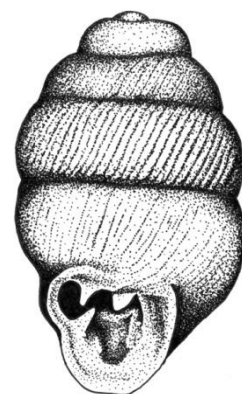


Suivi des populations du
Vertigo de Des Moulins
et du Vertigo étroit
dans le site Natura 2000
de la Haute vallée de l'Essonne

Année 1
février 2014



Sylvain VRIGNAUD – 7, Clos Joseph Laurent
03000 Neuvy
tél : 04-70-42-10-41 - vrignaud.sylvain@free.fr





Sommaire

Introduction.....	4
1. Méthodologie	5
1.1. Pour <i>Vertigo moulinsiana</i>	5
1.2. Pour <i>Vertigo angustior</i>	7
1.3. Stations linéaires	8
1.4. Variables supplémentaires	9
1.4.1. Malacofaune associée	9
1.4.2. Hauteur de la strate herbacée	9
1.4.3. Nature de la strate herbacée	10
1.4.4. Recouvrement des différentes strates végétales	10
1.4.5. Arbres	10
1.4.6. Humidité du sol.....	10
1.4.7. Hauteur de l'horizon humifère	11
1.4.8. Nature de l'horizon humifère	11
1.4.9. Compacité de l'horizon humifère.....	11
1.5. Dates.....	11
1.6. Conditions météorologiques et niveau d'eau	11
1.7. Pression d'échantillonnage.....	11
1.7.1. Battage de la végétation.....	11
1.7.2. Echantillonnage de litière : 10 cm X 10 cm	12
1.7.3. Echantillonnage de litière : 25 cm X 25 cm	13
1.7.4. Synthèse de la pression d'échantillonnage.....	14
2. Résultats.....	14
2.1. <i>Vertigo moulinsiana</i> , par station	14
2.1.1. Station ZP 1	14
2.1.2. Station ZP 2	15
2.1.3. Station ZP 3	15
2.1.4. Station ZP 4	15
2.1.5. Station ZP 5	15
2.1.6. Station ZP 6	15
2.1.7. Station ZP 7	16
2.1.8. Station ZP 8	16
2.1.9. Station ZP 9	16
2.2. <i>Vertigo angustior</i> par station	17
2.2.1. Station ZP 5	17
2.2.2. Station ZP 7	17
2.2.3. Station ZP 4	17
3. Discussion	18
3.1. Pour les stations	18
3.2. Bilan du statut biologique des espèces	18
3.2.1. <i>Vertigo moulinsiana</i>	18
3.2.2. <i>Vertigo angustior</i>	18
3.3. Adaptations du protocole pour les années à venir	18
Conclusion	20



Références bibliographiques	21
Liste des annexes	22
Annexe 1 : Vertigo de Des Moulins <i>Vertigo moulinsiana</i> (Dupuy 1849) - Synthèse bibliographique	23
Statut de protection	24
Distribution	24
Répartition en France	24
Biologie / écologie	25
Microhabitats	27
Habitats	28
Causes de régression	33
Conservation et gestion	34
Références bibliographiques	37
Annexe 2 : Vertigo étroit <i>Vertigo angustior</i> Jeffreys, 1830 - Synthèse bibliographique	39
Statut de protection	40
Distribution	40
Répartition en France	40
Biologie / écologie	41
Caractéristiques écologiques / habitats	42
Causes de régression	44
Conservation et gestion	44
Références bibliographiques	45
Annexe 3 : répartition des points d'échantillonnage et concentrations observées de <i>Vertigo moulinsiana</i>	47
Annexe 4 : répartition des points d'échantillonnage et concentrations observées de <i>Vertigo angustior</i>	51
Annexe 5 : données élémentaires - Coordonnées géographiques	53
Annexe 6 : données élémentaires - <i>Vertigo moulinsiana</i> et <i>Vertigo angustior</i>	57



Introduction

Les Vertigos de Des Moulins (*Vertigo moulinsiana*) et étroit (*Vertigo angustior*) figurent dans l'annexe 2 de la directive 92/43/CEE dite Habitats-faune-flore. En outre, ces espèces sont considérées comme vulnérables par l'UICN (CUTTELOD *et al.*, 2011). Bien que *Vertigo moulinsiana* soit présent de façon plus ou moins régulière le long des zones humides du bassin parisien (dont l'Île-de-France), il n'en demeure pas moins que cette espèce reste rare. La situation est pire pour *Vertigo angustior* qui ne possède pas d'autres localités où l'espèce soit encore présente dans la région. Des coquilles fossiles / subfossiles sont régulièrement trouvées dans les zones humides, mais sans population actuelle. Ces espèces ont ainsi fait l'objet de recherches spécifiques en 2012 (VRIGNAUD 2013). Plusieurs secteurs les abritant ont ainsi été cernés plus finement.

Cette étude a fait ressortir que la population de *Vertigo moulinsiana* y est particulièrement importante. Bien que l'exercice de dénombrement soit délicat pour ce type d'espèces et qu'il n'ait pas été effectué ailleurs, ce site héberge la population la plus importante d'Île-de-France (voire plus). Qui plus est, et comme nous l'avons vu plus haut, la Haute vallée de l'Essonne est l'unique localité actuellement connue en Île-de-France où subsiste encore *Vertigo angustior*. L'intérêt de la zone Natura 2000 pour ces deux espèces est donc conséquent, il peut lui être attaché une importance suprarégionale.

L'objectif de cette étude est d'établir les bases d'un suivi suffisamment rigoureux pour détecter des tendances à ces populations de gastéropodes. Pour *Vertigo moulinsiana*, la méthodologie classiquement utilisée est dérivée de KILLEEN & MOORKENS (2003). Celle-ci consiste à battre la végétation au dessus d'un bac (KILLEEN & MOORKENS préconisaient de couper la végétation et de la disposer au dessus d'une bâche afin d'y compter les escargots) à intervalle régulier de part et d'autre d'un transect préalablement défini. Or, d'une part, cette technique ne renseigne pas exactement sur la concentration d'individu, les dimensions et l'utilisation même du bac ne permettent pas de battre la végétation correspondant à une surface exacte. De même, cela ne permet de suivre que la portion de population montant sur la végétation, délaissant ainsi celle étant au niveau du sol lors de l'échantillonnage. Enfin, le transect ne permet pas de suivre une population présente sur une station "surfactive" (par opposition à une station linéaire comme sur une berge par exemple). En effet, il est impossible de garantir que le transect suivi révèle les variations de l'ensemble de la population. Ainsi, il est paru utile de proposer une méthodologie différente que celle de KILLEEN & MOORKENS. Ebauchée dans la première étude (VRIGNAUD 2013), elle est amendée dans celle-ci (*cf.* ci-dessous).

Par ailleurs, aucune méthode de suivi n'a été publiée jusqu'alors concernant *Vertigo angustior*. Ainsi, cette première approche pour cette espèce reste donc expérimentale.

On notera de plus qu'afin de connaître l'ensemble de la population sur une surface donnée, il faut prendre en compte les individus présents sur la végétation et ceux présents au niveau du sol. Cela est d'autant plus vrai pour une espèce telle que *Vertigo angustior* qui se développe préférentiellement au niveau de la litière (*cf.* annexe 1). Pour ce faire, il y a nécessité d'échantillonner la litière, de la faire sécher, de la tamiser et d'identifier les coquilles présentes et de juger leur état de fraîcheur (afin de ne prendre en compte que les individus considérés comme vivant au moment de l'échantillonnage). Or cette opération prend un temps considérable (de l'ordre de 30 minutes à 45 minutes pour un échantillon de 25cm X 25cm juste pour le tamisage, soit de l'ordre 1h30 à 2h00 pour l'ensemble de l'opération). Ainsi, l'objectif de l'expérimentation est de pouvoir cerner (avec un intervalle de confiance le plus précis possible) la population totale à partir du nombre d'individus présent sur la végétation et des variables environnementales simples. Ainsi, cette première approche de statistiques inférentielles sera abordée après la présentation des premiers résultats.



1. Méthodologie

L'appréhension des variations d'effectifs est un exercice particulièrement difficile et délicat. Dans une situation idéale, cela consisterait à compter les individus une année puis à effectuer une comparaison interannuelle. Deux variables sont alors à estimer: les densités et l'étendue de la station. L'estimation des densités est difficile en raison d'une forte hétérogénéité spatiale et temporelle. L'intervalle de confiance est donc grand. Un des problèmes réside dans la définition spatiale de la station. La délimitation de celle-ci est rarement nette. L'estimation précise est donc illusoire, seule une estimation grossière peut-être approchée. De plus, les variations temporelles de densités des espèces concernées sont conséquentes. Documentées pour *Vertigo moulinsiana*, elles peuvent atteindre des variations de facteur 12 de façon saisonnière et de facteur 3 entre 2 pics annuels (KILLEEN, 2003). L'intervalle de confiance issu de chaque estimation annuel risque d'être trop grand pour pouvoir dégager des tendances à terme différentes des variabilités intrinsèques à l'espèce. C'est pourquoi, une estimation des variations à partir d'un dénombrement paraît être un exercice trop compliqué et surtout trop chronophage.

Pour résoudre ce problème, un protocole tenant compte d'une partie de ces éléments a été proposé : il consiste à échantillonner des points de façon régulière (sur un damier) (VRIGNAUD, 2013) en la rendant tenable à long terme et moins destructive.

S'appuyant sur cette approche, cette présente étude vise à perfectionner cette méthode.

Afin de clarifier la lecture, les points d'échantillonnage sont définis comme étant les intersections d'un quadrillage imaginaire sur lesquels des prélèvements ont lieu (cas de *Vertigo moulinsiana* pour lequel il y a 3 prélèvements par point d'échantillonnage).

1.1. Pour *Vertigo moulinsiana*

Le battage de la végétation au dessus d'un bac ne correspond pas avec rigueur à la population qui y est présente. En effet, le fait de prendre un bac avec des dimensions importantes 37 * 65 cm et une profondeur de 20 cm ne permet pas de secouer exactement la même surface quelque soit la hauteur de la strate herbacée. De même, seuls les individus montant sur la végétation sont alors repérés. Bien que cette méthode soit adaptée pour l'évaluation de la présence / absence des espèces dans une optique d'inventaire comme cela a été effectué pour Breuil-le-Sec (Oise) (VRIGNAUD, 2007), Marais d'Episy (Seine-et-Marne) (VRIGNAUD, 2010), elle n'est pas pertinente pour un suivi efficace.

Afin d'augmenter en précision, la taille échantillonnée est réduite à 25 * 25 cm, mais les prélèvements nombreux (cf. ci-dessous). Pour chaque prélèvement, une double approche est effectuée. Une recherche à vue est faite sur la surface de la litière et sur les premiers centimètres de la végétation. Puis, la strate herbacée du carré de 25 * 25 cm est secouée sur un bac spécialement conçu pour (cf. figure n°1 et n°2). Les coquilles ainsi récoltées sont identifiées et comptées sur le terrain. L'opération est répétée 3 fois par point d'échantillonnage (suivant les points cardinaux lorsque l'observateur à chaque arrivée sur un point d'échantillonnage, sauf celui d'où il vient). Pour évaluer la proportion d'individus présents dans la litière par rapport à celle présente sur la végétation, la litière correspondante a été récoltée séchée, tamisée puis identifiée (avec une distinction des coquilles anciennes de celles récentes) pour 30 échantillons tirés aléatoirement. Cette approche permet d'appréhender la population totale du carré de 25 * 25 cm tant en hauteur qu'au niveau de la litière. La proportion de la population de la litière est ainsi connue et pourrait éventuellement être extrapolée pour les années suivantes. Cependant, cette évaluation doit être répétée encore quelques années afin de fiabiliser les résultats.

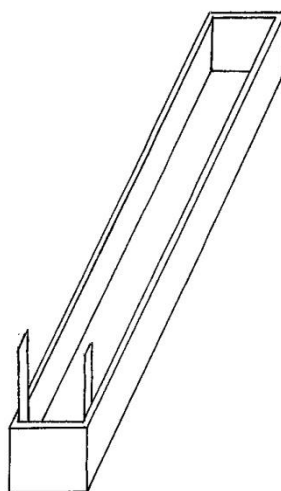


Figure n°1 : bac de battage de la végétation (quadra de 25 X 25 cm)

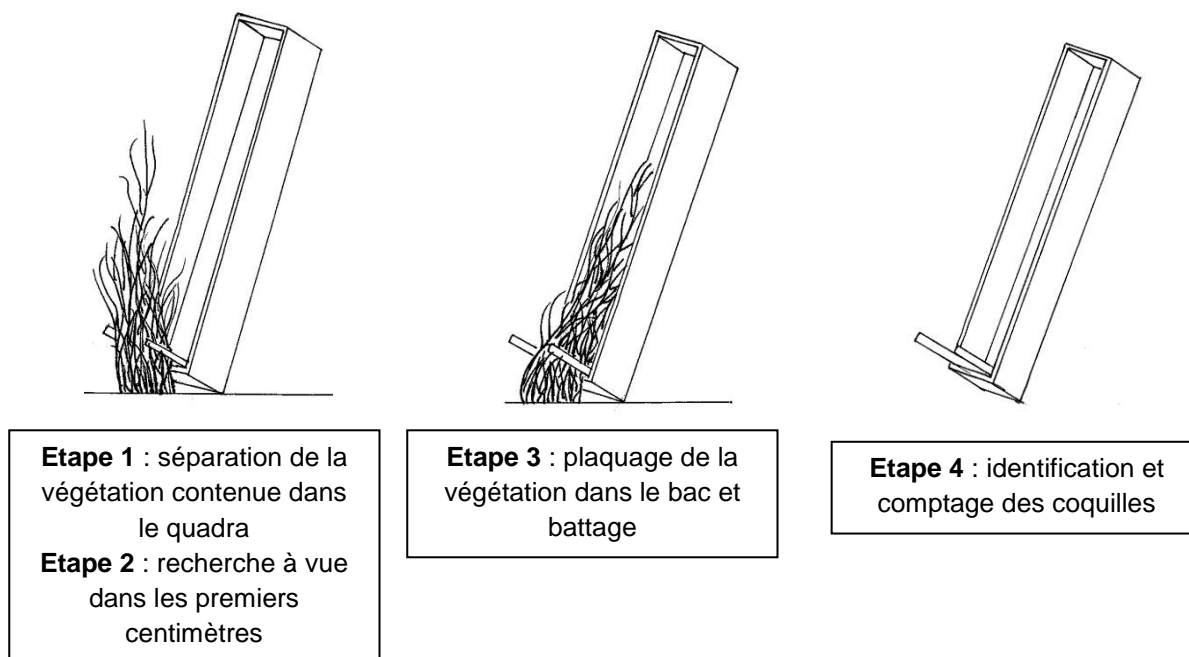


Figure n°2 : mise en situation du bac de battage

L'objectif *in fine* étant d'avoir un protocole tenable dans le temps (avec des financements maîtrisés).



1.2. Pour *Vertigo angustior*

En raison de la difficulté de détection de l'espèce (elle ne vit que dans la litière et les premiers centimètres de la végétation), l'approche a été appréhendée de façon différente. Elle consistera, à terme, à effectuer une approche présence / absence de l'espèce pour chaque point de prélèvement. Cette méthodologie récente est adaptée pour les espèces difficiles à détecter (BESNARD, 2010). Elle se base sur un historique acquis au fil des ans et des relevés (cf. figure n°3). On peut traduire par 1 la présence avérée de l'espèce et par 0 le fait qu'elle n'ait pas été détectée (absence réelle ou espèce ratée). On peut donc estimer à partir de ce type de données la probabilité de détection de l'espèce.

Cette pratique permet d'estimer la probabilité d'occupation moyenne d'une espèce sur une zone, en se basant sur une probabilité de détection. Ainsi, lors de la première année, une recherche à vue est effectuée dans la litière d'un carré de 10 * 10 cm (parfois lui-même inclus dans le carré de 25 * 25 cm de *Vertigo moulinsiana* (cf. ci-dessus)) pendant 2 minutes. Le résultat (négatif comme positif) est alors noté. Le seuil de détectabilité est évalué (à partir de combien d'individus présents dans la litière arrive-t-on à déceler la présence de l'espèce?). La première année, tous les échantillons de 10 * 10 cm ont été séchés, tamisés et identifiés.

Dès lors que l'on dispose de cette probabilité de détection, nous pouvons en déduire la probabilité qu'un site sur lequel l'espèce n'a jamais été vue soit pourtant occupé. En effet, si la probabilité de détection de l'espèce est faible, la probabilité qu'elle ait été ratée plusieurs fois de suite sur un site sur lequel elle est pourtant présente peut être forte. L'intérêt de cette méthode est donc de fournir pour tous les sites « négatifs » (c'est-à-dire où l'espèce n'a jamais été détectée) un degré de confiance dans l'absence de l'espèce.

100101	Site occupé mais espèce souvent ratée
111011	Site occupé et espèce souvent détectée
000000	Site occupé et toujours raté ou site non occupé par l'espèce ?

Figure n°3 : Présence - absence, exemples types d'historique de capture par espèce



En partant du principe, par exemple, que si celle-ci régresse, on pourra conclure en une réduction des effectifs de la station (cf. figure n°4).

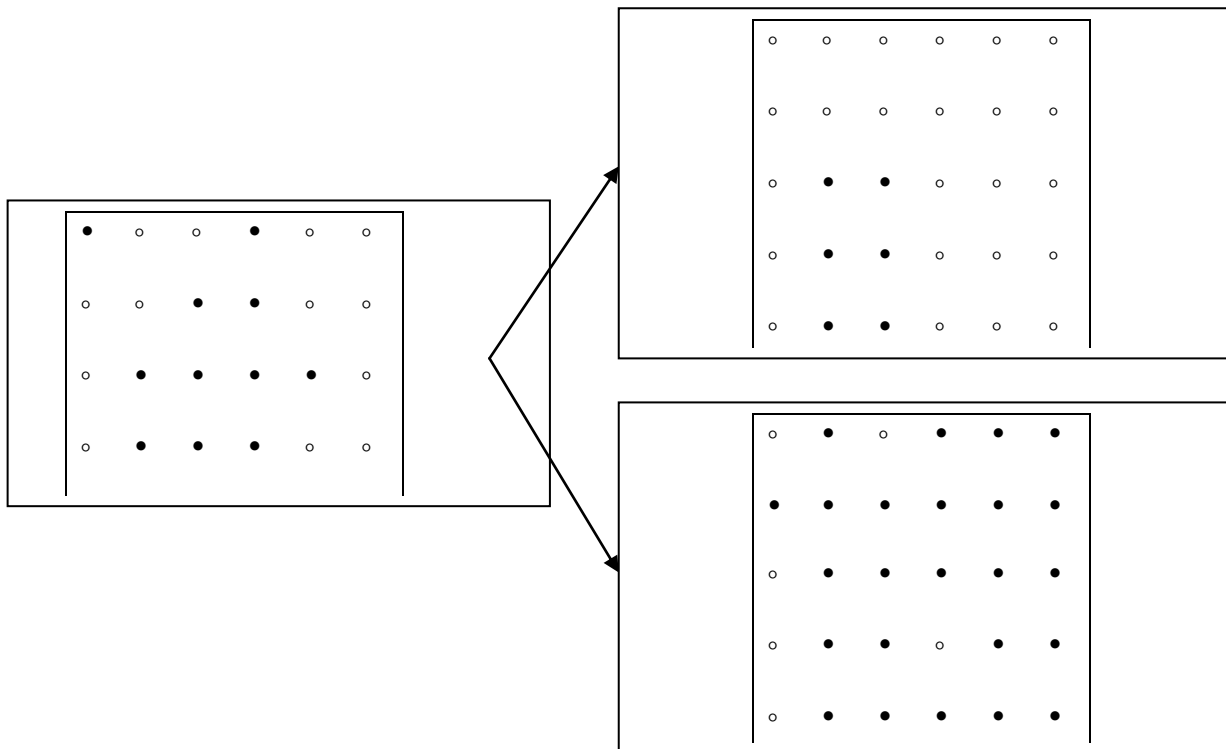


Figure n°4 : scénarios de suivi par la présence (rond plein) / absence (rond vide) de *Vertigo angustior* sur une station

L'objectif à terme étant d'alléger le suivi tout en restant sur une pression d'échantillonnage suffisante, d'une part. Mais aussi en altérant le moins possible la population et son habitat par des prélèvements pour un suivi qui risquerait de devenir contre productif d'autre part.

L'objectif est qu'une fois la détectabilité évaluée, seule la recherche à vue soit menée dans la litière par la suite.

1.3. Stations linéaires

Les stations linéaires ne sont pas complètement concernées par ces problématiques. En effet, KILLEEN & MOORKENS (2003) ont élaboré un protocole bien adapté à ce cas de figure. Cela consiste à battre la végétation à intervalle régulier sur des distances variables suivant les sites (cf. tableau n°2). Le même système de battage est utilisé pour toutes les stations surfaciques (cf. schéma n°1). Les coquilles ainsi récoltées ont été comptées et identifiées sur le terrain. Une différenciation est faite entre les berges de rivière où seule la végétation du côté proche de l'eau sera secouée et les layons de chasse où le battage a eu lieu de part et d'autre du milieu du layon.



1.4. Variables supplémentaires

1.4.1. Malacofaune associée

Lors des prélèvements et tout particulièrement lors de l'échantillonnage de litière, toutes les coquilles récentes ont été identifiées jusqu'au rang taxonomique identifiable le plus petit. Les coquilles anciennes sont identifiées mais pas dénombrées. L'objectif étant de caractériser la malacofaune associée le plus finement possible. En outre cela permet d'appréhender les variations d'habitats à l'échelle très locale par le témoignage temporelle des coquilles anciennes.

Les coquilles ont été identifiées à partir des ouvrages suivants :

- KERNEY M.P., CAMERON R.A.D., 1999 - Guides des escargots et limaces d'Europe. Adaptation française : Bertrand A. *Delachaux et Niestlé*. 370 p. Paris.
- GLOËR P., MEIER-BROOK C., 2003 - Süßwassermollusken, 13 neubearbeitete Auflage, Deutscher Jungendbund für Naturbeobachtung. 134 p.
- HAUSSER J., 2005 – Clé de détermination des Gastéropodes de Suisse. Fauna Helvetica 10. 191 p. Neuchâtel.
- VRIGNAUD, S., 2013 - Les vertiginidae de France - *Margaritifera* 10. 8 pages,

1.4.2. Hauteur de la strate herbacée

Sur tous les points d'échantillonnage (échantillonnage de litière comme battage de la végétation), la hauteur de la végétation (strate herbacée) a été mesurée. Comme cela a été révélé, celle-ci est un facteur particulièrement important de densité de population (AUSDEN *et al.*, 2005 ; VRIGNAUD, 2013).

Cependant, lors de la deuxième période de prospection, quelques localités possédaient une végétation couchée sous le poids notamment du liseron (*cf.* figure n°5). Quand cette situation a été constatée, aucune donnée de ces paramètres n'a été renseignée.

Figure n°5 : Exemple de végétation couchée sous le poids du liseron





1.4.3. Nature de la strate herbacée

La nature de la végétation (principales espèces végétales) a été notée. Ainsi, le pourcentage de recouvrement de la strate herbacée a été évalué pour chaque espèce végétale dans le mètre carré du lieu d'échantillonnage.

De même, des photographies systématiques référencées et orientées ont été prises afin d'assurer un suivi de la végétation sur des critères plus subjectifs mais pas moins pertinents.

1.4.4. Recouvrement des différentes strates végétales

Afin d'apprécier le rôle (ponctuellement, mais aussi dans le temps) du développement des différentes strates, le recouvrement de celles-ci a été apprécié dans le m² autour du point d'échantillonnage. Ainsi, les strates herbacées, arbustives et arborées ont été catégorisées dans les classes suivantes : de 0 à 10 %, de 10 à 25 %, de 25 à 50 %, de 50 à 75 %, > 75 % et 100 %.

1.4.5. Arbres

La présence d'arbres pouvant influencer sur le recouvrement, sur l'accumulation de litière mais aussi sur l'assèchement de celle-ci, tous les arbres se trouvant dans un rayon de 10 m ont été comptés et identifiés.

1.4.6. Humidité du sol

L'humidité du sol a été renseignée sur chaque point de prélèvement suivant la méthode KILLEEN & MOORKENS (2003). Ce critère est certes variable de façon saisonnière, mais la période de prospection correspond normalement à la plus sèche de l'année. Cinq catégories ont été définies : Sec (humidité non visible à la surface du sol), moite (sol visiblement moite, mais l'eau n'apparaît pas sous la pression), humide (l'eau apparaît sous une faible pression), très humide (eaux présente généralement moins de 5 cm de profondeur), site sous l'eau (profondeur supérieure à 5 cm) (cf. figure n°6).



Figure n°6 : exemple d'humidité du sol de catégorie 5 (profondeur supérieure à 5 cm)



1.4.7. Hauteur de l'horizon humifère

Afin d'appréhender la hauteur de litière utilisable soit comme milieu de vie (pour *Vertigo angustior*) soit comme milieu de ponte (pour *Vertigo moulinsiana*), elle a été mesurée à l'aide d'un mètre pliant délicatement enfoncé dans le substrat jusqu'à ce que celui-ci offre une résistance. L'opération a été répétée 4 fois dans l'échantillon de 25 * 25 cm (pour le battage) ou une seule fois pour l'échantillon de 10 * 10 cm (pour la litière).

1.4.8. Nature de l'horizon humifère

La nature des résidus de végétaux composant l'horizon humifère est très certainement un facteur important. Afin de déterminer cet aspect, ce critère a été relevé. Plusieurs classes ont donc été notées : cypéracés, graminées, dicotylédones (herbacés), arbres (feuilles).

1.4.9. Compacité de l'horizon humifère

L'horizon humifère occupant une place importante dans le cycle de vie de nos escargots, sa compacité a été appréciée. Ainsi, elle est qualifiée de : compacte / tassée, assez compacte et meuble / non compacte/friable.

1.5. Dates

Il a été effectué deux périodes d'échantillonnage : du 23 et 26 juillet 2013 et les 30 et 31 août de cette même année.

1.6. Conditions météorologiques et niveau d'eau

Les conditions météorologiques lors du premier passage (fin juillet) étaient quelques peu perturbées par des orages localisés accompagnés de grêle. Ceux-ci ont concernés la zone dans la nuit du 25 au 26 juillet interrompant du coup les prospections.

Lors du deuxième passage, les conditions météorologiques étaient anticycloniques et optimales. Cependant, au niveau de la station ZP 5 (Pré du buisson), le niveau d'eau a considérablement augmenté au point de former une lame d'eau de quelques centimètres. Cette élévation est probablement due à une fermeture plus importante du Moulin Rojéau situé en bordure aval du site. L'eau y arrivait depuis les berges par percolation à travers le talus issu des curages anciens, mais surtout du sud-est du site (*a priori* en provenance de l'Essonne via un chenal partant vers l'est). L'échantillonnage de litière a donc été impossible pour certains points de prélèvement car celle-ci était submergée.

1.7. Pression d'échantillonnage

1.7.1. Battage de la végétation

Le battage de la végétation au dessus d'un bac calibré a été pratiqué 342 fois. Le tableau suivant détaille la répartition de ces battages en fonction du type de stations

Type de station	Linéaire - sentier	Linéaire - berges	surfactive	TOTAL
Nb de points de prélèvement	30	16	96	142
NB de battage	60	16	266	342
Surface battue	3,75	1	16,625	21,375

Tableau n°1 : répartition du nombre de battages en fonction du type de station

Géographiquement, ces points sont répartis de façon homogène sur chaque site. Il a en effet été choisi d'appliquer un quadrillage de taille variable en fonction des sites. Le tableau suivant indique l'écartement entre chaque relevé (taille des mailles) et l'annexe 3 localise ces points d'échantillonnage sur l'orthophoto.



Station	Type de station	Longueur / surface	Ecartement entre les points	Nombre de points	Nombre de battage	Nombre de points pour...
ZP1	Linéaire (berge)	80 m ²	10 m	2	2	1 pour 5 m
ZP2	Linéaire (sentier)	520 m ²	10 m	30	60	1 pour 10 m
ZP3	Linéaire (berge)	7 200 m ²	10 m	14	14	1 pour 10 m
ZP4	Surfacique	3 800 m ²	-	1	3	1 pour 3 800 m ²
ZP5	Surfacique	2 ha	20 m	46	138	1 pour 435 m ²
ZP6	Surfacique	9 400 m ²	40 m	5	15	1 pour 1 880 m ²
ZP7	Surfacique	11 ha	60 m	23	69	1 pour 4 780 m ²
ZP8	Surfacique	7,3 ha	50 m	19	57	1 pour 3 842 m ²
ZP9	Linéaire (sentier)	6 800 m ²	20 m	7	14	1 pour 971 m ²

Tableau n°2 : écartement entre chaque point d'échantillonnage et nombre de points d'échantillonnage en fonction des stations (longueur et surface des stations suivant VRIGNAUD 2013)

1.7.2. Echantillonnage de litière : 10 cm X 10 cm

L'échantillonnage de litière sur une surface de 100 cm² a été systématiquement pratiqué sur les stations où *Vertigo angustior* a été préalablement observé. Ce sont les stations ZP 5 et ZP 7 (cf. figure n°7 et n°8). Cependant, sur la station ZP 5, lors du passage du 30 et du 31 juillet, le niveau d'eau étant tellement haut que la litière était noyée et rendait tout prélèvement impossible (16 points sont ainsi concernés). Les cartes suivantes localisent les points de prélèvements de litière (carré de 10 X 10 cm).

La pression d'échantillonnage est synthétisée dans le tableau suivant (cf. tableau n°3).

Station	Surface	Ecartement entre les points	Nombre de prélèvement	1 prélèvement pour ...
ZP 5	2 ha	20 m	26	1 pour 770 m ²
ZP 7	11 ha	60 m	22	1 pour 5 000 m ²

Tableau n°3 : Pression d'échantillonnage pour *Vertigo angustior*

Ce sont donc 48 échantillons de 0.01 m² qui ont été prélevés, séchés, tamisés et dont les coquilles récentes ont été identifiées et comptées.

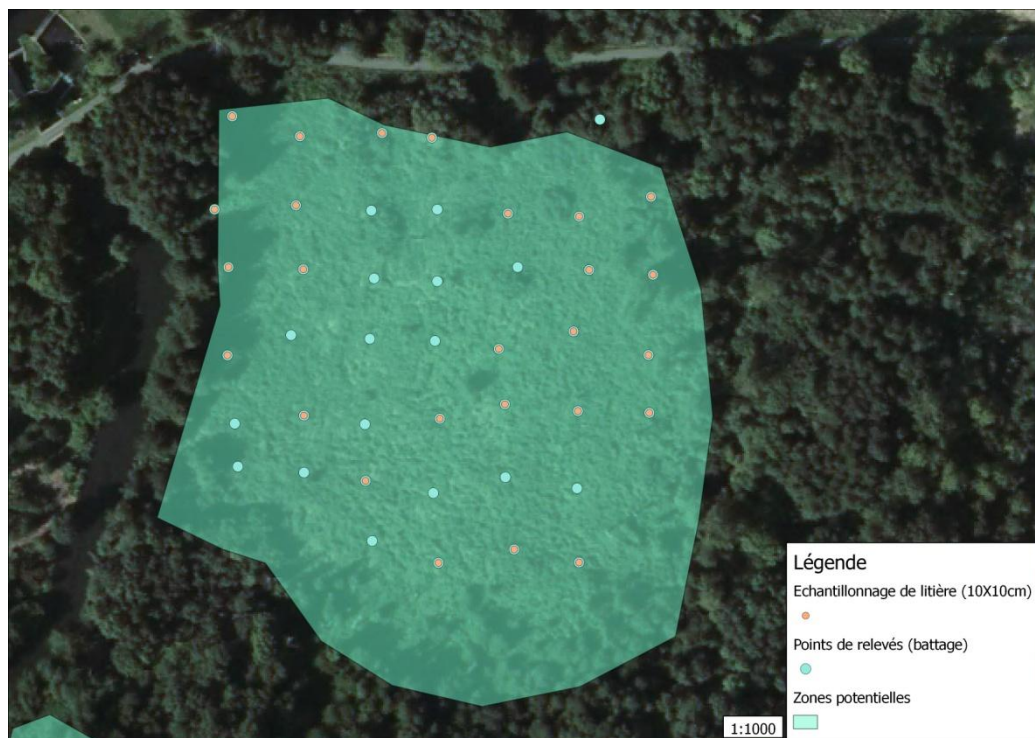


Figure n°7 : localisation des échantillonnages de litière (10 X 10 cm) sur la station ZP 5

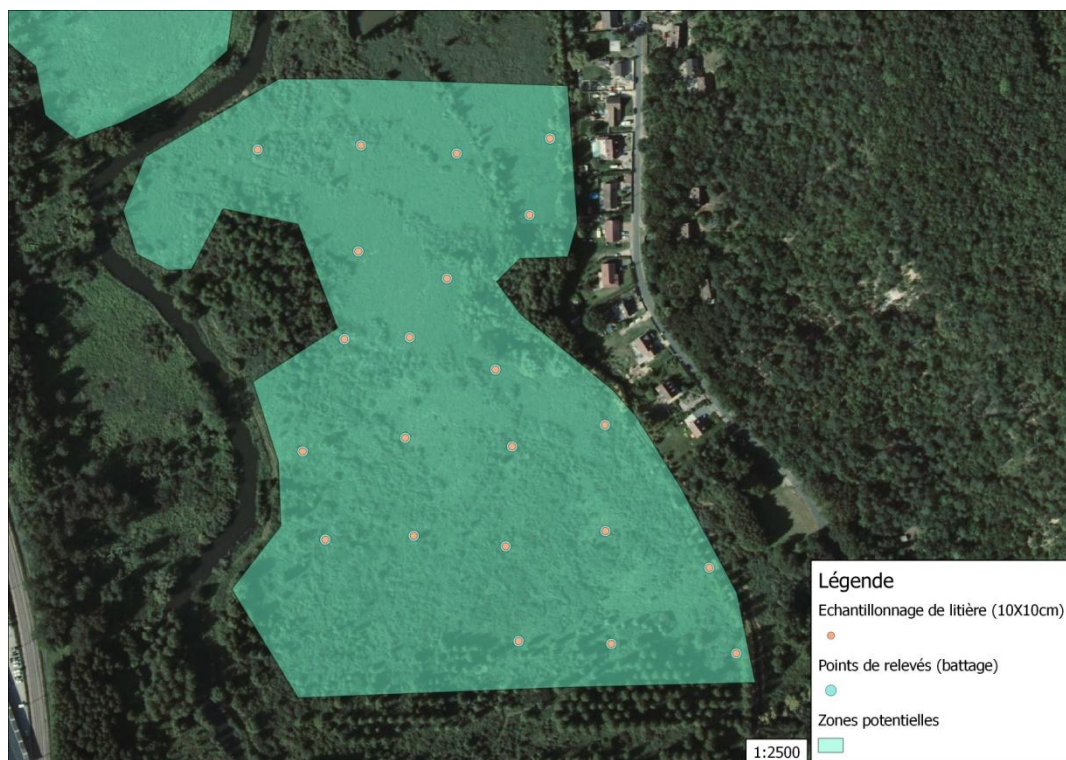


Figure n°8 : localisation des échantillonnages de litière (10 X 10 cm) sur la station ZP 7

1.7.3. Echantillonnage de litière : 25 cm X 25 cm

L'échantillonnage de litière sur des surfaces de 25 X 25 cm (soit 0,0625 m²) a été pratiqué sur les mêmes carrés secoués et où *Vertigo moulinsiana* était présent ou potentiellement présent (ZP) et sur des stations surfaciques. Le choix a été fait de façon aléatoire.



La pression d'échantillonnage est synthétisée dans le tableau suivant (cf. tableau n°4).

Station	Surface	Nombre de prélèvement	1 prélèvement pour ...
ZP 4	3 800 m ²	2	1 900 m ²
ZP 5	2 ha	7	2 860m ²
ZP 6	9 400 m ²	1	9 400 m ²
ZP 7	11 ha	12	9 170 m ²
ZP 8	7,3 ha	10	7 300 m ²

Tableau n°4 : Pression d'échantillonnage par l'échantillonnage de litière de 25 X 25 cm

32 échantillons de litière sur des carrés de 25 cm de côté ont donc été échantillonnés.

1.7.4. Synthèse de la pression d'échantillonnage

Les différents échantillonnages concernent parfois les mêmes localités. Le tableau suivant (cf. tableau n°5) récapitule les différents types de méthodes et leurs répartitions suivant les stations.

Station	Points de prélèvements	Battages (total)	Battage + échantillons de 10 cm X 10 cm	Battages + échantillons de 25 cm X 25 cm	Battage + échantillons de 10 X 10 cm + 25 X 25 cm
ZP 1	2	2	0	0	0
ZP 2	30	60	0	0	0
ZP 3	14	14	0	0	0
ZP 4	1	3	0	2	0
ZP 5	46	138	19	2	5
ZP 6	5	15	0	1	0
ZP 7	22	72	10	0	12
ZP 8	19	57	0	9	0
ZP 9	7	18	0	0	0
TOTAL	146	379	29	14	17

Tableau n°5 : synthèse des échantillonnages

2. Résultats

2.1. *Vertigo moulinsiana*, par station

Vertigo moulinsiana est témoigné dans 91 carrés de 25 X 25 cm (battage et / ou litière) et dans 4 échantillons de litière de 10 X 10 cm uniquement. Par ailleurs, nous avons une vision exhaustive sur 32 carrés (correspondant à 32 échantillons de litière + battage), mais l'espèce n'est présente que sur 14 de ces carrés.

2.1.1. Station ZP 1

Cette station située juste au bord de l'Essonne est de taille réduite (10 m de long) et concerne une berge en *Carex* le long de la rivière (elle possède une largeur d'environ 1 m).

Le battage situé le plus au nord a permis de récolter 8 *Vertigo moulinsiana*. Celui le plus au sud, distant de 10 m se situe en limite sud et n'a pas permis la récolte d'individus de la même espèce.

Cette station n'avait pas été repérée lors de la précédente étude, elle avait cependant été signalée par un tiers (VRIGNAUD 2013). Il s'agit d'une petite population avec un enjeu très local.



2.1.2. Station ZP 2

Malgré les 30 points d'échantillonnage espacés tous les 10 mètres et les 60 battages de part et d'autre le long de ce sentier, aucun *Vertigo moulinsiana* n'a été noté. Lors de l'élaboration du Document d'Objectifs, seules 4 points avait fait l'objet de découverte de l'espèce (BIOTOPE et PNR du Gâtinais Français 2009), mais elle n'avait pas été retrouvée en 2013 (VRIGNAUD 2013)

2.1.3. Station ZP 3

La station ZP 3 est située le long d'un ancien méandre de l'Essonne. Une roselière mélangée de *Carex* se développe sur la berge. Sur les 14 battages, 5 ont permis de récolter du Vertigo de Des Moulins. Les concentrations moyennes sur la végétation pour les relevés positifs sont de 3,2 ind. pour 0,0625 m² soit 51,2 ind / m² (minimum : 16 ind/m² ; maximum : 80 ind. / m². L'annexe 5 - figure 2 illustre géographiquement la station.

2.1.4. Station ZP 4

La station ZP 4 n'avait pas été trouvée lors des prospections en 2013 (VRIGNAUD 2013). Son emprise fut élaborée à l'aide des informations du Document d'objectifs (BIOTOPE et PNR du Gâtinais Français 2009) et à partir de l'orthophoto. Ce milieu s'est révélé très hétérogène et présentant peu de faciès favorable à l'espèce. Le seul point d'échantillonnage se fit dans un milieu de taille réduite et paraissant favorable. Mais aucun *Vertigo moulinsiana* ne fut trouvé ni par le battage de la végétation, ni par l'échantillonnage de litière (2 carrés de 0.25 X 0.25 cm).

2.1.5. Station ZP 5

La station ZP 5 avait été identifiée comme hébergeant une importante population de Vertigo de Des moulins en 2013 (VRIGNAUD 2013). 19 points de prélèvement (48 battages) se sont révélés fructueux avec une moyenne de près de 4,7 individus pour 0,0625 m² soit 64 ind. / m² pour les relevés positifs. Avec un intervalle de confiance à 95 % particulièrement grand (de 1 à 17,85 ind. par battage).

En outre, sur les 7 échantillons de litière de 0.25 X 0.25 m, seuls 3 abritaient l'espèce. Sachant par ailleurs que sur ces 3, seul 1 révèle une présence dans la litière alors que l'espèce était absente de la végétation.

2.1.6. Station ZP 6

La station ZP 6 abrite une population relativement "moyenne" comparé au restant du site. Par ailleurs, elle possède un gradient progressif du nord (du long de la route) au sud, du plus humide au plus sec. Ainsi, l'espèce n'a été trouvée que le long de la route soit 2 points (avec 5 battages) sur les 5. La moyenne des relevés positifs est de 3,6 ind. / battage soit 57,6 ind. / m² (minimum : 32 ; maximum : 96 ind. / m²). En outre, les échantillons de 10 cm X 10 cm normalement destinés à la recherche de *Vertigo angustior* n'ont pas permis de découvrir de nouvelles stations non préalablement découvertes par les autres techniques d'échantillonnage.



2.1.7. Station ZP 7

La station ZP6 est particulièrement grande et peut être divisée de façon simplifiée en 2 parties : celle au nord est plutôt humide et composée principalement de roselière, celle au sud est plus sèche et possède de nombreux buissons. Aucune *Vertigo moulinsiana* n'a été décelé par le battage de la végétation.

Par contre, les échantillons de litière ont révélé des individus sur 8 points de prélèvements. Ainsi, 5 échantillons de 25 cm X 25 cm et 3 de 10 X 10 cm ont révélé la présence de l'espèce.

Cette présence est principalement au nord, en limite est, ouest et sud du site. Cependant, pour cette dernière station, cela se situe dans un contexte particulier car cette zone bordant la peupleraie est plutôt sèche et à priori trop sèche pour accueillir l'espèce.



Figure n°9 : sur la station ZP 7 la répartition de *Vertigo moulinsiana* est très hétérogène

2.1.8. Station ZP 8

Cette station abrite la plus grosse population du site Natura 2000 (et probablement plus encore). Les concentrations n'y sont pas très élevées, mais la superficie du site est importante. L'échantillonnage n'a pas pu être mené sur l'ensemble du site comme il était initialement prévu. La partie sud n'a ainsi pas pu être prospectée. Cependant, les recherches déjà effectuées permettent d'apprécier une répartition vaste de la population. Sur les 19 points d'échantillonnage, 14 révèlent la présence de l'espèce. 16 ont révélé la présence de *Vertigo moulinsiana* grâce au battage (sur 25 carrés de 25 X 25 cm) et 3 uniquement grâce à l'échantillon de litière de 25 X 25 cm. Les concentrations moyennes (battage) sont de 3,88 pour 0,0625 m² soit 62,08 ind. / m² par battage positif (minimum de 16 ind. / m² ; maximum de 304 ind. / m²).

2.1.9. Station ZP 9

La station ZP 9 avait été jugée comme étant potentielle du fait qu'elle présentait un faciès a priori favorable. L'isolement par rapport au réseau hydrographique pouvait isoler le site d'une colonisation par dévalaison. L'année 2013 ayant été particulièrement pluvieuse, le niveau d'eau est monté au point de connecter ce site au réseau hydrographique. C'est pourquoi, il paraissait judicieux de prospecter cette station potentielle en 2013. Les 7 points d'échantillonnage (avec les 14 battages) n'ont pas permis d'attester la présence de *V. moulinsiana*.



2.2. *Vertigo angustior* par station

Vertigo angustior a été retrouvé dans 7 carrés de 10 X 10 cm, dans 4 battages (dont 1 concerné par un carré de 10 X 10 cm) et dans 2 échantillons de litière de 25 X 25 cm. En revanche, aucune recherche à vue n'a été fructueuse pour la recherche de cette espèce.

2.2.1. Station ZP 5

La station ZP 5 avait préalablement été trouvée en 2013 (VRIGNAUD 2013). Elle a été identifiée comme étant l'une des dernières stations de *Vertigo angustior* actuellement connue en Ile-de-France avec la ZP 7. En 2013, 4 battages ont été positifs grâce au secouage de la végétation (sur 3 points de prélèvements). En outre 3 échantillons de litière de 10 X 10 cm ont permis de détecter l'espèce (1 étant commun à un point de prélèvement). Le secteur où l'escargot a été retrouvé correspond à celui de l'année précédente, à l'exception d'un point situé au nord-ouest de la station. Les concentrations relevées en 2013 sont de 1 à 10 par battage (moyenne de 4, n = 4) et de 1 à 7 pour des échantillons de litière de 10 X 10 cm (moyenne de 2.75, n = 4). Aucun prélèvement de litière de 25 X 25 cm n'a révélé le *Vertigo* étroit.

2.2.2. Station ZP 7

Elle avait été trouvée en 2012 sur un point de prélèvement situé au sud de la zone (VRIGNAUD 2013). En 2013, l'échantillonnage plus systématique a permis de trouver l'espèce dans 2 points supplémentaires (celui médian étant très proche de celui de 2012), mais tous situés dans le sud en partie médiane. Les concentrations y sont très faibles, à chaque fois que des coquilles fraîches ont été détectées, seule 1 individu était présent par échantillon de litière de 10 X 10 cm.

2.2.3. Station ZP 4

Dans le cadre des prospections axés sur *Vertigo moulinsiana*, deux échantillons de litière de 25 X 25 cm ont été prélevés sur un même point de prélèvement (l'un au nord, l'autre à l'est). Ceux-ci ont révélé la présence de *Vertigo angustior* avec respectivement 12 et 13 individus par échantillons soit entre 192 et 208 ind. / m². Ainsi, cette micro zone de *Carex* abrite une petite population de *Vertigo angustior*.

Figure n°10 : la station ZP 4 abrite une petite population de *Vertigo angustior* sur quelques mètres carrés





3. Discussion

Avec un échantillonnage poussé, cette première année dresse un tableau précis du statut des espèces sur le secteur. Cette approche géographique revêt un caractère précieux du fait des difficultés d'évaluation des densités (cf. ci-dessous). C'est pourquoi, la répartition des points d'échantillonnage devra suivre le même schéma les années à venir afin de pouvoir comparer l'évolution du statut des espèces années après années.

3.1. Pour les stations

En l'état actuel des connaissances, il n'est guère possible de mettre en perspective les données. Seul un recul de quelques années permettra de faire le bilan de l'évolution du statut des espèces, station par station.

3.2. Bilan du statut biologique des espèces

3.2.1. *Vertigo moulinsiana*

Le Vertigo de Des Moulins est bien présent sur les stations ZP 3, 5, 6 et 8. Sur les autres stations, soit sa présence est localisée, soit elle est hétérogène. Ces variations s'expliquent très certainement par des variations de conditions stationnelles. Le recul de plusieurs années permettra d'être plus complet sur ces aspects.

3.2.2. *Vertigo angustior*

Avec la découverte de la présence du Vertigo étroit sur la station ZP 4, le secteur compte ainsi 3 stations (ZP 5 et ZP 7 déjà connues). Cependant, cette station est très localisée et ne couvre que quelques mètres carrés. Mais il s'agit là encore du seul secteur où *Vertigo angustior* est encore présent en région Ile-de-France.

3.3. Adaptations du protocole pour les années à venir

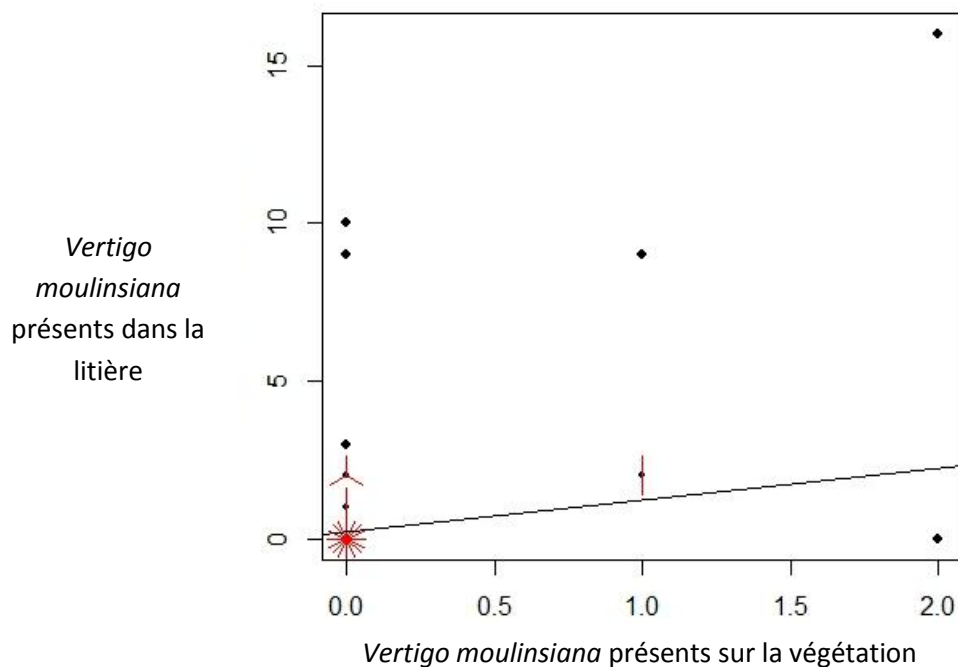
Un des enjeux de cette première année de mise en œuvre du protocole est son évaluation. A la fois en terme d'opérationnalité que d'intérêt en vue d'un suivi pluriannuel.

La méthodologie proposée permet une approche particulièrement intéressante en termes de répartition géographique qui semble être un élément clef dans le suivi de populations (cf. ci-dessous). Pour des aspects opérationnels, elle est particulièrement éprouvante physiquement. Marcher dans une roselière est un exercice physique difficile. Ainsi, cette approche demande un temps conséquent pour sillonner une station. C'est pourquoi, une concentration des efforts est proposée sur les stations qui revêtent un enjeu majeur (ZP 3, ZP 5, ZP 6, ZP 7 et ZP 8). Les autres stations sont soit trop localisées soit l'espèce n'y a pas été retrouvée (voire les deux).

En matière de méthodologie pour *Vertigo moulinsiana*, il paraissait intéressant de rechercher un lien entre le nombre d'individus présents sur la végétation et celui présent au niveau du sol (dans la litière). Cela pourrait ainsi permettre d'avoir une idée de la population totale juste en battant la végétation. Les résultats de cette année, illustrés par la figure n°7, ne permettent pas d'établir un lien entre le battage et la population totale. En effet, cette figure reprend les chiffres du battage en fonction de ceux de la litière sur des points d'échantillonnage où le site était sous l'eau (niveau d'humidité de 5) et pour lesquels, des échantillons de litière ont été récupérés. La dispersion des points est telle que des individus peuvent être présents sur la végétation et pas au niveau de la litière et inversement. Le lien entre le nombre d'individus sur la végétation par rapport à celui sur la litière dans ce cas est de 10 % environ. Ce coefficient est beaucoup trop faible pour prédire le nombre d'individus dans la litière rien qu'en battant la végétation.



Figure n°7 : lien entre le nombre de *Vertigo moulinsiana* issus du battage avec celui présent dans la litière (échantillons de 25 X 25 cm)



En outre, il a été recherché une (des) variable(s) explicative(s) qui permettrai(en)t d'expliquer ces variations. Mais parmi tous les critères relevés, aucun ne permet d'expliquer de façon probante ces variations de proportion.

Ainsi, si aucun individu n'est détecté sur la végétation, il n'est pas possible d'affirmer que l'espèce n'est pas présente sur le point (des individus peuvent être présents dans la litière). Sur les 29 échantillons où la litière n'était pas sous l'eau, 7 abritaient des *Vertigos* uniquement au niveau de la litière (soit 24 %).

Il est donc proposé pour les années à venir de ne se concentrer que sur les stations ZP 3, ZP 5, ZP 6, ZP 7 et ZP 8 et de raisonner principalement sur des critères de taille géographique de la station. L'intensité de prospection devra être accentuée sur la station ZP6 (afin d'affiner la répartition sur ce périmètre) ainsi que sur la station ZP 7 (qui présente une grande hétérogénéité). L'écartement entre les points de prélèvements sera donc réduit avec un maillage de 20 m pour la station ZP 6 (au lieu de 40 m) et 30 m pour la station ZP 7 (au lieu de 60 m). Le battage de la végétation se fera de la même façon qu'en 2013.

En outre, 30 échantillonnages de litières devront être effectués afin d'affiner et de compléter les premiers éléments de cette première année de suivi.

Pour le **Vertigo étroit**, il est proposé de suivre la même méthode qu'en 2013 en effectuant un échantillonnage de litière de 10 * 10 cm pour tous les points d'échantillonnage sur les stations ZP 5 et ZP 7.



Conclusion

Cette première année de suivi a permis de mettre en oeuvre un protocole novateur afin qui avait pour objectif de prendre à la fois les aspects géographiques des espèces de Vertigos (étendues des stations), mais aussi les aspects de densités.

Les résultats de cette première année de suivi permettent de dresser un tableau plus précis qu'il ne l'a jamais été. Les répartitions des *Vertigo moulinsiana* et *V. angustior* sont connues plutôt finement sur ce site. Les évolutions de celles-ci pourront être appréciées dans les années à venir.

Les aspects de densité se sont révélés être non cernables. En effet, le battage de la végétation ne suffit pas à lui seul pour définir la population totale (incluant les individus de la litière). Il n'y a pas de lien entre les individus présents sur la végétation et ceux présents au niveau de la litière. En outre, des individus peuvent être présents au niveau de la litière sans qu'ils soient détectés par le battage de la végétation. C'est pourquoi, des progrès méthodologiques restent encore à faire sous cet angle tant pour le Vertigo de des Moulins que pour le V. étroit.



Références bibliographiques

- BIOTOPE & Parc Naturel Régional du Gâtinais Français, 2009. Document d'objectifs du site Natura 2000 FR1100799 "Haute vallée de l'Essonne". Tome 1 : diagnostic écologique et socio-économique : 164 pages + annexes ; tome 2 : programme d'actions : 98 pages + annexes.
- CUTTELOD A., SEDDON M. & NEUBERT E., 2011. European Red List of Non-marine Molluscs. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 47pages + annexes.
- KILLEEN, I.J. & MOORKENS E.A., 2003 – Monitoring Desmoulin's Whorl Snail, *Vertigo moulinsiana*. Conserving Natura 2000 Rivers Monitoring Series No. 6, English Nature, Peterborough.
- 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) (département de l'Essonne et de la Seine-et-Marne). Rapport pour le PNR du Gâtinais français. 50 pages + annexes.



Liste des annexes

Annexe 1 : monographie de *Vertigo angustior*

Annexe 2 : monographie de *Vertigo moulinsiana*

Annexe 3 : répartition des points d'échantillonnage et concentrations observées de *Vertigo moulinsiana*

Annexe 4 : répartition des points d'échantillonnage et concentrations observées de *Vertigo angustior*

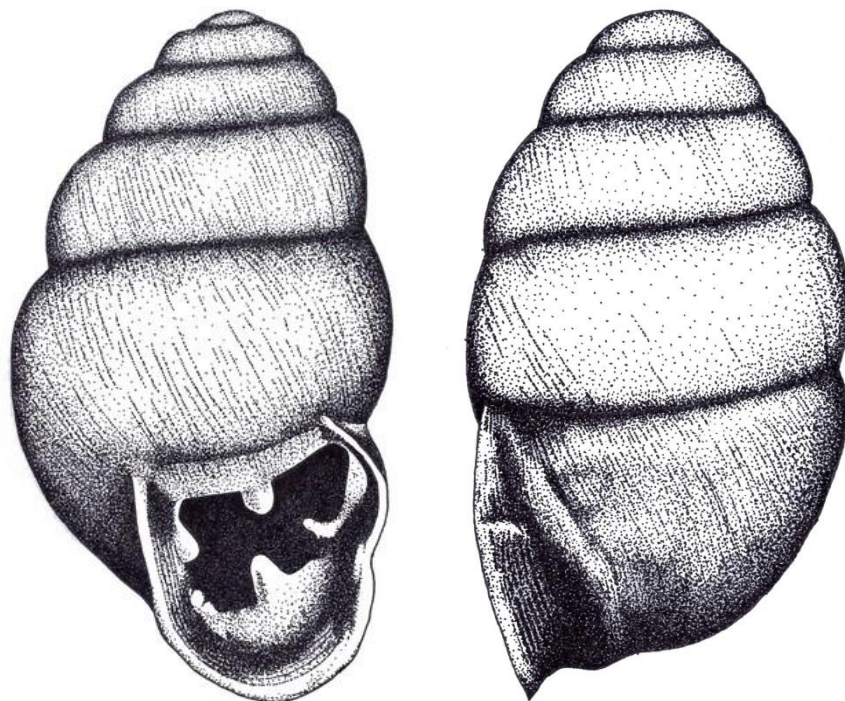
Annexe 5 : données élémentaires - coordonnées géographiques

Annexe 6 : données élémentaires - *Vertigo moulinsiana* et *Vertigo angustior*



Annexe 1 : Vertigo de Des Moulins *Vertigo moulinsiana* (Dupuy 1849) - Synthèse bibliographique

(état des connaissances au 29/02/2012)



Sylvain VRIGNAUD – 7, Clos Joseph Laurent – rue du pont Chinard – 03000 NEUVY

vrignaud.sylvain@free.fr



Monographie de *Vertigo moulinsiana* (Dupuy 1849)

Les informations concernant la biologie et l'écologie de *Vertigo moulinsiana* proviennent essentiellement des travaux de KILLEEN (2003a), ainsi, sauf mention contraire, les explication suivantes proviennent de cette publication.

Statut de protection

Vertigo moulinsiana bénéficie d'une protection nationale (arrêté interministériel du 16/12/04 modifiant l'arrêté interministériel du 07/10/92) et figure aux annexes 2 de la Directive Habitats (n°92/43/CEE).

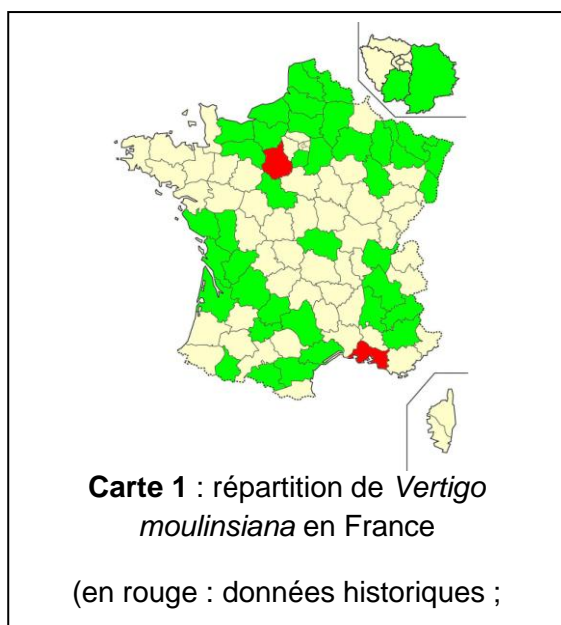
Le statut mondial de l'espèce est : « bas risque dépendant des modes de conservation » (LRcd) (UICN 2002).

Le statut national de *Vertigo moulinsiana* sur la liste rouge française est : « vulnérable » (liste de 1992). Sur la liste rouge européenne, il est considéré comme vulnérable (UICN 2011).

Distribution

Vertigo moulinsiana est considéré comme méditerranéo-atlantique, s'étendant de l'Irlande jusqu'à la Russie avec pour limite méridionale, l'Afrique du nord par POKRYSZKO (1990 in KILLEEN 2003a, KILLEEN 1996 in KILLEEN 2003a). Cependant, KERNEY (1999 in CUCHERAT 2003, KERNEY *et al.* 1983 in PILATE 2004) qualifie cette espèce de probablement holarctique. En Europe, l'espèce est mentionnée en Autriche, Belgique (Kervyn *et al.*, 2004), Bulgarie, République Tchèque, Danemark, France, Allemagne, Grèce, Hongrie, Irlande, Italie, Lituanie, Hollande, Pologne, Slovaquie (VAVROVA 2005), Espagne, Suède, Suisse et Royaume-Uni. Elle est également connue d'Algérie, d'Azerbaïdjan, de Géorgie, du Maroc, de Russie et de Turquie. La distribution au niveau de sa limite méridionale est mal connue du fait de la confusion avec des espèces proches (POKRYSZKO 1990 in KILLEEN 2003a, KILLEEN 1996 in KILLEEN 2003a).

Une étude sur le statut de *Vertigo moulinsiana* effectuée par SEDDON (1997 in KILLEEN 2003a) met en évidence un déclin prononcé de l'espèce dans toute son aire. Les principales causes de régression sont le drainage des zones humides (tout particulièrement durant le 20^{ème} siècle), l'intensification des pratiques agricoles, la fermeture des milieux par l'embroussaillement des marais. Dans de nombreux pays, il possède le statut de vulnérable (Irlande, Allemagne) à en danger (Hollande, Suède) ou probablement éteint (Luxembourg).



Répartition en France

En 1931, GERMAIN signale *Vertigo moulinsiana* dans l'Ain, l'Oise, le Bas-Rhin, la Haute-Garonne et la Gironde. Plus récemment, BERTRAND (*in litt.* in CUCHERAT 2003) le mentionne dans le Haut et Bas-Rhin, la Marne, le Loir-et-Cher, la Vendée, la Charente-Maritime, la Charente, la Dordogne, le Lot, le Tarn-et-Garonne, l'Aveyron, les Hautes-Pyrénées, l'Aude, l'Ariège, les Alpes-de-Haute-Provence, le Pas-de-Calais. De même, il est présent dans le Maine-et-Loire (MOURGAUD *in litt.* in CUCHERAT 2003), la Seine-Maritime, l'Orne et l'Eure (COCHARD *et al.* 2006). Il a été

récemment (2008) découvert dans l'Ain et l'Isère (VRIGNAUD obs. pers., DELCOURT comm. pers.). Enfin, la Gironde (VRIGNAUD, 2010a), la Seine-et-Marne (VRIGNAUD 2010b) et l'Allier (DELCOURT comm. pers.) figurent parmi les derniers départements où l'espèce a été découverte.



Cependant, la répartition de l'espèce reflète plus une intensité de prospection qu'une absence dans les départements où elle n'est pas encore mentionnée (CUCHERAT 2003).

Biologie / écologie

Il n'existe pas d'études spécifiques sur la biologie et l'écologie de *Vertigo moulinsiana*. Les points suivants sont basés sur le peu de données disponibles et proviennent principalement des travaux de POKRYSZKO et des études menées sur des populations anglaises. Toutes les autres informations sur le genre *Vertigo* ont été incluses afin d'apporter des éléments sur la biologie et l'écologie du genre.

➤ Reproduction et croissance

La maturité sexuelle est atteinte à l'âge de 30 à 40 jours en captivité (DRAKE 1999). Les oeufs sont pondus soit à la suite d'un accouplement, soit après une autofécondation. Les oeufs sont pondus isolément (occasionnellement par deux) et à un intervalle de 3 à 20 jours de Mars à Octobre avec un pic d'activité durant le printemps et au début de l'été. L'incubation dure entre 7 et 11 jours. La coquille de l'individu tout juste éclos possède 1,5 tours et dans des conditions de nourriture et d'humidité favorable il atteint la taille adulte au bout de 30 à 40 jours. Pour quelques individus, la ponte a été observée deux jours après avoir atteint la taille adulte.

CUCHERAT (2003) cite que les oeufs sont pondus dans la litière végétale et non sur le support maintenant l'humidité dans les pots lors d'une expérimentation, ni sur les tiges de Carex. Les oeufs sont assez volumineux, puisqu'ils représentent, en volume, le tiers de l'individu. La quantité d'œufs n'a pas été déterminée avec précision. Il semble que le nombre d'œufs pondus par individu ne soit pas très élevé, seuls cinq juvéniles ont été observés dans le cas d'un individu isolé.

L'espérance de vie en laboratoire est de trois à 17 mois, la majorité atteignant l'âge de 10 à 15 mois. Selon la date d'éclosion et les conditions environnementales, trois à quatre générations par an sont possibles.

La faculté qu'ont des espèces de *Vertigo* à s'autofertiliser de façon significative facilite la stratégie de dynamique de population. A la fin de l'hiver, quand les adultes sont relativement peu nombreux et très dispersés, la probabilité que deux individus puissent se rencontrer est trop faible. Par l'autofécondation, un faible nombre d'individus est capable de reconstituer une population en quelques semaines (POKRYSZKO 1987 in KILLEEN 2003a). De plus, un seul individu est capable de constituer une nouvelle population dans un endroit nouvellement colonisé.

➤ Densité de population et structuration de l'âge

En Angleterre, on considère que les populations sont formées de métapopulations composées de nombreuses petites colonies séparées les unes des autres et réparties sur de larges espaces (BENSETTITI & GAUDILLAT coord. non daté). Les surfaces occupées varient de quelques dizaines de mètres carrés à plusieurs hectares (KILLEEN 2003b, obs. pers.).

La faible espérance de vie et la croissance rapide suggère que les populations supportent des fluctuations saisonnières drastiques de densité et d'âge.

La dynamique de population de *Vertigo moulinsiana* présente des variations interannuelles très marquées sans que l'on sache si ces variations reflètent un cycle naturel des populations ou si elles sont simplement dues à l'effet de la météo (KILLEEN 2003a).

La proportion de jeunes commence à augmenter significativement à partir de début septembre pour atteindre un pic vers la mi-octobre, où elle atteint 80% de la population (KILLEEN 2003b). Le faible nombre d'individus, tant jeunes qu'adultes, à la fin du printemps et au début de l'été indique qu'il existe une importante mortalité



des jeunes durant l'hiver. Le fait que quelques jeunes soient présents au tout début de l'année indique qu'une reproduction et une survie hivernale des jeunes sont possibles (KILLEEN 2003a).

Une prédominance des adultes au milieu de l'été et une explosion du nombre de jeunes à la fin de l'été jusqu'au début de l'automne a été constatée sur tous les sites des îles britanniques, mais les populations ne sont pas complètement synchrones (KILLEEN 2001b *in* KILLEEN 2003a).

Ainsi, plusieurs cohortes peuvent coexister sur un même site et la phénologie de l'espèce peut varier d'un site à l'autre (BIOTOPE 2009).

➤ Colonisation et dispersion

L'hydrochorie est considérée comme la principale source de dispersion de *V. moulinsiana*. L'escargot peut facilement flotter à la surface de l'eau ou accroché à la végétation flottante et peut en plus se répandre à la faveur des crues. Ainsi, il colonise essentiellement les marais alluviaux à l'inverse des marais hors d'atteinte par les crues qui sont rarement colonisés (KERVYN *et al.*, 2004). Les populations se développent principalement en aval du point de colonisation ; ainsi, les inondations (probablement par l'intermédiaire des végétaux flottants) jouent un rôle essentiel dans la dispersion de l'animal par rapport à la zoochorie (KERVYN *et al.*, 2004).

Cette espèce est connue pour être dispersée par les mammifères, lors de l'effleurement de la végétation et par adhésion à leur pelage. Il est donc tout à fait possible que cet escargot soit transporté passivement par l'intermédiaire du bétail vers des milieux favorables (CUCHERAT 2003). De même les escargots peuvent probablement être transportés par les oiseaux (pattes ou plumes). Le mucus sécrété par les mollusques est particulièrement adhésif. Enfin, le transport de matériaux où *Vertigo moulinsiana* est présent par le Rat musqué peut aussi être un moyen de dispersion pour le mollusque (CUCHERAT 2003, CUCHERAT & RAEVEL 2004 *in* CUCHERAT & BOCA 2007). La faculté de l'espèce à s'auto-féconder fait qu'il est possible qu'un seul animal puisse engendrer une nouvelle population.

La faculté de coloniser de nouvelles zones humides a été mise en évidence lors de la création de la rocade Newbury dans le sud de l'Angleterre (STEBBINGS & 1998 *in* KILLEEN 2003a) où une opération de sauvegarde réussie d'une population fut effectuée sur un site artificiel rendu propice. L'alimentation en eau de ce site a été effectuée par une rivière où des populations étaient connues en amont et une plantation de seulement quelques touffes de *Glyceria* sp contenant un nombre restreint de *V. moulinsiana* fut entreprise.

Même s'il n'est pas certain que la population qui s'est développée provient des touffes de végétaux introduites sur le site ou de l'hydrochorie d'individus issus de proches populations, il n'y a aucun doute, au regard des capacités de colonisation de l'espèce, que *V. moulinsiana* peut s'établir et rapidement atteindre des concentrations élevées dans un habitat correspondant à ses exigences.

Ainsi, il a été constaté que suite à la restauration d'un marais tourbeux (déboisement de peupleraies), ce dernier a été rapidement colonisé par le Maillot de Desmoulins sur les habitats herbacés (CUCHERAT & RAVEL 2004 *in* BIOTOPE 2009). De même, la colonisation a pu s'effectuer sur une ancienne parcelle de maraîchage reconverte en magnocariçaie (CUCHERAT 2002 *in* BIOTOPE 2009).

➤ Nourriture

V. moulinsiana est connu pour brouter les champignons ou micro-algues et peut être les bactéries se développant sur les héliophytes et les plantes en décomposition (BONDESEN 1966 *in* KILLEEN 2003a). STEUSLOFF (1937 *in* KILLEEN 2003a) signale que l'espèce se nourrit des champignons *Haplophragmium chlorocephalum*, *Puccinia urticae-caricis* et *Helminthosporium* spp.



Certaines observations semblent indiquer néanmoins que *Vertigo moulinsiana* ne broute pas uniquement des champignons (CUCHERAT 2003).

Ainsi, le régime alimentaire peut être qualifié de détritivore comme en témoigne la quantité de débris végétaux, d'algues, de spores et d'hyphes de champignons imparfait (CUCHERAT 2002 *in* BIOTOPE 2009). Il semblerait donc que l'animal broute le périphyton des tiges des végétaux (BIOTOPE 2009).

➤ **Activité**

Actif par temps humide quelle que soit la saison, il est possible de l'observer sur la végétation pour peu que la température le permette. Par temps sec, soit il secrète un épiphragme en se fixant sur des tiges dressées ou couchées, soit il redescend dans la végétation (Biotope 2009). Il a déjà été constaté des déplacements même au mois de janvier et par des jours très froids (GERMAIN 1931, BERTRAND comm. pers.).

➤ **Structure des populations**

Il a été noté, en Angleterre, que les populations connues sont structurées en métapopulations composées de nombreuses petites colonies séparées les unes des autres et sur des larges espaces (KILLEEN 2003a). Cela mériterait cependant d'être vérifié sur le plan génétique (BIOTOPE 2009).

Microhabitats

L'humidité est importante pour tous les *Vertigo* et les différentes espèces satisfont leurs exigences en occupant les différents niveaux de la végétation au sein de leur micro-habitat (par exemple par des mouvements verticaux au sein des différentes strates de végétation). *V. moulinsiana* est une espèce grimpant sur les végétaux émergents, atteignant un large éventail de niveaux au cours de différentes périodes de l'année, alors que les autres *Vertigo* fréquentant les zones humides vivent sur une végétation plus petite ou dans la litière (KILLEEN 2003a).

V. moulinsiana, afin d'atteindre son optimum d'humidité, monte sur la végétation durant les périodes chaudes et descend ou reste vers le bas de la végétation le restant de l'année. Au printemps, les escargots sont trouvés très bas, principalement sur les pieds ou les feuilles de monocotylédones, puis montent au courant de l'été et de l'automne pour atteindre la hauteur de plus de 2 m au dessus du sol. Dans des populations denses, il est possible de trouver de l'ordre de 100 individus sur une seule face de feuille (KILLEEN 2003a) et préférentiellement sur la face inférieure (HORNUNG *et al.* 2003).

Avec le début de l'hiver, les escargots descendent vers le bas de la végétation, où leur localisation se fait en fonction de l'habitat. Dans une végétation dense, où le roseau domine, les animaux passent l'hiver pour partie dans les parties aériennes (tiges et feuilles) et pour partie au sein de la litière composée de végétaux morts. Dans les touffes très distantes de graminées, les animaux se trouvent parmi les touffes compactes et associées à la litière. Dans les habitats encore plus ouverts, tout particulièrement dans ceux où domine la grande Glycérie (*Glyceria maxima*), qui tombe et meurt en hiver, l'escargot se trouvent parmi la litière et la végétation pourrissante. Cependant, selon GERMAIN (1931) l'espèce peut effectuer des déplacements même au mois de janvier et par des jours très froids. Ce genre de comportement a été plus récemment observé par Alain BERTRAND (comm. pers. *in* BAHL 2003) avec des individus actifs à 1 300 m d'altitude au mois d'octobre au lever du jour malgré la gelée.

L'ensoleillement a aussi été identifié comme un facteur déterminant pour l'espèce (THIRION & GUILLON 2005).



Habitats

V. moulinsiana vit dans les zones humides permanentes, habituellement calcaires, les marais, les bordures de rivière, les lacs/étangs, les mares et rivières de plaine d'inondation. Il est le plus souvent trouvé dans les milieux ouverts. La majorité des sites du Royaume-Uni sont proches ou en bordure de rivière, ou encore dans les zones humides dont le niveau est étroitement lié à la nappe alluviale (DRAKE 1999).

Ces habitats présentent une humidité importante et la végétation se développe sur des sols saturés en eau voire complètement inondés (CUCHERAT 2003). L'humidité est un facteur important pour la distribution spatiale de cette espèce (LOZEK 1956 ; BERAN 1995 ; SEDDON 1996 in CUCHERAT 2003). THIRION & GUILLON (2005) ont constaté que la concentration était plus importante dans des habitats au sol mouillé (montée de l'eau sous pression légère) en période estivale. TATTERSFIELD & MCINNES (2003) estiment que le Vertigo de Des Moulins requière que l'eau se trouve juste au niveau du sol ou juste au dessus. L'étude sur les exigences hydrologiques menées par ces personnes n'a pas fait ressortir de lien entre la durée d'inondation (niveau de l'eau haut dessus de celui du sol) et la présence ou non de *Vertigo moulinsiana*.

Des études, en particulier dans les fonds de vallée avec une rivière lente, ont montré que l'espèce n'est pas particulièrement sensible et peut occuper des habitats ayant eu de récents changements hydrauliques et qui font l'objet de pâturage, d'écobuage et de fauche (KILLEEN 2001b-h in KILLEEN 2003a).

Tableau 1 : Exigences spécifiques de *V. moulinsiana* en terme de végétation, de gestion et de régime hydrique (VERCOUTERE 2001 in KERVYN *et al.* 2004)

	Trop sec	Optimale	Trop humide (inondé)
Gestion faible	Aulnaie à Cerisier à grappes (Alno-Padion)	Aulnaie marécageuse (Alnion glutinosae)	Mégaphorbiaie : Phragmitaie (Phragmition), Phalaridaie (Phalaridion)
	Mégaphorbiaie à Reine des prés (Filipendulion)	Peuplement dense de grands carex (Magnocaricion)	
Gestion intense	Prairie à Frois (Arrhenaterion) Forme à Laïche de marais	populage des marais (Calthion)	

CUCHERAT (2003) mentionne que *Vertigo moulinsiana* vit dans le Nord-Pas-de-Calais dans des milieux à formations végétales composées de hautes herbes qui sont très contrastées, surtout par rapport à la trophie et à l'hygrométrie du milieu. Il est aussi bien observé dans des roselières tremblantes que dans les formations végétales de plus haut niveau (mégaphorbiaies), allant d'une oligotrophie marquée à un caractère mésotrophe. Le pH mesuré sur les prélèvements de sol où ont eu lieu les relevés botaniques sont en moyenne de 6,8 (les extrêmes mesurés sont de 5,51 à 7,79). Les sols sur lesquels vit *Vertigo moulinsiana* vont des sols organiques (tourbières à tremblants) à des sols alluviaux (alluvions modernes des cours d'eau).

➤ Les espèces de plantes

V. moulinsiana est connu pour vivre sur un large éventail de plantes, mais il est le plus souvent trouvé sur de petites monocotylédones, principalement :

- *Glyceria maxima*
- *Carex remota* (CUCHERAT & BOCA 2007), *C. pseudocyperus* (anonyme, non daté), *C. riparia*, *C. acutiformis*, *C. paniculata*, *C. elata*
- *Cladium mariscus*
- *Phragmites australis*
- *Typha latifolia* et *T. angustifolia*



- *Sparganium erectum*
- *Iris pseudacorus*
- *Phalaris arundinacea*

Vertigo moulinsiana montre une nette préférence pour les cariçaies (AUSDEN *et al.* 2005, CUCHERAT 2003). Dans les mosaïques de milieux il colonise préférentiellement ces dernières. Mais lors des périodes d'explosion de population, on peut le trouver sur des espèces très variées : *Filipendula ulmaria* et *Juncus* spp. (KILLEEN 2003a) et *Rubus caesius* (THIRION & GUILLON 2005), *Thelypteris palustris* (GOYAUD 2002), *Urtica dioica*, *Epilobium* spp, les ombellifères, *Eupatorium cannabinum*, *Valeriana officinalis*, *Rumex* spp., *Polygonum [Persicaria] amphibium*, *Solanum dulcamara*, *Mentha aquatica*, *Petasites hybridus*, jeunes *Alnus* spp et *Salix* spp et sur les piquets de clôtures.

Il affectionne les formes à Laïche des marais de l'Aulnaie marécageuse et de peuplement de grands carex. Il est plus rarement retrouvé dans les prairies à populage reflétant une piézométrie estivale plus basse (KERVYN *et al.* 2004).

AUSDEN *et al.* (2005) ont mis en évidence que la densité de *V. moulinsiana* dépend de la biomasse de *Carex riparia*.

En 2003, CUCHERAT détaillait les associations végétales à hautes herbes hygrophiles oligotrophiques à mésotrophiques fréquentées en région Nord-Pas-de-Calais :

- Milieu très oligotrophique, pouvant se rattacher au *Junco subnodulosi-Caricetorum lasiocarpe*, roselière tremblante pouvant accueillir des *Utricularia* ;
- Roselière turficole à Marisque, le *Cladietum marisci* ;
- La magnocariçaie mésotrophique à *Carex vesicaria* ;
- La roselière mésotrophique de statut phytosociologique indéterminé à *Ranunculus lingua* et *Calamagrostis canescens* ;
- La roselière mésotrophique classique sur tourbe *Thelypterido palustris-Phragmitetum australis*.

Dans le Marais Poitevin (THIRION & GUILLON 2005), il a été constaté que *Vertigo moulinsiana* présentait des concentrations les plus importantes dans les habitats de type Magnocaricion et dans une moindre mesure dans des friches herbacées et peupleraies avec cariçaie. Il était par contre absent dans des boisements de type Alno-Padion et dans les peupleraies entretenues.

➤ Marais à Glycérie, jonchaie / cariçaie

Il s'agit de l'habitat le plus typique de *Vertigo moulinsiana* en Angleterre et tout particulièrement dans les fonds de vallées. Cet habitat abrite des marais, des rigoles, des cours d'eau et des dépressions dans un paysage ouvert dont les bords de cours d'eau sont peu cultivés. La surface concernée peut varier de quelques dizaines de mètres carrés à plusieurs hectares (KILLEEN 2003b).

➤ Tourbières

Dans l'est de l'Angleterre en particulier, *V. moulinsiana* vit dans des marais issus de dépressions glaciaires. Les habitats caractéristiques comprennent des points d'eau ou de petites mares avec une végétation dense (en particulier *Cladium mariscus*, *Carex elata* et *C. paniculata* (KILLEEN 2003a)). Il a été observé au Grand Marais (Monceaux, Oise) qu'il se cantonnait aux lisières de la cladiaie au niveau de layons créés pour l'activité cynégétique (CUCHERAT & BOCA 2007).



➤ Roselières

V. moulinsiana peut se trouver au sein de roselières bordant des rivières, des lacs et des tourbières. Dans ces habitats, l'espèce occupe principalement les zones où la végétation est dense et où la litière est bien présente. Il est plus rare ou absent dans les roselières qui sont régulièrement coupées ou continuellement les pieds dans l'eau et où il n'y a pas de litière ou très peu (KILLEEN 2003a). Il faut noter que l'espèce n'occupe pas habituellement les étendues monospécifiques de *Phragmites australis* (KERVYN *et al.* 2004).

➤ Bordures des zones en eau

V. moulinsiana peut fréquenter les monocotylédones de petite taille au bord des rivières, des fleuves, des mares et des lacs. Cependant, sa présence/absence et sa densité dépend très nettement de la structure et de la topographie de la berge et de la gestion de la bordure. La rive la plus accueillante pour l'espèce comprend une relativement large bande de *Glyceria* ou de *Sparganium* spp. formant des radeaux denses sur les bancs de sédiments. Quand les bancs sont escarpés faisant suite à une canalisation, à une extraction ou un dragage, quand la fauche est pratiquée, cet habitat ne se développe pas suffisamment et *V. moulinsiana* devient rare ou absent (KILLEEN 2003a).

Dans le Norfolk Broads, *V. moulinsiana* vit au bord des larges rivières où les bordures sont souvent de larges zones de roseaux abritant notamment de la glycérie et jouxtant les berges artificielles (KILLEEN 2001g *in* KILLEEN 2003a). Un grand nombre de ces rivières sont légèrement saumâtres sous l'influence des marées. Dans la partie amont de l'estuaire de la rivière Deben dans le Suffolk, une population occupe un marais intermédiaire s'étendant entre un marais salé et un bois (KILLEEN obs. pers. *in* KILLEEN 2003a).

➤ Aulnaies - Peupleraies

La caractéristique de nombreux sites (du Norfolk Broadland en particulier) est la présence de populations de *V. moulinsiana* au sein d'aulnaies (ELLIS 1941, KILLEEN 2001g *in* KILLEEN 2003a). Cette situation existe aussi en Lettonie (PILATE 2004). Quand l'aulnaie reste très humide et est toujours habitée par une végétation dense composée de *Carex* spp. ou d'*Iris pseudacorus*, reliques de la période où le marais était ouvert, l'espèce continue d'y survivre. Avec la succession des différents stades végétatifs, le site devient de plus en plus sec et éventuellement inapproprié à *V. moulinsiana*. Selon GOYAUD (2002) les parties boisées sont moins favorables à l'espèce que les zones ensoleillées.

Cependant, avec le vieillissement des arbres, ceux-ci, à la faveur d'une crue décapante ou d'un fort coup de vent peuvent être déracinés. Cet arrachage naturel décaisse naturellement une petite surface du sol et peut créer ainsi un milieu localement favorable.

V. moulinsiana occupe également des peupleraies qui peuvent être plantées dans des zones marécageuses comme dans le Marais Poitevin (THIRION & GUILLON 2005).

➤ Autres habitats

Cet escargot peut être observé dans des milieux atypiques. Il a, par exemple, été signalé dans le Dorset dans une petite zone humide associée à une source pétrifiante où la végétation est dominée par la Massette à feuille étroite et le jonc et surpâturée par des poneys. Holyoak mentionne l'espèce en Cornwall dans une prairie humide plutôt rase avec du *Festuca rubra* et *Salix repens* et à la marge une phragmitaie dans une dépression dunaire.



L'habitat de *Vertigo moulinsiana* dans le reste de l'Europe correspond à ce qui est constaté en Grande-Bretagne. Bondesen (1966 in KILLEEN 2003a) décrit que cette espèce est typique des vieux marais au Danemark, NYILAS & SUMEGI (1991 in KILLEEN 2003a) quant à eux le mentionnent en Hongrie dans les boulaies froides et humides et dans les chênaies périodiquement inondées. Dans ces deux pays, il n'est pas clairement spécifié si l'espèce est dans les zones boisées ou dans des éclaircies au sein de celles-ci.

➤ Groupements de mollusques liés

Dans le Nord-Pas-de-Calais (CUCHERAT 2003), les espèces les plus fréquemment rencontrées dans les milieux fréquentés par *Vertigo moulinsiana* sont *Carychium minimum* (90,62% des quadrats), *Zonitoides nitidus* (84,37%) et *Deroceras laeve* (75%). Ces groupes se caractérisent par la présence d'espèces hygrophiles à très hygrophiles voire aquatiques, qui sont typiques des marais calcaires. Certaines sont caractéristiques des milieux plus ou moins longtemps inondés : *Valvata cristata*, *Bathyomphalus contortus*, *Anisus spirobis* et *Planorbis planorbis*. Y figurent aussi des espèces ayant une nette préférence pour les milieux boisés humides : *Discus rotundatus* et *Euconulus trochiformis* à mettre en lien avec un déboisement récent des stations étudiées. La majorité des espèces vivent dans des marais ouverts, en particulier *Euconulus praticola* et *Vertigo antivertigo*.

En Vendée, *Vertigo moulinsiana* est associé à deux autres espèces : *V. antivertigo* et *Columella edentula* (GOYAUD 2002). Par ailleurs, dans le marais de Sacy-le-Grand (Sacy-le-Grand, Oise), il a été observé en sympatrie avec *V. angustior* (CUCHERAT & BOCA 2007).

➤ Hydrologie

Un niveau d'eau élevé tout au long de l'année est considéré comme étant l'un des plus importants facteurs de la distribution de *Vertigo moulinsiana*. Son absence peut être constatée dans un milieu semblant propice en raison d'une sécheresse en fait trop importante (KILLEEN 2003a).

Dans le cadre d'un suivi (TATTERSFIELD & MCINNES 2003 in KILLEEN 2003a), il a été constaté que les densités maximales d'escargots, dans des conditions hydrologiques considérées comme optimales (ou proche de l'être), se situaient sur les emplacements où le niveau d'eau était continuellement au dessus de la surface du sol tout au long de l'année et le plus souvent à plus de 25 cm au dessus du sol. La variation annuelle sur ces sites était comprise entre 0 et 60 cm au dessus du niveau du sol. La densité moyenne était associée à des conditions où le niveau varie de 20 cm au dessus de la surface du sol à en dessous de celle-ci. Le niveau estival minimum (seuil), où l'escargot est présent, mais en faible densité est estimé à 50 cm en dessous de la surface du sol. Cependant, il est possible que des populations puissent se maintenir dans des conditions plus défavorables.

La relation entre l'abondance de *Vertigo moulinsiana* et le niveau d'eau suggère que l'hydrologie d'un site est le principal facteur influençant la distribution de l'espèce. D'ailleurs AUSDEN *et al.* (2005) a mis en évidence que la densité maximale était atteinte avec des niveaux d'eau proches de celui du sol. Cependant, cela montre également que l'influence de l'humidité du sol peut être compensée par l'humidité de l'air quand les escargots passent la majeure partie de l'année au sommet de la végétation. Cette relation mériterait davantage d'investigations et peut avoir des applications pratiques pour la préservation de l'espèce.

Le mollusque est absent des zones trop longtemps inondées (KERVYN *et al.*, 2004).



Tableau 2 : Synthèse des exigences hydrologiques de *V. moulinsiana*

Présence de <i>V. moulinsiana</i>	Niveau d'eau	Fluctuation du niveau d'eau	Niveau d'eau avec la surface du sol
Population abondante	Supérieur à 25 cm	De 0 à 60 cm	Niveau d'eau jamais (ou très rarement) en dessous de celui du sol
Population moyennement abondante	0 cm	De - 20 cm à + 20 cm	Niveau d'eau fluctuant de - 20 cm à + 20 cm durant l'année
Faible population	Moins de 0 cm	De - 40 cm à 0	Rarement inondé

➤ Synthèse

CUCHERAT (2003) nous indique que *Vertigo moulinsiana* vit dans des roselières à grands et à petits héliophytes inondées une grande partie de l'année. Ces roselières correspondent à des situations oligotrophiques (matière organique faible et pH en général bas) avec *Junco subnodulosi-Caricetroum lasiocarpae*, *Cladietum marisci* et magnocariçaie mésotrophique à *Carex vesicaria*, mais aussi à des situations beaucoup plus eutrophiques (matière organique plus importante et pH en général au-dessus de la neutralité) avec *Thelypterido palustri-Phragmitetum australis* et des magnocariçaies eutrophiques à *Carex riparia*.

Vertigo moulinsiana est accompagné d'espèces hygrophiles (*Vertigo antivertigo* et *Euconulus praticola*) vivant principalement dans des milieux ouverts, exceptionnellement dans des milieux ombragés, et d'espèces de mollusques aquatiques supportant un assèchement temporaire.

Ainsi, les milieux de prédilection sont pourvus d'une strate herbacée significative. De fait, l'espèce a très certainement profité de la déforestation qui a eu lieu depuis le Néolithique. Cette colonisation au sein des milieux ouverts dû à l'action humaine est qualifiée par FALKNER (2003) d'anthropochorie.

➤ Correspondance avec les classifications d'habitats

CAMERON *et al.* (2003 in BIOTOPE 2009) ont mis en correspondance les habitats fréquentés par le Vertigo de DesMoulins et ceux décrits dans les codes CORINE et de la directive « Habitats-Faune-Flore » :

- Bas-marais alclain (tourbière basse alcaline) (CORINE 54.2)
- Bois marécageux d'Aulne, de Saule et de Myrte des marais (CORINE 44.9)
- Communautés à grandes laïches (CORINE 53.2)
- Dépressions humides intradunales (HD 2190, CORINE 16.3)
- Forêt de frênes et d'aulnes des fleuves médio-européens (CORINE 44.3)
- Lisières humides à grandes herbes (CORINE 37.7)
- Mégaphorbiaie à Reine des prés (*Filipendula ulmaria*) et communautés apparentées (CORINE 37.1)
- Phragmitaies (CORINE 53.11)
- Prairies humides eutrophes et communautés apparentées (CORINE 37.2)
- Prairies humides non améliorées, légèrement pâturées : prairies humides atlantiques et sud-atlantiques (CORINE 37.21) et prairies subcontinentales à Cnidium (CORINE 37.33)
- Roselières (CORINE 53.1)
- Roselières basses (CORINE 53.14)
- Sources d'eaux dures (CORINE 54.12)
- Tourbières de transition (CORINE 54.5)
- Transition entre les marais (non codifié par CORINE) et prairies humides atlantiques et sud-atlantiques (CORINE 37.21)



- Transition entre les plans d'eau non amélioré (mares et étangs) et les prairies humides calcaires (non codifiés par CORINE)
- Transition entre les prairies légèrement pâturées et la marge des plaines alluviales : écotone entre les prairies humides atlantiques et sud-atlantiques (CORINE 37.21) et les prairies humides eutrophes inondées (CORINE 37.2)
- Transition entre les prairies humides climaciques, non améliorées et les dépressions dunaires périodiquement inondées : écotone entre les dunes grises (CORINE 16.22) et les prairies humides (CORINE 16.3)
- Transition entre les végétations à Marisque (*Cladium mariscus*) ou bas marais alcalins et les prairies humides eutrophes (CORINE 53.3/54.2 – 37.2)
- Typhaies (CORINE 53.13)
- Végétation à *Cladium mariscus* (CORINE 53.3)
- Végétation à *Glyceria maxima* (CORINE 53.15)
- Végétation à *Phalaris arundinacea* (CORINE 53.16)

Causes de régression

Le drainage des zones humides a été la principale cause du déclin de l'espèce à travers toute l'Europe. Les aménagements du type drainage entraînent un assèchement rapide après des crues ayant pour conséquence une dessiccation du sol et de la litière végétale (perturbant le cycle de développement de l'escargot) et une minéralisation du sol (modifiant la composition végétale du milieu) (CUCHERAT & VANAPPELGHEM, 2003).

Il y a cependant de nombreux facteurs supplémentaires

- Changements hydrologiques par l'abaissement de la nappe d'eau superficielle notamment les drainages de zones humides, les curages des cours d'eau (CUCHERAT 2003) ou par des pompages pour l'alimentation en eau potable (CUCHERAT & BOCA 2007) réduisant le niveau d'eau et la perte de périodes d'immersion
- Canalisations des rivières, surcreusement des canaux, création de berges abruptes le long des rivières, comblement/remblaiement de zones humides (CUCHERAT 2003).
- L'aménagement des berges des étangs, notamment pour la pratique d'activités de loisirs (pêche en particulier) ; ces aménagements comprennent la modification des berges et le fauchage des végétations héliophytiques riveraines (CUCHERAT 2003).
- Fauche régulière de la végétation rivulaire sur les berges des rivières, le « nettoyage » systématique de la végétation sur les abords de sentiers le long des rivières souvent associés à la pêche.
- Changement des pratiques (par exemple, passage d'une pâture à une prairie de fauche).
- Envahissement par des plantes introduites pouvant résulter d'un ombrage trop important ou d'un assèchement de l'habitat.
- Augmentation du chargement entraînant un surpâturage qui, par modification de la structure du sol (tassement), provoque l'élimination de la végétation héliophytique (CUCHERAT 2003), curage excessif des fossés
- Pratique de la fauche ou de l'écobuage sur des sites où la pratique n'avait historiquement pas lieu
- Utilisation d'herbicides et d'engrais (eutrophisation)
- Embroussaillage voire boisement favorisant l'ombrage consécutivement à l'abaissement de la nappe d'eau ; cet embroussaillage conduit à une réduction des massifs d'héliophytes favorables au mollusque et par ailleurs accélère le phénomène d'assèchement (CUCHERAT 2003)
- Les activités de fauche conservatoire à court délai de rotation, avec retrait immédiat des résidus de fauche, surtout lorsque celles-ci n'existaient pas historiquement sur le site (CUCHERAT 2003)
- L'atterrissement de son milieu (CUCHERAT & BOCA 2007)
- Très récemment, il a été constaté une forte régression au Royaume-Uni qui semble être due à des modifications climatiques notamment au niveau du déficit hydrique (TATTERSFIELD & KILLEEN 2006).



Conservation et gestion

Vertigo moulinsiana est considéré comme vulnérable et dépendant de la conservation de son habitat et du maintien d'un niveau d'eau élevé (SEDDON 1997 in KILLEEN 2003a, TATTERSFIELD & KILLEEN 2006). Cependant, il a été constaté en Belgique, qu'il est apte à coloniser relativement rapidement des sols profondément remaniés par l'activité humaine dès que son habitat de prédilection est reconstitué (KERVYN *et al.* 2004). KILLEEN (2001d-j in KILLEEN 2003b) a aussi constaté que l'espèce pouvait quand même supporté une altération du milieu par une modification du régime hydrique ou à du pâturage, du brûlis et de la fauche. Cependant, il ne donne pas plus de détail quant à l'ampleur des perturbations. Malgré cela et de façon général, il est possible de considérer les espèces du genre *Vertigo* comme de bons bio-indicateurs, leur disparition indiquant une dégradation du milieu (HORNUNG *et al.* 2003).

Les exigences de base pour l'espèce sont l'humidité, l'absence d'ombrage (habituellement) avec des plantes de taille réduite (ce qui leur permet de survivre aux inondations hivernales). La gestion visera donc à maintenir ces conditions.

Le maintien des conditions hydrologiques existantes est d'une importance primordiale (CAMERON *et al.* 2003 in KERVYN *et al.* 2004, CUCHERAT 2003). Le niveau d'eau doit rester proche de la surface du sol au minimum afin que ce dernier puisse être au moins humide durant la majeure partie de l'été, bien que quelques assèchements saisonniers puissent être tolérés par l'espèce. Un niveau d'eau proche de celui du sol permet de maintenir un taux d'humidité élevé dans la végétation.

Les modifications des conditions hydrologiques, tant au niveau de la qualité de l'eau que du régime hydrique, incluant une dynamique des niveaux piézométriques au cours de l'année sont à proscrire. Ainsi, tout remblayage, assèchement, drainage, rabattement de la nappe aquifère par pompage, modification de la qualité de l'eau (acidification, eutrophisation, introduction de produits phytosanitaires) sont incompatibles avec le maintien des populations de *Vertigo moulinsiana* (KERVYN *et al.* 2004)

A l'inverse, les conditions ne doivent pas être trop humides au point de favoriser des plantes aquatiques telles que le Cresson de fontaine (*Rorripa nasturtium-aquaticum*) et l'Ache nodiflore (*Apium nodiflorum*) et qu'elles deviennent dominantes. La submersion permanente des roselières peut aussi nuire car elle entraîne la disparition de la litière (qui permet à l'espèce de passer l'hiver) et l'empêche de pondre.

➤ La gestion des berges

Pouvant potentiellement habiter les berges des rivières, sa présence dépend très nettement de leur gestion.

Le curage des rivières crée des berges abruptes défavorables à l'espèce. La tonte/broyage régulier de la végétation rivulaire aura le même effet (empêchement l'accumulation de litière nécessaire à l'espèce).

De nombreux habitats sont devenus défavorables suite à une coupe/broyage systématique des berges et leur mise à nu afin de faciliter l'accès aux pêcheurs.

➤ Embroussaillage et évolution de la végétation

Vertigo moulinsiana disparaît des lieux qui se sont asséchés et où la végétation est dominée notamment par l'Epilobe hirsute (*Epilobium hirsutum*). Une légère ombre peut être tolérée, mais l'embroussaillage (petits arbres, roseaux) peut progresser lentement au détriment de l'habitat favorable au gastéropode. Le développement d'une végétation ligneuse dans les marais peut avoir comme origine une période trop longue d'assec durant l'été.



Il est peut aussi être potentiellement dérangé par les plantes invasives allochtones. Quelques plantes sont une menace importante en raison de leur croissance rapide, de leur caractère dominant sur les plantes autochtones et des difficultés à les maîtriser. On notera notamment la Renouée du Japon (*Polygonum [Fallopia] japonica*), la Balsamine de l'Himalaya (*Impatiens glandulifera*) et la Berce du Caucase (*Heracleum mantegazzianum*). La progression de ces plantes est liée à l'assèchement de la zone. Par ailleurs, ces végétaux altèrent directement la composition de l'habitat de *Vertigo moulinsiana* par le remplacement des espèces convoitées par le gastéropode et l'augmentation de l'ombrage.

➤ Pâturage

Il est très net pour de nombreux sites que le pâturage est néfaste aux populations de *Vertigo moulinsiana* comme l'ont constaté AUSDEN *et al.* (2005). Le pâturage intensif sur les marges de rivières dépourvues de clôtures est particulièrement négatif (DRAKE 1999). Les bovins pâturent préférentiellement les graminées les plus tendres (KILLEEN 2003a), ainsi les populations d'escargots sont peu affectées dans les parties délaissées par le bétail (AUSDEN *et al.* 2005).

Le pâturage par le bétail touche également les populations par ingurgitation (AUSDEN *et al.* 2005) et piétinement (KERVYN *et al.* 2004, AUSDEN *et al.* 2005) qui en plus détériore la litière.

De même le pâturage limite la surface de feuilles où *V. moulinsiana* peut s'alimenter et la diminution de la quantité de végétation diminue l'humidité (AUSDEN *et al.* 2005) ce qui réduit tant la nourriture du gastéropode (champignons nécessitant une certaine hygrométrie) que la survie de ce dernier.

Sur tous les sites les populations peuvent être maintenues voire augmentées par une mise en défens des milieux propices ou la création de zones refuges comme cela a été effectué sur la Réserve Naturelle de l'Etang Saint Ladre (Boves, Somme) (CUCHERAT & BOCA 2007).

THIRION & GUILLON (2005) préconisent un chargement inférieur à 0,6 UGB/ha/an dans les zones où l'espèce est présente dans le Marais Poitevin. Cependant, les travaux de AUSDEN *et al.* (2005) montre la sensibilité de l'espèce même en cas de faible chargement.

Pour conclure, il semble judicieux d'exclure les zones les plus humides dominées par le *Carex* (notamment *Carex riparia*) du pâturage étant donné l'importance de ces milieux pour le mollusque (AUSDEN *et al.* 2005).

➤ Fauche

Sur les sites de l'est Anglia où il y a une longue histoire de gestion, il est constaté que l'escargot n'est pas significativement affecté par la fauche (KILLEEN 2001e, KIRBY 1997 *in* KILLEEN 2003a). Cependant, il apparaît plus affecté quand le fauchage est une pratique récente (KILLEEN 2001d *in* KILLEEN 2003a). La fauche régulière peut produire une pelouse dense compatible à l'espèce à long terme, mais pas à court terme.

L'effet à court terme de la fauche sur la recolonisation de ce gastéropode a été illustré dans la roselière de Thatcham où la fauche a débuté dans les années 1990 avec une périodicité de trois ans afin de maintenir la diversité botanique. Après deux années de repousse suite à une fauche, la végétation redevient relativement dense, *Vertigo moulinsiana* y compte une faible concentration alors qu'à côté, sur une partie non fauchée, les concentrations sont importantes (KILLEEN 2001d *in* KILLEEN 2003a). L'introduction de la fauche sur des sites où elle n'est pas pratiquée de façon historique doit être envisagée avec moutlt précautions à la lumière de ces données.



Ainsi, la pratique d'une fauche tardive avec des délais de rotation longs (trois ans environ), avec un retrait des résidus de coupe retardé (CUCHERAT 2003) semble pouvoir être compatible avec les exigences de l'escargot et peut être compatible avec la préservation d'autres espèces intérêt patrimonial (CUCHERAT & BOCA 2007).

➤ **Ecobuage**

Il existe peu d'informations concernant les effets de l'écobuage, mais dans la plupart des cas cela semble défavorable à l'escargot. Il existe cependant des sites incendiés traditionnellement où l'espèce persiste (CAMERON *et al.* 2003 *in* KERVYN *et al.* 2004). Un site le long de la rivière Lambourn sur Hunt's Green (comprenant des radeaux flottants, glycériaie, roselière) est périodiquement brûlé (tous les deux ou trois ans). Cette pratique atteint rapidement tous les petites chaumes mais n'atteint pas les racines. Il est apparu que cela affectait peu les escargots, probablement lié au fait que le brûlage a lieu autrement qu'au printemps quand les escargots sont bas sur la végétation ou dans la partie humide de la litière (KILLEEN 2001d *in* KILLEEN 2003a).

➤ **Produits phytosanitaires et eutrophisation**

Il existe peu d'informations sur l'effet des pesticides sur *Vertigo moulinsiana* soit indirectement par projection lors d'un coup de vent lors de l'application sur une parcelle voisine, soit directement par l'utilisation d'un molluscicide destiné à limiter les populations de *Galba truncatula* (un hôte intermédiaire à la douve du foie). Dans tous les cas, l'effet est néfaste. De même, l'utilisation d'un herbicide sur les terres agricoles adjacentes aux populations de *Vertigo moulinsiana* peut impacter la composition et la structure de l'habitat.

Les populations peuvent être affectées par la qualité de l'eau en particulier par un taux élevé en nitrates et phosphates ou par la pollution organique. L'escargot peut être directement touché par cette dernière en particulier lors des périodes de hautes eaux quand il est immergé ou transporté. Il est aussi sensible à l'effet d'une eau de mauvaise qualité qui affecte son habitat. Un taux élevé de nutriments, en particulier de phosphates et de nitrates, semble être néfaste en raison de l'effet sur la communauté végétale. Cela est particulièrement vrai que son habitat correspond aux berges des rivières et des fossés (KILLEEN 2003a). Ainsi, la fertilisation des terres agricoles et donc l'eutrophisation en découlant affecte l'espèce (FALKNER 2003). Cette augmentation en nutriment peut avoir une origine aérienne (FALKNER *op. cit.*) due à l'activité agricole et peut être à l'origine d'une station en Bavière. Par exemple, en Bretagne, les apports atmosphériques annuels en azote peuvent atteindre plus de 40 kg/ha (MENESGUEN *et al.*, 2011). La prise en compte de cet apport et de son impact sur la végétation est à prendre en compte d'autant plus que BROYER (2001) indique une richesse de la flore affectée dès les plus faibles doses d'engrais azoté et une diminution de la richesse spécifique de la flore de 30% à partir de 50 unités d'azote par hectare et par an.

➤ **Création restauration des habitats favorables**

La restauration ou la création d'habitats favorables de type Mégaphorbiaie permettent de favoriser l'espèce. La création de zones ouvertes par la suppression de ligneux, la gestion hydraulique afin de maintenir une certaine humidité notamment durant l'été par la création de dépressions, de petites digues et par la suppression des drainages créent des milieux propices (THIRION & GUILLON 2005).



➤ Déplacement de population

Un expérience fructueuse fut tentée en 1996 à l'occasion d'un projet routier aux abords d'une ville anglaise et détruisant des populations de *Vertigo moulinsiana*. Même si ce projet fut un succès, le déplacement de population ne peut être vu comme une option sans inconvénient. Dans tous les cas, le déplacement de populations ne doit être envisagé qu'en cas d'ultime recours et si la conversion *in situ* est vouée à l'échec (KILLEEN 2003a).

➤ Sensibilisation/information

Sensibiliser et informer le public et les usagers de zones humides et former les gestionnaires des milieux aquatiques et de la faune sauvage sont des actions nécessaires (THIRION & GUILLON 2005).

➤ Suivi

Sur les sites où sont pratiquées des méthodes expérimentales, un suivi temporel est nécessaire (CUCHERAT 2003) en suivant par exemple la méthode proposée par KILLEEN & MOORKENS (2003) à la fin de l'été. Une prospection menée à la fin du printemps ou au début de l'été peut se révéler infructueuse alors que l'espèce est réellement présente (PILATE 2004). A l'inverse, il peut être trouvé dans la litière malgré une absence constatée dans la végétation (DRAKE 1999).

Références bibliographiques

- ANONYME, NON DATE – Contribution à la recherche de *Vertigo moulinsiana* en Basse-Normandie. 3pp.
- 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.
- BAHL, C., 2003 – Evaluation des enjeux malacologiques dans les zones humides en Lorraine. Cas appliqués aux espèces de la Directive Habitats. Conservatoire des Sites Lorrains. 28 pp + annexes.
- BENSETTITI, F. & GAUDILLAT, V. coord. non daté – Cahier d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 7 : espèces animales. La documentation Française. 353 pp.
- BIOTOPE, 2009 - Etude préalable à la mise en place de plans de conservations des mollusques de la Directive Habitats et protégés au titre de l'arrêté du 23 avril 2007 en Picardie. 115 p.
- BROYER, J., 2001 – Plaidoyer pour une politique européenne en faveur des écosystèmes prairiaux. *Courrier de l'environnement de l'INRA* 43 : 41 – 50.
- COCHARD, P.-O., 2004 – Découverte de *Vertigo angustior* (Vertiginidae, Mollusca) dans le Loiret. *Symbioses*, nouvelle série, 11 : 37-38.
- COCHARD, P.-O., HESNARD, O., LECAPLAIN, B., MAZURIER, M. & PHILIPPEAU, A., 2006 – Le genre *Vertigo* O.F. Müller, 1773 (Gastropoda, Stylommatophora, Vertiginidae) en Normandie, premier état des connaissances. *MalaCo*, 2 : 34-38.
- CUCHERAT, X., 2003 – Les Mollusques Continentaux de la Région Nord-Pas-de-Calais – Liste des espèces, Echantillonnage et Base de données. Université des Sciences et technologies de Lille – U.F.R. de Biologie. 170pp + annexes.
- CUCHERAT, X. & BOCA, F., 2007 – Bilan des connaissances sur les espèces de mollusques continentaux d'intérêt communautaire de la Directive « Habitats-Faune-Flore » dans la région Picardie pour la période 1994 – 2007. *MalaCo*, 4 : 164-175.
- CUCHERAT, X. & VANAPPELGHEM, C. 2003 – Les Mollusques continentaux du Marais de Roussent (Pas-de-Calais, France). *Héron* 36 (4) : 249-254.
- 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.
- FALKNER, G., 2003. The status of the four Annex II species of *Vertigo* Bavaria (Gastropoda, Pulmonata : Vertiginidae). *Heldia* 5 (7) : 59-72.

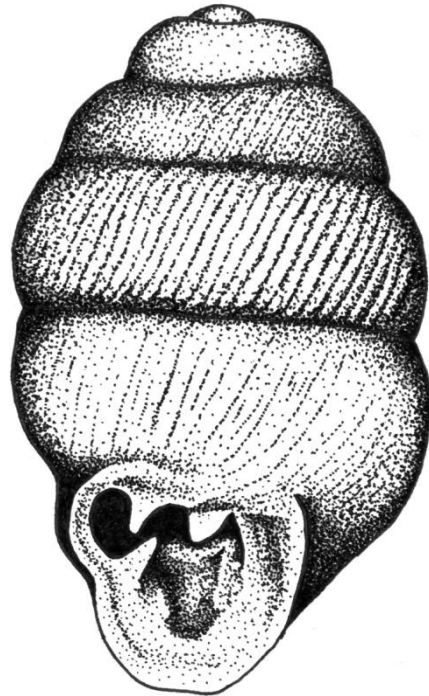


- GERMAIN, L., 1931 – Mollusques terrestres et aquatiques (première partie). Faune de France – 477 pp. Paris. (Paul Lechevalier).
- GOYAUD, C., 2002 – *Vertigo moulinsiana* (Dupuy 1849) (Mollusca : Gastropoda : Pulmonata) dans le marais des Bourbes à Olonne-sur-Mer en Vendée. *Le Naturaliste Vendéen*. N°2 : 99-100.
- HORNUNG, E., MAJOROS G., FEHER Z. & VARGA A., 2003. An overview of the *Vertigo* species in Hungary: their distribution and habitat preferences (Gastropoda, Pulmonata: Vertiginidae). *Heldia* 5 (7): 51-57.
- KERVYN, T., BAUGNEE, J.Y., PATERNOSTER, T., GODEAU, J.-F., FIEVET, V. & VERCOUTERE, B., 2004 – *Vertigo moulinsiana*, un gastéropode méconnu en Région wallonne. *Parcs et Réserves*. 59 (4) : 33-39.
- KILLEEN, I.J., 2003a – Ecology of Desmoulin's Whorl Snail. Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series No. 6. English Nature, Peterborough.
- KILLEEN, I., 2003b – A review of EUHSD *Vertigo* species in England and Scotland. *Heldia* 5 (7): 73-84.
- MARTINEZ-ORTI, A., 2004 – La Conservation des Mollusques Continentaux en Espagne : Introduction historique et état actuel. Résumé du colloque « La conservation des mollusques continentaux en France : de l'arrêté de 1992 fixant la liste des espèces protégées à la mise en oeuvre des premiers documents d'objectifs Natura 2000 : quel bilan ? Quelles perspectives ? » 19 pp.
- MENESGUEN, A., AUROUSSEAU P., DION, P. & DURAND P., 2011 – Avis sur les questions ou assertions posées par l'Institut de l'environnement et par les syndicats agricoles (FDSEA, CDJA) au sujet des marées vertes. *Courrier de l'environnement de l'INRA* 61 : 29 – 43.
- PILATE, D., 2004 – *Vertigo moulinsiana* (Dupuy, 1849) (Gastropoda : Pulmonata) in Latvia. *Acta Universitatis Latviensis, Biology*. 676 : 127-129.
- TATTERSFIELD, P. & KILLEEN, I., 2006 – Major declines in populations of the wetlands snail *Vertigo moulinsiana* in a UK protected wetland site. *Tentacle* 14: 17-18.
- TATTERSFIELD, P. & MCINNES R., 2003. Hydrological requirements of *Vertigo moulinsiana* on three candidate Special Areas of Conservation in England. (Gastropoda, Pulmonata : Vertiginidae). *Heldia* 5 (7) : 135-147.
- THIRION, J.-M. & GUILLON, M., 2005 – Caractérisation et localisation des populations de *Vertigo moulinsiana* dans une partie du Marais Poitevin (secteurs de la Ronde et Magné) en vue d'appliquer une gestion conservatoire. *Nature Environnement* 17. 13 pp.
- VAVROVA, L., 2005 – The Mollusc species in Slovakia listed in the habitats directive. *Tentacle* 13: 5-6.
- VRIGNAUD, S., 2010a – Evaluation des enjeux malacologiques (Gastéropodes terrestres) sur le tracé du GPSO Bordeaux-Caprieux-Bruch. Rapport pour Ecosphère. 6 p + annexes.
- VRIGNAUD, S., 2010b - Recherche du Maillot de Des Moulins *Vertigo moulinsiana* (Dupuy 1849) et du Maillot étroit *Vertigo angustior* Jeffreys 1830 dans le Marais d'Episy (Episy, Seine-et-Marne). Rapport pour le Conseil Général de la Seine-et-Marne. 17 p + annexes.



Annexe 2 : Vertigo étroit *Vertigo angustior* Jeffreys, 1830 - Synthèse bibliographique

(état des connaissances au 29/02/2012)



Sylvain VRIGNAUD – 7, Clos Joseph Laurent – rue du pont Chinard – 03000 NEUVY

vrignaud.sylvain@free.fr



Monographie de *Vertigo angustior* Jeffreys 1830

La biologie et l'écologie de cette espèce est mal connue. Les principales études ont été faites en Angleterre.

Statut de protection

Vertigo angustior figure à l'annexe 2 de la Directive Habitats (n°92/43/CEE).

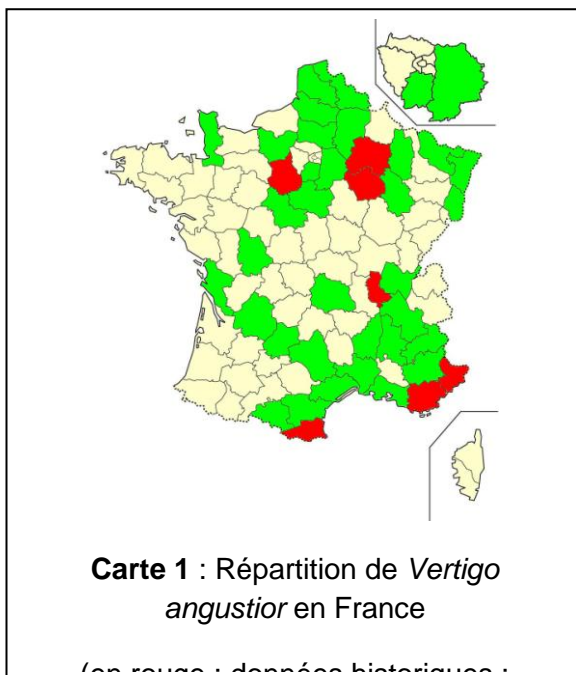
Cette espèce est sur la liste rouge des espèces menacées de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN-2000) ainsi que sur celle des espèces vulnérables du livre rouge de l'inventaire de la faune menacée en France (MNHN, WWF – 1994).

Distribution

Vertigo angustior s'observe dans une grande partie de l'Europe et dans le nord de la Turquie et de l'Iran. Les populations sont principalement situées en Europe centrale et en Europe de l'Est ; elles sont beaucoup plus dispersées en Europe du Nord et dans l'Ouest. D'ouest en est, l'espèce est connue De l'Irlande jusqu'à la mer Caspienne. Au nord, elle atteint le sud de la Scandinavie. Au sud, elle est présente jusqu'en Espagne (MARTINEZ-ORTI 2004). Par contre, elle n'a pas été notée en Europe méridionale (Portugal, Grèce...) (BENSETTITI & GAUDILLAT coord. non daté).

V. angustior semble toujours très localisé et en déclin sérieux à travers toute l'Europe (ANONYME in COCHARD 2004).

Répartition en France



En 1931, GERMAIN signalait l'espèce dans un certain nombre de départements où il la considérait comme peu commune : Aisne, Aube, Marne, Ain, Rhône, Pyrénées-Orientales, Ariège, Hérault, Var, Alpes-Maritimes, etc. Elle a depuis été signalée dans le Loiret (COCHARD 2004), la Somme et l'Oise (CUCHERAT & BOCA 2007) les Pyrénées centrales (BERTRAND 2004), la Seine-et-Marne (VRIGNAUD 2010) et les Hautes-Alpes (CUCHERAT *et al.*, 2012).



Biologie / écologie

➤ Cycle de développement

V. angustior est un escargot hermaphrodite, pouvant être également uniquement femelle. Une étude portant sur des individus de Pologne et de Grande-Bretagne a permis de constater que 40 % des adultes étaient dépourvus d'organes copulateurs mâles. Ce fait semble résulter de facteurs écologiques et biologiques et aussi faire partie du cycle de développement de l'espèce (BENSETTITI & GAUDILLAT coord. non daté). Cette stratégie démographique peut produire une grande quantité de jeunes en peu de temps ce qui est probablement la raison majeure de l'augmentation des populations lors d'année favorable (avec une longue période continue chaude et humide). Lors des années défavorables, avec des conditions trop humides et froides ou particulièrement sèches, de nombreuses pertes sont comptées (MOORKENS & GAYNOR 2003).

Un élevage menée par Verhaeghe & Cucherat (BIOTOPE 2009) a montré que les oeufs sont pondus dans la litière, qu'il y ait un seul ou plusieurs parents. Les oeufs sont volumineux par rapport à la taille de l'adulte (ils représentent environ un tiers de sa taille).

CAMERON (2003) pense en extrapolant les données issues de l'étude de Vertigo inverse *Vertigo pusilla* O. F. Müller, 1774 (POKRYSZKO 1990 in CAMERON *op. cit.*) que les adultes pourraient vivre 12 mois voire plus, mais que la durée d'une génération (d'œuf à œuf pourrait être courte de 60 à 70 jours durant l'été. Cependant, cet auteur ne peut affirmer que l'espèce possède un cycle annuel simple.

Les travaux de FOWLES (1998 in BAHL 2003) laissent à penser qu'en hiver les populations de *Vertigo angustior* sont composées presque uniquement d'adultes et d'immatures issus d'une ponte automnale. Il a, en effet, été noté que le recrutement maximale avait lieu en automne. Seulement si la fin de l'été venait à être trop sec, le recrutement serait différé (CAMERON 2003). Les individus issus de l'année n connaissent un déclin entre février et mai de l'année n+1 (BENSETTITI & GAUDILLAT coord. non daté).

Les effectifs de populations présentent d'importantes fluctuations interannuelles. Dans les micro-habitats les plus favorables de Grande-Bretagne, ils peuvent atteindre une densité de 1 200 individus/m² (KILLEEN 1993a in DE BRUYNE 2002). Quand il fait très froid et humide ou à l'inverse très sec, des pertes importantes dans les populations peuvent être constatées, celles-ci se comblent lentement lorsque les conditions climatiques redeviennent propices à la reproduction (MOORKEENS & GAYNOR 2003 in PHILIPPEAU 2004).

➤ Activités

Cette espèce, comme beaucoup de mollusques, est très sensible aux changements d'humidité. Lorsqu'il fait sec, *Vertigo angustior* se met à l'abri afin de minimiser ses pertes en eau ; on le trouve alors dans des espaces non ventilés ou à la surface du sol. Lorsqu'il fait froid, il se retire parmi les mousses, les rhizomes d'Iris, dans les premiers horizons du sol, etc. et se rétracte dans sa coquille (BENSETTITI & GAUDILLAT coord. non daté).

La dispersion et donc potentiellement la colonisation de nouveaux milieux se ferait par le vent, l'eau, au travers de débris flottants et des animaux à fourrures (CAMERON *et al.* 2003 in BIOTOPE 2009)

➤ Régime alimentaire

Le régime alimentaire de l'espèce n'est pas connu ; on suppose qu'elle se nourrit de détritus et de matière organique en décomposition (BENSETTITI & GAUDILLAT coord. non daté) non ligneuse (CAMERON *et al.* 2003). MOORKENS & GAYNOR (2003) pensent qu'elle se nourrit de micro-algues et champignons se développant sur la matière végétale en décomposition. Cette végétation pourrissante est en plus faible quantité dans les secteurs les plus humides et ne fournirait donc pas assez de matière pour subvenir de façon continue aux besoins du



Vertigo étroit. Cela pourrait expliquer l'effet de la micro-topographie sur les variations de densité de notre escargot.

➤ Structure des populations

En milieu dunaire dans le nord de la France, dans des habitats a priori uniforme sur le plan phytosociologique il a été constatée une distribution agrégative (CUCHERAT *et al.* 2006 in BIOTOPE 2009).

➤ Densité de population

KILLEEN (2003) a constaté sur un marais anglais une concentration moyenne de 340 individus par m². Cependant les extrêmes allaient de 5 à 1 100 ind./m². Et le Vertigo étroit y occupe une place prépondérante dans le peuplement malacologique avec plus de 40% des effectifs par échantillon. Ce même auteur a noté des concentration allant jusqu'à 1 824 ind./m² dans un marais écossais. CAMERON *et al.* (2003) signalent que les concentration de plus de 1500 ind./m² ne sont par rares sur certains écotones. *Vertigo angustior* représentait alors 84% des coquilles récoltées dans un échantillon.

Les densités sont aussi variables dans le temps, ainsi CAMERON (2003) a noté des abondances plus importantes durant l'automne (octobre-novembre). Celles-ci peuvent décroître rapidement ou progressivement durant l'hiver, les variations inter-annuelles semblant importantes.

➤ Colonisation et dispersion

FALKNER (2003) rapporte un cas de colonisation des berges d'un réservoir. Les escargots auraient été entraînés par des hautes eaux depuis le bassin versant puis par le courant créé par le vent. Cette colonisation se serait effectuée en approximativement cinq ans. Ces populations se situe à l'abri de la houle formée sur la retenue soit à une hauteur de 5 à 10 cm au dessus de la limite supérieure des vagues. Cette observation nous informe sur le fait que même si les populations de Vertigo étroit sont isolées et résiduelles il possède des facultés de colonisation pour peu que de nouveaux habitats lui soit favorable.

Caractéristiques écologiques / habitats

Espèce de basse altitude, elle a été signalée par le passé jusqu'à 1 100 m dans les Alpes (BENSETTITI & GAUDILLAT coord. non daté). Récemment, une population située à 1 270 m d'altitude a été trouvée dans les Hautes-Alpes (CUCHERAT *et al.* 2012).

La répartition de ce gastéropode est relativement étendue, mais est composée de micro-stations très localisées, comme en Normandie et plus particulièrement dans la réserve naturelle de Manneville (Eure) (PHILIPPEAU 2005 in COCHARD *et al.* 2006).

Vertigo angustior semble être lié aux milieux riches en calcaire (GERMAIN 1931, KERNEY *et al.* 1999, VAVROVA 2005, KSIAZKIEWICZ 2008) présentant un pH proche de la neutralité (PHILIPPEAU 2004).

En Europe, *Vertigo angustior* fréquente toute une gamme d'habitats humides (VAVROVA 2005, KSIAZKIEWICZ 2008) ouverts : tourbières (GERMAIN 1931, KERNEY *et al.* 1999), prairies en permanence humides ou marécageuses, pavements calcaires de ruisseaux, bords de plan d'eau, marais calcaires (BENSETTITI & GAUDILLAT coord. non daté)... le Vertigo étroit ne monte pas sur la végétation, mais reste au niveau de la litière principalement parmi les touffes de végétation (HORNUNG *et al.* 2003). Dans la Somme, ce gastéropode a été trouvé dans la litière d'une roselière eutrophe à Phragmite commun (*Phragmites australis*) (CUCHERAT & BOCA 2006 in CUCHERAT & BOCA 2007). On peut aussi le trouver dans les bas-marais tourbeux alcalins à Jonc à tépales obtus (*Juncus subnodulosus*) et à Laïche élevée (*Carex elata*) où il a été trouvé dans la litière recouvrant la base



des touradons, mais également dessus. Toutefois il semble absent des plages inondées présentes entre ceux-ci (CUCHERAT & BOCA 2007). Il a également été détecté dans une litière très humide constituée de feuilles de Laïches des rives (*Carex riparia*) et de Massettes à larges feuilles (*Thypha latifolia*) (CUCHERAT & BOCA 2007). En Pologne, il est connu de marais recouverts de *Carex acutiformis* et *Carex paniculata* (Alliance *Magnocaricion*) (KSIĄZKIEWICZ 2008). CAMERON (2003) a constaté des concentrations élevées dans des milieux composés et classés de façon décroissante par des *Iris* sp., *Juncus* sp et *Oenanthe* sp., puis de grandes monocotylédones (Plus de 10 cm de long) et enfin de courtes monocotylédones (inférieur à 10 cm).

Elle est aussi présente dans les dépressions humides dunaires de Normandie (MAZURIER 2002 in COCHARD *et al.* 2006) et dans les massifs dunaires fossiles d'âge récent du Nord-Pas-de-Calais où elle est notée y compris dans les formations boisées (CUCHERAT & DEMUYNCK 2006). Dans ce dernier cas, les bois sont principalement composés de Peuplier tremble (*Populus tremula*) avec une strate herbacée eutrophe, mais aussi des aulnaies-acérais (érables) dont la strate herbacée est composée d'hélophytes traduisant des inondations plus ou moins régulières. Ailleurs dans le Nord-Pas-de-Calais, l'espèce est principalement observée dans les mégaphorbiaies à Eupatoire chanvrine (*Eupatorium cannabinum*) (CUCHERAT & DEMUYNCK 2006).

D'après KILLEEN (2003), l'humidité du sol est un facteur clé influençant la répartition de *V. angustior*, celui-ci étant absent des zones susceptibles d'être inondées comme cela a été constaté en Picardie (CUCHERAT & BOCA 2007) alors qu'il présente d'importantes densités sur des sols crayeux, drainés rapidement lors de fortes averses. Par contre, il délaisse les secteurs les plus secs (CUCHERAT & BOCA 2007).

L'espèce est habituellement présente dans la litière humide assez épaisse, sous les mousses, débris végétaux (CUCHERAT & DEMUYNCK 2006) et parfois même à 10 – 15 cm du sol, sur les tiges de plantes vivantes ou mortes (NORRIS & COLVILLE 1974 in PHILIPPEAU 2004) probablement à l'occasion d'épisodes très humides (CUCHERAT & DEMUYNCK. 2006). Ainsi, la micro-topographie est, elle aussi, importante et permet à l'espèce de se tenir à un degré d'humidité lui convenant précisément (MOORKENS & GAYNOR 2003) soit par des déplacements verticaux, soit par une sélection des populations suivant les années. Ces mêmes auteurs ont démontré une augmentation des densités en fonction de la diversité des micro-habitats elle même liée à la micro-topographie. Ainsi, on peut considérer que l'espèce fréquente un écotone entre prairie et marais (CAMERON *et al.* 2003)

Notons quelques exemples de Grande-Bretagne.

Les populations côtières de Witheford Burrows (pays de Galles) vivent au niveau d'une étroite zone de transition entre les dunes et les marais salants, occupée par un groupement prairial à Ray-grass (*Lolium perenne*), Fétuque rouge (*Festuca rubra*), Agrostide stolonifère (*Agrostis stolonifera*) et Potentille ansérine (*Potentilla anserina*). Cette végétation se développe sur des sols neutres et humides et connaît des inondations (eau douce ou saumâtre) régulières. Cette zone présente également une végétation de dépressions humides dunaires avec des apports en eau douce (BENSETTITI & GAUDILLAT coord. non daté).

KILLEEN signale *Vertigo angustior* dans le Suffolk sur une litière de feuilles et sur de la végétation en décomposition, à la base de touffes de Laïches (*Carex riparia*) (BENSETTITI & GAUDILLAT coord. non daté).

CAMERON *et al.* (2003) ont mis en correspondance les habitats fréquentés par le Vertigo à bouche étroite et ceux décrits dans les codes CORINE (DEVILLERS *et al.* 1991, BISSARDON & GUIBAL 1997 in BIOTOPE 2009) et de la Directive « Habitats-Faune-Flore » (ROMÃO 1996 in BIOTOPE 2009) :

- Bas-marais alcalin (tourbières basses alcalines) (CORINE 54.2),
- Bois marécageux d'Aulne (*Alnus glutinosa*) (CORINE 44.91),
- Communautés à grandes laïches (53.2),
- Dalles rocheuses (HD 8240, CORINE 62.3),
- Mégaphorbiaies à Reine des prés (*Filipendula ulmaria*) et communautés apparentées (CORINE 37.1),



- Prairies humides non améliorées, légèrement pâturées : prairies humides eutrophes (CORINE 37.2),
- Sources d'eaux dures (CORINE 57.12),
- Tourbières de transition (CORINE 54.5),
- Transition entre les plans d'eau non améliorés (mares et étangs) et les prairies humides calcaires (non codifiés par CORINE),
- Transition entre les végétations à Marisque (*Cladium mariscus*) ou bas marais alcalins et les prairies humides eutrophes (CORINE 53.3/54.2 – 37.2),
- Végétation à *Cladium mariscus* (CORINE 53.3).

Récemment le Vertigo étroit a été noté dans une Molinie bleue pure (CORINE 37.31) dans les Hautes-Alpes par CUCHERAT *et al.* (2012).

CAMERON (2003) conclut son étude en expliquant qu'il n'y a d'associations botaniques constantes typiques de l'habitat du Vertigo étroit, mais plus une combinaison de facteurs environnementaux. Cela inclut les marais permanents sans inondation, avec une strate herbacée fournissant une litière peu dense et drainante en guise de refuge, avec un pâturage inégal laissant des mottes avec un système racinaire développé, dans un milieu relativement ouvert. Si les conditions physiques sont requises, les changements de gestion tels que la pression de pâturage feront pencher la balance dans un sens ou dans l'autre. CAMERON (*op. cit.*) présente la cas des Iris qui fournissent un abri et une protection contre le piétinement des bovins.

Causes de régression

Les menaces pesant sur l'espèce sont extrêmement mal connues, mais l'espèce est considérée comme étant sensible (KSIAZKIEWICZ 2008). On peut toutefois citer la disparition de son habitat, notamment liée au drainage des zones humides, l'altération des conditions hydrologiques (CUCHERAT & BOCA 2007, KSIAZKIEWICZ 2008), la pollution des eaux (BENSETTITI & GAUDILLAT coord. non daté), la pression de pâturage (ANONYME *in* COCHARD 2004) par les bovins (CAMERON *et al.* 2003), le pâturage par les ovins (en raison de la petitesse de l'herbe après le pâturage) (CAMERON *et al. op. cit.*). Il semble que l'espèce puisse subsister dans les parcelles pâturées d'après CUCHERAT & BOCA (2007), cependant ces auteurs ne précisent pas si l'espèce a été trouvée dans une zone délaissée par le bétail (chevaux de Camargue et vaches). CAMERON *et al.* (*op. cit.*) pensent à ce sujet que l'abandon du pâturage est tout aussi néfaste que son intensification. Ces derniers tendent à dire que le pâturage équin serait le meilleur.

La fauche figure parmi les causes de régression de l'espèce, notamment sur les secteurs gérés à des fins conservatoires (KSIAZKIEWICZ 2008). L'eutrophisation entraîne également une régression de *Vertigo angustior* (KSIAZKIEWICZ 2008), elle peut être due à l'affouragement du bétail (CAMERON *et al.* 2003).

Localement, le tassement notamment par des pêcheurs peut être une menace sur une population (CUCHERAT & BOCA 2007).

Une étude réalisée en Angleterre tendrait à prouver que le déclin pourrait être dû à la progression de la Baldingère (*Phalaris arundinacea*) et autres grandes herbes au détriment des communautés d'Iris et de Carex (ANONYME *in* COCHARD 2004).

De même, l'extrême localisation des stations augmente l'intensité des menaces pesant sur l'espèce (CUCHERAT & BOCA 2007).

Conservation et gestion

La gestion conservatrice doit impérativement préserver la micro-topographie. Etant donnée la difficulté à dresser les généralités sur les exigences du Vertigo étroit du fait que l'espèce fréquente un écotone, il est préférable d'étudier finement les pratiques d'un site ainsi que son historique. Les pratiques agricoles, leurs saisonnalités, leurs fréquences, leurs périodicités, l'hygrométrie, l'évolution de la végétation doivent être



étudiées en parallèle au suivi de l'espèce. Ainsi, un rapprochement de ces approches permet de cerner si les pratiques sont favorables à l'espèce et de façon durable.

➤ Pâturage

La conduite du pâturage possède un réel effet sur la présence et la densité du Vertigo étroit ((MOORKENS & GAYNOR 2003) (cf. ci-dessus).

➤ Suivi

Les variations interannuelles sont extrêmement variables. Elles sont liées aux précipitations. De fait un suivi devra être effectué sur un nombre suffisamment d'années afin d'être représentatif (MOORKENS & GAYNOR 2003).

Références bibliographiques

- BAHL, C., 2003 – Evaluation des enjeux malacologiques dans les zones humides en Lorraine. Cas appliqués aux espèces de la Directive Habitats. Conservatoire des Sites Lorrains. 28 p + annexes.
- BENSETTITI, F. & GAUDILLAT, V. coord. non daté – Cahier d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 7 : espèces animales. La documentation française. 353 p.
- BERTRAND, A., 2004 – Les mollusques dans les Pyrénées françaises : les espèces de la Directive habitats, les espèces protégées et les espèces endémiques, bilan des connaissances. Résumé du colloque « La conservation des mollusques continentaux en France : de l'arrêté de 1992 fixant la liste des espèces protégées à la mise en oeuvre des premiers documents d'objectifs Natura 2000 : quel bilan ? Quelles perspectives ? » 19 p.
- BIOTOPE, 2009 - Etude préalable à la mise en place de plans de conservations des mollusques de la Directive Habitats et protégés au titre de l'arrêté du 23 avril 2007 en Picardie. 115 p.
- BRUYNE, R. de, 2002 – De nauwe Korfslak *Vertigo angustior* in Nederland (Mollusca : Gastropoda). *Nederlandse Faunistische Mededelingen*, 16: 11-20.
- CAMERON, R.A.D., 2003 – Life-cycles, molluscan and botanical associations of *Vertigo angustior* and *Vertigo geyeri* (Gastropoda, Pulmonata: Vertiginidae). *Heldia* 5 (7): 95-110.
- CAMERON, R.A.D., COLVILLE, B., FALKNER, G., HOLYOAK, G.A., HORNUNG, E., KILLEEN, I.J., MOORKENS, E.A., POKRYSZKO, B.M., VON PROSCHWITZ, T., TATTERSFIELD, P. & VALOVIRTA, I., 2003. Species Accounts for snail genus *Vertigo* listed in Annex II of the Habitats Directive: *V. angustior*, *V. genesii*, *V. geyeri* and *V. moulinsiana* (Gastropoda, Pulmonata: Vertiginidae). *Heldia* 5 (7): 151-170.
- COCHARD, P.-O., 2004 – Découverte de *Vertigo angustior* (Vertiginidae, Mollusca) dans le Loiret. *Symbioses*, nouvelle série, 11 : 37-38.
- COCHARD, P.-O., HESNARD, O., LECAPLAIN, B., MAZURIER, M. & PHILIPPEAU, A., 2006 – Le genre *Vertigo* O.F. Müller, 1773 (Gastropoda, Stylommatophora, Vertiginidae) en Normandie, premier état des connaissances. *MalaCo*, 2 :34-38.
- CUCHERAT, X. & BOCA, F., 2007 – Bilan des connaissances sur les espèces de mollusques continentaux d'intérêt communautaire de la Directive « Habitats-Faune-Flore » dans la région Picardie pour la période 1994 – 2007. *MalaCo*, 4 : 164-175.
- CUCHERAT, X. & DEMUYNCK, S., 2006 – Catalogue annoté des Gastéropodes terrestres (Mollusca, Gastropoda) de la région Nord – Pas-de-Calais. *MalaCo* 2 : 40-91.
- CUCHERAT, X., QUELIN, L. & LOTTE J., 2012. Aperçu de la malacofaune de quelques tourbières alcalines du Plateau Bayard (France, Hautes-Alpes). *MalaCo* 8 : 406-411.
- ECOSPHERE, 2006. Document d'objectifs. Site Natura 2000 FR 2400525 « Marais de Sceaux et Mignerette ». 152 p + annexes.
- FALKNER, G., 2003. The status of the four Annex II species of *Vertigo* Bavaria (Gastropoda, Pulmonata : Vertiginidae). *Heldia* 5 (7) : 59-72.
- GERMAIN, L., 1931 – Mollusques terrestres et aquatiques (première partie). Faune de France – 477 p. Paris. (Paul Lechevalier).



- HORNUNG, E., MAJOROS G., FEHER Z. & VARGA A., 2003. An overview of the Vertigo species in Hungary: their distribution and habitat preferences (Gastropoda, Pulmonata: Vertiginidae). *Heldia* 5 (7): 51-57.
- KERNEY M.P., CAMERON R.A.D., 1999 - Guides des escargots et limaces d'Europe. Adaptation française : Bertrand A. *Delachaux et Niestlé*. 370p. Paris.
- KILLEEN, I., 2003 – A review of EUHSD *Vertigo* species in England and Scotland. *Heldia* 5 (7): 73-84.
- KSIĄŻKIEWICZ, Z., 2008 – The Narrow-Mouthed Whorl Snail *Vertigo angustior* (Pulmonata : Gastropoda: Vertiginidae) – Distribution and habitat disturbance in northwestern Poland. *Tentacle* 16: 5-6.
- MARTINEZ-ORTI, A., 2004 – La conservation des Mollusques continentaux en Espagne : Introduction historique et état actuel. Résumé du colloque « La conservation des mollusques continentaux en France : de l'arrêté de 1992 fixant la liste des espèces protégées à la mise en oeuvre des premiers documents d'objectifs Natura 2000 : quel bilan ? Quelles perspectives ? » 19 p.
- MOORKENS, E. A. & GAYNOR K., 2003. Studies on *Vertigo angustior* at a coastal site in western Ireland (Gastropoda, Pulmonata: Vertiginidae). *Heldia* 5 (7): 125-134.
- PHILIPPEAU, A., 2004 – Ecologie des Mollusques terrestres de la Réserve Naturelle Nationale des Manneville et de l'Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope des Litières de Quillebeuf (27). Mémoire de Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées. Université du Littoral Côte d'Opale, Parc Naturel Régional des Boucles de la Seine Normande. 51 pp + annexes.
- VAVROVÁ, L., 2005 – The Mollusc species in Slovakia listed in the Habitats Directive. *Tentacle* 13: 5-6.
- VRIGNAUD, S., 2010 - Recherche du Maillot de Des Moulins *Vertigo moulinsiana* (Dupuy 1849) et du Maillot étroit *Vertigo angustior* Jeffreys 1830 dans le Marais d'Episy (Episy, Seine-et-Marne). Rapport pour le CG77. 17 p + annexes.

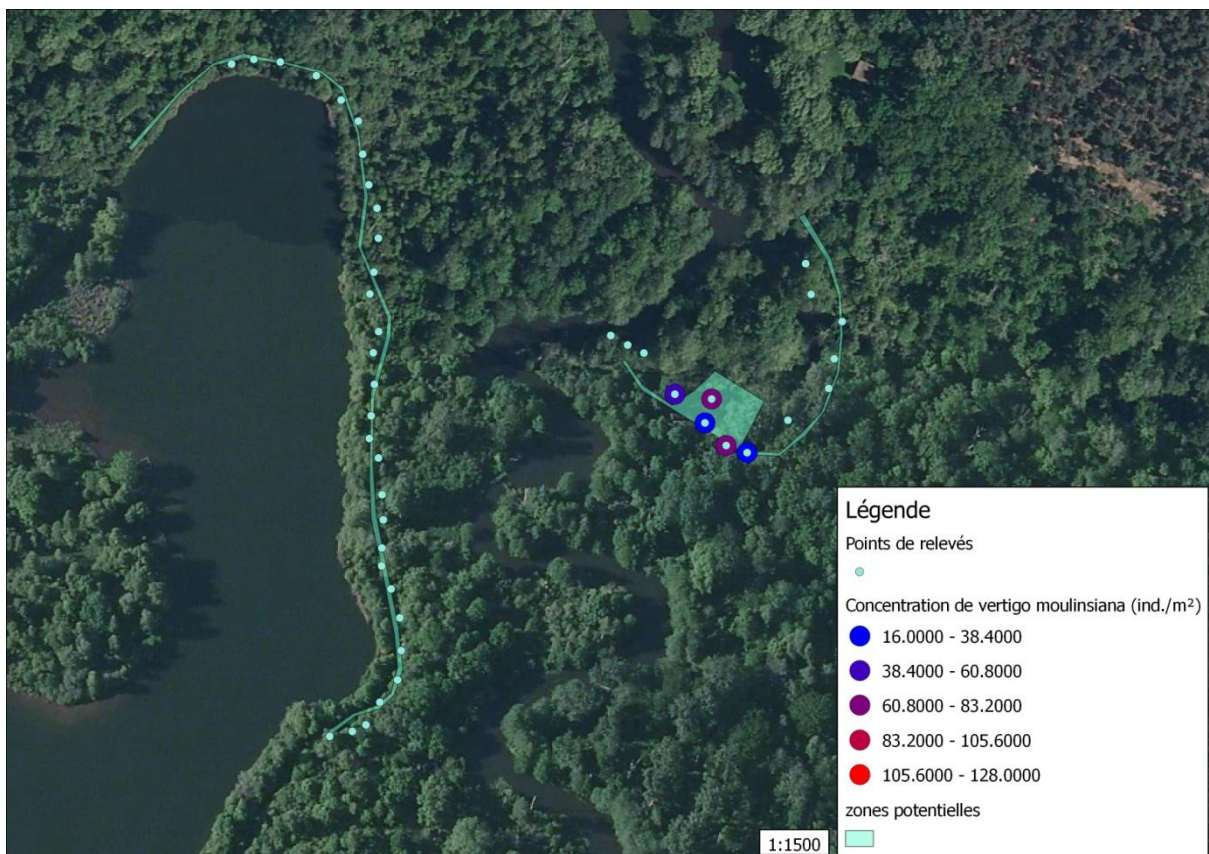


Annexe 3 : répartition des points d'échantillonnage et concentrations observées de *Vertigo moulinsiana*

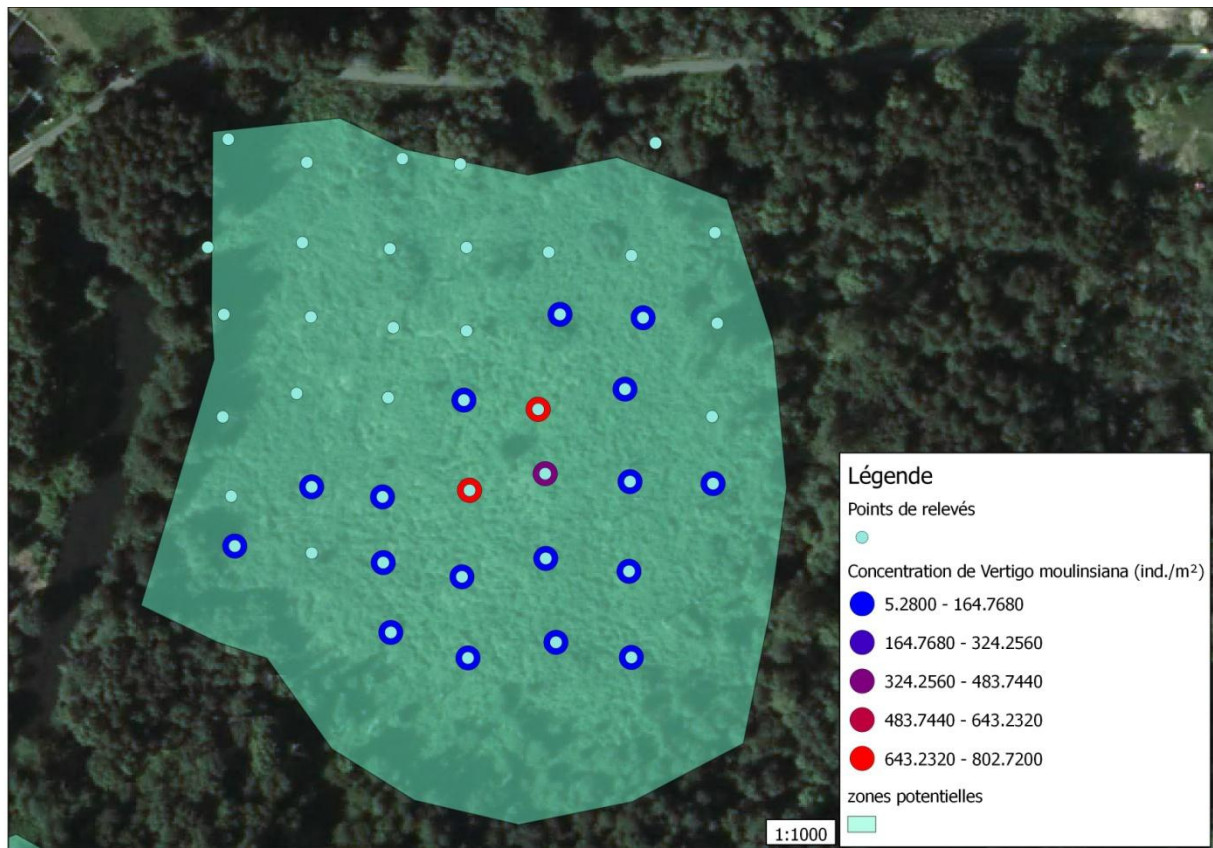
En préambule, il est nécessaire de préciser que les concentrations indiquées ci-dessous sont issus d'une extrapolation non rigoureuse des densités acquises sur l'échantillonnage de 10*10 cm, 25*25 cm et/ou le battage ramené à 1 m²



Annexe 3 - figure 1 : Localisation des points d'échantillonnage de la station ZP 1



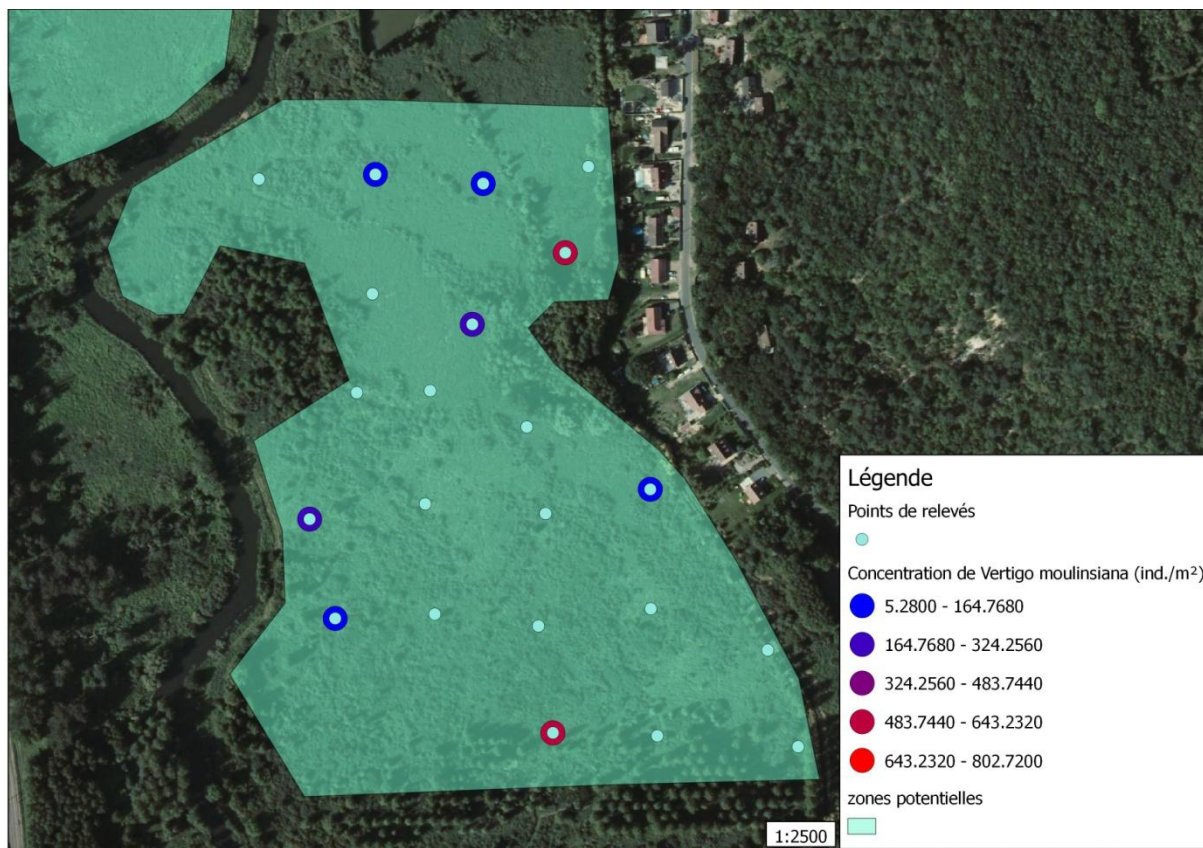
Annexe 3 - figure 2 : Localisation des points d'échantillonnage des stations ZP 2 (à l'ouest) et ZP3 (à l'est)



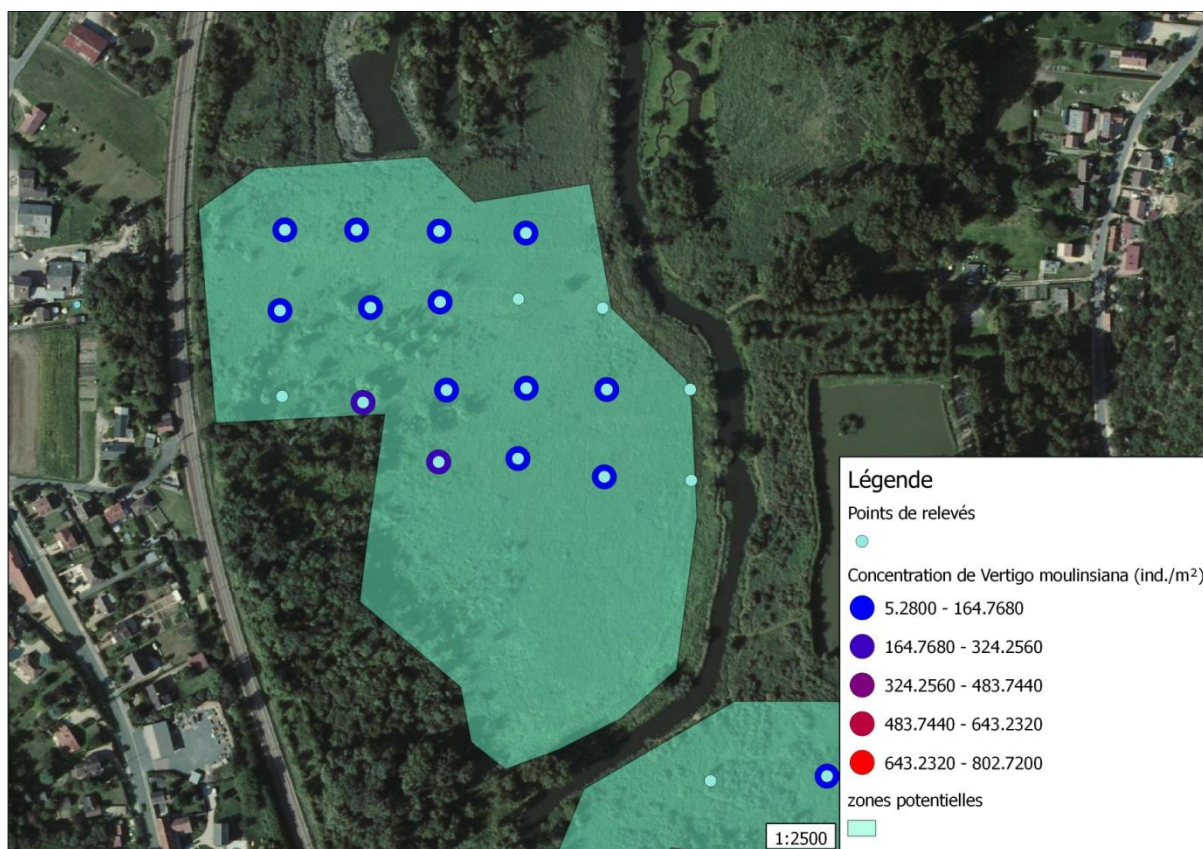
Annexe 3 - figure 3 : Localisation des points d'échantillonnage de la station ZP 5



Annexe 3 - figure 5 : Localisation des points d'échantillonnage de la station ZP 6



Annexe 3 - figure 6 : Localisation des points d'échantillonnage de la station ZP 7



Annexe 3 - figure 7 : Localisation des points d'échantillonnage de la station ZP 8

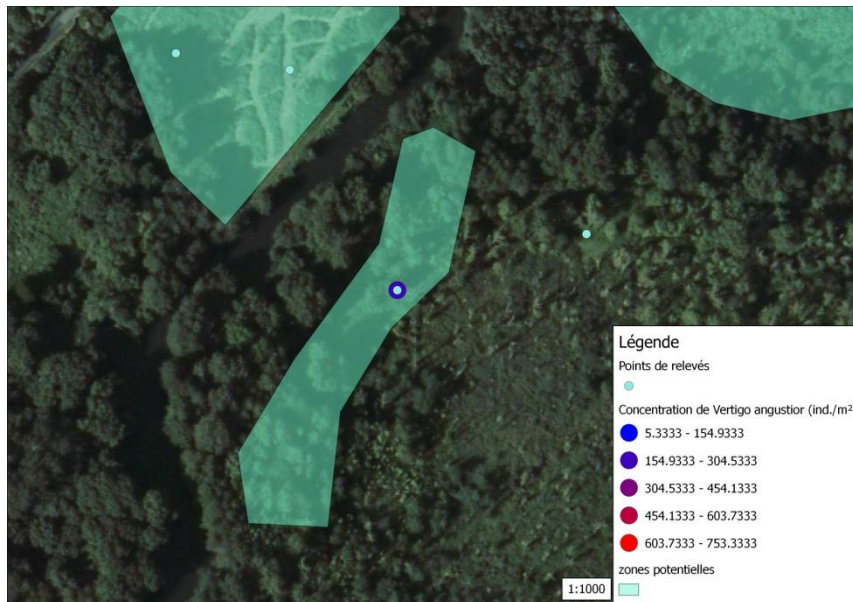


Annexe 3 - figure 8 : Localisation des points d'échantillonnage de la station ZP 9

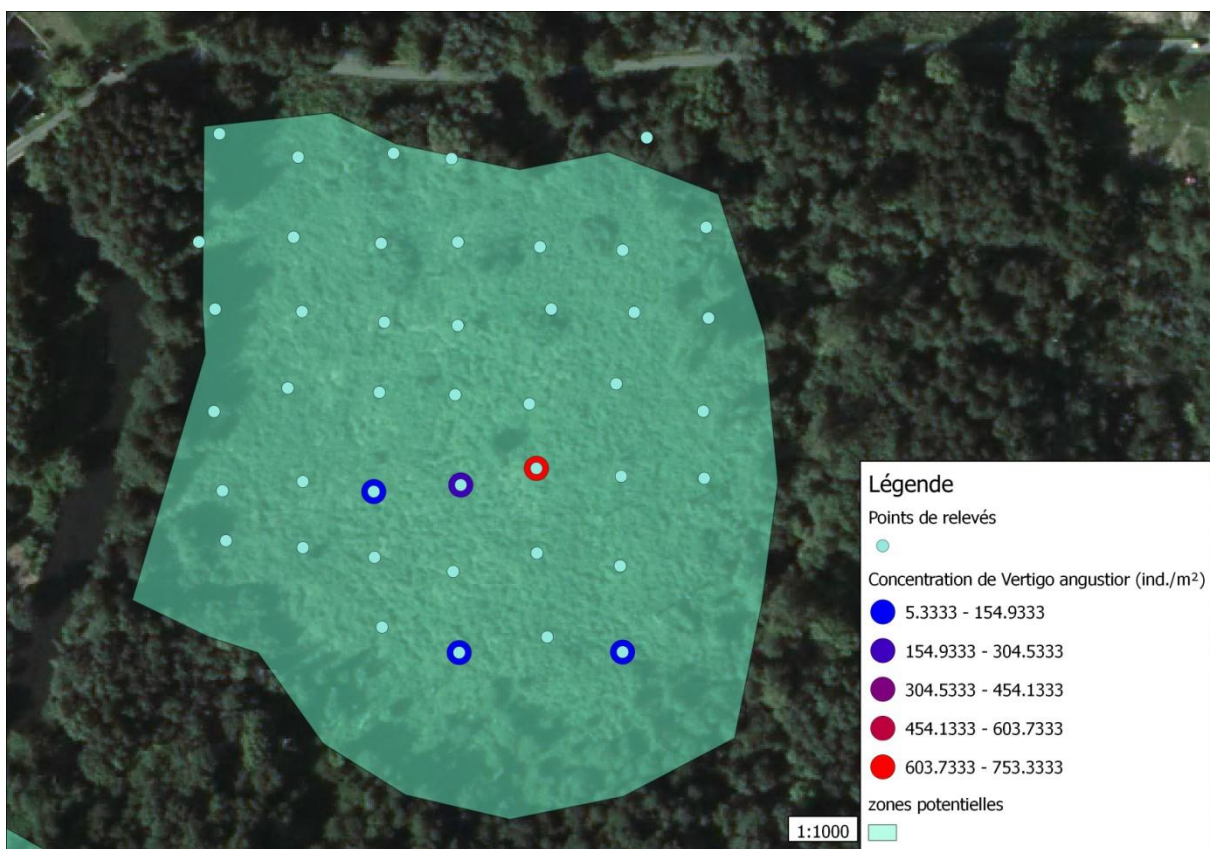


Annexe 4 : répartition des points d'échantillonnage et concentrations observées de *Vertigo angustior*

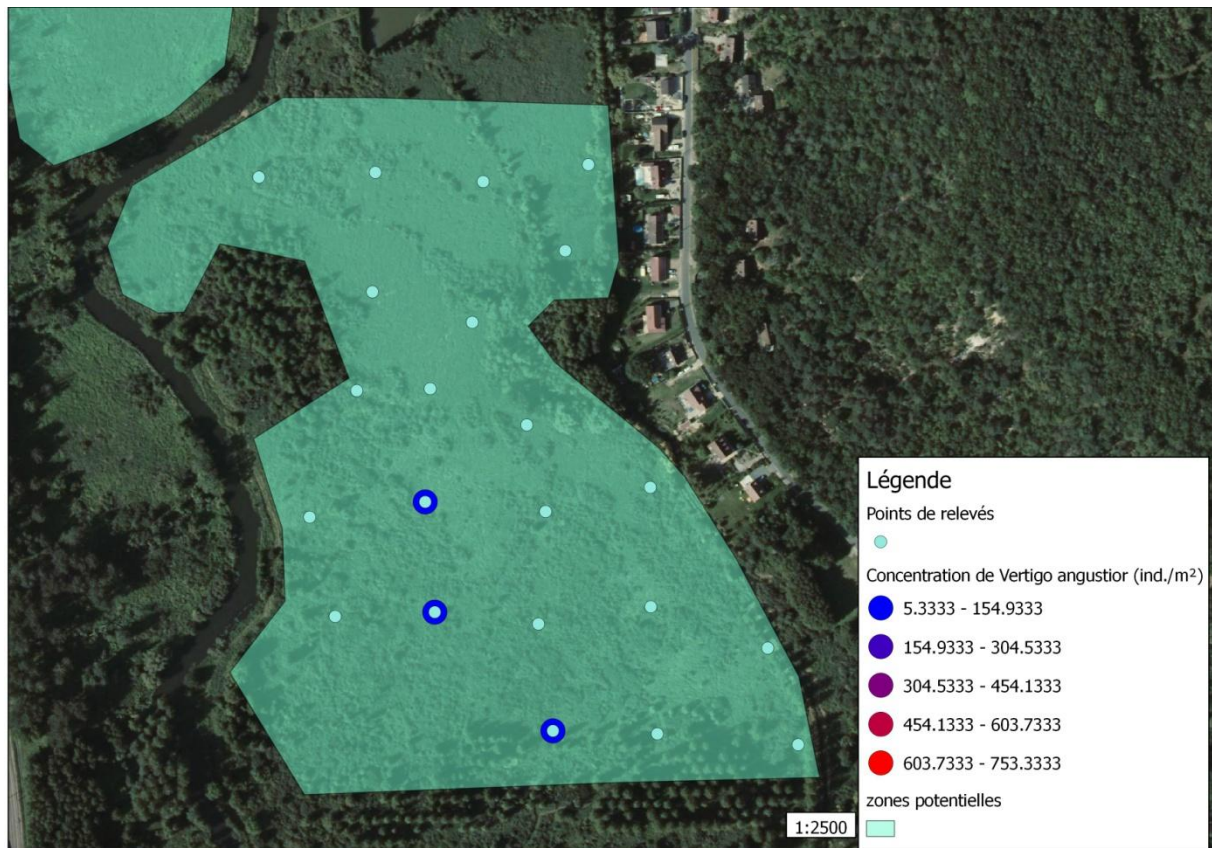
En préambule, il est nécessaire de préciser que les concentrations indiquées ci-dessous sont issues d'une extrapolation non rigoureuse des densités acquises sur l'échantillonnage de 10*10 cm, 25*25 cm et/ou le battage ramené à 1 m²



Annexe 4 - figure 1 : Localisation des points d'échantillonnage de la station ZP 4



Annexe 4 - figure 2 : Localisation des points d'échantillonnage de la station ZP 5



Annexe 4 - figure 3 : Localisation des points d'échantillonnage de la station ZP 7



Annexe 5 : données élémentaires - Coordonnées géographiques

ident	Latitude	Longitude
ZP1-1	48.285612	2.422563
ZP1-2	48.285551	2.422516
ZP2-1	48.339071	2.386699
ZP2-10	48.339694	2.38695
ZP2-11	48.339787	2.386956
ZP2-12	48.33987	2.386949
ZP2-13	48.339991	2.38693
ZP2-14	48.340055	2.386884
ZP2-15	48.34013	2.386892
ZP2-16	48.340234	2.386907
ZP2-17	48.340338	2.3869
ZP2-18	48.340408	2.386926
ZP2-19	48.340532	2.386881
ZP2-2	48.339088	2.386811
ZP2-20	48.340604	2.3869
ZP2-21	48.340716	2.386921
ZP2-22	48.340815	2.386913
ZP2-23	48.340892	2.386871
ZP2-24	48.340993	2.38684
ZP2-25	48.341102	2.386817
ZP2-26	48.341171	2.386731
ZP2-27	48.341251	2.386607
ZP2-28	48.341295	2.386428
ZP2-29	48.341303	2.386297
ZP2-3	48.33911	2.386878
ZP2-30	48.341287	2.386187
ZP2-4	48.339185	2.386946
ZP2-5	48.339259	2.387033
ZP2-6	48.339356	2.38705
ZP2-7	48.339464	2.387042
ZP2-8	48.339559	2.386997
ZP2-9	48.339635	2.38695
ZP3-1	48.340401	2.388076
ZP3-10	48.340232	2.389158
ZP3-11	48.34033	2.389184
ZP3-12	48.340453	2.389222
ZP3-13	48.340542	2.389067
ZP3-14	48.340643	2.389039
ZP3-2	48.34037	2.38816
ZP3-3	48.340344	2.388241
ZP3-4	48.340209	2.388396
ZP3-5	48.340115	2.388546
ZP3-6	48.340194	2.388578
ZP3-7	48.340041	2.388652
ZP3-8	48.340018	2.388756



ZP3-9	48.340126	2.388957
ZP4-1	48.346705	2.386855
ZP4-2	48.346884	2.387736
ZP5-1	48.34875	2.387702
ZP5-10	48.348515	2.388494
ZP5-11	48.348506	2.388766
ZP5-12	48.3485	2.38904
ZP5-13	48.348552	2.389316
ZP5-14	48.348363	2.387692
ZP5-15	48.348359	2.38798
ZP5-16	48.348337	2.388253
ZP5-17	48.348331	2.388496
ZP5-18	48.348369	2.388805
ZP5-19	48.348363	2.38908
ZP5-2	48.3487	2.387963
ZP5-20	48.348352	2.389326
ZP5-21	48.348137	2.387691
ZP5-22	48.34819	2.387935
ZP5-23	48.34818217	2.38823812
ZP5-24	48.348178	2.388489
ZP5-25	48.348159	2.388735
ZP5-26	48.348205	2.389022
ZP5-27	48.348146	2.389311
ZP5-28	48.347962	2.387721
ZP5-29	48.347984	2.387987
ZP5-3	48.34871	2.388279
ZP5-30	48.347963	2.388222
ZP5-31	48.347979	2.38851
ZP5-32	48.348017	2.38876
ZP5-33	48.348001	2.389041
ZP5-34	48.347998	2.389316
ZP5-35	48.347852	2.387734
ZP5-36	48.347838	2.387989
ZP5-37	48.347818	2.388226
ZP5-38	48.347788	2.388487
ZP5-39	48.34783	2.388764
ZP5-4	48.348699	2.388471
ZP5-40	48.347803	2.38904
ZP5-43	48.347664	2.388253
ZP5-44	48.347609	2.388509
ZP5-45	48.347645	2.3888
ZP5-46	48.347613	2.38905
ZP5-6	48.348749	2.389117
ZP5-7	48.348511	2.387637
ZP5-8	48.348523	2.38795
ZP5-9	48.348511	2.38824
ZP6-1	48.348136	2.386378



ZP6-2	48.34777	2.38585
ZP6-3	48.347797	2.38633
ZP6-4	48.347436	2.385813
ZP6-5	48.347387	2.386345
ZP7-1	48.355468	2.383756
ZP7-10	48.354112	2.38599
ZP7-11	48.353594	2.384198
ZP7-12	48.353683	2.385154
ZP7-13	48.353635	2.386151
ZP7-14	48.353773	2.387016
ZP7-15	48.353047	2.384416
ZP7-16	48.353075	2.38524
ZP7-17	48.353014	2.386099
ZP7-18	48.353114	2.387028
ZP7-19	48.352891	2.387999
ZP7-2	48.355499	2.38472
ZP7-22	48.352425	2.386226
ZP7-23	48.352413	2.38709
ZP7-24	48.352359	2.388257
ZP7-4	48.355453	2.385613
ZP7-4	48.355551	2.386483
ZP7-5	48.35484	2.384703
ZP7-6	48.354676	2.385532
ZP7-7	48.355075	2.386297
ZP7-8	48.354294	2.38458
ZP7-9	48.354308	2.385188
ZP8-1	48.35849	2.380196
ZP8-10	48.357571	2.380184
ZP8-11	48.357541	2.380855
ZP8-12	48.357613	2.381545
ZP8-13	48.357627	2.382205
ZP8-14	48.357623	2.382872
ZP8-15	48.357627	2.383562
ZP8-16	48.357216	2.381485
ZP8-17	48.357238	2.382141
ZP8-18	48.357141	2.382857
ZP8-19	48.357125	2.383577
ZP8-2	48.358493	2.38079
ZP8-3	48.35849	2.381474
ZP8-4	48.358483	2.382192
ZP8-5	48.358045	2.380161
ZP8-6	48.358065	2.38091
ZP8-7	48.358099	2.381486
ZP8-8	48.358118	2.382134
ZP8-9	48.358072	2.382832
ZP9-1	48.330813	2.395691
ZP9-15	48.330072	2.395553



ZP9-2	48.330538	2.395698
ZP9-3	48.330424	2.395644
ZP9-4	48.330191	2.3956
ZP9-6	48.329842	2.39555
ZP9-7	48.329725	2.39545



Annexe 6 : données élémentaires - *Vertigo moulinsiana* et *Vertigo angustior*

Seules les données concernant *Vertigo moulinsiana* et *V. angustior* figurent dans cette annexe. Les données complètes figurent dans un fichier Excel joint.

ident	Nb Vertigo moulinsiana - battage	Nb Vertigo moulinsiana - litière 10*10 cm	Nb Vertigo moulinsiana - litière 25*25 cm	Nb Vertigo angustior - battage	Nb Vertigo angustior - litière 10*10 cm	Nb Vertigo angustior - litière 25*25 cm
ZP8-9	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-9	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-9	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-8	0	NA	0	0	NA	0
ZP8-8	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-8	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-7	0	NA	0	0	NA	0
ZP8-7	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-7	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-6	3	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-6	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-6	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-5	2	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-5	2	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-5	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-4	12	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-4	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-4	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-3	2	NA	0	0	NA	0
ZP8-3	9	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-3	2	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-2	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-2	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-2	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-19	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-19	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-19	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-18	0	NA	2	0	NA	0
ZP8-18	0	NA	0	0	NA	0
ZP8-18	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-17	0	NA	2	0	NA	0
ZP8-17	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-17	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-16	2	NA	16	0	NA	0
ZP8-16	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-16	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-15	0	NA	0	0	NA	0
ZP8-15	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-15	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-14	0	NA	9	0	NA	0
ZP8-14	0	NA	NA	0	NA	NA



ZP8-14	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-13	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-13	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-13	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-12	12	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-12	5	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-12	3	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-11	19	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-11	12	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-11	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-10	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-10	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-10	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-1	1	NA	9	0	NA	0
ZP8-1	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP8-1	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-9	0	0	NA	0	0	NA
ZP7-9	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-9	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-8	0	0	0	0	0	0
ZP7-8	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-8	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-7	0	4	6	0	0	0
ZP7-7	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-7	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-6	0	3	NA	0	0	NA
ZP7-6	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-6	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-5	0	0	0	0	0	0
ZP7-5	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-5	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-4	0	0	0	0	0	0
ZP7-4	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-4	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-3	0	0	1	0	0	0
ZP7-3	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-3	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-24	0	0	NA	0	0	NA
ZP7-24	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-24	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-23	0	0	NA	0	0	NA
ZP7-23	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-23	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-22	0	5	NA	0	1	NA
ZP7-22	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-22	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-2	0	0	1	0	0	0



ZP7-2	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-2	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-19	0	0	NA	0	0	NA
ZP7-19	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-19	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-18	0	0	0	0	0	0
ZP7-18	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-18	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-17	0	0	0	0	0	0
ZP7-17	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-17	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-16	0	0	0	0	1	0
ZP7-16	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-16	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-15	0	1	NA	0	0	NA
ZP7-15	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-15	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-14	0	1	1	0	0	0
ZP7-14	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-14	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-13	0	0	NA	0	0	NA
ZP7-13	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-13	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-12	0	0	NA	0	1	NA
ZP7-12	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-12	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-11	0	3	0	0	0	0
ZP7-11	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-11	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-10	0	0	0	0	0	0
ZP7-10	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-10	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-1	0	0	NA	0	0	NA
ZP7-1	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP7-1	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP6-5	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP6-5	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP6-5	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP6-4	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP6-4	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP6-4	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP6-3	0	NA	0	0	NA	0
ZP6-3	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP6-3	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP6-2	5	NA	NA	0	NA	NA
ZP6-2	2	NA	NA	0	NA	NA
ZP6-2	0	NA	NA	0	NA	NA



ZP6-1	6	NA	NA	0	NA	NA
ZP6-1	3	NA	NA	0	NA	NA
ZP6-1	2	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-9	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-9	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-9	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-8	0	0	NA	0	0	NA
ZP5-8	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-8	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-7	0	0	NA	0	0	NA
ZP5-7	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-7	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-6	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-6	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-6	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-46	2	0	NA	0	1	NA
ZP5-46	3	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-46	2	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-45	1	0	NA	0	0	NA
ZP5-45	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-45	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-44	0	0	NA	0	1	NA
ZP5-44	4	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-44	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-43	7	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-43	3	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-43	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-40	1	0	NA	0	0	NA
ZP5-40	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-40	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-39	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-39	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-39	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-38	7	0	0	0	0	0
ZP5-38	12	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-38	10	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-37	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-37	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-37	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-36	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-36	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-36	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-35	0	NA	1	0	NA	0
ZP5-35	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-35	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-34	10	0	NA	0	0	NA
ZP5-34	0	NA	NA	0	NA	NA



ZP5-34	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-33	2	0	NA	0	0	NA
ZP5-33	7	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-33	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-32	4	2	NA	0	7	NA
ZP5-32	17	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-32	6	NA	NA	10	NA	NA
ZP5-31	8	6	NA	2	2	NA
ZP5-31	15	NA	NA	3	NA	NA
ZP5-31	15	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-30	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-30	1	NA	NA	1	NA	NA
ZP5-30	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-3	0	0	NA	0	0	NA
ZP5-3	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-3	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-29	0	0	0	0	0	0
ZP5-29	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-29	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-28	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-28	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-28	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-27	0	0	NA	0	0	NA
ZP5-27	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-27	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-26	1	0	2	0	0	0
ZP5-26	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-26	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-25	15	5	NA	0	0	NA
ZP5-25	21	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-25	18	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-24	4	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-24	4	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-24	2	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-23	0	0	NA	0	0	NA
ZP5-23	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-23	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-22	0	0	NA	0	0	NA
ZP5-22	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-22	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-21	0	0	0	0	0	0
ZP5-21	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-21	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-20	0	0	NA	0	0	NA
ZP5-20	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-20	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-2	0	0	0	0	0	0



ZP5-2	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-2	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-19	1	0	2	0	0	0
ZP5-19	3	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-19	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-18	2	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-18	2	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-18	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-17	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-17	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-17	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-16	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-16	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-16	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-15	0	0	NA	0	0	NA
ZP5-15	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-15	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-14	0	0	NA	0	0	NA
ZP5-14	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-14	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-13	0	0	NA	0	0	NA
ZP5-13	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-13	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-12	0	0	NA	0	0	NA
ZP5-12	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-12	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-11	0	0	NA	0	0	NA
ZP5-11	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-11	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-10	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-10	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-10	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-1	0	0	NA	0	0	NA
ZP5-1	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP5-1	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP4-1	0	NA	0	0	NA	12
ZP4-1	0	NA	0	0	NA	13
ZP3-9	5	NA	NA	0	NA	NA
ZP3-8	5	NA	NA	0	NA	NA
ZP3-7	1	NA	NA	0	NA	NA
ZP3-6	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP3-5	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP3-4	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP3-3	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP3-2	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP3-14	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP3-13	0	NA	NA	0	NA	NA



ZP3-12	0	NA	NA	0	NA	NA
ZP3-11	3	NA	NA	0	NA	NA
ZP3-10	2	NA	NA	0	NA	NA
ZP3-1	0	NA	NA	0	NA	NA