



**Nord**  
le Département est là →



## Étude après travaux

Etude après travaux  
LIFE+ NAT/BE/000631  
FLANDRE (action D6)  
Évaluation de l'impact  
des actions de  
débroussaillage et de  
lisières sur les  
populations de  
*Vertigo angustior*

Département du Nord

Février 2020



biotope

Citation recommandée	Biotope, 2020, Évaluation de l'impact des actions de débroussaillage et de lisières sur les populations de <i>Vertigo angustior</i> , Étude après travaux. Département du Nord. 54 pages.	
Date	Février 2020	
Nom de fichier	2020_Evaluation de l'impact travaux sur <i>Vertigo_V</i> finale 2.docx	
N° de contrat	2018348-4	
Maître d'ouvrage	Département du Nord	
Interlocuteur	Direction de l'environnement	Contact : Bénédicte LEMAIRE Mail : <a href="mailto:Benedicte.lemaire@lenord.fr">Benedicte.lemaire@lenord.fr</a> Téléphone : +33 (0)3 59 73 57 43
Biotope, Responsable du projet	Hélène CHRUSLINSKI	Téléphone fixe : +33 (0)3 21 10 51 52 <a href="mailto:hchruslinski@biotope.fr">hchruslinski@biotope.fr</a>
Biotope, Contrôleur qualité	Baptiste FAURE	Téléphone fixe : +33 (0)3 21 10 51 52 Portable : +33 (0)6 01 01 51 06 <a href="mailto:bfaure@biotope.fr">bfaure@biotope.fr</a>

## Sommaire

1	Introduction	6
2	Objectifs de l'étude et organisation du rapport	8
3	Etat des connaissances sur le <i>Vertigo</i> étroit ( <i>Vertigo angustior</i> )	10
1	<b>Description de l'espèce</b>	<b>11</b>
2	<b>Taxonomie</b>	<b>12</b>
3	<b>Statuts réglementation et de protection</b>	<b>12</b>
3.1	Statuts réglementaires	12
3.2	Statuts de conservation	13
3.3	Répartition géographique	13
3.4	Biologie	16
3.5	Ecologie	18
4	Matériel et méthodes	21
1	<b>Présentation de l'aire d'étude</b>	<b>22</b>
2	<b>Equipe de travail</b>	<b>22</b>
3	<b>Prospections de terrain</b>	<b>23</b>
4	<b>Stratégie d'échantillonnage</b>	<b>23</b>
4.1	Préambule	23
4.2	Plan d'échantillonnage	24
5	Résultats	29
1	<b>Résultats globaux</b>	<b>30</b>
2	<b>Caractérisation écologique des stations de <i>Vertigo</i> étroit</b>	<b>38</b>
2.1	Relation entre les abondances et les valeurs d'Ellenberg	42
2.2	Résultats de la comparaison des stations gérées et non gérées	42
3	<b>Evolution des populations entre 2015 et 2019</b>	<b>43</b>
4	<b>Analyses Statistiques</b>	<b>51</b>
4.1	Evolution temporelle des populations	51
4.2	Effet de la gestion	52
4.3	Analyse des valeurs d'Ellenberg	53

6 Discussions et perspectives	55
7 Bibliographie	57

## Liste des tableaux

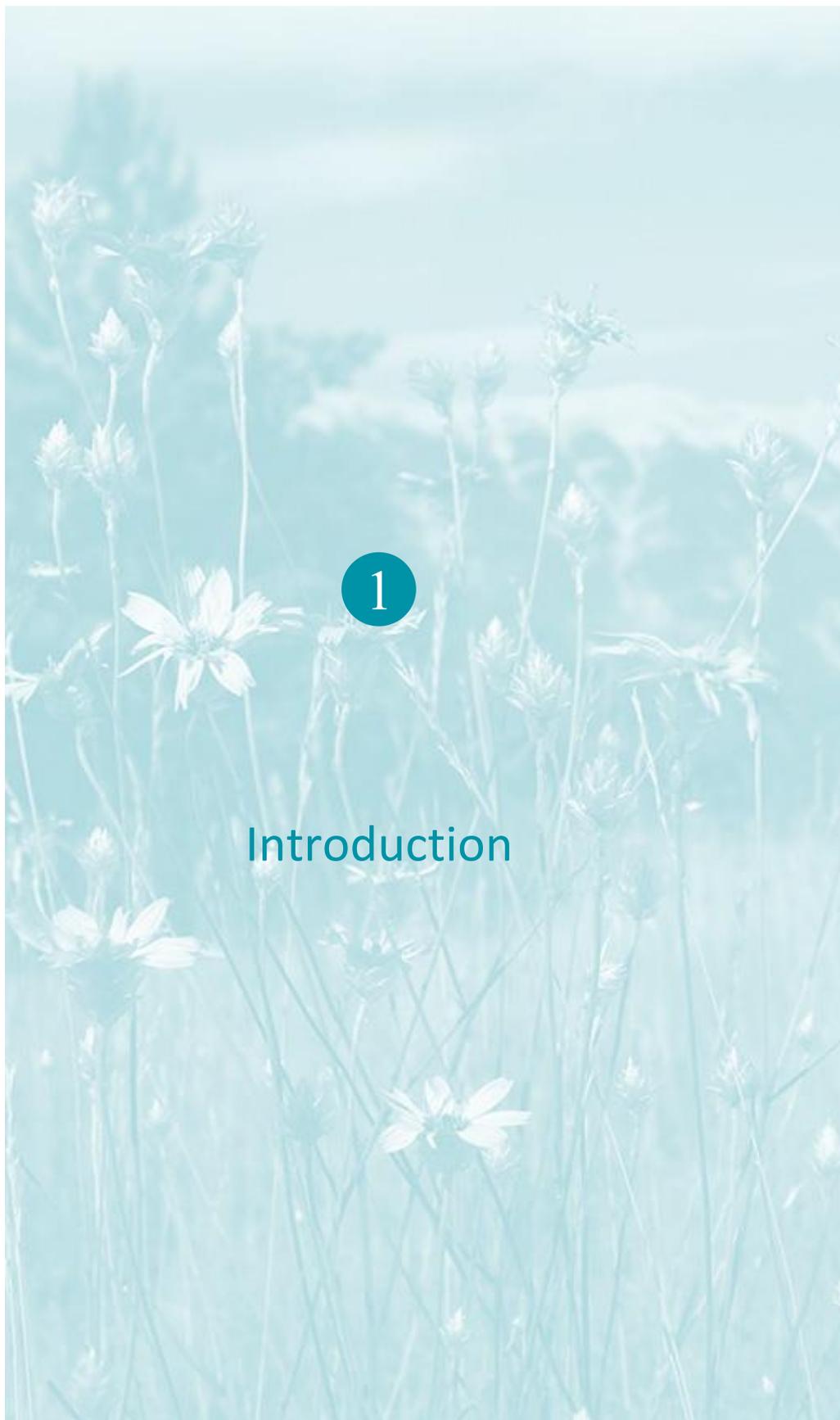
Tableau 1 : Présentation de l'équipe de travail	22
Tableau 2 : Dates des prospections de terrain et tamisage des échantillons	23
Tableau 3 : Résultats des coefficients d'Ellenberg pour les stations sur lesquels a été retrouvé le <i>Vertigo</i> étroit	38
Tableau 4 : Comparaison des résultats entre les études de 2015 et 2019	43

## Liste des illustrations

Figure 1 : Vue ventrale d'un adulte de <i>Vertigo</i> étroit. Les dents sont partiellement cachées par un épiphragme (film protéique brillant) (© EcoNum 2006) / Vue d'un spécimen adulte de <i>Vertigo</i> étroit sur un doigt (© Prié/Biotope 2008).	11
Figure 2 : Carte de la distribution européenne de <i>Vertigo angustior</i> (Welter-Schultes, 2012)	14
Figure 3 : Carte de répartition du <i>Vertigo</i> étroit en France métropolitaine et Corse (Source : INPN, Date d'extraction : février 2020)	15
Figure 4 : Localisation des observations récentes et anciennes du <i>Vertigo</i> étroit en Nord-Pas-de-Calais sur la période 1992-2011 (Source : Cucherat, 2013)	16
Figure 5 : Vue sur le balisage de 2 x 2 mètres (Source : Biotope)	25
Figure 6 : Localisation des réplicats au sein d'un bloc	28
Figure 7 : Aperçu d'un quadrat et du matériel de prélèvement (Source : Biotope)	28
Figure 8. Localisation des Actions Life et des stations de <i>Vertigo</i> dans les dunes Dewulf en 2019	32
Figure 9. Localisation des Actions Life et des stations de <i>Vertigo</i> dans les dunes Dewulf (zoom) en 2019	33
Figure 10. Localisation des Actions Life et des stations de <i>Vertigo</i> dans les dunes Marchand en 2019	34

Figure 11. Localisation des Actions Life et des stations de Vertigo dans les dunes Marchand (zoom) en 2019	35
Figure 12. Localisation des Actions Life et des stations de Vertigo dans les dunes Perroquet en 2019	36
Figure 13. Localisation des Actions Life et des stations de Vertigo dans les dunes Perroquet (zoom) en 2019	37
Figure 14. Evolution du nombre de coquilles récentes entre 2015 et 2019, pour chacune des stations doublement échantillonnées (2015 et 2019) et sur chacun des massifs dunaires. Les boîtes représentent 50% des valeurs (limite inférieure 25% et limite supérieure à 75%) et intègrent une barre représentant la médiane. Les valeurs non comprises dans cet intervalle sont représentées sous forme de points noirs.	51
Figure 15. Effet de la gestion sur le nombre total de coquille de Vertigo étroit. Les boîtes colorées représentent 50% des valeurs (limite inférieure 25% et limite supérieure à 75%) et intègrent une barre représentant la médiane. Les valeurs non comprises dans cet intervalle sont représentées sous forme de points noirs.	53
Figure 16. Présence de coquilles de Vertigo étroit en fonction du pourcentage de sable nu	54





1

## Introduction

## 1 Introduction

Dans le cadre du projet LIFE + Nature FLANDRE, l'action D6 consiste en une évaluation de l'impact des actions de débroussaillage et de gestion sur les populations de *Vertigo* étroit (*Vertigo angustior*).

Il s'agit:

- De réaliser un suivi de l'espèce avant (témoin ou état initial) et après la mise en place des mesures de gestion (sur cinq ans) sur un certain nombre de placettes où l'espèce était connue, afin de déterminer si les mesures n'ont pas entraîné sa disparition en vérifiant la présence d'individus vivants ;
- D'étudier l'évolution des effectifs (suivis par quadrats, densité de répartition des individus, ...) sur les zones où des actions de débroussaillage et de gestion de lisières ont été réalisées.

L'objectif général est de déterminer précisément dans quelles mesures les modes de gestion ont été favorables ou défavorables à l'espèce.

La présente étude s'appuie sur les données relatives aux habitats naturels fournis par Biotope<sup>1</sup> et le Département du Nord (ALFA 2012. Document d'objectifs), sur les études sur la répartition et l'écologie du *Vertigo* étroit dans les dunes Flamandes – phase I et II (Cucherat et al. 2006 et Cucherat et al. 2007) et sur les travaux réalisés dans le cadre du dossier LIFE+ Nature FLANDRE validé.

Ce rapport correspond à l'état après travaux, au sein des dunes Dewulf, Marchand et Perroquet. Seront abordés dans ce rapport :

- la présentation détaillée de la méthodologie utilisée pour la réalisation des inventaires ;
- Une synthèse des inventaires et des résultats obtenus ;
- Les cartographies,
- La base de données sous SIG.

---

<sup>1</sup> Action D6 du projet LIFE + Nature 12 NAT/BE/000631 FLANDRE :

*Évaluation de l'impact des actions de débroussaillage et de gestion sur les populations de *Vertigo* étroit (*Vertigo angustior*)*

2

Objectifs de l'étude et  
organisation du rapport

## 2 Objectifs de l'étude et organisation du rapport

En 2006, plusieurs campagnes de prospection ont été menées pour étudier la présence du *Vertigo étroit* dans les massifs dunaires de Flandre française et pour déterminer ses préférences écologiques (en particulier les végétations où l'espèce pouvait être trouvées).

En 2015, une étude sur l'évaluation des mesures de gestion mises en place a été réalisée et a montré que le *Vertigo étroit* était sur les sites étudiés, une espèce des lisières plus ou moins humides dont l'absence était certainement liée à la nature de la litière, sa consistance et à l'histoire de la végétation.

Sur les zones où il y avait des travaux d'envisagés, il existait des végétations abritant potentiellement le *Vertigo étroit*, mais nous n'avions pas d'information sur ses occurrences dans celles-ci (elles n'avaient pas été acquises lors des études 2006 et les objets de l'époque étaient différents).

Lors de l'état initial « avant travaux », il avait été décidé d'étendre la recherche du *Vertigo étroit* dans les végétations potentielles incluses dans les surfaces destinées à connaître des travaux.

D'une manière générale, l'objet de l'étude étant de faire une évaluation de l'impact des mesures de gestion engagées de 2015 à 2019 sur le *Vertigo étroit*, l'approche méthodologique s'est reposée sur un Before-After-Control-Impact (contrôle avant et après impacts).

Cela nécessite donc d'étudier des zones gérées et des zones sans mesures de gestion.

3

## Etat des connaissances sur le *Vertigo étroit (Vertigo angustior)*

### 3 Etat des connaissances sur le *Vertigo* étroit (*Vertigo angustior*)

## 1 Description de l'espèce



Figure 1 : Vue ventrale d'un adulte de *Vertigo* étroit. Les dents sont partiellement cachées par un épiphragme (film protéique brillant) (© EcoNum 2006) / Vue d'un spécimen adulte de *Vertigo* étroit sur un doigt (© Prié/Biotope 2008).

- Coquille senestre, oblongue, au sommet obtus ;
- Dimensions de la coquille très petites : 1.5-1.9 mm de haut pour 0.9-1.0 de large ;
- Spire formée de 5 tours convexes. Le dernier tour, est comprimé latéralement (d'où le nom d'*angustior*), donnant un aspect fusiforme à la coquille. Sutures assez profondes. Stries d'accroissement visibles et bien marquées, surtout sur les quatre derniers tours ;
- Ouverture de la coquille plutôt triangulaire, sans opercule, rétrécie vers la base, pourvue de 5 ou 6 dents (lamelles) ;
- 2 dents pariétales ; 2 dents palatales, l'inférieure étant souvent rudimentaire alors que la supérieure est en forme de pli. Cette dernière, lorsque l'animal est vivant et la coquille fraîche, est visible de l'extérieur et forme un croissant blanc ; 1 dent columellaire, subverticale (sorte de lamelle columellaire). Péristome subcontinu, réfléchi et délicatement épaissi, avec un gros bourrelet externe blanchâtre. Une échancrure est présente, côté palatal, en face du prolongement de la dent (lamelle) palatale supérieure. Ombilic oblique et peu profond ;
- Coquille translucide, de couleur brun jaunâtre brillant lorsqu'elle est très fraîche, devenant gris brune lorsqu'elle est âgée. Lorsque la coquille est très fraîche et l'animal vivant, il est possible d'observer, par transparence, une masse jaunâtre correspondant à la glande digestive. Tête de l'animal dotée de deux tentacules,

### 3 Etat des connaissances sur le *Vertigo* étroit (*Vertigo angustior*)

les inférieurs sont absents. Côtés du pied, manteau et sole pédieuse gris pâle ou blanc grisâtre. Tête, tentacules et partie dorsale du pied gris;

- Cette description ne s'applique qu'aux individus adultes. Le caractère senestre de la coquille est constant et diagnostique. Il existe, néanmoins, une certaine variabilité intra-spécifique concernant les dimensions de la coquille. En effet, certains spécimens sont plus hauts et plus étroits et, d'autres, plus courts et plus larges ;
- Il existe des risques de confusion avec *Vertigo pusilla* O. F. Müller 1774, qui n'a pas la même formule lamellaire chez les adultes. La confusion est grande chez les juvéniles de ces deux espèces. Pour les observateurs non expérimentés, il existe des confusions possibles avec des juvéniles du gastéropode *Clausilia bidentata* (Ström 1768), qui est également senestre. Toutefois, à hauteur égale avec des adultes de *Vertigo angustior*, les juvéniles de cette espèce ont un péristome tranchant et non réfléchi, ne montrent pas de lamelles dans l'ouverture, n'ont que trois tours de spire, qui sont beaucoup plus évasés, et ont une coquille sensiblement plus large et nettement cylindrique.

## 2 Taxonomie

- Phylum : *Mollusca* Cuvier, 1795
- Classis : *Gastropoda* Cuvier, 1795
- Subclassis : *Orthogastropoda* Ponder & Lindberg, 1995
- Ordo : *Pulmonata* Cuvier in Blainville, 1814
- Subordo : *Stylommatophora* A. Schmidt, 1855
- Familia : *Vertiginidae* Fitzinger, 1833
- Subfamilia : *Vertigininae* Fitzinger, 1833
- Genus : *Vertigo* O. F. Müller, 1773
- Subgenus : *Vertilla* Moquin-Tandon, 1856

## 3 Statuts réglementation et de protection

### 3.1 Statuts réglementaires

Les statuts réglementaires ou de protection s'appliquant au *Vertigo* étroit sont énumérés ci-après :

- Europe : Annexe II de la Directive 92/43 dite Directive « Habitats-Faune-Flore » et Annexe II de la Convention de Berne ;

### 3 Etat des connaissances sur le *Vertigo* étroit (*Vertigo angustior*)

- France : Pas de protection nationale au titre de l'arrêté du 23 avril 2007 relatif à la protection des espèces de mollusques en France ;
- Nord – Pas-de-Calais : Pas statut de protection régional.

#### 3.2 Statuts de conservation

Les statuts de conservation s'appliquant au *Vertigo* étroit sont listés ci-après :

- Monde : au niveau mondial, le *Vertigo* étroit est considéré comme une espèce quasi menacée (NT) (A2ac) (UICN 2012).
- Europe : l'espèce est considérée comme Vulnérable (VU A2ac+3c), avec des populations en diminution (Cuttelod et al. 2011).
- France : Fiers et al. (1997) ne donnent aucun statut de menace de l'espèce à l'échelle nationale. À ce jour, le statut de menace de cet escargot n'a pas encore évalué selon les critères IUCN bien qu'inscrite sur la liste rouge de nombreux pays européens. Toutefois, l'évaluation de l'état de conservation des espèces de la Directive « Habitats-Faune-Flore » depuis 1992 (1992-2007 puis 2007-2015, Bensettiti F. & Puissauve R., 2015) indique un état de conservation défavorable mauvais pour l'espèce en France.
- Hauts de France : à l'échelle régionale, il n'existe pas à l'heure actuelle, d'évaluation des statuts de conservation du *Vertigo* étroit en région.

#### 3.3 Répartition géographique

##### 3.3.1 Europe

Le *Vertigo* étroit est une espèce européenne paléarctique, dont la répartition est surtout continentale alpine (Pokryszko 1990).

Il est présent dans la majorité des pays d'Europe occidentale. L'aire de répartition s'étend de l'Irlande à l'ouest jusqu'à la Russie à l'est, et du sud de la Suède au nord à la Grèce au sud. Ce gastéropode est indiqué de la Turquie et du nord de l'Iran (Figure 2).

### 3 Etat des connaissances sur le *Vertigo* étroit (*Vertigo angustior*)

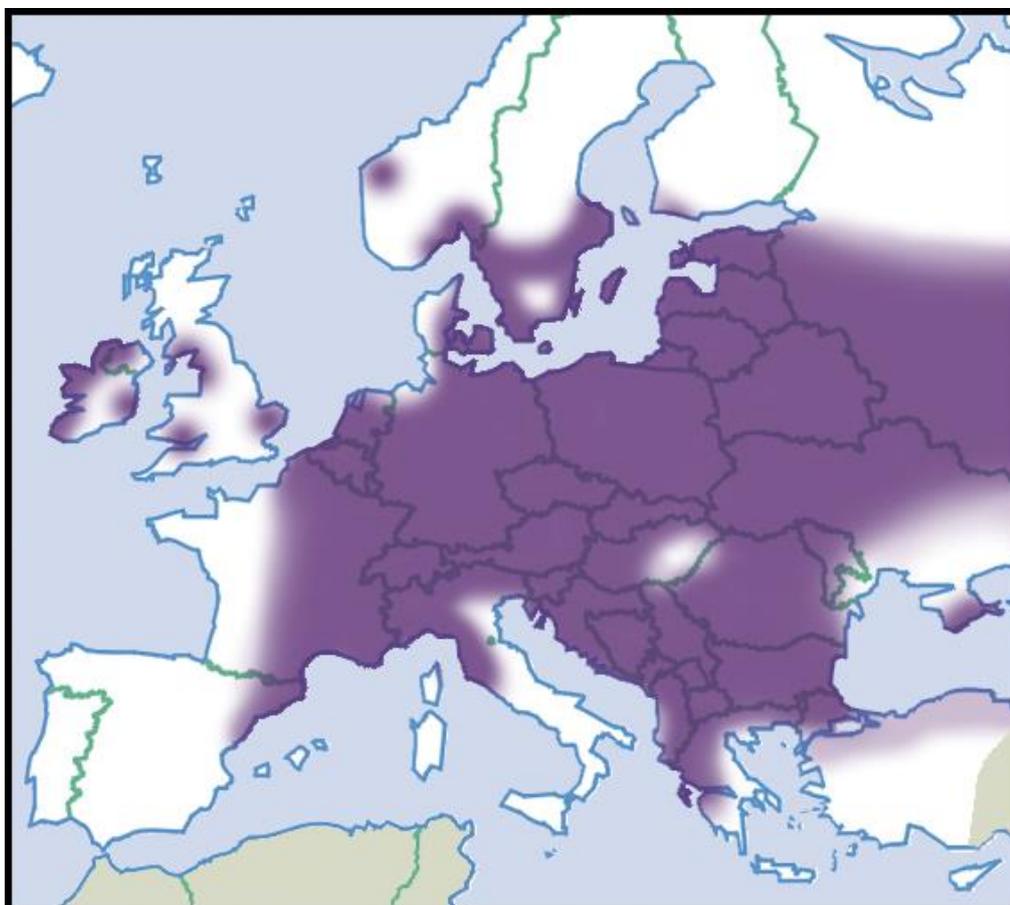


Figure 2 : Carte de la distribution européenne de *Vertigo angustior* (Welter-Schultes, 2012)

#### 3.3.2 France

Le *Vertigo* étroit est présent, de manière non exhaustive, dans les départements suivants : Nord, Pas-de-Calais, Somme, Oise, Moselle, Bas-Rhin, Haute-Marne, Essonne, Loiret, Loir-Et-Cher, Isère, Ardèche, Lot, Aveyron, Alpes-De-Haute-Provence, Hérault, Bouches-Du-Rhône et Ariège. Les populations françaises sont en limite occidentale de leur aire de répartition (Figure 2).

La Figure 3 montre la répartition du *vertigo* étroit en France métropolitaine. A noter toutefois que cette carte ne prend pas en compte les données récentes d'occurrence du *vertigo* étroit.

### 3 Etat des connaissances sur le *Vertigo étroit* (*Vertigo angustior*)

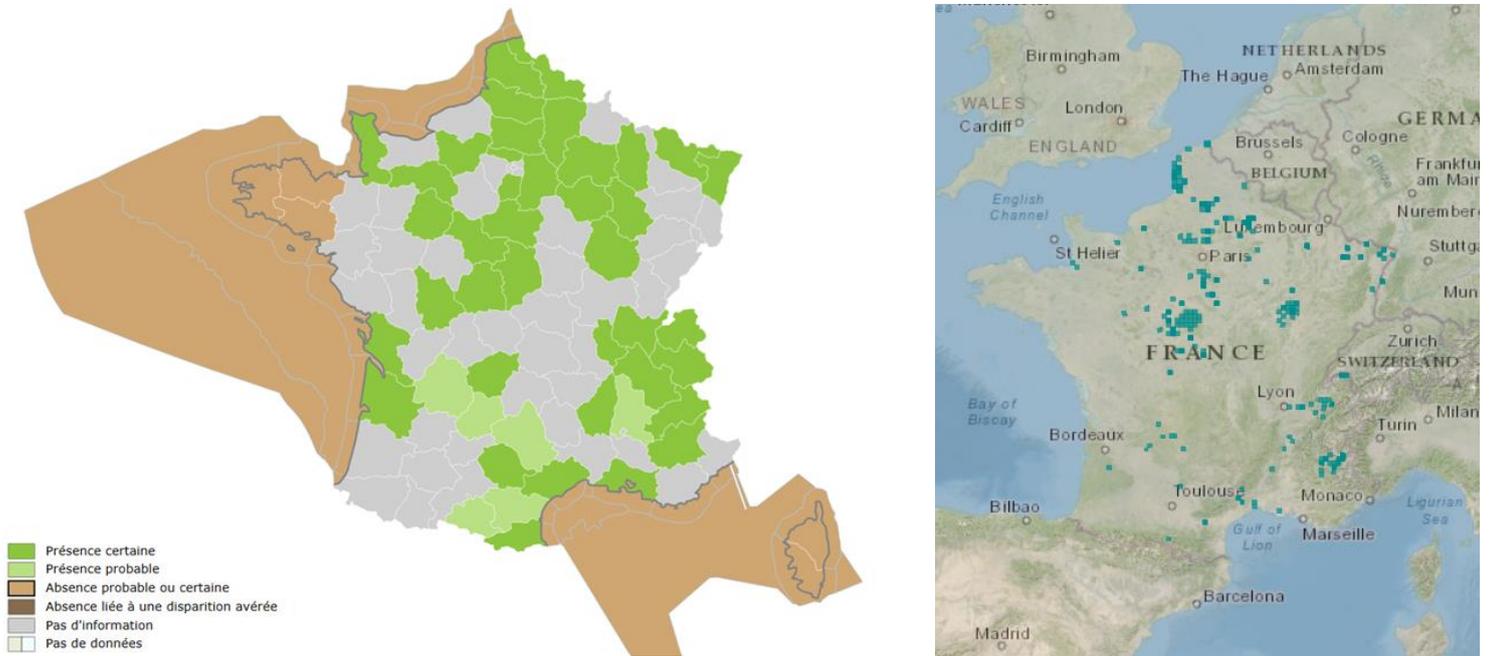


Figure 3 : Carte de répartition du *Vertigo étroit* en France métropolitaine et Corse (Source : INPN, Date d'extraction : février 2020)

#### 3.3.3 Nord-Pas-de-Calais

Cucherat (2013) indique que depuis 1996 dans les massifs dunaires récents et fossiles de l'est de Dunkerque (Biotope 1996a, b & c), l'espèce a fait l'objet de plusieurs études approfondies sur sa répartition sur la façade de la mer du Nord et de la Manche (Biotope 2004, Cucherat et al. 2006, Cucherat et al. 2007). Les occurrences de l'espèce se répartissent de l'estuaire de l'Authie jusqu'aux dunes plaquées du sud boulonnais. L'espèce est présente dans le massif dunaire de la Slack, isolé des autres systèmes dunaires par des côtes rocheuses (Terrasse & Caillet 2008). Il n'existe pas d'observation de ce vertigo dans le massif dunaire de la baie de Wissant, situé entre les caps Gris-Nez et Blanc-Nez. Quelques observations se localisent à l'est de Calais (Terrasse & Caillet 2008), puis à l'est de Dunkerque jusqu'à la frontière franco-belge (Cucherat et al. 2006, Cucherat et al. 2007). À ce jour, il n'existe pas de données récentes d'occurrence en dehors des massifs dunaires littoraux (Figure 4).

### 3 Etat des connaissances sur le *Vertigo étroit* (*Vertigo angustior*)

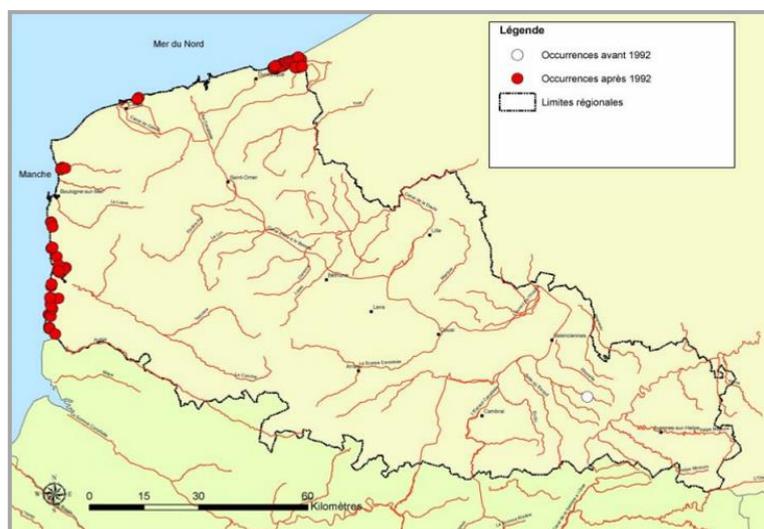


Figure 4 : Localisation des observations récentes et anciennes du *Vertigo étroit* en Nord-Pas-de-Calais sur la période 1992-2011 (Source : Cucherat, 2013)

#### 3.3.4 Présence du *Vertigo étroit* dans le réseau Natura 2000

Selon les données disponibles sur le site de l'inventaire Nationale du patrimoine naturel (inpn.mnhn.fr), l'espèce est présente dans vingt-cinq sites Natura 2000 répartis sur plusieurs régions. Toutefois, compte tenu du manque de connaissances sur cette espèce, il est possible qu'elle soit présente plus largement dans le réseau Natura 2000.

Dans les Hauts de France, le *Vertigo étroit* est présent dans cinq autres périmètres Natura 2000 en dehors du site des « Dunes de la plaine maritime flamande » :

- FR3100475 « Dunes flamandaises décalcifiées de Ghyvelde » ;
- FR3100480 « Estuaire de la Canche, dunes picardes plaquées sur l'ancienne falaise, forêt d'Hardelot et falaise d'Equihen » ;
- FR3100481 « Dunes et marais arrière-littoraux de la plaine maritime picarde » ;
- FR3100482 « Dunes de l'Authie et Mollières de Berck » ;
- FR3100511 « Forêts, bois, étangs et bocage herbager de la Fagne et du plateau d'Anor ».

### 3.4 Biologie

La biologie et l'écologie du *Vertigo étroit* dans les Hauts de France sont encore mal connues. Les éléments de biologie présentés reflètent l'état actuel des connaissances sur l'espèce en Europe. Concernant son écologie, nous nous focaliserons sur les connaissances acquises en région.

## 3 Etat des connaissances sur le *Vertigo* étroit (*Vertigo angustior*)

### 3.4.1 Cycle de développement

Le *Vertigo* étroit est un escargot hermaphrodite, pouvant être également uniquement femelle. Dans ce cas les individus sont aphylliques (Pokryszko 1990). Les individus naissent et se reproduisent au même endroit. Des élevages effectués en laboratoire (Verhaeghe & Cucherat, inédit) ont montré que les œufs sont pondus dans la litière, qu'il y ait un seul parent ou plusieurs. Les œufs sont volumineux par rapport à l'adulte, puisqu'ils représentent environ le tiers de la taille d'un adulte. Leur nombre d'œufs pondus par individu n'a pas été évalué lors de ces expériences.

### 3.4.2 Activité

À ce jour, il n'existe pas d'informations sur l'activité quotidienne de l'espèce. Il s'agit d'une espèce vivant dans la litière et qui escalade rarement les végétaux dressés. En revanche, des travaux effectués aux Pays-Bas (Boesveld 2005) et des observations effectuées dans le nord de la France (Cucherat et al. 2006, Cucherat et al. 2007), montrent que l'espèce se rassemble dans les coussins de mousses en période de gel.

Peu d'informations ont pu être collectées quant à la dispersion de l'espèce. Selon certains auteurs la colonisation de nouveaux milieux se ferait par le vent, l'eau, via les débris flottants, et des animaux à fourrure (Cameron et al. 2003).

### 3.4.3 Régime alimentaire

Concernant son régime alimentaire, il n'existe à ce jour aucune information. On suppose qu'il se nourrit de détritus et de matières organiques en décomposition.

### 3.4.4 Structure des populations

Toutes les études montrent que les populations du *Vertigo* étroit sont constituées tout au long de l'année d'un mélange d'adultes et de juvéniles. Les proportions adultes/juveniles présentent toutefois des variations intra et interannuelles, d'origine climatique et environnementale. Ces dernières influenceraient la structure des populations, la croissance et la reproduction des individus. Cette espèce peut être aphyllique. Ce caractère a été retrouvé dans des proportions variables selon les sites d'étude par Pokryszko (1987, 1990).

Des résultats préliminaires obtenus à l'issue d'études de populations du *Vertigo* étroit en milieu dunaire, laissent percevoir que l'espèce a un mode de distribution de type agrégatif (Cucherat et al. 2006, Cucherat et al. 2007), même dans un habitat a priori uniforme sur le plan végétatif. La taille des tâches n'a pas été évaluée.

## 3 Etat des connaissances sur le *Vertigo* étroit (*Vertigo angustior*)

### 3.5 Ecologie

#### 3.5.1 Données générales

Le *Vertigo* étroit semble être inféodé à deux grands types de macro-habitats, ceux liés aux sites littoraux et ceux liés aux zones humides intérieures. Les macro-habitats liés aux sites littoraux correspondent aux milieux dunaires ou estuariens (dépressions arrières dunaires, marges de marais dunaires, prairies dunaires et zone de transition lande/prés salé). Les macro-habitats liés aux sites intérieurs correspondent, quant à eux, à des prairies humides et des marais, mais l'espèce a également été observée dans des habitats se développant sur des dalles rocheuses (Cameron et al. 2003).

Quel que soit le type de macrohabitats, les descriptions de la végétation sont assez variables selon les études et les auteurs, ce qui ne facilite pas les synthèses. De plus, selon certains auteurs, l'espèce ne serait pas inféodée à une communauté végétale donnée, mais à une combinaison de paramètres environnementaux. Ainsi, un milieu favorable présenterait une pression de pâturage limitée, une humidité quasi permanente, sans inondation, une couverture végétale suffisante produisant une litière offrant un refuge et une alimentation ainsi qu'un ombrage partiel.

Les études montrent également que l'espèce semble privilégier les zones de lisière ou écotones et que son installation semble favorisée par la présence de mousses. Ainsi, le *Vertigo* étroit peut aussi bien être rencontré dans des milieux ouverts ou semi-ouverts que dans les zones herbacées des milieux boisés dunaires ou rocheux de type peupleraies, frênaies ou aulnaies-acéraies ou encore dans les marais tourbeux alcalins (Cucherat & Boca 2007).

#### 3.5.2 Données régionales

Au sein des massifs dunaire du dunkerquois (Cucherat 2013), le *Vertigo* étroit est présent principalement dans les habitats boisés et notamment, des plantations de peupliers à l'intérieur desquels la strate herbacée est lâche et permet le développement d'une prairie à Fromental élevé. Les surfaces où la densité des arbres est importante sont délaissées par l'espèce. Elle est très occasionnellement récoltée dans les pelouses acides à l'exception des dépressions où s'accumulent de la litière de feuilles de peupliers ou dans les ourlets en contact avec les pelouses. L'espèce est par ailleurs retrouvée dans des habitats humides (ex. roselières, cariçaies, mégaphorbiaies, fourrés dunaires à Argousiers humides) ou dans des habitats xériques (ex. fourrés dunaires à argousier/dune blanche ou pelouses semi-arides méditerranéennes).

Dans le calaisis le *Vertigo* étroit fréquente des communautés végétales du schorre supérieur (Terrasse & Caillet 2008). Dans les dunes de la façade de la Manche,

### 3 Etat des connaissances sur le *Vertigo* étroit (*Vertigo angustior*)

Terrasse & Caillet (2008) précisent que 70 % des stations se trouvent dans les dunes boisées et secondairement dans des dunes avec fourrés et bosquets. Les végétations du schorre supérieur sont également peuplées dans l'estuaire de la Canche sur le littoral de la Manche, prolongeant ainsi les observations effectuées dans l'estuaire de l'Authie par Cucherat & Boca (2007).

Enfin, à l'échelle du micro-habitat, Terrasse & Caillet (2008) montrent que l'espèce est récoltée dans 80% des cas sur des mousses, dont 95% sont des mésophytes, le reste étant composé de litière de graminée ou de feuilles mortes.

#### 3.5.3 Données disponibles sur les dunes Dewulf, Marchand et Perroquet

A l'échelle du site des dunes flamandes, Cucherat et al. (2006), Cucherat et al. (2007) et Biotope (2015) donnent quelques éléments permettant de préciser son écologie. Ici, les végétations retenues comme favorables car présentant des abondances élevées sont énumérées ci-après :

Sur la dune Dewulf :

- prairie mésohygrophile à fromental élevé en milieu ouvert ;
- arrhénathéraie mésohygrophile de transition entre un fourré de Troène commun et un fourré de Groseillier à maquereaux ;
- arrhénathéraie mésohygrophile eutrophe ;
- fourré dunaire à Argousier faux-nerprun ;
- prairie à Fromental élevé quasi monospécifique ;
- prairie à Fromental élevé rudéralisée ;
- fourré mixte à Troène commun et à Saule rampant ;

Sur la dune Marchand :

- lisière pré-forestière composée de peupliers.

Sur la dune du Perroquet :

- fourré de Saule rampant sur sol humide.

Toutefois, cette étude met en évidence que les préférences de *V. angustior* pour les groupements végétaux ne peuvent être identifiées qu'à petite échelle, supposant l'importance des microhabitats.

À cette échelle, Cucherat et al. (2006), Cucherat et al. (2007) et Biotope (2015) montrent une préférence de l'espèce pour les formations végétales prairiales plus ou moins humides. La préférence pour un certain type de fourrés, en particulier les fourrés humides, est également soulignée. La préférence de l'espèce pour un type de

### 3 Etat des connaissances sur le *Vertigo* étroit (*Vertigo angustior*)

milieu donné (herbacés, pannes intradunales, boisés ou arbustifs) n'a pu être démontrée. Des comparaisons à une échelle plus fine permettraient d'en savoir davantage sur les préférences écologiques de cette espèce.

4

## Matériel et méthodes

## 4 Matériel et méthodes

### 1 Présentation de l'aire d'étude

Cucherat et al. (2006) et Cucherat et al. (2007) et Biotope (2015) ont montré que le *Vertigo* étroit était présent dans les dunes Dewulf, Marchand et du Perroquet.

Ces trois massifs dunaires se situent, d'ouest en est, sur les communes de Leffrinckoucke, Ghyvelde, Zuydcoote et Bray-Dunes, dans le département du Nord.

L'aire d'étude correspond à ces trois massifs et en particulier aux surfaces qui vont bénéficier de mesures de gestion déterminées par le LIFE Nature + Flandre (Figure 8, Figure 9, Figure 10, Figure 11, Figure 12 et Figure 13).

 Cf : [Localisation des trois massifs étudiés](#) [Carte : trois massifs étudiés](#)

Ces trois sites s'inscrivent dans le périmètre du site Natura 2000 FR 3100474 « Dunes de la Plaine Maritime Flamande » désigné au titre de la Directive européenne n°92/43 du 21 mai 1992 (ou Directive Habitats). Ils sont par ailleurs propriétés du Conservatoire du littoral et classés en Espaces naturels Sensibles (ENS) gérés par le Département du Nord. Ils bénéficient ainsi d'un régime de protection par maîtrise foncière. La dune Marchand est classée en Réserve Naturelle Nationale.

Ces espaces dunaires hébergent une mosaïque de dunes blanches mobiles, de dépressions arrière-dunaires, de pelouses sèches, toute une série de fourrés de colonisation à Argousier faux-nerprun (*Hippophae rhamnoides*), à Troène vulgaire (*Ligustrum vulgare*), ainsi que des plantations de Peuplier du Canada (*Populus x canadensis*).

### 2 Equipe de travail

Le Tableau 1 présente la liste des personnes ayant participé au projet.

Tableau 1 : Présentation de l'équipe de travail

Domaine d'intervention	Agents de Biotope (sauf mention contraire)
Prélèvement des échantillons de litière	Ophélie Devos, Anais Ramond
Botaniste – Phytosociologue : Relevés floristiques, cartographie et rédaction	Hélène Chruslinski

## 4 Matériel et méthodes

Tris de litière et détermination des <i>Vertigo</i>	Alexandre Dupin et Grégoire Urban (AQUASCOP)
Analyses statistiques	Mickael Guillon
Directeur d'études : conception du plan d'échantillonnage, cadrage méthodologique, analyses des données	Baptiste Faure

### 3 Prospections de terrain

Les prélèvements de litières ont été réalisés de mars à juillet. Les relevés floristiques ont été réalisés en période estivale. Le tamisage et le tri ont eu lieu de juillet à octobre 2019. (Tableau 2).

Tableau 2 : Dates des prospections de terrain et tamisage des échantillons

Date	Commentaire
04/03/2019; 16/05/2019; 17/05/2019; 03/07/2019	Prélèvements de litière
06/06/2019; 08/06/2019; 18/06/2019; 19/06/2019; 25/06/2019	Relevés floristiques
De juillet à octobre 2019	Tris des prélèvements de litière et comptage des individus

### 4 Stratégie d'échantillonnage

#### 4.1 Préambule

Les études menées sur le *Vertigo* étroit en 2006 sur les massifs dunaires flamandais avaient pour double objectif d'apporter des éléments sur la distribution de l'espèce dans les massifs dunaires et de déterminer les végétations dans lesquelles on pouvait la trouver. Pour cela, la méthodologie employée reposait sur un échantillonnage stratifié à un niveau, dont celui-ci correspondait aux végétations décrites et cartographiées en 2002 par Basso & Baliga (2001). Dans chacune des végétations

## 4 Matériel et méthodes

décrites, 15 prélèvements de litière avaient été tirés aléatoirement (la position des prélèvements a été déterminée à l'aide d'un Système d'Information Géographique). La couverture d'observation n'était pas uniforme, compte tenu du tirage aléatoire des prélèvements par végétation. Par conséquent, au regard de la disposition spatiale des zones où des actions de débroussaillage et de gestion des lisières sont envisagées, il existe des végétations potentielles dans lesquelles le *Vertigo* étroit peut être trouvé. C'est ainsi qu'il a été proposé dans cette étude d'étendre la mise en place du suivi sur l'ensemble des zones qui allaient connaître des actions de gestion et pas uniquement aux secteurs où l'espèce avait été observée en 2006.

Les questions posées par l'action D6 du LIFE + Nature FLANDRE peuvent être abordées par des protocoles qui appartiennent à la famille des dispositifs d'études expérimentales-témoin avant-après (Before After Control Impact des anglo-américains). Un dispositif par blocs stratifiés par zone (gérée ou non) et par végétation a été mis œuvre dans le cadre de cette étude. Les blocs ont été disposés aléatoirement. La stratification des blocs a pour objectif principal d'éliminer les facteurs de confusion, qui masqueraient les effets de la gestion sur les populations suivies du *Vertigo* étroit. Les études de 2006 ont montré que la fréquence d'observation du *Vertigo* étroit n'était pas la même parmi les trois massifs dunaires et que les abondances étaient différentes d'une végétation à une autre. Par conséquent, le dispositif expérimental a tenu compte du massif dunaire, de l'habitat et de la nature de l'opération de gestion (débroussaillage et gestion des lisières).

Il existe 36 polygones correspondant à l'action C2 : opération de débroussaillage. Ces polygones renferment des végétations favorables où le *Vertigo* étroit a été observé et des végétations potentiellement favorables (c'est-à-dire identiques à celles où le *Vertigo* étroit a été observé mais dans d'autres parties des dunes). Celles pour lesquelles le protocole expérimental a été mis en place sont ceux pour lesquelles il existe des occurrences de l'espèce ou bien que des occurrences ont été identifiées à proximité. Cela restreint l'étude à 13 polygones.

### 4.2 Plan d'échantillonnage

Sur la base de la cartographie des végétations décrites par Basso & Baliga (2001), mise à jour par Alfa Environnement (2013), et de celles qui ont été déterminées comme favorables pour le *Vertigo* étroit, 24 végétations différentes avaient été identifiées. Ces végétations ont été recoupées aux zones gérées prévues dans le cadre du LIFE + Nature FLANDRE, autour desquelles une zone tampon de 50 mètres a été définie. Dans cette zone tampon, nommée « zone témoin », aucune action de gestion n'est prévue dans le cadre du programme Life + Nature FLANDRE. Elle servira de référence par rapport aux zones gérées (Figure 8, Figure 10, Figure 12).

## 4 Matériel et méthodes

Les végétations ainsi présentes dans la zone gérée et non gérée sont réparties en quatre types de milieux :

- Milieux des pannes intradunales ;
- Milieux à dominante herbacée (milieux prairiaux, lisières humides à grandes herbes, ...) ;
- Milieux à dominante arbustive ou fourrés ;
- Milieux à dominante boisée.

De manière à détecter la variabilité et en vue d'améliorer la précision du suivi, trois blocs ont été positionnés aléatoirement à l'aide d'un Système d'Information Géographique (ESRI 2007). Un idéal de 5 blocs aurait été souhaitable, mais pour des raisons de coût le choix s'est porté sur 3 blocs par type de végétation. Les blocs ont été disposés dans les végétations concernées par les actions de gestion et dans les mêmes végétations situées en dehors des zones concernées par les mesures de gestion.

Au final, 129 blocs ont été répartis aléatoirement entre les végétations soumises à des opérations de gestion (69 blocs) et non soumises à des opérations de gestion (60 blocs). Les différences observées entre nombre de blocs résultent du fait que certaines végétations sont représentées dans les zones gérées et non dans la zone non gérée, et inversement.

Ces blocs sont des carrés de 2 x 2 m (4 m<sup>2</sup>). Ils ont été géolocalisés et matérialisés par un balisage constitué de piquets métalliques peints en couleur fluo orange. Ils ont été retirés et récupérés à la fin du suivi (Figure 5).



Figure 5 : Vue sur le balisage de 2 x 2 mètres (Source : Biotope)

### 4.2.1 Relevés floristiques

Il a été mis en évidence que les préférences du *Vertigo* étroit ne peuvent être identifiées qu'à petite échelle, suggérant l'importance du micro-habitat (Cameron et al. 2003). De ce fait, l'approche retenue dans le cadre de cette étude vise, non pas à

## 4 Matériel et méthodes

établir des relevés phytosociologiques destinés à déterminer les végétations, mais à réaliser des inventaires floristiques qualitatifs à partir desquels il sera possible d'extraire des variables secondaires qui serviront à la caractérisation du micro-habitat du gastéropode. Il sera alors possible de calculer les valeurs moyennes d'Ellenberg à partir de ces relevés (cf. paragraphe suivant). Par ailleurs, la proportion relative de la végétation et de sable nu et la hauteur maximale de chaque strate ont été notées.

À partir de chacune des espèces végétales relevées, il a été possible de calculer une valeur moyenne d'Ellenberg à l'échelle du bloc. Cette moyenne correspond à la somme de chacune des valeurs d'Ellenberg des espèces végétales observées divisée par le nombre d'espèces observées dans le bloc. Les valeurs ou facteurs écologiques d'Ellenberg retenus pour l'étude sont : humidité (H), nutriment (N), luminosité (L) et la réaction du sol (pH). Ces valeurs ont été tirées de Julve (1998) pour le nord-ouest de la France. Ce système d'expert attribue une note ou une position à chaque espèce végétale le long d'une échelle de réaction aux paramètres précédemment cités.

De manière à bien comprendre les valeurs moyennes calculées pour chacun des facteurs d'Ellenberg à partir des relevés floristiques, il est nécessaire d'expliquer la signification écologique réelle de ces facteurs.

La valeur calculée pour chaque relevé floristique est une moyenne calculée à partir de chaque valeur d'Ellenberg de chacune des espèces qui compose le relevé. L'augmentation de la valeur de certains facteurs est donc causée non seulement par l'augmentation de la richesse spécifique du relevé, mais aussi par l'absence d'espèces ayant une position opposée sur l'échelle du gradient du facteur. Par ailleurs, des comparaisons directes effectuées entre les valeurs d'Ellenberg et des données mesurées sur le terrain (Schaffers & Sýkora 2000) ont montré que le nom donné au facteur d'Ellenberg ne reflétait pas toujours le contenu réel de ce que ce facteur veut refléter.

Les valeurs élevées du facteur « nutriment » (N) ne se réfèrent pas uniquement à l'azote, mais aux trois nutriments majeurs du sol (azote, phosphore et potassium). Les hautes valeurs de ce facteur dans les relevés floristiques doivent donc être interprétées comme une augmentation de la représentation des espèces ayant besoin de ces nutriments pour leur cycle biologique. Schaffers & Sýkora (2000) montrent qu'il n'y a pas de corrélations entre les concentrations des nutriments du sol et les valeurs d'Ellenberg pour les « nutriments » et cette valeur est fortement corrélée avec la production de biomasse des plantes (Schaffers & Sýkora 2000).

Les valeurs élevées du facteur d'Ellenberg relatif à la réaction du sol n'exprime pas uniquement le pH, mais plutôt la quantité totale de calcium aux grandes valeurs de pH (Horsák et al. 2007). Le facteur d'Ellenberg relatif à l'humidité exprime principalement la moyenne de l'humidité en été, mais est aussi corrélé à la valeur

## 4 Matériel et méthodes

annuelle moyenne de la nappe d'eau et à la valeur moyenne de la nappe au printemps (Schaffers & Sýkora 2000).

Enfin, le facteur correspondant à la luminosité indique une diminution de la représentation d'espèces caractéristiques des forêts ou des milieux boisés en général.

### 4.2.2 Prélèvement de litière et leur traitement

Une approche purement qualitative (présence/absence) n'aurait pas permis de suivre l'évolution de ses effectifs et d'évaluer l'impact des mesures de gestion envisagées dans le cadre du Life + Nature Flandre.

Le *Vertigo* étroit, étant une espèce qui vit dans la litière végétale, est difficilement détectable à vue et les comptages *in situ* sont fastidieux et aléatoires en termes de résultat. La réalisation de prélèvements de litière pour effectuer des comptages est donc nécessaire. Cette approche est dite « invasive », parce qu'elle ponctionne une partie des effectifs de la population. C'est la seule garantie pour avoir des informations quantitatives de qualité sur les effectifs de l'espèce.

Dans chacun des blocs, trois prélèvements de litière ont été positionnés de manière aléatoire dans chaque bloc (Figure 6 Figure 5). Ces prélèvements de litière ont été réalisés à l'aide d'un carottier de 10 cm de diamètre (Figure 7). La litière a été prélevée sur une profondeur de 5 cm environ, puisque le *Vertigo* étroit vit dans cette épaisseur de sol. Les stations échantillonnées en 2019 sont celles échantillonnées et géolocalisées lors de l'état initial. Du fait de l'évolution naturelle de la végétation (fermeture du milieu) dans les secteurs avec végétation non gérée, certaines stations étaient devenues inaccessibles. Dans ce cas, de nouvelles stations ont été définies au plus proche de la station d'origine. Ce décalage de quelques mètres est susceptible d'induire un biais concernant la prise en compte de la dynamique de la végétation sur la station initiale. La station échantillonnées suite au déplacement permet néanmoins de vérifier la présence et la dynamique de l'espèce au plus proche de la station initiale.

L'ensemble (végétation dressée + litière) a ensuite été mis dans des sacs en polypropylène, puis emmené en laboratoire pour le séchage et le tri. Après séchage à l'air libre, la litière et la végétation dressée de chaque prélèvement ont été tamisées sur une colonne de tamis à mailles décroissantes. Seul le refus de tamis dont le vide de maille correspondait au diamètre de la coquille du *Vertigo* étroit (2 mm) a été trié sous une loupe binoculaire de grossissement 7-30 x.

Toutes les coquilles appartenant au *Vertigo* étroit ont été séparées des autres espèces à l'aide d'une pince souple et stockées dans des pots en polypropylènes pour une identification ultérieure. L'état de la coquille dans les prélèvements a donc été noté : frais versus ancien. Dans le cas de spécimens frais, donc vivants au moment des

## 4 Matériel et méthodes

récoltes, seuls les spécimens adultes ont été comptabilisés. Les critères de fraîcheur des coquilles observées sont ceux déterminés par Cucherat et al. (2006) et Cucherat et al. (2007) sur les trois massifs dunaires. L'information de l'état de la coquille permet de déterminer si l'espèce est vivante au sein de la station étudiée. Les coquilles anciennes (blanchies) sont moins informatives que celles des individus récents car elles peuvent s'accumuler avec le temps et éventuellement être déplacées. Elles ont pourtant été prise en compte en 2019 car cette information, même cumulative au fil des années, permet d'identifier les secteurs dans lesquels l'espèce étaient historiquement présente, ceux dans lesquels l'espèce s'est maintenue et éventuellement les secteurs dans lesquels la population est en expansion.

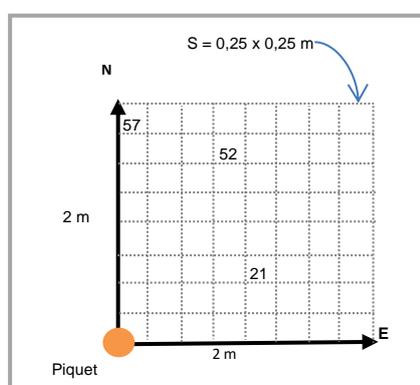


Figure 6 : Localisation des réplicats au sein d'un bloc



Figure 7 : Aperçu d'un quadrat et du matériel de prélèvement (Source : Biotope)

### 4.2.3 Analyse des données

L'objet principal de l'étude était de réaliser un état initial avant travaux des abondances du *Vertigo* étroit dans les secteurs des dunes récentes de la Flandre françaises qui vont bénéficier de mesures de gestion. Les relevés floristiques et autres paramètres relevés vont permettre d'apporter des compléments de connaissances sur l'écologie de l'espèce, en l'occurrence ses exigences en matière de micro-habitat. Il s'agit également de faire un état initial des paramètres écologiques étudiés après travaux.

Enfin, la relation entre l'abondance observée du *Vertigo* étroit et les valeurs d'Ellenberg calculées pour N, ph, L et H a uniquement été explorée pour les blocs où l'espèce a été observée.



5

## Résultats

## 5 Résultats

### 1 Résultats globaux

En 2015, avant la mise en place des actions de gestion, sur les 129 blocs projetés :

- 10 n'ont pas été réalisés ;
- 118 ont été effectués, mais 6 n'ont pas de relevés flore, 21 ont été déplacés par rapport à leur position initiale ;
- 354 (118 x 3) prélèvements de litière ont été réalisés et triés ;
- Les analyses ont porté sur les 112 ayant des relevés flore.

Le *Vertigo* étroit était présent dans 87 blocs :

- 45 n'ont que des coquilles anciennes ;
- 42 ont des spécimens vivants ou frais ;
- L'effectif observé par blocs varie entre 1 et 28 individus ;

Sur les 354 prélèvements de litière, un effectif total de 250 *Vertigo* étroit adultes frais ont été recensés.

En raison du développement de la végétation rendant ces blocs inaccessibles, 6 blocs sur 26 ont été déplacés par rapport à leur position initiale de 2015. En définitive, ce sont 255 prélèvements de litière qui ont été réalisés. Le lieu-dit du Calvaire de la dune du Perroquet n'a pas été étudié en 2019 car les travaux de débroussaillage n'étaient pas réalisés à cette date.

L'étude comparative des différents réplicats au sein de chaque bloc a été réalisée à partir des échantillons de 2015. Cette analyse démontre que la détection de l'espèce (présence / absence) est à 80% similaire entre l'analyse d'un ou de deux réplicats. La multiplication des réplicats permet cependant d'augmenter la probabilité de détection du *Vertigo* étroit dans les stations dans lesquelles il est rare (exemples de stations dans lesquelles une seule coquille observée a été observée suite à l'analyse de 3 réplicats). Sauf à multiplier les réplicats pour augmenter les effectifs, ces très faibles fréquences sont inexploitable du point de vue statistique et ne permettent pas d'étudier l'effet des mesures de gestion.

Les analyses réalisées en 2019 ont porté sur les 85 stations (une station par bloc). Car, comme l'indiquaient les résultats de 2015, l'analyse d'un seul réplicat permet d'obtenir des résultats fiables concernant la détection des stations de *Vertigo* étroit. Les autres prélèvements ont été considérés comme des réplicats et ont été conservés pour d'éventuelles analyses ultérieures.

## 5 Résultats

En 2019, le *Vertigo* étroit est présent dans 30 blocs. Parmi ces 30 blocs, 19 ne présentent que des coquilles anciennes dans les prélèvements réalisés (régression de la population ?). Inversement, 2 stations présentent uniquement des spécimens récente (colonisation / expansion ?). Les 9 autres stations présentent des coquilles anciennes et des individus récents (maintien et stabilité de la population).

En cumulant les effectifs observés dans chacun des prélèvements réalisés au niveau des blocs, l'effectif maximum observé est de 23 individus, tandis qu'il est de 1 individu pour le minimum.

Sur les 85 prélèvements de litière, un effectif total de 182 *Vertigo* étroit ont été comptabilisés, dont 149 coquilles anciennes et 33 individus frais.

Même si l'espèce semble en régression vis-à-vis des stations de 2015, le *Vertigo* étroit est toujours confirmé sur l'ensemble des massifs dunaires (cf. cartes ci-dessous). L'analyse d'un seul répliquat par station permet de confirmer le maintien de l'espèce à large échelle. L'absence de l'espèce dans certaines stations ne signifie pas nécessairement sa disparition. En effet, il est également possible qu'elle soit devenue tellement rare qu'elle n'ait pas été détectée lors des analyses de 2019. Un espoir demeure donc car un regain de dynamisme de l'espèce reste envisageable, notamment suite aux opérations de gestions dont l'objectif est d'améliorer la qualité des habitats favorables au *Vertigo* étroit.

## Localisation Actions LIFE et stations Vertigo en 2019

### Dunes Dewulf

LIFE+ 12 NAT/BE/000631 Flandre  
Etude après travaux

#### Légende

□ Action C2 - Débroussaillage

□ Action C4 - Lisière

Résultats prospections 2019

▼ Absence en 2019

▼ Présence en 2019



Figure 8. Localisation des Actions Life et des stations de Vertigo dans les dunes Dewulf en 2019

**Localisation Actions LIFE  
et stations Vertigo en 2019**

**Dunes Dewulf (zoom)**

LIFE+ 12 NAT/BE/000631 Flandre  
Etude après travaux

**Légende**

▭ Action C2 - Débroussaillage

▭ Action C4 - Lisière

Résultats prospections 2019

▼ Absence en 2019

▼ Présence en 2019



Figure 9. Localisation des Actions Life et des stations de Vertigo dans les dunes Dewulf (zoom) en 2019

**Localisation Actions LIFE  
et stations Vertigo en 2019**

**Dunes Marchand**

LIFE+ 12 NAT/BE/000631 Flandre  
Etude après travaux

**Légende**

□ Action C2 - Débroussaillage

□ Action C4 - Lisière

Résultats prospections 2019

▼ Absence en 2019

▼ Présence en 2019

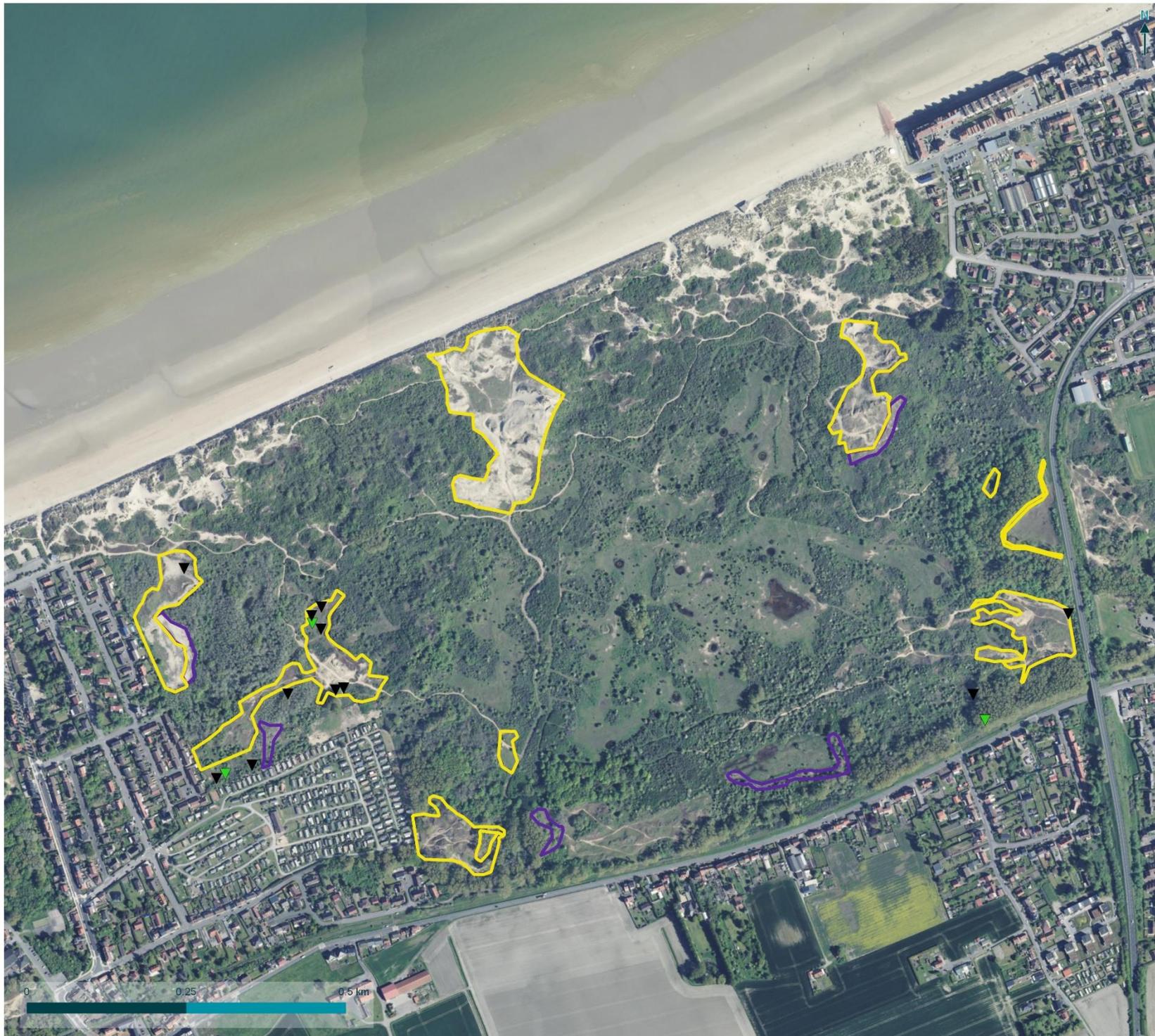


Figure 10. Localisation des Actions Life et des stations de Vertigo dans les dunes Marchand en 2019

## Localisation Actions LIFE et stations Vertigo en 2019

### Dunes Marchand (zoom)

LIFE+ 12 NAT/BE/000631 Flandre  
Etude après travaux

#### Légende

▭ Action C2 - Débroussaillage

▭ Action C4 - Lisière

Résultats prospections 2019

▼ Absence en 2019

▼ Présence en 2019



**Localisation Actions LIFE  
et stations Vertigo en 2019**

**Dunes Perroquet**

LIFE+ 12 NAT/BE/000631 Flandre  
Etude après travaux

**Légende**

- Action C2 - Débroussaillage
- Action C4 - Lisière
- Résultats prospections 2019
- ▼ Absence en 2019
- ▼ Présence en 2019



Figure 12. Localisation des Actions Life et des stations de Vertigo dans les dunes Perroquet en 2019

**Localisation Actions LIFE  
et stations Vertigo en 2019**

**Dunes Perroquet (zoom)**

LIFE+ 12 NAT/BE/000631 Flandre  
Etude après travaux

**Légende**

□ Action C2 - Débroussaillage

□ Action C4 - Lisière

Résultats prospections 2019

▼ Absence en 2019

▼ Présence en 2019



Figure 13. Localisation des Actions Life et des stations de Vertigo dans les dunes Perroquet (zoom) en 2019

## 2 Caractérisation écologique des stations de *Vertigo étroit*

Le Tableau 3 présente les valeurs moyennes d'Ellenberg obtenues pour les stations (blocs) sur lesquelles le *Vertigo étroit* a été observé.

Tableau 3 : Résultats des coefficients d'Ellenberg pour les stations sur lesquels a été retrouvé le *Vertigo étroit*

Nouveau nom 2020	Gestion	Sable nu (%)	Litière végétale	Hauteur max (m)	Coefficients d'Ellenberg								
					Luminosité	Humidité édaphique	pH	Nutriments	Température	Continentalité	Humidité atmosphérique	Texture	Matière organique
G06	Géré	5	Oui	1,00	6,64	5,82	5,45	5,27	5,22	4,67	6,33	2,33	5,22
G14	Géré	0	Oui	1,00	7,00	4,14	6,57	6,14	<b>6,00</b>	<i>3,71</i>	5,00	3,29	2,43
G16	Géré	0	Oui	4,00	6,80	5,80	5,73	5,20	5,07	4,53	5,93	2,60	4,67
G17	Géré	10	Oui	0,30	7,05	4,15	5,95	5,20	5,44	4,38	4,69	3,31	2,50
G20	Géré	1	Oui	0,80	7,36	4,07	6,07	4,36	5,33	4,33	4,64	3,50	2,42
NG-exG25d	Non géré	0	Oui	3,00	6,80	5,20	5,60	5,20	5,20	4,00	5,80	<b>4,20</b>	3,00
G35	Géré	0	Oui	0,40	7,19	4,63	5,88	6,63	5,38	4,63	4,63	3,06	2,63

Nouveau nom 2020	Gestion	Sable nu (%)	Litière végétale	Hauteur max (m)	Coefficients d'Ellenberg								
					Luminosité	Humidité édaphique	pH	Nutriments	Température	Continentalité	Humidité atmosphérique	Texture	Matière organique
G40	Géré	2	Non	1,00	7,20	4,33	5,93	4,73	5,29	4,29	4,69	3,43	2,57
NG-exG48	Non géré	0	Oui	3,00	5,80	5,80	5,60	6,60	5,00	<b>5,00</b>	5,80	2,40	4,40
G64	Géré	5	Oui	0,70	6,83	4,58	6,25	4,58	5,33	4,67	4,73	3,33	2,83
G68	Géré	20	Oui	1,00	5,80	6,00	6,40	5,80	5,20	5,00	6,40	2,20	3,80
G69	Géré	0	Oui	0,80	6,80	4,60	6,20	4,60	5,25	5,00	4,50	3,25	3,50
G-exNG02d	Géré	10	Oui	0,80	6,83	5,33	5,75	5,92	5,09	4,91	5,36	2,73	3,64
G-exNG03	Géré	90	Non	0,40	7,50	5,50	5,50	4,92	5,40	4,00	6,50	3,10	4,20
NG05D	Non géré	0	Oui	1,20	6,56	4,78	5,89	5,89	5,22	4,11	5,22	3,33	2,56
NG07DD	Non géré	0	Oui	1,30	7,00	4,25	6,00	5,88	5,71	4,00	5,00	3,57	2,43
NG10	Non géré	0	Oui	1,00	7,54	4,15	6,23	4,46	5,36	4,00	4,64	3,73	2,36

Nouveau nom 2020	Gestion	Sable nu (%)	Litière végétale	Hauteur max (m)	Coefficients d'Ellenberg								
					Luminosité	Humidité édaphique	pH	Nutriments	Température	Continentalité	Humidité atmosphérique	Texture	Matière organique
NG12	Non géré	0	Non	0,40	7,31	4,25	6,00	4,06	5,00	4,69	4,83	3,23	2,62
NG14	Non géré	0	Oui	3,00	6,64	4,73	6,18	5,82	5,18	3,91	4,91	3,45	2,64
NG16	Non géré	0	Oui	5,00	7,40	5,00	6,40	5,80	5,40	4,20	5,20	3,60	3,20
NG17	Non géré	0	Oui	10,00	6,14	5,43	5,86	6,57	5,29	4,14	6,14	3,86	3,57
NG19	Non géré	0	Non	0,10	7,08	4,85	5,54	4,92	5,00	4,58	4,82	3,08	3,08
NG20	Non géré	0	Oui	0,80	6,91	5,82	5,59	4,73	5,00	4,57	6,15	2,62	4,67
NG21	Non géré	0	Oui	0,30	6,71	5,41	5,18	5,18	4,88	4,81	5,44	2,81	3,75
G-exNG25d	Géré	0	Oui	0,50	7,38	<b>7,31</b>	5,31	2,92	4,92	4,00	<b>7,75</b>	2,33	<b>7,33</b>
NG37	Non géré	0	Oui	1,20	6,00	4,83	5,67	<b>7,33</b>	5,00	4,83	5,00	3,67	2,83
NG40	Non géré	5	Oui	1,50	6,88	4,38	<b>6,63</b>	5,50	5,63	4,25	4,75	3,25	2,63

Nouveau nom 2020	Gestion	Sable nu (%)	Litière végétal e	Hauteur max (m)	Coefficients d'Ellenberg								
					Luminosité	Humidité édaphique	pH	Nutri ments	Température	Continentalité	Humidité atmosphérique	Texture	Matière organique
NG41	Non géré	0	Non	0,80	<b>7,78</b>	3,72	6,22	4,33	5,54	4,08	4,54	3,69	2,08
NG58	Non géré	0	Oui	2,00	7,00	5,00	6,33	4,67	5,20	5,00	5,40	3,20	2,80
G-exNG59	Géré	0	Oui	1,00	7,00	4,79	6,36	5,29	5,25	4,75	5,08	3,50	3,17

## Résultats

### 2.1 Relation entre les abondances et les valeurs d'Ellenberg

D'après ces résultats on peut remarquer que le *Vertigo* étroit occupe des stations mésoxérophiles à hygrophiles présentant un large spectre de valeurs d'humidité (valeurs comprises entre 3,72 et 7,31).

Concernant la luminosité, les valeurs s'étendent de 5,80 à 7,78. Elles correspondent à des végétations hémihéliophiles de lisières à des végétations héliophiles de pleines lumières.

Pour la température, les valeurs d'Ellenberg sont plutôt similaires et s'échelonnent de 4,88 à 6,00. Le *Vertigo* étroit a donc été observé dans des végétations planitiaires à planitiaires thermophiles notamment thermo-atlantiques.

Concernant l'humidité atmosphérique, l'espèce a été retrouvée sur le site dans des stations variables dont les valeurs vont de stations aéromésohydriques (4,5) à aéromésohygrophiles (7,75).

Les valeurs de production de biomasse varient beaucoup plus, puisque l'espèce a été observée dans des végétations ayant des valeurs comprises entre 2,92 à 7,33 (végétations peroligotrophiles à eutrophiles).

Les valeurs d'Ellenberg sont plus restreintes pour le pH, puisque les valeurs mesurées pour ce paramètre dans les stations à *Vertigo* étroit vont de 5,18 à 6,33. Ces valeurs correspondent à des stations neutroclines à basoclines.

Les valeurs concernant la continentalité sont aussi peu variables de 3,71 à 5 qui correspond à des végétations océaniques à intermédiaires.

Enfin, les valeurs d'Ellenberg correspondant à la texture du sol varie de 2,20 à 4,20 correspond à une texture sableuse fine à limono-argileuse.

### 2.2 Résultats de la comparaison des stations gérées et non gérées

Le tableau 3 nous montre que sur les 30 blocs sur lesquels ont été retrouvé des individus (anciens et récents) de *Vertigo* étroit, 14 ont été retrouvé sur des stations gérées et 16 ont été retrouvés sur des stations non gérées.

#### 2.2.1 Dunes Dewulf

- 50 blocs ont été étudiés.
- 26 étaient gérés et 24 non gérés.

## 5 Résultats

- 21 ont montré la présence du *Vertigo* étroit. Parmi ces 21 blocs, 9 étaient gérés et 17 non gérés.

### 2.2.2 Dunes Marchand

- 15 blocs ont été étudiés.
- 9 étaient gérés et 6 non gérés.
- 3 ont montré la présence du *Vertigo* étroit. Parmi ces 3 blocs, 1 était géré et 2 non gérés.

### 2.2.3 Dunes du Perroquet

- 21 blocs ont été étudiés.
- 15 étaient gérés et 6 non gérés.
- 6 ont montré la présence du *Vertigo* étroit. Parmi ces 6 blocs, 4 étaient gérés et 2 non gérés.

## 3 Evolution des populations entre 2015 et 2019

Tableau 4 : Comparaison des résultats entre les études de 2015 et 2019

				2015		
				Stations non prospectées (n=8)	Absence (n=32)	Présence (n=87)
2019	Stations non prospectées (n=42)	Gérée	18		6	12
		Non gérée	24		4	20
	Absence (n=55)	Gérée	37	4	15	18
		Non gérée	18	2	5	11
	Présence (n=30)	Gérée	14	1	1	12
		Non gérée	16	1	1	14

On remarque le *Vertigo* étroit est présent dans 73 % des stations échantillonnées en 2015. En 2019, le *Vertigo* étroit n'est présent que dans 35 % des stations échantillonnées. Ce résultat peut cependant être relativisé du fait du changement de méthodologie appliqué cette année (1 seul réplicat étudié par station) et les populations les plus rares ont donc pu ne pas être détectées.

On peut donc observer une tendance générale à la régression de l'espèce que les 3 massifs dunaires, aussi bien dans les stations gérées (n=18 stations dans lesquels

l'espèce était présente en 2015 et absente en 2019) que dans les stations non gérées (n=11). La présence constante du *Vertigo* étroit est constatée dans 26 stations, quel que soient les modalités de gestion, et l'espèce semble être apparue dans 2 stations (une gérée et une non gérée).

**Localisation Actions LIFE  
et évolution des stations  
de *Vertigo angustior* entre  
2015 et 2019**

**Dunes Dewulf**

LIFE+ 12 NAT/BE/000631 Flandre  
Etude après travaux

**Légende**

- Action C2 - Débroussaillage
- Action C4 - Lisière

**Evolution des stations de  
*Vertigo angustior* entre  
2015 et 2019**

- ★ Absence 2015 et 2019
- ★ Absence 2015 - Présence 2019
- ★ Présence 2015 - Absence 2019
- ★ Présence 2015 et 2019
- ▲ Présence 2015 - Non prospecté 2019
- Non prospecté 2015 - Absence 2019
- Non prospecté 2015 - Présence 2019



**Localisation Actions LIFE  
et évolution des stations  
de *Vertigo angustior* entre  
2015 et 2019**

**Dunes Dewulf (zoom)**

LIFE+ 12 NAT/BE/000631 Flandre  
Etude après travaux

**Légende**

- ▭ Action C2 - Débroussaillage
- ▭ Action C4 - Lisière

**Evolution des stations de  
*Vertigo angustior* entre 2015 et 2019**

- ★ Absence 2015 et 2019
- ★ Absence 2015 - Présence 2019
- ★ Présence 2015 - Absence 2019
- ★ Présence 2015 et 2019
- Non prospecté 2015 - Absence 2019
- Non prospecté 2015 - Présence 2019



**Localisation Actions LIFE  
et évolution des stations  
de *Vertigo angustior* entre  
2015 et 2019**

**Dunes Marchand**

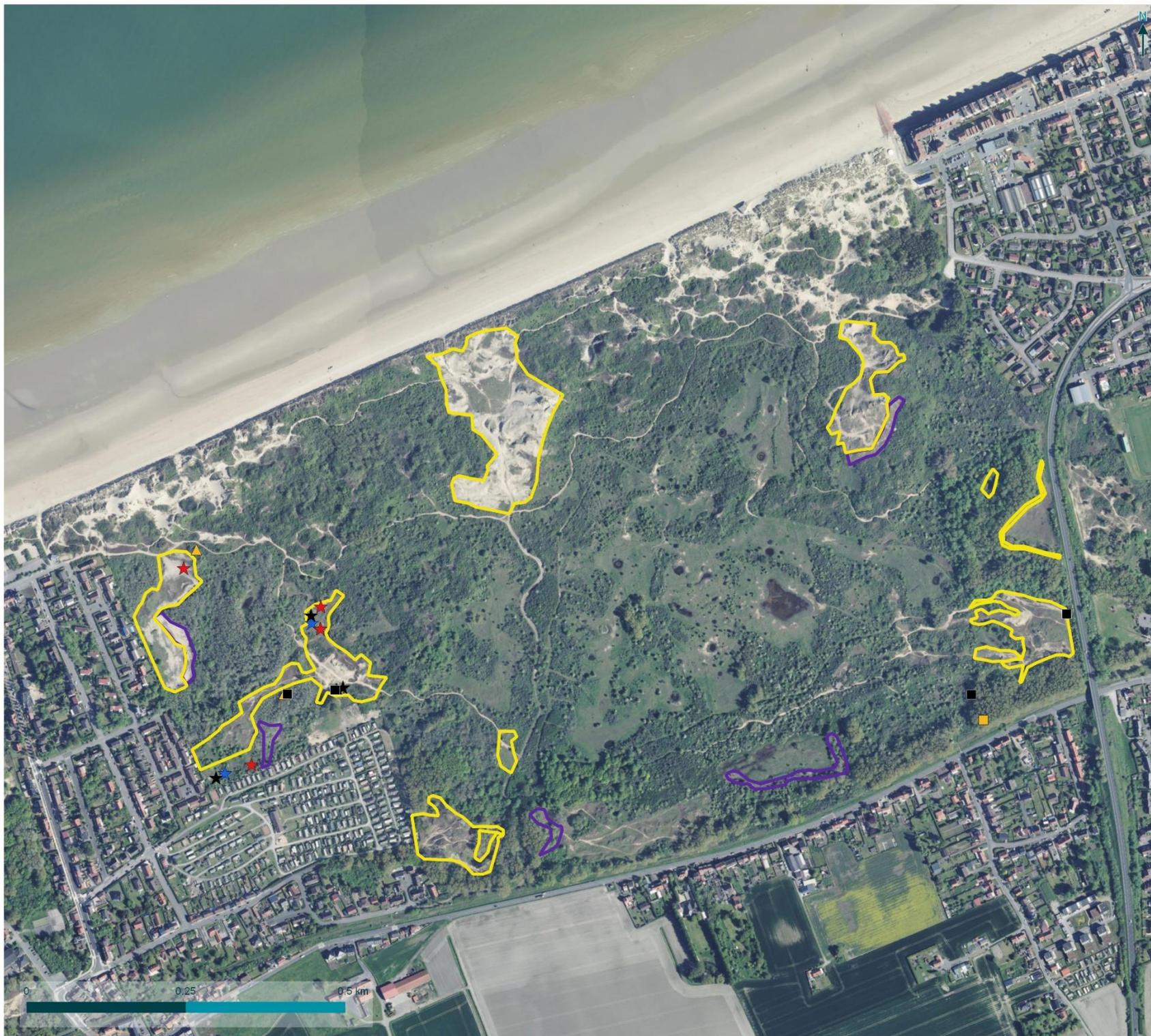
LIFE+ 12 NAT/BE/000631 Flandre  
Etude après travaux

**Légende**

- Action C2 - Débroussaillage
- Action C4 - Lisière

**Evolution des stations de  
*Vertigo angustior* entre 2015 et 2019**

- ★ Absence 2015 et 2019
- ★ Présence 2015 - Absence 2019
- ★ Présence 2015 et 2019
- ▲ Absence 2015 - Non prospecté 2019
- ▲ Présence 2015 - Non prospecté 2019
- Non prospecté 2015 - Absence 2019
- Non prospecté 2015 - Présence 2019



**Localisation Actions LIFE  
et évolution des stations  
de *Vertigo angustior* entre  
2015 et 2019**

**Dunes Marchand (zoom)**

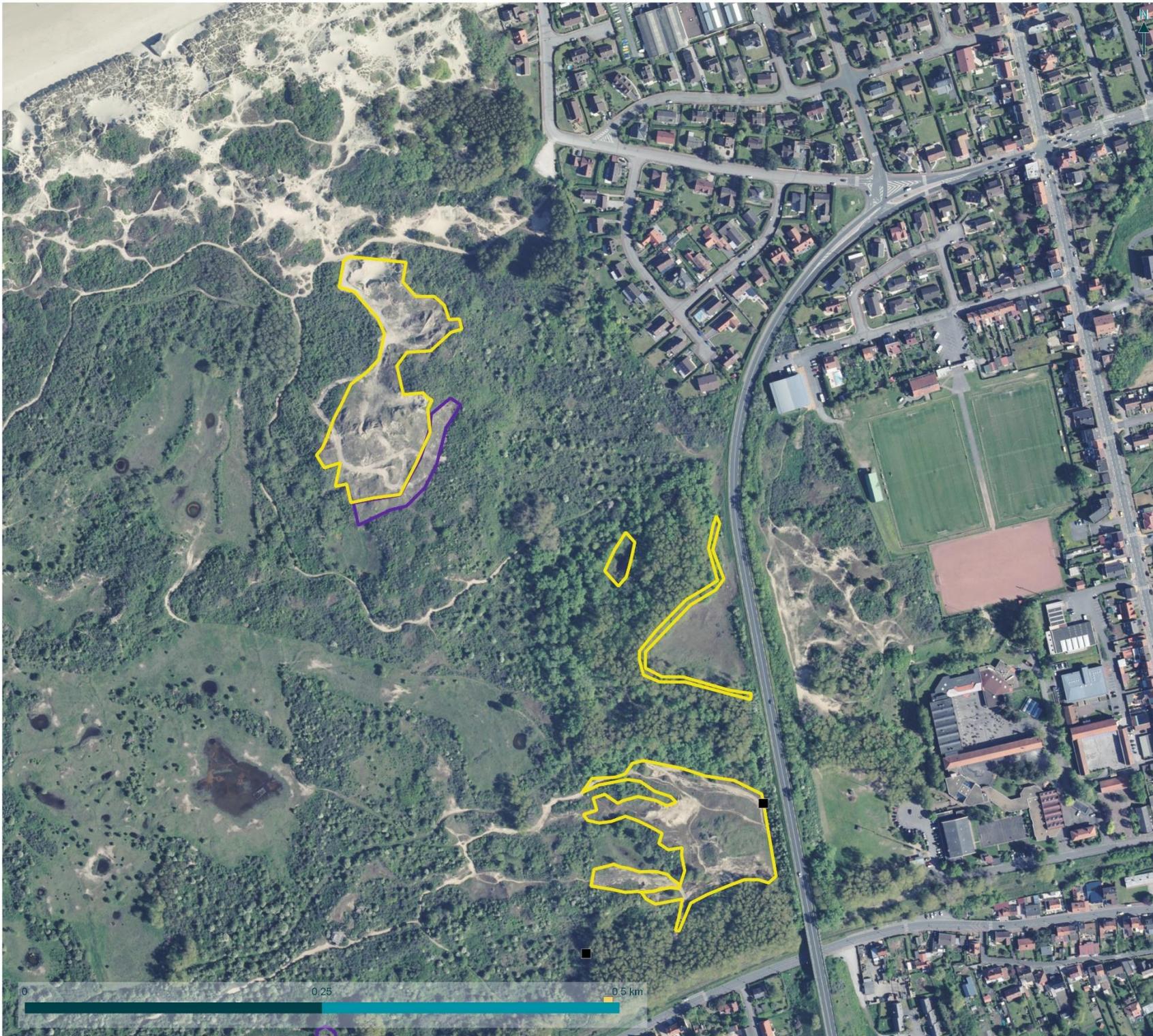
LIFE+ 12 NAT/BE/000631 Flandre  
Etude après travaux

**Légende**

- Action C2 - Débroussaillage
- Action C4 - Lisière

**Evolution des stations de  
*Vertigo angustior* entre 2015 et 2019**

- Non prospecté 2015 - Absence 2019
- Non prospecté 2015 - Présence 2019



## Localisation Actions LIFE et évolution des stations de *Vertigo angustior* entre 2015 et 2019

### Dunes Perroquet

LIFE+ 12 NAT/BE/000631 Flandre  
Etude après travaux

#### Légende

- Action C2 - Débroussaillage
- Action C4 - Lisière

#### Evolution des stations de *Vertigo angustior* entre 2015 et 2019

- ★ Absence 2015 et 2019
- ★ Présence 2015 - Absence 2019
- ★ Présence 2015 et 2019
- ▲ Absence 2015 - Non prospecté 2019
- ▲ Présence 2015 - Non prospecté 2019
- Non prospecté 2015 - Absence 2019



## Localisation Actions LIFE et évolution des stations de *Vertigo angustior* entre 2015 et 2019

### Dunes Perroquet (zoom)

LIFE+ 12 NAT/BE/000631 Flandre  
Etude après travaux

#### Légende

- Action C2 - Débroussaillage
- Action C4 - Lisière

#### Evolution des stations de *Vertigo angustior* entre 2015 et 2019

- ★ Absence 2015 et 2019
- ★ Présence 2015 - Absence 2019
- ★ Présence 2015 et 2019
- ▲ Présence 2015 - Non prospecté 2019
- Non prospecté 2015 - Absence 2019



## 4 Analyses Statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées sous R. Elles ont été réalisées afin de détecter :

- une tendance concernant l'évolution de l'espèce entre 2015 et 2019 ;
- un éventuel effet des mesures de gestion mises en place ;
- un paramètre discriminant (permettant de décrire ou de prédire de façon significative la présence du *Vertigo* étroit) parmi des valeurs l'Ellenberg.

### 4.1 Evolution temporelle des populations

De façon générale, l'analyse des coquilles récentes montre un net déclin entre 2015 et 2019. Cet effet est visible dans les trois massifs dunaires et quel que soit le mode de gestion. En effet, les stations gérées comme celles non gérées présente une régression de l'espèce (Figure 14).

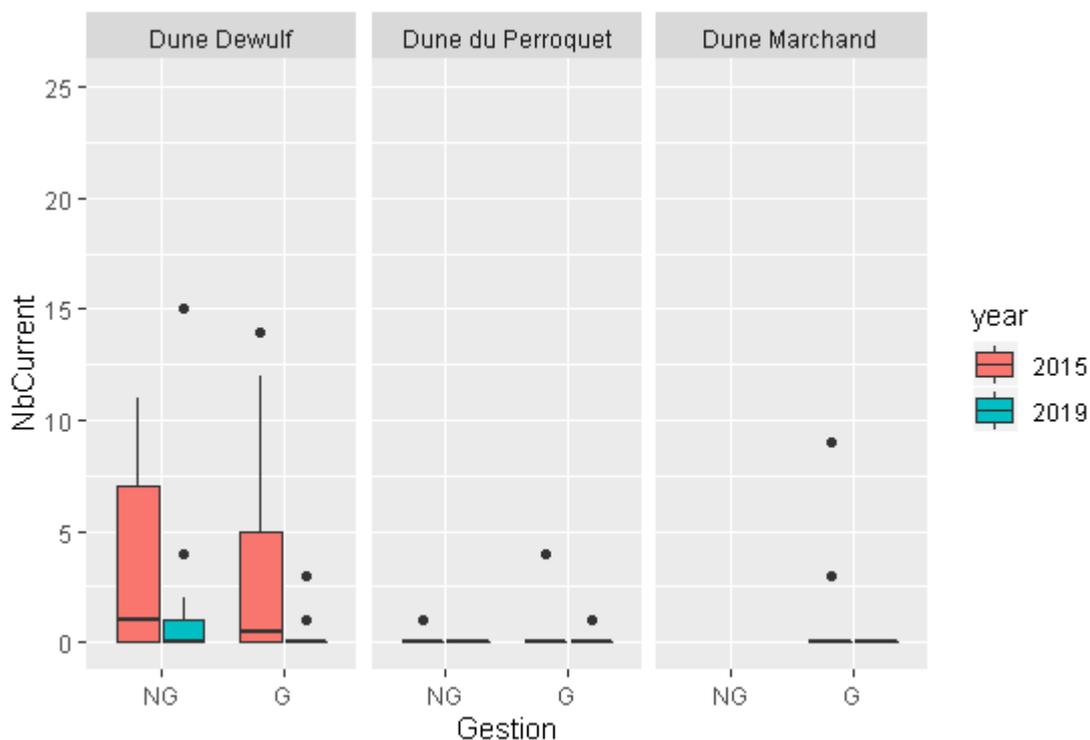


Figure 14. Evolution du nombre de coquilles récentes entre 2015 et 2019, pour chacune des stations doublement échantillonnées (2015 et 2019) et sur chacun des massifs dunaires. Les boîtes représentent 50% des valeurs (limite inférieure 25% et limite supérieure à 75%) et intègrent une barre représentant la médiane. Les valeurs non comprises dans cet intervalle sont représentées sous forme de points noirs.

## 4.2 Effet de la gestion

L'effet de la gestion a été testé de façon indépendante sur les trois massifs dunaires. Un effet significatif (seuil de 95%) et négatif a été observé sur le nombre total de coquilles (cumul des coquilles récente + anciennes). Cela signifie que les opérations de gestion (débroussaillage) semblent avoir eu un effet négatif sur les populations de *Vertigo*. Les opérations de gestions semblent avoir un effet négatif sur les individus récents comme sur les coquilles anciennes. Les opérations de gestion visaient à ouvrir les milieux. Elles ont peut-être fait disparaître la litière ou les habitats favorables au *Vertigo* conduisant à une régression des populations. Cet effet pourrait n'être que temporaire car le développement naturel des nouveaux habitats pourra permettre le retour de l'espèce.

Etrangement, les coquilles anciennes semblent avoir également régressé suite aux opérations de gestion. La dynamique des coquilles anciennes est très méconnue. Leur persistance, vitesse de dégradation ou les éventuels cumuls ou déplacement (par la pluie ou le vent) demeurent hypothétique. Deux hypothèses pourraient cependant expliquer nos résultats :

- Les coquilles sont extrêmement fragiles et les perturbations de la litière (piétinement intensif) et du sol lors des travaux ont conduit à leur destruction ;
- La litière dans laquelle étaient les coquilles s'est trouvée exposée aux éléments (pluie et vent) suite à l'ouverture des habitats. Les modifications édaphiques pourraient avoir accentué l'érosion du sol et de la litière par le vent et la pluie et conduire à la disparition des coquilles anciennes.

Ces deux hypothèses ne sont pas exclusives et pourraient s'être cumulées renforçant leur action.

## 5 Résultats

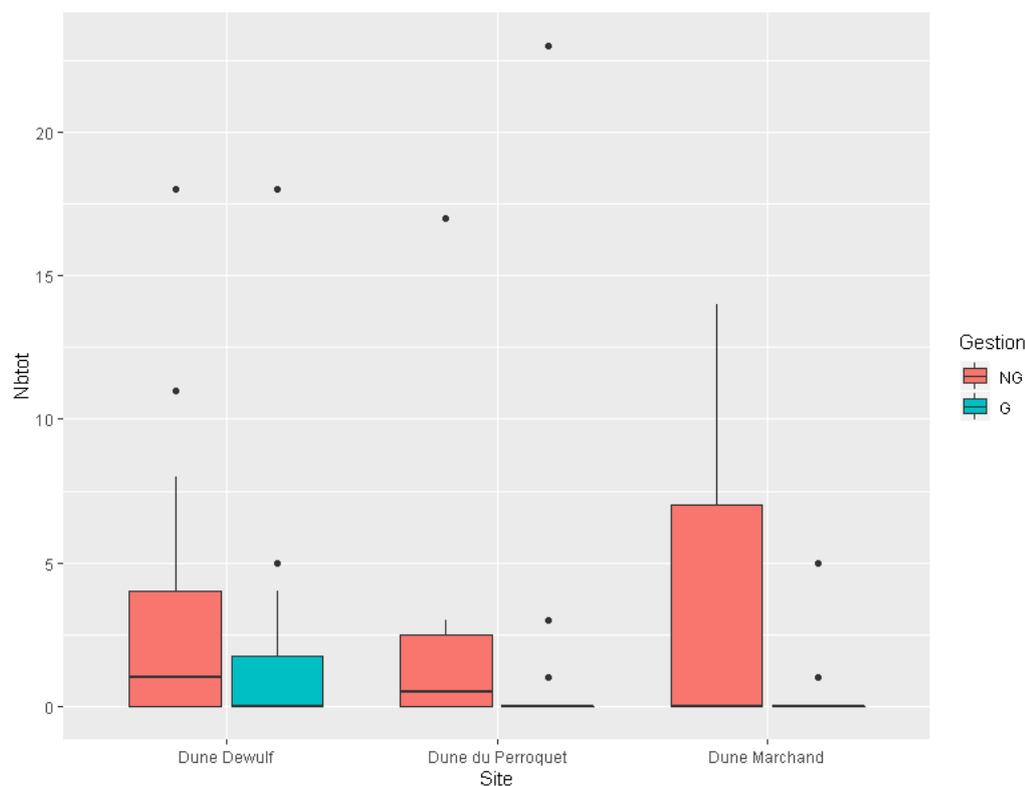


Figure 15. Effet de la gestion sur le nombre total de coquille de *Vertigo* étroit. Les boîtes colorées représentent 50% des valeurs (limite inférieure 25% et limite supérieure à 75%) et intègrent une barre représentant la médiane. Les valeurs non comprises dans cet intervalle sont représentées sous forme de points noirs.

### 4.3 Analyse des valeurs d'Ellenberg

Afin de gagner en puissance statistique, les données ont été analysées de façon globale. D'une façon générale, le nombre de paramètres et la diversité des valeurs pour les coefficients d'Ellenberg ont généré un bruit statistique ne permettant de dégager aucune tendance significative. Un seul paramètre, la proportion de sable nu, semble avoir un effet sur la présence du *Vertigo*. En effet, la présence du *Vertigo* est inversement proportionnelle à la quantité de sable nu. De façon simplifiée, plus le sable est nu, moins il y a de litière et moins le milieu est favorable au *Vertigo* étroit. Ce résultat est cohérent avec les éléments dont nous disposons concernant l'écologie de l'espèce.

Ce résultat pourrait indirectement confirmer l'effet de la gestion sur le *Vertigo* étroit. En effet, les opérations de débroussaillage pourraient avoir favorisé la disparition de la litière, et par conséquent la proportion de sol nu et donc la régression de l'espèce.

Le développement de la végétation et la reconstitution de la litière devraient donc permettre la recolonisation des espaces gérés par le *Vertigo* étroit.

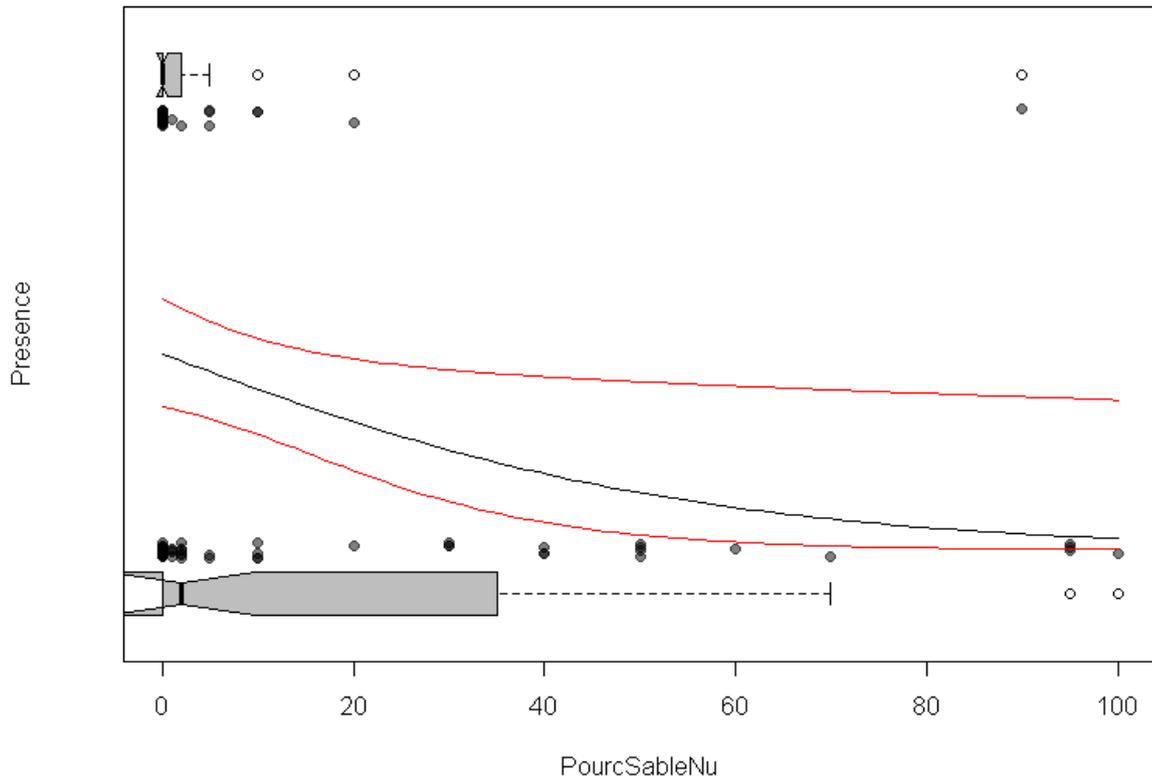


Figure 16. Présence de coquilles de *Vertigo* étroit en fonction du pourcentage de sable nu

6

## Discussions et perspectives

## 6 Discussions et perspectives

Le *Vertigo* est présent dans les 3 massifs dunaires mais les densités semblent être plutôt faibles. Cela pourrait expliquer la fluctuation temporelle observée dans certaines stations (la présence ou l'absence de l'espèce ne dépend que d'1 ou 2 individus). L'espèce semble être en régression (présente dans 73% des stations en 2015 contre 35% en 2019). La conjonction entre la réduction de la densité naturelle et celle du nombre de répliqués analysés a certainement induit une sous-estimation du nombre de stations de *Vertigo*. Ce biais étant général, il concerne l'ensemble des stations, indépendamment des modes de gestion ou de l'évolution des milieux.

L'ouverture des milieux après le débroussaillage provoque la régression temporaire des milieux favorables à l'espèce (plus grande surface de sable nu). Il ne s'agit pourtant pas du seul facteur pouvant expliquer le déclin de l'espèce car cette tendance est également observée dans les sites témoins (=secteurs non gérés). Des habitats favorables à l'espèce devraient se développer naturellement dans les zones impactées par les actions du projet. Ils auront certainement un effet favorable sur le nombre et de la densité des populations de *Vertigo* dans les massifs dunaires.

7

Bibliographie

## Bibliographie

Alfa environnement 2013. Natura 2000 Document d'Objectifs – Dunes de la plaine maritime flamande FR3100474 – Premier dossier version finale. 140 pp.

Basso, F. & M.-F. Baliga (2001). Cartographie fine des habitats naturels de la Plaine maritime flamande pSICFR3100474 (Parc du Vent, Dunes Dewulf, Dunes Marchand, Dunes du Perroquet) pSIC " Dunes de la plaine maritime flamande " (Site NPC01) Communes de Malo, Leffrinckoucke, Bray-Dunes, Ghyvelde, Zuydcoote. Bailleul, Centre Régional de Phytosociologie/Conservatoire Botanique National de Bailleul: 48.

Bensettiti F. & Puissauve R. 2015. Résultats de l'évaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces dans le cadre de la directive Habitats-Faune-Flore en France. Rapportage « article 17 ». Période 2007-2012. MNHN-SPN, MEDDE, Paris, 204 p.

BIOTOPE (1996). Plan de gestion des dunes flamandes. Tome 2 : bilan écologique des dunes maritimes de la dune fossile de Ghyvelde, Conseil Général du Nord/Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres: 97.

BIOTOPE (1996). Plan de gestion des dunes flamandes. Tome 3 - bilan écologique des dunes maritimes : la dune Dewulf, Conseil Général du Nord/Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres: 145.

BIOTOPE (1996). Plan de gestion des dunes flamandes. Tome 4 - bilan écologique des dunes maritimes : la dune du Perroquet, Conseil Général du Nord/Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres: 80.

BIOTOPE (2004). Etude entomologique et malacologique sur la dune Marchand, Conseil Général du Nord/Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres: 25.

Boesveld, A. 2005. Overwinteringgedrag van de nauwe korfslak *Vertigo angustior* (Mollusca). Waarnemingen en Mededelingen, 22: 121-122.

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 of the 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.

Cucherat X. 2013. Bilan des connaissances sur les espèces de mollusques continentaux de la Directive "Habitats-Faune-Flore" dans la région Nord – Pas-de-Calais durant la période 1992-2011. *MalaCo*, 9 : 467-484.

Cucherat, X. & Boca, F. 2007. Bilan des connaissances sur les espèces de Mollusques continentaux de la Directive "Habitat-Faune-Flore" dans la région Picardie pour la période 1994-2007. *MalaCo*, 4: 164-175.

Cucherat, X., Elleboode, C. & Raevel, P. 2006. Étude sur la repartition et l'écologie de *Vertigo angustior* Jeffreys 1830 dans les dunes Dewulf, Marchand et du Perroquet – Phase I - . GREET Ing/Conseil Général Département du Nord. 58 pp.

Cucherat, X., Verhaeghe, V., Elleboode, C. & Raevel, P. 2007. Étude sur la repartition et l'écologie de *Vertigo angustior* Jeffreys 1830 dans les dunes Dewulf, Marchand et du Perroquet – Phase II - . GREET Ing/Conseil Général Département du Nord. 84 pp.

Cuttelod, A., Seddon, M. and Neubert, E. 2011. European Red List of Non-marine Molluscs. Luxembourg: Publications Office of the European Union

Fiers, V., Gauvrit, B., Gavazzi, E., Haffner, P., Maurin, H. & coll. 1997. Statut de la faune de France métropolitaine. Statuts de protection, degrés de menace, statuts biologiques. Collection Patrimoine Naturels, Paris. (Muséum national d'Histoire naturelle): 225 pages.

Horsák, M., Hájek, M., Tichy, L. & Jurickva, L. 2007. Plant indicator values as a tool for land mollusc autecology assessment. *Acta Œcologica*, 32: 161-171.

Julve, P. 1998. Catminat. [philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm](http://philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm). 10 Novembre 2015.

Lemoine, G. and L. Faucon (2005). Managing the Flemish dunes: from eco-gardening to mechanical disturbances created by bulldozers. Proceedings 'Dunes & Estuaries 2005' - International Conference on Nature Restoration Practices in European Coastal Habitats, Koksijde, Belgium, 19-23 September 2005. I. Dobbelaere. Oostende, Vlaams Instituut voor de Zee vzw Flanders Marine Institute. Special publication 19: xiv + 685.

Pokryszko, B. M. (1987). "On the aphally in the Vertiginidae (Gastropoda: Pulmonata: Orthurethra)." *Journal of Conchology* 32(6): 365-375.

Pokryszko, B. M. (1990). "Life history and population dynamics of *Vertigo pusilla* O. F. Müller, 1774 (Gastropoda: Pulmonata: Vertiginidae), with notes on shell and genital variability." *Annales Zoologici* 43(21): 407-432.

RCoreTeam (2013). R: A langage and environment for statistical computing. Vienne, R Foundation for Statstical Computing. Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

Schaffers, A. P. & Sýkora, K. V. 2000. Reliability of Ellenberg indicator values for moisture, nitrogen and soil reaction: a comparison with field measurements. *Journal of Vegetation Science*, 11: 225-244.

Terrasse, G. & Caillet, C. 2008. Analyse de la répartition, description de l'habitat et suivi de population de *Vertigo angustior* Jeffreys 1830 (Mollusca Gastropoda) sur le littoral du Pas-de-Calais. Groupement de Défense de l'Environnement de l'Arrondissement de Montreuil-sur-Mer. 85 pp. Attin.

UICN 2012 - Red List of threatened species – A global species assessment.  
<http://www.iucnredlist.org/>

Welter-Schultes F. 2012. European non-marine molluscs, a guide for species identification.



**Siège social :**

22 boulevard Maréchal Foch - BP58 - F-34140 Mèze

Tél. : +33(0)4 67 18 46 20 - Fax : +33(0)4 67 18 65 38 - [www.biotope.fr](http://www.biotope.fr)