7. *Aplexa hypnorum* (Linnaeus, 1758)
8. *Arianta arbustorum* (Linnaeus, 1758)
9. *Arion hortensis* A. Férussac, 1819
10. *Arion intermedius* Normand, 1852
11. *Arion rufus* (Linnaeus, 1758)
12. *Arion subfuscus* (Draparnaud, 1805)
13. *Azeca goodalli* (A. Férussac, 1821)
14. *Bathyomphalus contortus* (Linnaeus, 1758)
15. *Carychium minimum* O.F. Müller, 1774
16. *Carychium tridentatum* (Risso, 1826)
17. *Cepaea hortensis* (O.F. Müller, 1774)
18. *Cepaea nemoralis* (Linnaeus, 1758)
19. *Clausilia bidentata* (Strøm, 1765)
20. *Cochlicopa lubricella* (Porro, 1838)
21. *Cochlodina laminata* (Montagu, 1803)
22. *Cochlostoma septemspirale* (Razoumowsky, 1789)
23. *Columella edentula* (Draparnaud, 1805)
24. *Cornu aspersum* (O.F. Müller, 1774)
25. *Deroceras laeve* (O.F. Müller, 1774)
26. *Discus rotundatus* (O.F. Müller, 1774)
27. *Euconulus praticola* (Reinhardt, 1883)
28. *Euomphalia strigella* (Draparnaud, 1801)
29. *Fruticicola fruticum* (O.F. Müller, 1774)
30. *Galba truncatula* (O.F. Müller, 1774)
31. *Helix pomatia* Linnaeus, 1758
32. *Hygromia cinctella* (Draparnaud, 1801)
33. *Lehmannia marginata* (O.F. Müller, 1774)
34. *Limax* sp.
35. *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758)
36. *Macrogastera rolphii* (Turton, 1826)
37. *Macrogastera ventricosa* (Draparnaud, 1801)
38. *Monacha* sp.
39. *Monachoides incarnatus* (O.F. Müller, 1774)
40. *Nesovitrea hammonis* (Strøm, 1765)
41. *Obscurella obscurella* (Draparnaud, 1805)
42. *Oxychilus cellarius* (O.F. Müller, 1774)
43. *Oxyloma elegans* (Risso, 1826)
44. *Phenacolimax major* (A. Férussac, 1807)

45. *Planorbarius corneus* (Linnaeus, 1758)
46. *Planorbis carinatus* O.F. Müller, 1774
47. *Planorbis planorbis* (Linnaeus, 1758)
48. *Platyla dupuyi* (Paladilhe, 1868)
49. *Punctum pygmaeum* (Draparnaud, 1801)
50. *Radix balthica* (Linnaeus, 1758)
51. *Radix labiata* (Rossmässler, 1835)
52. *Sphaeriidae* sp.
53. *Stagnicola* sp.
54. *Succinea putris* (Linnaeus, 1758)
55. *Succinella oblonga* (Draparnaud, 1801)
56. *Trochulus hispidus* (Linnaeus, 1758)
57. *Vallonia costata* (O.F. Müller, 1774)
58. *Vallonia enniensis* (Gredler, 1856)
59. *Vallonia excentrica* Sterki, 1893
60. *Vallonia pulchella* (O.F. Müller, 1774)
61. *Vertigo angustior* Jeffreys, 1830
62. *Vertigo antivertigo* (Draparnaud, 1801)
63. *Vertigo moulinsiana* (Dupuy, 1849)
64. *Vertigo pygmaea* (Draparnaud, 1801)
65. *Vertigo substriata* (Jeffreys, 1833)
66. *Vitrea contracta* (Westerlund, 1871)
67. *Vitrea crystallina* (O.F. Müller, 1774)
68. *Zonitoides nitidus* (O.F. Müller, 1774)

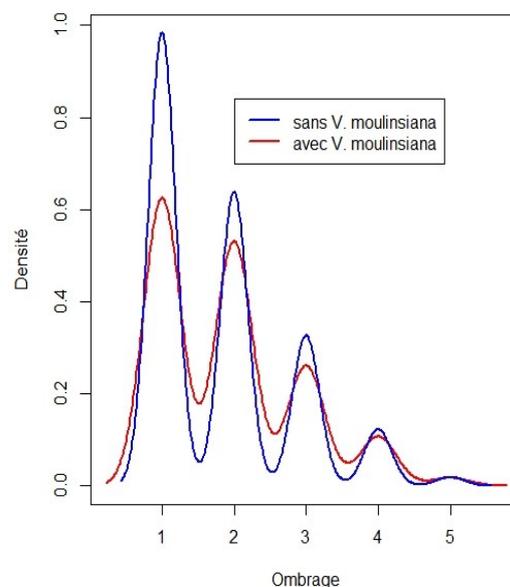
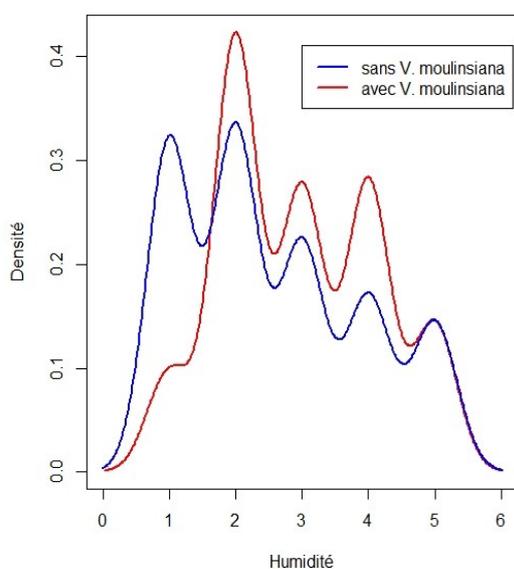
Annexe 3. Calculs, tableaux et graphes statistiques

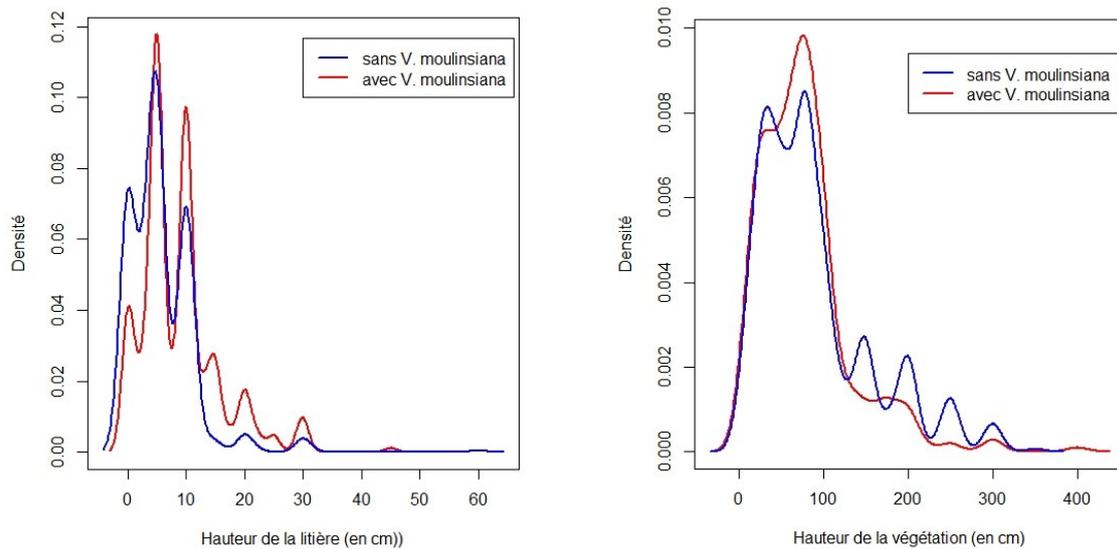
Cette présente annexe reprend la quasi-exhaustivité des résultats liés à l'exploration statistique des données.

A3.1 Exigences écologiques

A3.1.1 Exigences écologiques *Vertigo moulinsiana*

Sur les 990 relevés, *Vertigo moulinsiana* a été trouvé 357 fois. Ces résultats conséquents permettent ainsi de dégager des tendances concernant ses exigences écologiques. Les variables quantitatives testées (humidité, ombrage, hauteur de la litière et hauteur de la végétation) ont toutes un effet significatif (au seuil de 5%) quant à la présence/absence de *Vertigo moulinsiana* (**figures 1 à 4** et **tableau 1**).



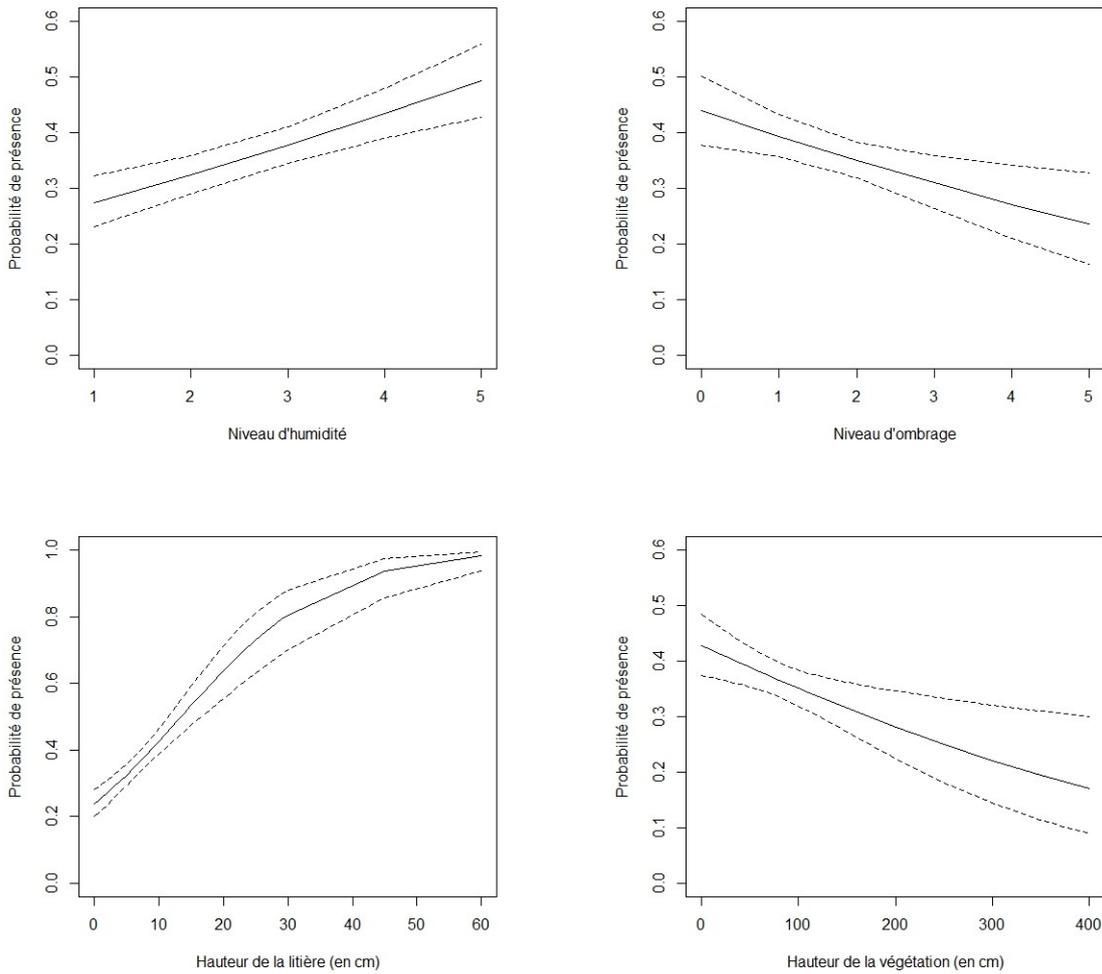


Figures 1 à 4 Répartition des données en cas de présence et d'absence de *Vertigo moulinsiana* pour l'humidité, l'ombrage, la hauteur de la litière et celle de la végétation

Ainsi, l'humidité et la hauteur de la litière favorisent la présence de l'espèce (coefficient directeur de la pente positif). Cependant prises isolément, elles n'expliquent que très peu cette présence (respectivement 1,65 et 4,60%).

La hauteur de la végétation défavorise *Vertigo moulinsiana*. Mais cette variable explique encore moins que les deux précédentes l'absence de l'escargot (0,68%). Il est à noter que la hauteur de la litière contribue proportionnellement plus que la hauteur de la végétation (coefficient directeur de 0,086 pour le premier contre -0,03 pour le second). L'ombrage n'a pas d'effet significatif sur *Vertigo moulinsiana*.

Les **figures 5 à 8** illustrent la variation de la probabilité de présence de l'espèce en fonction des différentes variables étudiées (humidité, ombrage, hauteur de la litière et celle de la végétation). Il est à noter que la hauteur de la végétation atteint quasiment le maximum (probabilité de 100%) vers 50 cm.



Figures 5 à 8 Variation de la probabilité de présence de *Vertigo moulinsiana* en fonction de l'humidité, de l'ombrage, de la hauteur de la litière et de celle de la végétation

Les variables testées n'étant pas autocorrélées (coefficient de corrélation de Spearman inférieur à 0,7), le modèle le plus parcimonieux inclut toutes les variables testées : humidité, ombrage, hauteur de la litière et hauteur de la végétation. L'humidité et la hauteur de la litière possèdent un effet positif à l'inverse de la hauteur de la végétation. En outre, ce modèle explique 7,42% de la présence/absence de *Vertigo moulinsiana* (**tableau 1**).

Variable	Ordonné à l'origine ± IC*	Coefficient directeur de la pente (β) ± IC*	Probabilité (p)	AIC**	Pourcentage de variance expliquée
Humidité	-1,211 ± 0,164	0,236 ± 0,053	< 0,005	1202,0	1,65
Ombrage	-0,686 ± 0,141	-0,0289 ± 0,065	0,655	1342,1	0,00
Hauteur de la litière	-1,161 ± 0,112	0,086 ± 0,012	< 0,005	1166,1	4,60
Hauteur de la végétation	-0,290 ± 0,116	-0,030 ± 0,001	0,005	1213,8	0,68
Humidité	-1,216 ± 0,0231	0,250 ± 0,057	<0,005	1137,7	7,42
+ Hauteur de la litière		0,083 ± 0,012	<0,005		
+ Ombrage		-0,170 ± 0,068	0,013		
+ Hauteur de la végétation		-0,004 ± 0,001	0,001		

Tableau 1 Caractéristiques des modèles linéaires généralisés binomiaux concernant la présence/absence de *Vertigo moulinsiana* (en gras les modèles significatifs)
*Intervalle de confiance à hauteur de 95% ; ** Indice d'Akaike (indice de parcimonie)

Parmi les habitats échantillonnés tous situés en zones humides et *a priori* favorables, la peupleraie plantée sur marais plat révèle une proportion de relevés avec *Vertigo moulinsiana* de 100%. Toutefois, elle ne concerne que 3 échantillons. Les glycérâies, *Magnocaricion elatae*, *Molinion caeruleae*, *Cladion marisci* et *Caricion davallianae* possèdent tous plus de 25% des échantillons avec *Vertigo moulinsiana* (**tableau 2**).

Habitats	Sans <i>Vertigo moulinsiana</i>	Avec <i>Vertigo moulinsiana</i>	Total	Proportion de relevés avec <i>V. moulinsiana</i>
<i>Magnocaricion elatae</i>	122	68	190	35,79%
<i>Caricion davallianae</i>	131	48	179	26,82%
<i>Phragmition australis</i>	121	28	149	18,79%
<i>Molinion caeruleae</i>	92	36	128	28,13%
Glycéraie	28	21	49	42,86%
Ripisylve	19	0	19	0,00%
<i>Phalaridion arundinacea</i>	15	0	15	0,00%
<i>Bidention tripartitae</i>	13	1	14	7,14%
<i>Cladion marisci</i>	8	3	11	27,27%
<i>Fillipendulion ulmariae</i>	10	1	11	9,09%
<i>Agrostion stoloniferae</i>	5	0	5	0,00%
Peupleraie plantée sur marais plat	0	3	3	100,00%
<i>Molinion caeruleae</i> sous arbres	2	1	3	33,33%
<i>Caricion acutiformis</i>	3	0	3	0,00%
Parvocariçaie	2	0	2	0,00%
pas de végétation	2	0	2	0,00%
Prairie humide	1	0	1	0,00%
Total général	633	357	990	

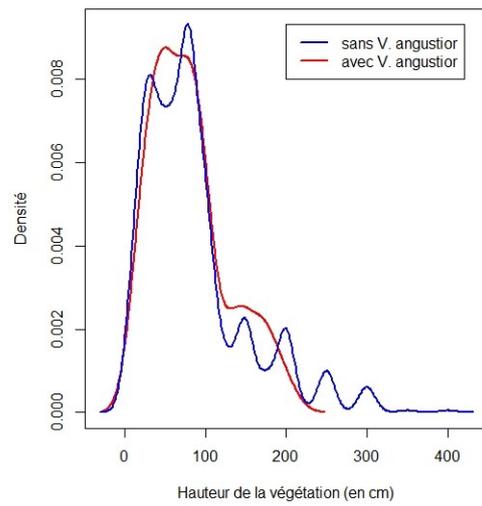
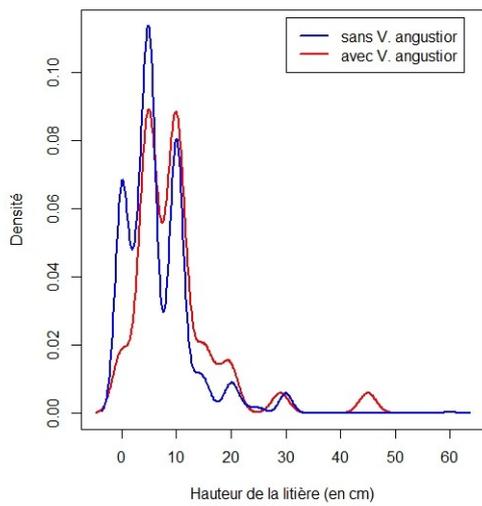
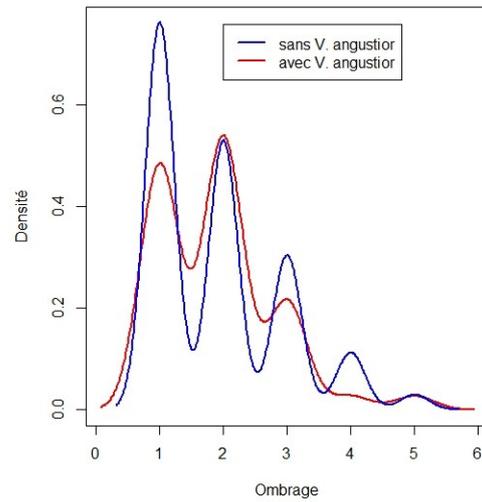
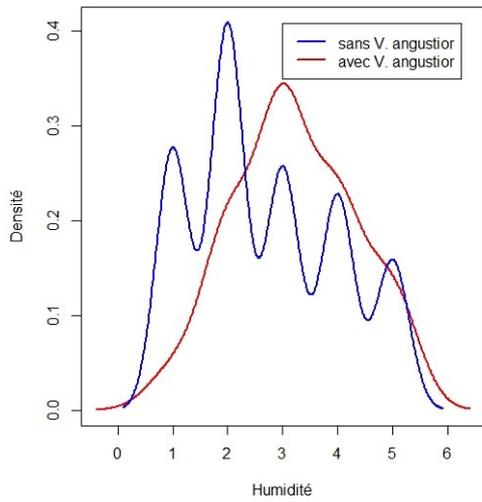
Tableau 2 Proportion d'habitats hébergeant *Vertigo moulinsiana*

A3.1.2 Sur les exigences écologiques *Vertigo angustior*

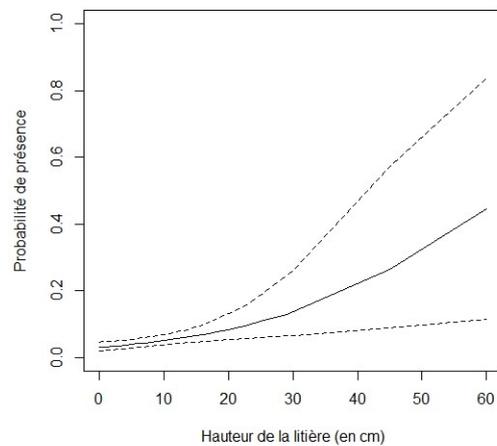
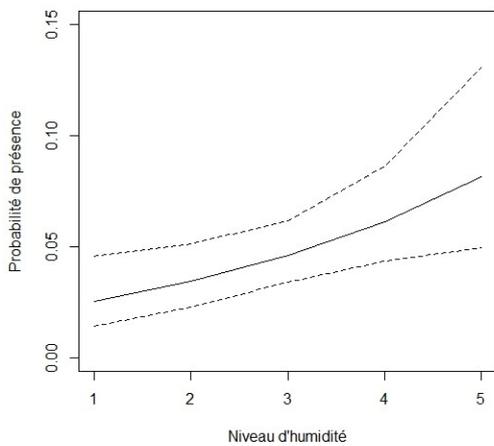
Contrairement à *Vertigo moulinsiana*, les variables quantitatives testées (humidité, ombrage, hauteur de la litière et hauteur de la végétation) n'ont pas toutes un effet significatif (au seuil de 5%) quant à la présence/absence de *Vertigo angustior* (**figures 5 à 8** et **tableau 3**). Seules l'humidité et la hauteur de la litière possèdent un effet significatif.

Ainsi, l'humidité et la hauteur de la litière favorisent la présence de l'espèce (coefficient directeur de la pente positif). Mais ces variables n'expliquent que très peu la présence/absence de l'espèce (respectivement 1,9 et 2,19%). L'ombrage et la hauteur de la végétation n'ont pas d'effet significatif sur *Vertigo angustior*.

Les **figures 9** et **10** illustrent la variation de la probabilité de présence en fonction des différentes variables ayant un effet significatif (humidité et hauteur de la litière). Il est à noter que le niveau d'humidité ne permet d'avoir au mieux qu'une probabilité de présence d'environ 0,10. La hauteur de la végétation peut atteindre une probabilité de 0,4 avec une hauteur de litière maximale de 60 cm. Un très grand intervalle de confiance est alors observé.



Figures 5 à 8 Répartition des données en cas de présence et d'absence de *Vertigo angustior* pour l'humidité, l'ombrage, la hauteur de la litière et celle de la végétation



Figures 9 et 10 Variation de la probabilité de présence de *Vertigo angustior* en fonction de l'humidité et de la hauteur de la litière

Aucune corrélation n'ayant été trouvée entre les variables explicatives (coefficient de corrélation de Spearman < 0,07) une exploration de façon additionnelle a été pratiquée. Le meilleur modèle expliquant la présence de *Vertigo angustior* à l'échelle locale inclut l'humidité et la hauteur de la litière qui possèdent tous deux un effet positif et conditionnent l'occurrence de l'espèce à hauteur de 3,82% (**tableau 3**).

Variable	Ordonné à l'origine ± IC*	Coefficient directeur de la pente (β) ± IC*	Probabilité (p)	AIC**	Pourcentage de variance expliquée
Humidité	-4,309 ± 0,447	0,291 ± 0,123	0,018	335,11	3,82
+ Hauteur de la litière		0,051 ± 0,018	0,006		
Hauteur de la litière	-3,483 ± 0,232	0,054 ± 0,018	0,003	338,69	2,19
Humidité	-3,951 ± 0,415	0,306 ± 0,120	0,011	339,66	1,90
Hauteur de la végétation	-2,929 ± 0,266	-0,010 ± 0,003	0,583	345,86	0,00
Ombrage	-2,982 ± 0,318	-0,022 ± 0,148	0,881	392,62	0,00

Tableau 3 Caractéristiques des modèles linéaires généralisés binomiaux concernant la présence/absence de *Vertigo angustior* (en gras les modèles significatifs)
*Intervalle de confiance à hauteur de 95% ; ** Indice d'Akaike (indice de parcimonie)

Le modèle incluant uniquement les habitats explique à 16,28% la présence de *Vertigo angustior*. Par rapport à la parvocariçaie, la magnocariçaie et la roselière hébergent significativement moins l'espèce. La moliniaie, quant à elle, n'est pas significativement différente de la parvocariçaie. Les autres habitats présentent des résultats non révélateurs en raison du faible effectif concerné. De même, le modèle incluant les habitats plus l'humidité et la hauteur de la litière explique 17,22% de la présence de l'espèce et est le plus parcimonieux. (**tableaux 4 et 5**).

Habitats	Sans <i>Vertigo angustior</i>	Avec <i>Vertigo angustior</i>	Total	Proportion de relevés avec <i>V. angustior</i>
<i>Magnocaricion elatae</i>	189	1	190	0,53%
<i>Caricion davallianae</i>	159	20	179	11,17%
<i>Phragmition australis</i>	148	1	149	0,67%
<i>Molinion caeruleae</i>	120	8	128	6,25%
Glycériaie	49	0	49	0,00%
Ripisylve	19	0	19	0,00%
<i>Phalaridion arundinacea</i>	15	0	15	0,00%
<i>Bidention tripartitae</i>	14	0	14	0,00%
<i>Cladion marisci</i>	11	0	11	0,00%
<i>Fillipendulion ulmariae</i>	11	0	11	0,00%
<i>Agrostion stoliniferae</i>	5	0	5	0,00%
Peupleraie plantée sur marais plat	3	0	3	0,00%
<i>Molinion caeruleae</i> sous arbres	2	1	3	33,33%
<i>Caricion acutiformis</i>	3	0	3	0,00%
Parvocariçaie	2	0	2	0,00%
pas de végétation	2	0	2	0,00%
À sec	1	0	1	0,00%
Prairie humide	1	0	1	0,00%
Total général	753	32	785	

Tableau 4 Proportion d'habitats hébergeant *Vertigo angustior*

Variable	Ordonné à l'origine \pm IC*	Coefficient directeur de la pente (β) \pm IC*	Probabilité (p)	AIC**	Pourcentage de variance expliquée
<i>Agrostion stolonifera</i>	-3,397 \pm 0,607	-15,987 \pm 2917,013***	0,996	254,89	17,22
Cladiaie		-16,279 \pm 1951,552***	0,993		
Magnocariçaie		-2,432 \pm 0,752***	0,001		
Megaphorbiaie		-15,817 \pm 2056,687***	0,994		
Moliniaie		-0,238 \pm 0,405***	0,558		
Absence de végétation		-16,618 \pm 6522,639***	0,998		
Prairie humide		-16,049 \pm 6522,64***	0,998		
Ripisylve		-15,726 \pm 1628,70***	0,992		
Roselière		-3,155 \pm 1,036***	0,002		
Végétation annuelle des grèves		-15,682 \pm 1739,649***	0,992		
Humidité		0,362 \pm 0,165	0,028		
Hauteur de la litière		0,031 \pm 0,032	0,333		

Tableau 5 Caractéristiques du modèle linéaire généralisé le plus parcimonieux expliquant la présence/absence de *Vertigo angustior*

*Intervalle de confiance à hauteur de 95%

** Indice d'Akaike (indice de parcimonie)

*** Ecart par rapport à la parvocariçaie

Les habitats prospectés et a priori favorables au moins à *V. angustior* expliquent 17,22% de la présence de l'espèce. Le critère de parcimonie (indice d'Akaike, AIC) est de 254,89 pour cette variable. Avec un AIC aussi bas, il s'agit du meilleur modèle pour expliquer la présence/absence de l'espèce. Cependant, aucun habitat ne se dissocie significativement des autres concernant l'accueil de l'espèce. Les meilleures conditions pour trouver *Vertigo angustior* sont les parvocariçaies et moliniaies avec une humidité et une litière importantes.

A3.2 Préférences géographiques

A3.2.1 Modélisation géographique de la présence de *Vertigo moulinsiana*

Sur les 205 carrés de 1 000 m de côté prospectés, 110 hébergent le *Vertigo* de Des Moulins en leurs seins.

Les différents modèles linéaires généralisés simples expliquant la présence/absence et répondant aux hypothèses avancées sont peu nombreux (cf. **tableau 36**). Ainsi, seules la température minimale de mai et la maximale d'août possèdent un effet tout deux

significatifs au seuil de 5%. Les températures minimale de mai et proportionnellement un peu moins les maximales d'août contribuent favorablement à la présence de *Vertigo moulinsiana*. Ces effets expliquent respectivement à 1,83% à 3,62% la présence de l'animal.

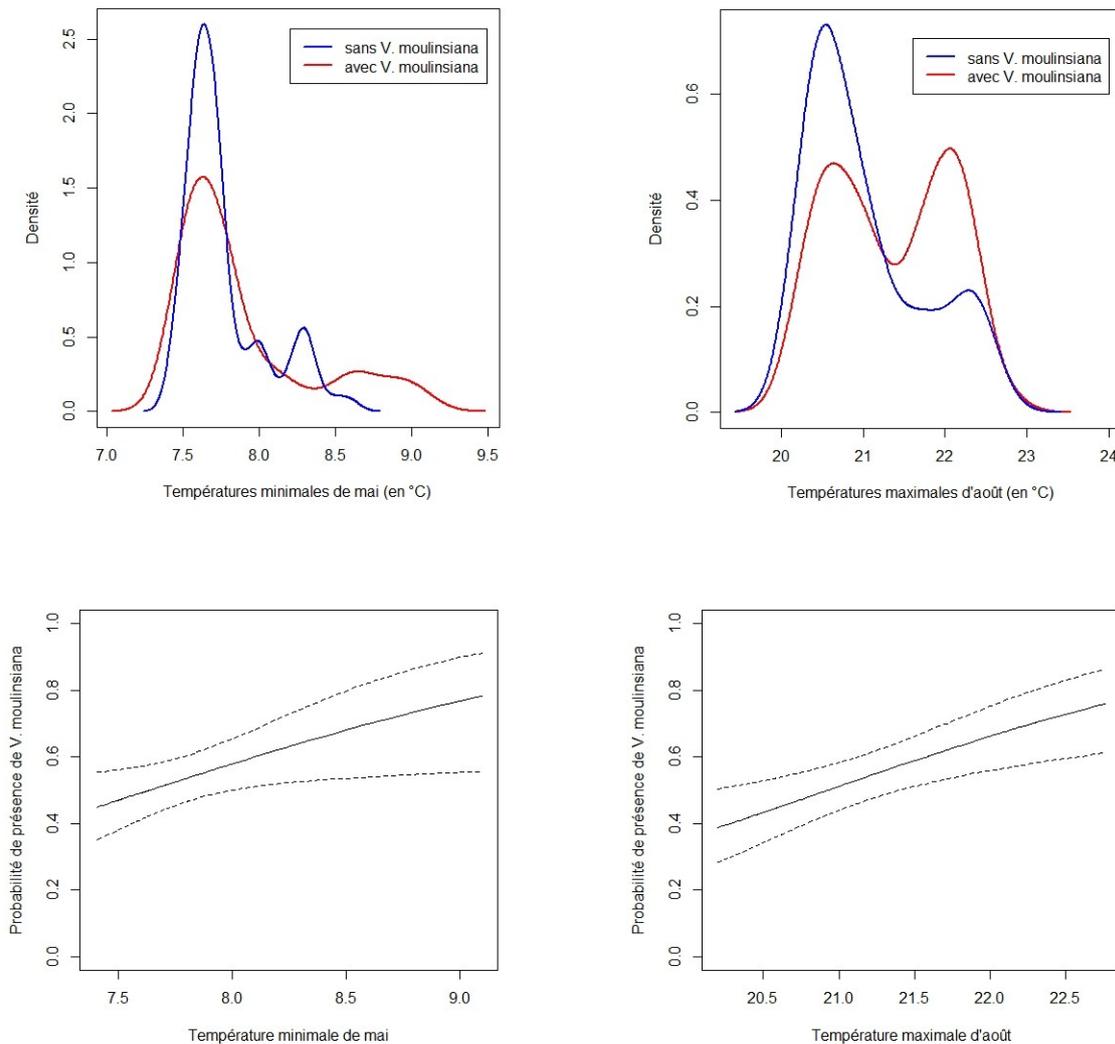
A contrario, la recharge de nappe, l'humidité ou la dessiccation trop importantes à la sortie de l'hiver, les caractéristiques pédologiques n'influent pas significativement *Vertigo moulinsiana*.

Page suivante :

Tableau 6 Résultats des différents modèles généralisés expliquant la présence/absence de *Vertigo moulinsiana* par hypothèses ; en gras : significatif au seuil de 5% ; *IC = Intervalle de confiance

Hypothèses	Variables	Ordonné à l'origine ± IC*	Coefficient directeur de la pente (β) ± IC*	Probabilité (p)	Indice d'Akaike (AIC)	Pourcentage de variance expliquée
1 – recharge de nappe	Précipitations de novembre à mars	-0,948 ± 1,040	0,003 ± 0,003	0,284	284,39	0,41
2 – L'humidité trop importante altère la 1^{ère} reproduction à la sortie de l'hiver	Précipitations de mai	-0,604 ± 1,029	0,011 ± 0,015	0,456	284,99	0,20
	Précipitations d'avril	-0,633 ± 1,287	0,015 ± 0,025	0,537	285,17	0,13
	Précipitations d'avril	-0,314 ± 1,431	-0,023 ± 0,079	0,771	286,90	2,31
	+ Précipitations de mai		0,024 ± 0,047	0,610		
3 – La température trop faible et l'humidité trop importante altèrent la 1^{ère} reproduction à la sortie de l'hiver	Température minimale d'avril	-2,535 ± 1,450	0,787 ± 0,423	0,063	281,97	1,27
	Température minimale de mai	-6,700 ± 3,132	0,877 ± 0,401	0,029	280,39	1,83
	Température minimale d'avril	-7,195 ± 4,003	-0,173 ± 0,864	0,842	282,35	1,85
	+ Température minimale de mai		1,016 ± 0,803	0,206		
	Température minimale d'avril	-7,994 ± 4,168	0,379 ± 0,959	0,693	284,06	2,66
	+ Température minimale de mai		0,755 ± 0,832	0,364		
	+ Précipitations d'avril		-0,053 ± 0,081	0,518		
	+ Précipitations de mai		0,053 ± 0,050	0,288		
	Température maximale d'avril	-13,379 ± 4,965	-0,631 ± 0,857	0,461	281,63	3,52
	+ Température maximale de mai		1,144 ± 0,846	0,176		
+ Précipitations d'avril	0,017 ± 0,083		0,841			
+ Précipitations de mai	0,011 ± 0,049		0,826			
4 – La dessiccation altère l'habitat et / ou l'animal	Température maximale d'août	-13,152 ± 4,270	0,628 ± 0,202	< 0,005	273,35	3,62
	Précipitations d'août	0,515 ± 1,408	-0,006 ± 0,022	0,798	285,48	0,02
	Température maximale d'août	-13,251 ± 4,646	0,629 ± 0,203	< 0,005	277,35	3,62
	+ Précipitations d'août		0,001 ± 0,022	0,957		
	Précipitations de novembre à mars	-0,372 ± 1,610	0,003 ± 0,003	0,254	286,18	0,49
	+ Précipitations d'août		-0,010 ± 0,022	0,640		
	Précipitations de novembre à mars	-17,822 ± 5,252	0,007 ± 0,03	0,039	274,93	5,19
	+ Précipitations d'août		-0,007 ± 0,023	0,750		
+ Température maximale d'août	0,758 ± 0,216		< 0,005			
5 – L'acidité du sol influe sur la présence de l'escargot	Ph	-2,759 ± 1,639	0,478 ± 0,268	0,074	282,29	1,16
6- La rétention en eau du sol influe sur la présence de l'escargot	Carbone organique	0,144 ± 0,468	0,000 ± 0,005	0,976	285,55	0,00
	Sable	-0,610 ± 0,820	0,024 ± 0,026	0,343	284,64	0,32
	Limons	1,879 ± 1,678	-0,037 ± 0,036	0,303	284,48	0,38
	Argiles	0,547 ± 0,985	-0,017 ± 0,043	0,689	285,39	0,05

Graphiquement, la température minimale de mai et la température maximale d'août se révèlent l'une comme l'autre d'une grande constance (tout comme l'intervalle de confiance) avec une probabilité atteignant près de 0,8 dans les deux cas vers les valeurs maximales des variables explicatives respectives (**figures 11 à 14**).



Figures 11 à 14 Densités et variations de la probabilité de présence de *Vertigo moulinsiana* en fonction de la température minimale de mai et maximale d'août

L'hydrologie via la remontée de nappe révèle un effet significatif au seuil de 5%. Ainsi, plus la valeur de cette variable augmente plus la probabilité de présence de *Vertigo moulinsiana* diminue (**figures 15 et 16**). En outre, cette variable explique 3,02% de l'occurrence de l'escargot.

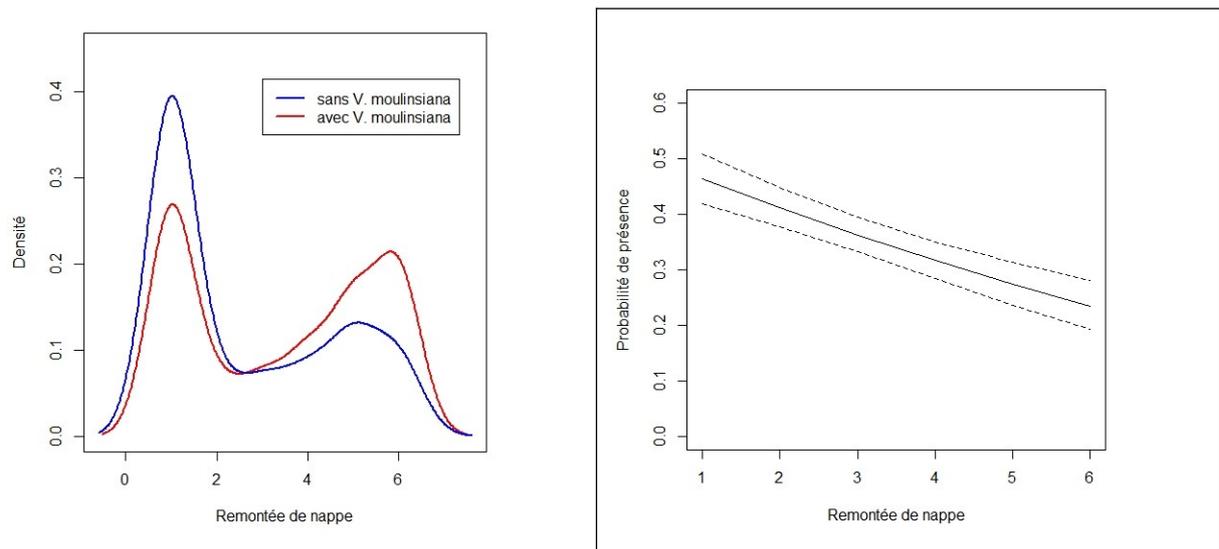


Figure 15 et 16 Densité et probabilité de présence de *Vertigo moulinsiana* en fonction de la remontée de nappe

En incluant les modèles linéaires généralisés quadratiques dans la comparaison des indices de parcimonie, le meilleur modèle est celui de la température minimale d’avril qui explique 5,27 % de la présence/absence de *Vertigo moulinsiana*.

Éléments	Valeurs	Erreurs standards	Probabilités
a	4,091	1,372	0,00286
b	-28,014	9,568	0,00341
c	47,693	16,592	0,00405

Tableau 7 Valeurs des éléments d’une équation du type $y = ax^2 + bx + c$ avec $y =$ probabilité de présence de *Vertigo moulinsiana* et $x =$ température minimale d’avril.

Ainsi, le meilleur modèle permet de produire une carte de probabilité de présence de *Vertigo moulinsiana* (p) suivant l’équation suivante (**équation 1**) :

$$p = 4,091 * (\text{température minimale d'avril})^2 - 28,014 * (\text{température minimale d'avril}) + 47,693 \quad \text{Équation 1}$$

Graphiquement, la variation de probabilité de présence de *Vertigo moulinsiana* en fonction de la température minimale d’avril correspond à un U dont le minimum se situe vers 3,5 °C (**figure 17**).

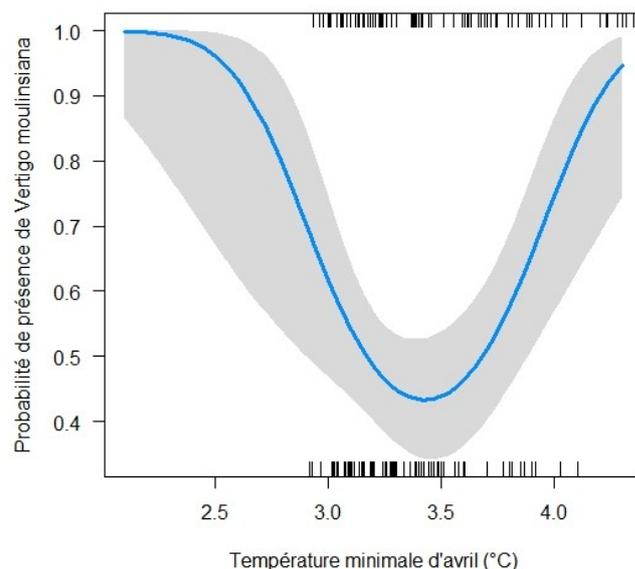


Figure 17 Variation de la probabilité de présence de *Vertigo moulinsiana* en fonction de la température minimale d'avril

D'un point de vue géologique, la tourbe est très significativement le support préféré *par Vertigo moulinsiana* (**tableau 8**). Seuls les limons et le sable ne possèdent pas d'effet significatif, sans doute à cause de leurs faibles représentativités. Ainsi, de façon décroissante, les alluvions, les argiles, le calcaire, les colluvions, la marne et la gaize sont moins appréciés par *Vertigo moulinsiana*. La géologie explique à hauteur de 6,66% la présence/absence de cet escargot.

Résultats du modèle linéaire généralisé				Nombre de relevés			
Géologie	Coefficient	Erreur standard	Probabilité (p)	Sans <i>Vertigo moulinsiana</i>	Avec <i>Vertigo moulinsiana</i>	Total général	Proportion avec <i>Vertigo moulinsiana</i>
Tourbe	1,344	0,458	0,003	6	23	29	79,31%
Alluvions	-1,367	0,471	0,004	174	170	344	49,42%
Argile	-1,616	0,566	0,004	21	16	37	43,24%
Calcaires	-1,988	0,532	<0,005	40	21	61	34,43%
Colluvions	-2,273	0,4831	<0,005	152	60	212	28,30%
Marnes	-2,574	0,483	<0,005	195	57	252	22,62%
Gaize	-3,136	1,173	0,008	6	1	7	14,29%
Limons	-15,91	509,652	0,975	3	0	3	0,00%
Sable	-15,91	509,65	0,975	3	0	3	0,00%
Total				600	348	948	36,71%

Tableau 8 Résultat du modèle linéaire généralisé et nombre de relevés avec *Vertigo moulinsiana* en fonction de la géologie (en gras : variables significativement différentes de la tourbe, variable de référence)

L'occupation des sols fournie par Corine Land Cover explique 4,45% de la présence de *Vertigo moulinsiana* (**tableau 9**). Le marais est le type d'occupation qui est significativement le plus favorable à l'espèce. De façon croissante dans leurs effets, les terres arables, les forêts de feuillus, les prairies, les plans d'eau et les forêts de conifères sont défavorables au vertigo de Des Moulins.

Occupation du sol	Résultats du modèle linéaire généralisé			Nombre de relevés			
	Coefficient	Intervalle de confiance	Probabilité (p)	Sans la présence de <i>Vertigo moulinsiana</i>	Avec la présence de <i>Vertigo moulinsiana</i>	Total général	Proportion avec <i>Vertigo moulinsiana</i>
Marais	0,131	0,109	0,23	157	179	336	53,27%
Landes et broussailles	15,435	1029,122	0,988	0	2	2	100,00%
Terres arables	-0,496	0,282	0,079	36	25	61	40,98%
Forêt de feuillus	-0,662	0,142	<0,005	328	193	521	37,04%
Forêt et végétation arbustive en mutation	-0,893	0,471	0,058	15	7	22	31,82%
Prairies	-0,927	0,226	<0,005	82	37	119	31,09%
Plan d'eau	-1,195	0,199	<0,005	142	49	191	25,65%
Forêt mixte	-1,384	0,809	0,087	7	2	9	22,22%
Forêt de conifères	-1,889	0,496	< 0,005	29	5	34	14,71%
Systèmes cultureux	-1,923	1,086	0,077	6	1	7	14,29%
Equipements sportif et de loisirs	-15,697	1029,12	0,988	2	0	2	0,00%
Surfaces essentiellement agricoles	-15,697	650,87	0,981	5	0	5	0,00%
Tissu urbain continu	-15,697	550,089	0,977	7	0	7	0,00%
Total général				816	500	1316	37,99%

Tableau 9 Résultat du modèle linéaire généralisé et nombre de relevés avec *Vertigo moulinsiana* en fonction de l'occupation des sols (en gras : variables significativement différentes de la tourbe, variable de référence)

Pour résumer, à l'échelle géographique, la géologie affecte le plus la présence de *Vertigo moulinsiana* (à hauteur de 6,66%) (**tableau 7**). Et la climatologie avec la température minimale d'avril avoisinant 3,5°C a un effet significativement négatif sur *Vertigo moulinsiana* à hauteur de 5,27%.

L'exploration des combinaisons d'addition de toutes les variables numériques d'échelle géographique et des hypothèses permet d'identifier le modèle le plus parcimonieux comme étant celui de la température minimale d'avril (en quadratique).

A3.2.2 Modélisation géographique de la présence de *Vertigo angustior*

Sur les 205 carrés de 1 000 m de côté prospectés, 32 hébergent le *Vertigo* étroit en leurs seins.

Différentes hypothèses avancées ont été confirmées ou infirmées par des modèles linéaires généralisés en présence/absence (**tableau 10**). Ainsi, la recharge des nappes souterraines ainsi que les précipitations printanières favorisent la présence du *vertigo* étroit. Elles y contribuent à hauteur de 3,65 à 8,45%.

De même, l'acidité du sol affecte la présence de cet escargot et à hauteur de 3,09%. Enfin, les conditions pédologiques par le sable qui diminue et les argiles qui augmentent expliquent respectivement à 2,65 et 2,53% la probabilité de présence de l'espèce.

Par contre, la dessiccation estivale, la température trop faible au printemps lors de la première reproduction à la sortie de l'hiver, la proportion de carbone organique et de limons n'influent pas significativement sur la présence du *vertigo* étroit.

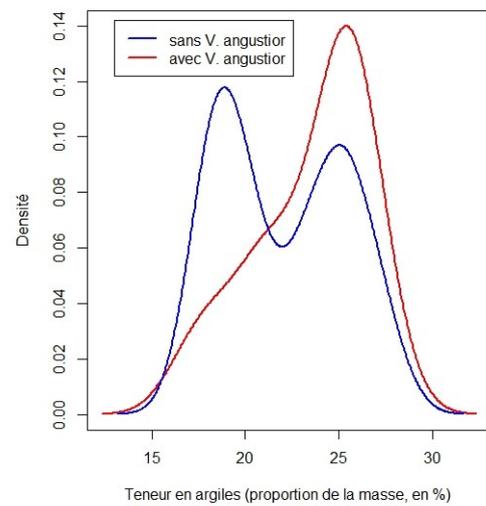
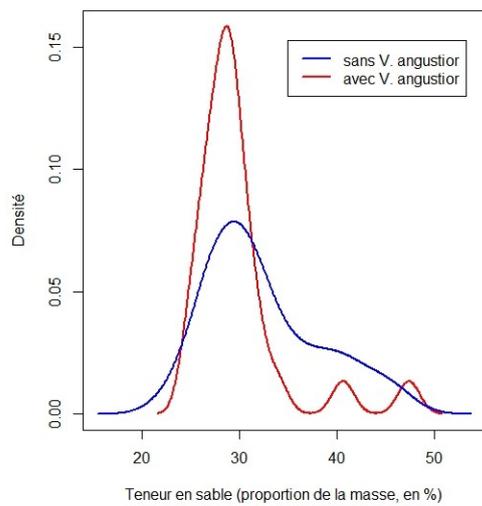
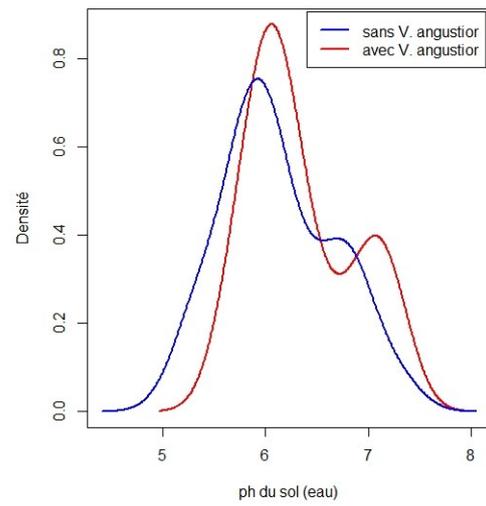
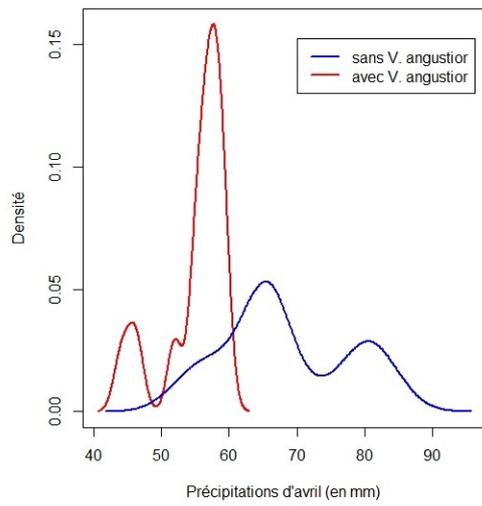
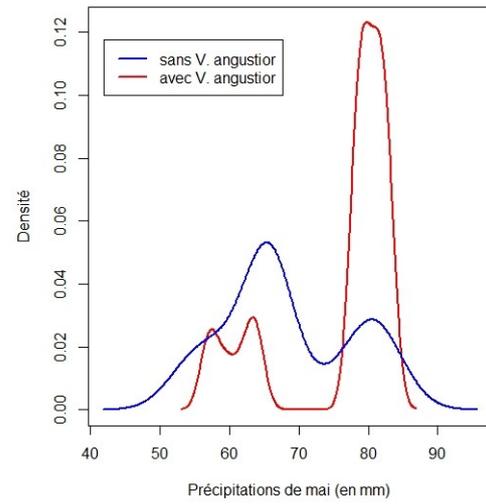
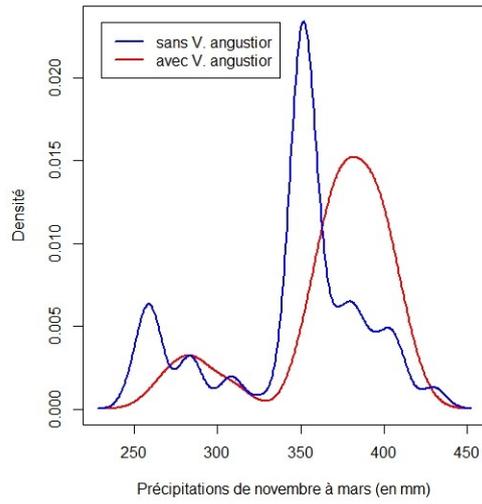
Graphiquement, il ressort que les variables ayant un effet significatif possèdent une allure exponentielle. Par contre, le sable possède un effet négatif qui s'atténue quand la teneur augmente (**figures 19 à 24** ci-après).

Double page suivante :

Tableau 10 Résultats des différents modèles généralisés expliquant la présence/absence de *Vertigo angustior* par hypothèses ; en gras : significatif au seuil de 5% ; *IC = Intervalle de confiance

Figures 19 à 24 Répartition des données en fonction de la somme des précipitations de novembre à mars, de celles de mai et d'avril, du pH du sol, de la teneur en sable et en argiles suivant la présence et l'absence de *Vertigo angustior*

Hypothèses	Variables	Ordonné à l'origine ± IC*	C. directeur de la pente (β) ± IC*	Probabilité (p)	Indice d'Akaïke (AIC)	%de variance expliquée
1 – recharge de nappe	Précipitations de novembre à mars	-5,741 ± 1,759	0,011 ± 0,005	0,018	174,78	3,65
2 – L'humidité trop importante altère la 1^{ère} reproduction à la sortie de l'hiver	Précipitations de mai	-7,634 ± 1,715	0,083 ± 0,023	< 0,005	166,27	8,45
	Précipitations d'avril	-7,897 ± 2,154	0,117 ± 0,039	0,003	171,22	5,66
	Précipitations d'avril + précipitations de mai	-4,815 ± 2,307	-0,205 ± 0,125 0,195 ± 0,074	0,102 0,008	165,52	10,00
3 – La température trop faible et l'humidité trop importante altèrent la 1^{ère} reproduction à la sortie de l'hiver	Température minimale d'avril	1,301 ± 2,096	-0,879 ± 0,621	0,157	179,08	1,22
	Température minimale de mai	3,441 ± 4,603	-0,657 ± 0,592	0,267	179,87	0,78
	Température minimale d'avril + Température minimale de mai	0,264 ± 5,781	-1,075 ± 1,198 0,218 ± 1,140	0,370 0,848	181,05	1,24
	Température minimale d'avril + Température minimale de mai	-2,594 ± 6,857	0,864 ± 1,297 -0,720 ± 1,248	0,505 0,564	169,08	10,25
	Température minimale de mai + Précipitations d'avril + précipitations de mai		-0,203 ± 0,125 0,200 ± 0,074	0,103 0,007		
	Température maximale d'avril + Température maximale de mai + Précipitations d'avril + Précipitations de mai	-5,256 ± 8,085	0,598 ± 1,229 -0,187 ± 0,129 0,192 ± 0,074 -0,187 ± 0,129	0,627 0,146 0,010 0,146	168,99	10,30
	Température maximale d'août	0,998 ± 5,637	-0,127 ± 0,266	0,635	181,02	0,13
	Précipitations d'août	-3,274 ± 1,973	0,024 ± 0,030	0,415	180,58	0,38
	Température maximale d'août + Précipitations d'août	-0,936 ± 6,243	-0,106 ± 0,270 0,023 ± 0,030	0,694 0,442	182,42	0,47
	Précipitations de novembre à mars + Précipitations d'août	-6,257 ± 2,468	0,011 ± 0,005 0,010 ± 0,032	0,024 0,764	176,69	3,70
Précipitations de novembre à mars + Précipitations d'août + Température maximale d'août	-8,462 ± 7,262	0,012 ± 0,005 0,011 ± 0,033 0,093 ± 0,287	0,025 0,745 0,746	178,59	3,76	
5 – L'acidité du sol influe sur présence de l'escargot	Ph	-6,784 ± 2,225	0,824 ± 0,353	0,020	175,77	3,09
6- La rétention en eau du sol influe sur la présence de l'escargot	Carbone organique	-1,876 ± 0,641	0,002 ± 0,007	0,749	181,15	0,06
	Sable	0,910 ± 1,264	-0,084 ± 0,042	0,043	176,55	2,65
	Limons	-6,784 ± 2,225	0,824 ± 0,353	0,020	175,77	3,09
	Argiles	-1,876 ± 0,641	0,002 ± 0,007	0,749	181,15	0,06



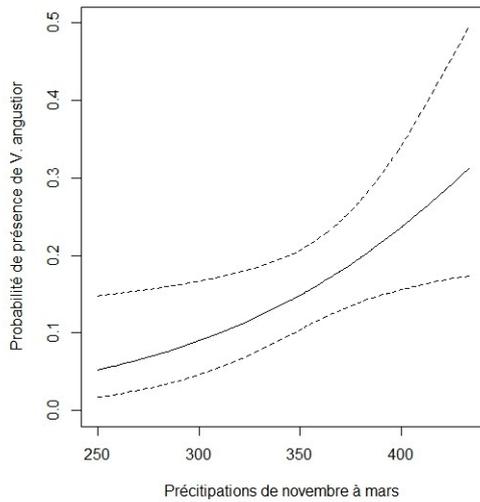


Figure 25 Evolution de la probabilité de présence de *Vertigo angustior* en fonction du cumul de précipitations de novembre à mars

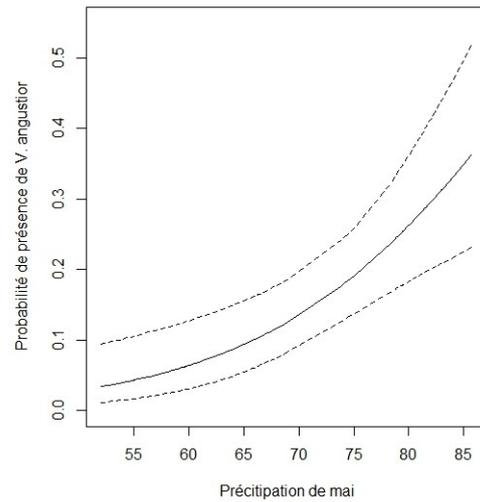


Figure 26 Evolution de la probabilité de présence de *Vertigo angustior* en fonction des précipitations de mai

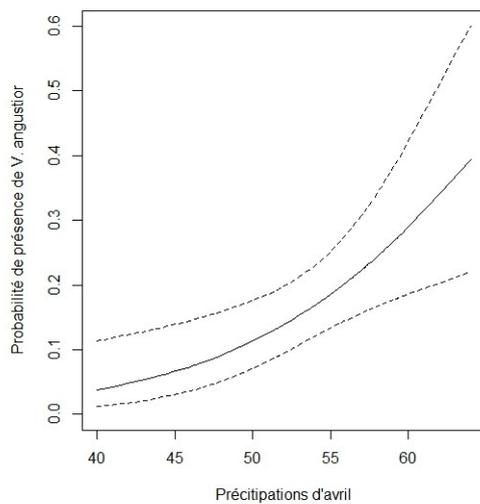


Figure 27 Evolution de la probabilité de présence de *Vertigo angustior* en fonction des précipitations d'avril

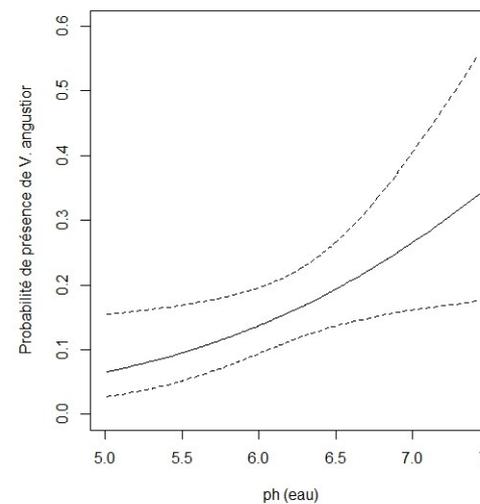


Figure 28 Evolution de la probabilité de présence de *Vertigo angustior* en fonction du pH

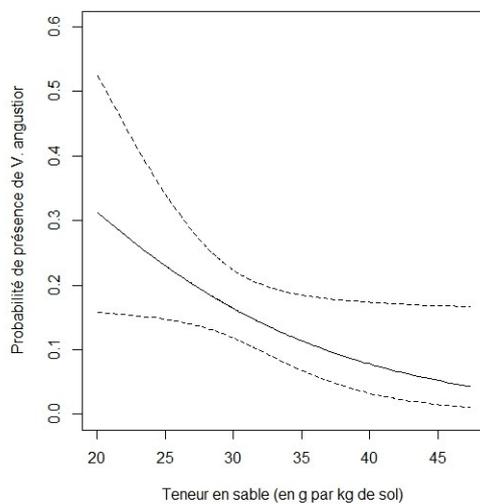


Figure 29 Evolution de la probabilité de présence de *Vertigo angustior* en fonction de la teneur en sable

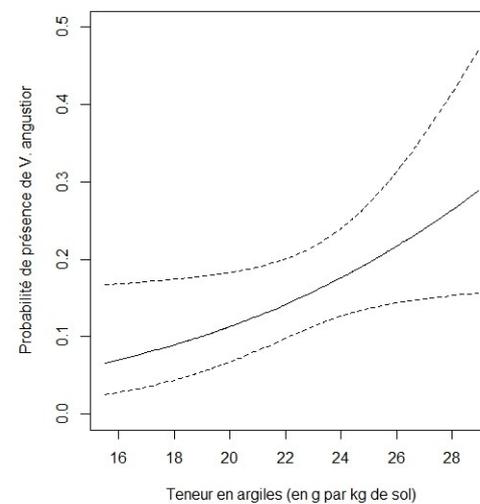


Figure 30 Evolution de la probabilité de présence de *Vertigo angustior* en fonction de la teneur en argiles

La susceptibilité à la remontée de nappe ne présente aucun effet significatif au seuil de 5% quant à la présence de *Vertigo angustior* (**tableau 11**).

Variables	Ordonné à l'origine \pm IC*	Coefficient directeur de la pente (β) \pm IC*	Probabilité (p)	Pourcentage de variance expliquée
Susceptibilité à la remontée de nappe	-2,839 \pm 0,275	-0,077 \pm 0,078	0,323	0,28

Tableau 11 Résultats du modèle linéaire généralisé de la présence de *Vertigo angustior* en fonction de la susceptibilité de remontée de nappe.

Bien que la géologie explique 1,8% de la répartition de *Vertigo angustior*, en prenant comme référence la tourbe, les autres formations géologiques ne possèdent pas d'effet significatif (modèle linéaire généralisé, $p > 0,05$). D'ailleurs, la tourbe ne possède qu'une faible proportion d'échantillons avec cet escargot. Cette non-significativité est peut-être liée à la faible proportion de points d'échantillonnage avec la présence de *Vertigo angustior* (**tableau 12**).

Géologie	Sans la présence de <i>Vertigo angustior</i>	Avec la présence de <i>Vertigo angustior</i>	Total général	Proportion avec <i>Vertigo angustior</i>
Calcaires	56	5	61	8,20%
Tourbes	27	2	29	6,90%
Marnes	234	13	247	5,26%
Alluvions	320	16	336	4,76%
Argiles	36	1	37	2,70%
Colluvions	206	5	211	2,37%
Gaize	7	0	7	0,00%
Limons	3	0	3	0,00%
Sables	2	0	2	0,00%
Total général	891	42	933	4,50%

Tableau 12 Type de formation géologique avec ou sans *Vertigo angustior* et part relative

L'occupation des sols explique 7,03% de la présence du *Vertigo angustior*. En prenant comme base le marais, seules les terres arables possèdent un effet significativement différent (dans ce cas positif) (**tableau 13**). Les forêts de feuillus ont un effet non significatif positif mais très proche du seuil de 0,05. Cette non-significativité d'une grande partie de ces types d'occupation des sols est probablement attribuable à la faible proportion de relevés avec *Vertigo angustior*.

Occupation du sol	Résultats du modèle linéaire généralisé			Nombre de relevés			
	Coefficient	Intervalle de confiance	Probabilité (p)	Sans la présence de <i>Vertigo angustior</i>	Avec la présence de <i>Vertigo angustior</i>	Total général	Proportion avec <i>Vertigo angustior</i>
Marais	-3,188	0,361	<0,005	194	8	202	3,96%
Landes et broussailles	1,350	0,544	0,013	44	7	51	13,73%
Terres arables	0,937	0,826	0,257	19	2	21	9,52%
Forêt de feuillus	0,732	0,400	0,068	420	36	456	7,89%
Forêt et végétation arbustive en mutation	-0,308	1,077	0,999	33	1	34	2,94%
Prairies	-0,724	0,800	0,366	100	2	102	1,96%
Plan d'eau	-16,377	4 064,630	0,997	7	0	7	0,00%
Forêt mixte	-16,378	10 754,013	0,999	1	0	1	0,00%
Forêt de conifères	-16,378	3 802,118	0,997	8	0	8	0,00%
Systèmes culturaux	-16,378	7 604,240	0,998	2	0	2	0,00%
Equipements sportif et de loisirs	-16,378	1 011,653	0,987	113	0	113	0,00%
Surfaces essentiellement agricoles	-16,378	4 809,340	0,997	5	0	5	0,00%
Tissu urbain continu	-16,378	5 377,007	0,998	4	0	4	0,00%
Total général				950	56	1006	5,57%

Tableau 13 Résultats du modèle linéaire généralisé et nombre de relevés avec *Vertigo angustior* en fonction de l'occupation des sols (en gras : variables significativement différentes de la tourbe, variable de référence)

Les variables climatiques conditionnent de façon significative et linéaire la présence du vertigo étroit et en particulier les précipitations de mai. Les précipitations ont globalement un effet positif sur l'espèce. En outre, comparée aux autres variables, l'occupation des sols occupe un rôle important. A l'inverse, la géologie affecte peu la probabilité de présence du *Vertigo angustior* (**tableau 14**).

Variables	Ordonné à l'origine \pm IC*	Coefficient directeur de la pente (β) \pm IC*	Probabilité (p)	Pourcentage de variance expliquée
Précipitations de novembre à mars	-5,741 \pm 1,759	0,011 \pm 0,005	0,018	3,65
Précipitations de mai	-7,634 \pm 1,715	0,083 \pm 0,023	< 0,005	8,45
Précipitations d'avril	-7,897 \pm 2,154	0,117 \pm 0,039	0,003	5,66
Ph	-6,784 \pm 2,225	0,824 \pm 0,353	0,020	3,09
Sable	0,910 \pm 1,264	-0,084 \pm 0,042	0,043	2,65
Argiles	-4,649 \pm 1,479	0,129 \pm 0,063	0,039	2,53
Géologie	-	-	-	1,28
Occupation des sols	-	-	-	7,03

Tableau 14 Récapitulatif des effets significatifs des variables numériques (pour les températures et remontée de nappe) et catégorielles

La combinaison des différentes hypothèses concernant des variables numériques (des modèles linéaires généralisés simples et quadratiques) permet de dégager un modèle encore plus parcimonieux incluant les précipitations d'avril, de mai et le ph (**tableau 15**). Ce modèle explique la présence de l'espèce à hauteur de 19,15%.

Elements	Valeurs	Erreurs standards
(Précipitations d'avril) ²	-0,052	0,018
Précipitations d'avril	5,469	1,902
(Précipitations de mai) ²	0,027	0,009
Précipitations de mai	-3,819	1,259
pH	0,138	0,048
Ordonné à l'origine	-22,663	21,382

Tableau 15 Valeurs des éléments d'une équation du type $p = a_1x^2 + b_1x + a_2x^2 + b_2x + a_3x + c$ avec p = probabilité de présence de *Vertigo angustior*.

Dans ce modèle le plus parcimonieux obtenu, la probabilité de présence de *Vertigo angustior* varie de façon très diverse. Passées 60 mm de précipitations en avril, le potentiel de *Vertigo angustior* est alors nul ; les précipitations de mai offrent des conditions désavantageuse vers 70 mm mais favorables de part et d'autres ; et enfin, plus le pH est élevé, meilleures sont les chances d'avoir *Vertigo angustior* (**figures 31 à 33**).

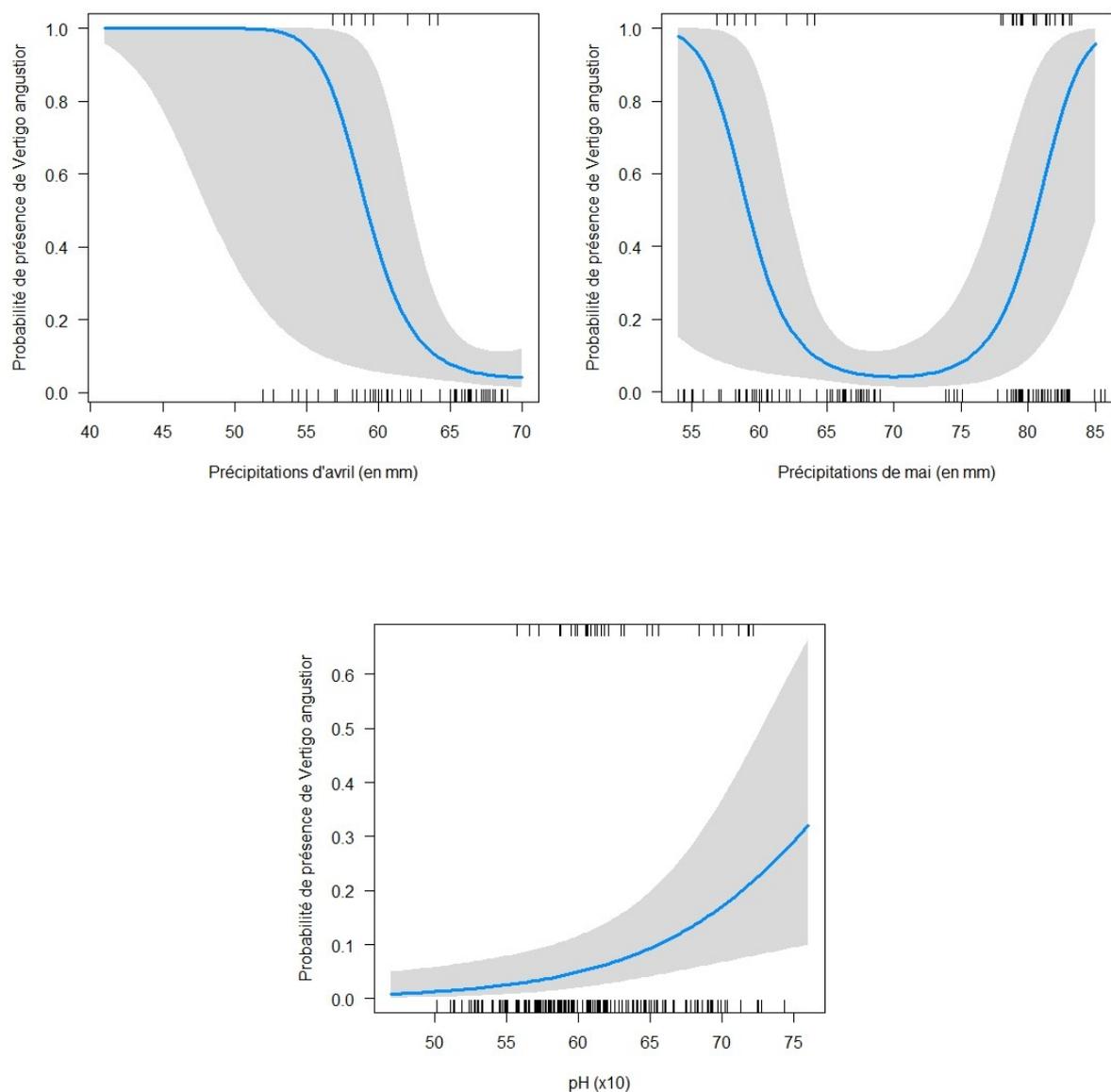


Figure 31 à 33 Variation de la probabilité de présence de *Vertigo moulinsiana* en fonction des précipitations d'avril, des précipitations de mai et du pH

Ainsi, le meilleur modèle permet de produire une carte de probabilité de présence de *Vertigo angustior* suivant l'équation 2 ci-dessous:

$$P = -0,0516 \cdot A^2 + 5,469 \cdot A + 0,027 \cdot B^2 - 3,819 \cdot B + 0,138 \cdot C - 22,663$$

Équation 2
avec A = précipitation d'avril ; B = précipitation de mai ; C = pH

Annexe 4 . Liste des sites potentiellement nouveaux expertisés

Numéro	Nom
210020073	VALLON DE SAINT-BERNARD EN FORET DE CLAIRVAUX
210020044	VALLEE DE L'ANCRE DE CHENEGY À THUISY
210020029	ANCIENNE GRAVIERE D'ATTIGNY, NOUES ET BRAS MORTS DE L' AISNE ENTRE ATTIGNY ET RILLY-SUR-AISNE
210020120	VALLEES DE LA MARCHE ET DU PAQUIS A AUFLANCE, MOIRY ET SAPOGNE-SUR-MARCHE
210020064	VALLONS DES RUISSEAUX DU VAL DARDE, DES RIAUX ET DE LEURS AFFLUENTS ENTRE MARNAY-SUR MARNE ET FOULAIN
10000100 	MARAIS DE GERMONT ET DE BUZANCY
210000674 	MARAIS ET PELOUSES HUMIDES DU JARD A BRIENNE
210000691 	MARAIS DE LA BIONNE A COURTEMONT ET DOMMARTIN-SOUS-HANS
210000729 	LES GRANDS MARAIS ET LES RONDS TROUS À PROUILLY ET TRIGNY
210000741 	MARAIS TOURBEUX ET BOIS DE GUE D'HOSSUS
210000978 	MARAIS DE BOUY-LUXEMBOURG
210001116	BOIS ET MARAIS DU GRAND RAVET A BRAUX ET AULNAY
210001125	LES MARAIS DE L'AVEGRES A CHALLERANGE ET MONTHOIS
210001129	MARAIS DES ROMARINS A HAUTES-RIVIERES
210001130	MARAIS, PRAIRIES ET BOIS DES HAUTS-BUTTES ET DE SES ENVIRONS A HARGNIES ET MONTHERME
210002003	MARAIS DE THIN-LE-MOUTIER
210002008	LES MARAIS DE MARCILLY-LE-HAYER
210002035	PETIT MARAIS DE BLIGNY
210002038	MARAIS DE SECHEVAL
210008900	MARAIS, PRAIRIES HYGROPHILES ET MESOHYGROPHILES DU SECTEUR DE GERNELLE À VIVIER-AU-COURT
210008901	MARAIS DE LA NOSLE A AIX-EN-OTHE ET VILLEMORON-EN-OTHE
210008902	MARAIS BOISE DE VAUDETRE A WARMERVILLE
210008903	MARAIS BOISE DES GRANDS USAGES A PONTFAVERGER
210008904	MARAIS DE LA CHAPELLE-LASSON ET DE MARSANGIS
210008905	MARAIS DE LA SOMME SOUDE ENTRE JALONS, AULNAY-SUR-MARNE ET CHAMPIGNEUL-CHAMPAGNE
210008906	MARAIS D'ATHIS-CHERVILLE
210008907	MARAIS DE COIFFY-LE-BAS
210008912	MARAIS DES PELLERES A BESSY
210008977	PELOUSES ET MARAIS DE LA COMBE BERTHE ET DES COTES DU GUE A ARBOT
210009345	FORET, MARAIS ET PRAIRIES DE SELLIERES ENTRE ROMILLY-SUR-SEINE ET CONFLANS-SUR-SEINE
210009500	MARAIS DES PATURES DE SERVET ENTRE VIELAINES ET CHEVILLELE

210009501	MARAIS DE TRAINEL A SOLIGNY-LES-ETANGS
210009503	MARAIS ET GRAVIERES DE LA RECULEE ET DES BALLASTIERES AU SUD DE CLEREY
210009505	BOIS ET MARAIS DU RU DE CHOISEL AU NORD D'ANGLURE
210009514	BOIS, MARAIS ET PELOUSES DES COMBES VAUTE ET BOULANGER A VOISINES
210009523	PRAIRIES, MARAIS ET BOIS DE LA HAUTE VALLEE DE L'APANCE
210009525	GRANDS MARAIS DE CHAMPIGNY-CHEZEUX
210009834	MARAIS DU MONT DE BERRU A BERRU ET CERNAY
210009835	MARAIS DE LA VESLE DE MUIZON AU CHEMIN DE MACO
210009836	BOIS ET PRAIRIES DU RUISSEAU DU MOULIN MANCEAU, MARAIS DE LA CABRE ET ETANG DU GENDARME À ROCROI
210009843	PATURES DE SACEY, MARAIS ET ETANGS DU GROS PONCET ET DE LA PRISE D'EAU À ROUILLY-SACEY
210009859	MARAIS DE LA RIVE GAUCHE DE LA VALLÉE DE LA SEINE À CHATRES ET MESGRIGNY
210009862	BOIS DES HAUTS-BALAIS ET MARAIS DU CLOS AU NORD DE COURCELLES-SAPICOURT
210009866	MARAIS BOISE DE LA FERME SEBASTOPOL A SAUVAGE
210009868	MARAIS DE PEVY (PRES DE LA FERME HERVELON)
210009887	MARAIS DE LA COMBE AUX BUSSIERES AU NORD-OUEST DE LANQUES-SUR-ROGNON
210013041	MARAIS DE LA COUDRE A COIFFY-LE-HAUT
210014780	LE MARAIS DE VENDIERE À COURLANDON ET LES MARES ET MARAIS DE ROMAIN
210014793	LE MARAIS DE VAUDREMONT
210020011	LE GRAND MARAIS D'HOUDILCOURT
210020012	LE MARAIS DE DAILLANCOURT
210020023	MARAIS LATERAUX DE LA RIVE DROITE DE LA VALLEE DE LA SEINE A DROUPT-SAINTE-MARIE ET SAINT-OULPH
210020024	MARAIS DE PRE VACHER ET BOIS DU VAL SAINT-MARTIN A COLMIER-LE-HAUT
210020025	PELOUSES, MARAIS ET FORÊTS DU VERSANT SITUE AU SUD-EST DE CHAMPILLON
210020065	BOIS, PELOUSES ET MARAIS DE LA COMBE COURTEAU ET DU CHANET À PRASLAY
210020076	SSEAUX DE SAULTRY, DE LA FERRIERE ET DU MARAIS AUX LOUPS A MAUBERT-FONTAINE ET SEVIGNY-LA-FORET
210020079	BOIS ET MARAIS DES RUISSEAUX DE LA CHAUDIERE ET DE SAINTE-ANNE A TAILLETTE
210020099	PELOUSES ET MARAIS DU VAL BIGARD ET DU BOIS DE LA PISSOIRE A ESSOYES
210020112	MARAIS ET BOIS DES COTES A CHALANCEY
210020113	MARAIS ET PELOUSES DES CELLERONS A GERMAINES
210020118	MARAIS ET BOIS DE LA VALLEE DU PARS AU SUD-OUEST DE ROMILLY-SUR-SEINE
210020135	BOIS, PRAIRIES ET MARAIS DE SERVIN ET DE LA COMBE DES TREPASSES À APREY
210020176	PRAIRIES, BOIS ET MARAIS DU RUISSEAU DES ARMOISES A L'OUEST DE SY
210020177	BOIS, MARAIS ET PRAIRIES A L'EST DE CERNAY-EN-DORMOIS, VILLE-SUR-TOUBE ET BERZIEUX
210020196	MARAIS DES NOUES A LA VILLENEUVE-AU-CHATELOT

210020206	LE GRAND MARAIS ET LES MARAIS DE VILLIERS ENTRE POTANGIS ET CONFLANS-SUR-SEINE
210020207	BOIS ALLUVIAUX, MARAIS, BRAS MORTS ET RIVIERE LA SEINE A PERIGNY-LA-ROSE
210020208	BOIS ALLUVIAUX, MARAIS ET PRAIRIES DE LA NOUE DES NAGEOIRES ET DE LA PREE A NOGENT-SUR-SEINE
210020209	BOIS ET MARAIS DU CONFLUENT DE LA SEINE ET DE L'AUBE A MARCILLY-SUR-SEINE
210020211	BOIS ET MARAIS ENTRE BAGNEUX ET BECHERET
210020212	PARC DU CHATEAU, BOIS DE LA CURE ET MARAIS DE PLANCY-L'ABBAYE
210009344	TOURBIÈRES, ETANGS ET BOIS TOURBEUX DES HINGUES ET DE SUZANNE
210001128	TOURBIERES DES VIEUX MOULINS DE THILAY ET RUISSEAU DE MAROTEL
210015514	TOURBIERE ALCALINE DES TROUS DE LEU A L'OUEST DE SAINT-LEONARD
210000741	MARAIS TOURBEUX ET BOIS DE GUE D'HOSSUS
210000624	PRAIRIES, BOIS ET MILIEUX HUMIDES DE FREPAROY A NOGENT-SUR-SEINE ET LA MOTTE-TILLY
210020062	PRAIRIES, BOIS ET MILIEUX AQUATIQUES ACIDIPHILES AUTOUR D'HARGNIES
210008897	PRAIRIES ET MILIEUX HUMIDES DE LA VALLÉE DE LA SEINE A PONT-SUR-SEINE ENTRE PONT SAINT-LOUIS ET LA VERGÈRE
210020063	MILIEUX HUMIDES, PRAIRIES ET ÉTANGS DES VALLONS AU NORD ET A L'EST DE SIGNY-LE-PETIT
210013036	GRAVIERES ET MILIEUX ENVIRONNANTS ENTRE LE CHEMIN DE NORROIS ET LA PIÈCE D'ISLE À CLOYES ET MATIGNICOURT
210000621	BOIS, PRAIRIES ET MILIEUX HUMIDES ENTRE PORT SAINT-NICOLAS, LE MÉRIOT ET NOGENT-SUR-SEINE
210000675	LANDE BOISEE DE LA PLAINE DE FAULX, ETANG DE LA MOTTE ET BOIS DE LA CROIX VERTE AU NORD-EST DE VOUGREY
210000739	ETANG DE BERULLE OU ETANG DE LA PASSEE
210000987	LE GRAND ETANG DE LA FORET DU VAL
210002010	VALLON FORESTIER ET ETANGS DES BIEVRES A L'EST D'AUTRY
210002027	ETANG LA DAME AU SUD-OUEST DE CHARMONTOIS-LE-ROI
210008920	MARECAGE DE L'ANCIEN ETANG DE PRE MOLLE A LUSIGNY-SUR-BARSE
210008924	RIVIERE LA MARNE ET ETANG A CONDES
210008939	GRAND ETANG, ETANG DE LONGSOLS ET CARPIERE AUX LOGES-MARGUERON
210008941	ETANG DE L'EMBRANCHOIR, CARPIERE CADET ET BOIS CONTIGU DANS LA FORET DE JEUGNY
210008942	ETANGS DE PALLUAU DANS LA FORET DE CROGNY
210008943	ETANG DU HAUT TUILEAU DANS LA FORET DOMANIALE DE RUMILLY
210009343	ETANGS DE LA FERMIERE ET DU GLAND A BEAULIEU ET SIGNY-LE-PETIT
210009347	BOIS DE ROHAIS ET ETANG DE FLORENT-EN-ARGONNE
210009512	VALLON BOISE DE L'ETANG AU SUD D'AUBERIVE
210009833	MASSIF FORESTIER ET ETANGS ASSOCIÉS ENTRE EPERNAY, VERTUS ET MONTMORT-LUCY
210009836	BOIS ET PRAIRIES DU RUISSEAU DU MOULIN MANCEAU, MARAIS DE LA CABRE ET ETANG DU GENDARME À ROCROI
210009843	PATURES DE SACEY, MARAIS ET ETANGS DU GROS PONCET ET DE LA PRISE D'EAU À ROUILLY-SACEY
210009853	ETANG GODART A RETHEL

210009870	LE VIEIL ETANG DE SOGNY-EN-L'ANGLE
210009879	BOIS, ETANGS ET PRAIRIES DU NORD PERTHOIS
210009880	L'ETANG NEUF ET SES ANNEXES A L'EST DE VANVAULT-LES-DAMES
210013034	ETANG DE LA GRANDE ROUILLIE ET ETANGS VOISINS A CHATRICES
210013040	ETANG DE SAINT-JUVIN
210013044	ETANG DU PATIS A BLIGNY
210013066	ETANG DE LA FOSSE AUX BOIS A BRANDONVILLERS
210014787	ETANGS DE SAINT-IMOGES ET DE NANTEUIL
210014791	L'ETANG DE NOIRLIEU
210014797	L'ETANG DE RAMERUPT ET SES ANNEXES
210014800	SUITE D'ETANGS DEPUIS L'ETANG PREVOT JUSQU'A L'ETANG DE LA VILLE ENTRE LA LOGE-AUX-CHEVRES ET LA VILLENEUVE-AU-CHENF
210014801	L'ETANG DE MAUREPAIRE A PINEY
210015551	ETANG LE ROI A BRAUX-SAINTE-COHERE
210015554	MASSIF FORESTIER DE LA MONTAGNE DE REIMS (VERSANT SUD) ET ETANGS ASSOCIES
210020002	ETANGS DU BOIS DU PERCHOIS A SAINT-PHAL
210020009	COMBE DES ERMITES, ETANGS ET VALLON DES BATTANTS À REYNEL
210020013	ETANG DE VANLAY ET BOIS ENVIRONNANT
210020026	ETANG DU PETIT MAUPAS A SAINT-IMOGES
210020038	BOIS, PRAIRIES ET ETANGS AU NORD DE RIMOGNE ET D'HARCY
210020069	LANDES, PRAIRIES ET ETANG DES KENNEVINS AUX LOGES-MARGUERON
210020145	PRAIRIES, BOIS ET ETANGS DU GRAND VERDAT ET DE BLUMERAIS À L'OUEST D'EPOTHEMONT
210020146	BOIS, PRAIRIES ET ETANGS ENTRE LA VILLE-AUX-BOIS, SOULAINES-DHUY, FULIGNY ET LA CHAISE
210020172	ETANGS ET BOIS DE LIGNIÈRES ET DE SAINT-PHAL A L'OUEST DE BERNON
210020197	ETANG DE LA BROSSOTTE, PRAIRIES ET BOIS DES CHANATS A MONTIGNY-LES-MONTS
210020200	ETANGS ET BOIS DE LA GRANDE LAYE AU NORD-OUEST D'ETOGES
210020201	ETANGS ET BOIS DE L'HOMME BLANC ET DES QUATRE BORNES À CORFELIX ET TALUS-SAINT-PRIX
210020219	ETANG DE BLANCHE TERRE ET VALLEE INONDABLE DE LA LAINES AU SUD DE LOUZE
430010957	PELOUSES DE FRETTE ET ETANG DU BIEF

Annexe 5. Plaqueette de vulgarisation sur les deux espèces

Les espèces d'intérêt communautaire sur le territoire champardennais



Vertigo de Des Moulins
Vertigo moulinsiana (Dupuy, 1849)

Vertigo étroit
Vertigo angustior Jeffreys, 1830



Le territoire champardennais abrite plusieurs espèces de mollusques du genre *Vertigo*, minuscules escargots souvent inféodés aux zones humides. Dans ce genre, quatre sont des espèces d'intérêt communautaire, et deux sont présentes sur le territoire : le *Vertigo* de Des Moulins *Vertigo moulinsiana* (dans les quatre départements) et le *Vertigo* étroit *Vertigo angustior* (dans trois d'entre eux).

Une première étude s'est déroulée en 2008 et 2010. En 2017-2018, une nouvelle étude fait le point sur la répartition, la taille et la dynamique des populations des deux espèces.

marais alcalin




Attention !

On peut confondre nos *Vertigo* avec plusieurs autres petites espèces : une fois établi le sens d'enroulement de la coquille, il faut bien observer sa taille et sa forme, notamment les "dents", petites protubérances qui défendent son ouverture (les minéraux remontent au schéma ci-dessous).

Vertigo moulinsiana ressemble à la Columelle édentée *Columella edentulata* 1 très fréquente dans les zones humides mais qui ne possède pas de "dents", le *Vertigo* des marais *Vertigo pygmaea* 2 et le *Vertigo* strié *V. substriata* 3 en possèdent deux en haut (les dents "pariétales") ; le *Vertigo* commun *V. unguis* 4 est, lui, plus petit (moins de 2 mm).

Vertigo angustior peut être confondu avec le *Vertigo* inverse *Vertigo pusilla* 5 mais il s'en distingue par le nombre de dents, moins nombreuses, la striation plus marquée, plus serrée et plus régulière, la spire plus convexe, une « lèvre » (péristome) plus large et réfléchi... mais également par son écologie : le *Vertigo* inverse affectionne plutôt les lieux secs (pelouses, murets, litière des bois) tandis que le *Vertigo* étroit est inféodé aux zones humides.



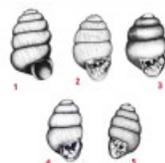
Vertigo moulinsiana **Vertigo angustior**

Le *Vertigo* de Des Moulins possède une coquille qui mesure 2,2-2,7 mm de long pour 1,5 mm de large ; elle est **dextre** (enroulée vers la droite), de couleur brun-rougeâtre translucide, avec des stries visibles ; l'ouverture est plutôt triangulaire, avec **quatre-cinq "dents"** bien développées (une en haut, une à gauche, deux en bas).

La coquille du *Vertigo* étroit, mesure 1,8 mm de long pour 0,9 mm de large. La coquille est **sénestre** (enroulée vers la gauche), brun-clair, avec de fortes stries obliques, des spires très convexes, et **deux "dents"** étroites supérieures (et trois autres moins visibles en bas).

Cette espèce vit essentiellement sur les tiges et parfois les feuilles des grandes plantes des **zones humides**, comme les roseaux (dans la **roselière** ou **phragmitaie**), le marisque (**cladiaie**), les grandes laïches (**carïaie**) ; elle descend rarement dans la litière et semble préférer un substrat longuement inondé. Elle se nourrit probablement de micro-végétaux et de micro-champignons qui croissent eux-mêmes sur les tiges.

Cette espèce vit dans différents types d'habitats et même de microhabitats (de minuscules surfaces, ce qui rend sa recherche plus difficile encore), mais souvent dans la **litière** (débris des végétaux et d'autres organismes) des **zones humides** : **roselières** (ou **phragmitaies**), végétations de laïches (**carïaies**), et en particulier les marais alcalins à petites laïches ; elle grimpe occasionnellement sur les tiges. Sur le littoral on peut la trouver dans les végétations des arrières-dunes.



Les deux espèces sont plutôt **rare**s en France comme en Europe. Bien que leurs écologies soient encore mal connues, on sait que ces espèces sont menacées, notamment par la dégradation ou la destruction de leur habitat, à savoir les **zones humides** (et en particulier les marais).

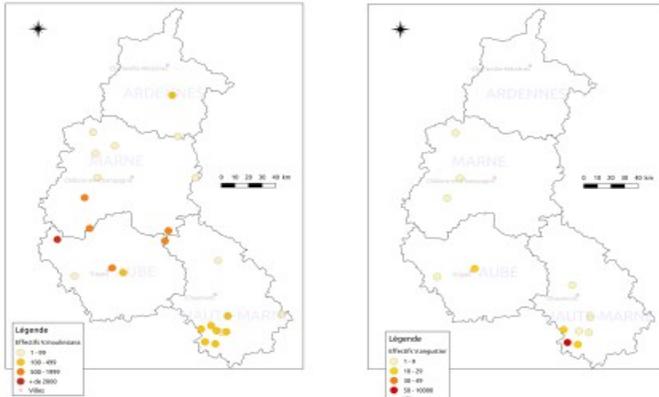
V. moulinsiana se retrouve dans de nombreux types de zones humides, et *V. angustior* semble plutôt cantonné aux anciens marais préservés.

Les inventaires et les résultats

En 2008 et 2010, une première campagne d'inventaire avait été menée par **Olivier Hesnard**. Dix ans après notre étude met à jour les connaissances et permet une première évaluation de l'évolution des populations sur cette période.

Le protocole est long et fastidieux : après avoir sélectionné les habitats réputés favorables aux espèces, on procède au **battage** de la **végétation** dans un bac, puis au dénombrement des individus de toutes les espèces ; on répète l'opération sur des points à intervalle régulier choisis à l'avance. Un **prélèvement de litière** est également effectué, qui sera analysé au laboratoire : il sera séché, puis tamisé, et toutes les espèces présentes seront également inventoriées et comptabilisées. Enfin, un grand nombre de **variables** est noté : météo, données stationnelles, habitats, etc.

Nous avons ainsi fait **plus de 1000 relevés** dans **32 sites** (sites Natura 2000 ou ZNIEFF). Nous avons trouvé *Vertigo moulinsiana* dans 25 sites et *Vertigo angustior* dans 12 sites. Ils sont ensemble dans 11 sites.



En un point comme en 1000 !

La situation semble bonne, mais à y regarder de plus près, *Vertigo moulinsiana* a été 'contacté' 360 fois, soit 34,68 % de nos inventaires, ce qui n'est finalement pas beaucoup ! *Vertigo angustior*, quant à lui, est présent sur 48 relevés, soit 4,62 %, ce qui est encore moins ! De plus, si nous avons comptabilisé près de 8000 coquilles du premier, ce sont seulement une cinquantaine du second que nous avons pu voir ! Entre 2008-2010 et 2017-2018, les deux espèces ont gagné et perdu différents secteurs ; très synthétiquement, on peut dire que *V. moulinsiana* est plutôt stable, tandis que *V. angustior* apparaît en nette régression. Les facteurs sont divers, mais c'est généralement la détérioration de l'habitat qui est en cause, celle-ci étant souvent d'origine anthropique (destruction, pollution...).



Quelques pistes...

La région peut s'enorgueillir d'avoir sur son territoire des secteurs historiquement et écologiquement patrimoniaux : le marais de Saint-Gond ou le marais de Villechétif, les sites du plateau de Langres, les étangs du Perthois ou d'Argonne... ce sont de nombreux habitats (sources, rivières et ripisylves, marais, rives d'étangs, etc.) qui sont concernés par ces quelques pistes :

+ des **préconisations de gestion**, des actions concrètes et réalisables : éviter ou empêcher la destruction physique des habitats, veiller au bon écoulement de l'eau ; être attentif à une juste hauteur d'eau ; maîtriser l'enrichissement qui peut "fermer" et assécher les zones humides ; limiter les dérangements divers et variés (sports nature, passages intempestifs dans les roselières) ;

+ **l'acquisition de connaissances** : nous manquons encore de données, notamment sur l'écologie ; en connaissant l'écologie on peut favoriser telle ou telle espèce de multiples manières ;

+ la **communication** et la **pédagogie**, enfin, auprès de tous et à tous les âges : les élus et les techniciens, les personnes qui vivent, travaillent, ou ont des activités sportives ou de loisir à proximité des sites naturels, les touristes, les scolaires... une plus grande familiarité avec les habitats et les espèces qu'ils abritent permet une meilleure compréhension des enjeux et facilite la concertation entre des acteurs aux pratiques différentes...

D'autres coquilles sur le territoire !

Il y a bien d'autres espèces de *Vertigo* avec ces deux-là :

V. moulinsiana, *V. pusilla*, *V. pygmaea*, *V. subvirens*, mais aussi plein d'autres espèces microscopiques ou non, et bien connues ou non !

Contacts utiles

Benoit Vincent (Coris)
13 rue Leboit
75018 Paris
06 41 99 00 80
benoit.vincent@coris.ovh

Sylvain Vrignaud
Rue du Port Chinard
7 Clos Joseph Laurent
03000 Neuvy
vrignaud.sylvain@free.fr
06 52 87 80 10

Nathalie Cauliez (Ecogée)
5 rue du Général de Gaulle
45130 Meung-sur-Loire
02 38 46 51 00
info@ecogee.fr



DREAL Grand Est
Site de Châlons-en-Champagne
1 rue du Parlement - BP 80556
51022 Châlons-en-Champagne Cedex
Tél : 03 51 37 60 00
Fax : 03 51 37 60 01

Crédits Réalisation, photographies des milieux et cartes Benoit Vincent / Dessins des coquilles Sylvain Vrignaud / Photographie de la frise des coquilles INPN/O.Gargomyr / Photographie des coquilles en couverture Zofia Kosackiewicz-Paruloka **Novembre 2018**