Monitoring des gastéropodes terrestres du marais non boisé de la Grande Cariçaie

Résultats 2019

Cochlicopa nitens (© AGC / Sophie Marti)

Association de la Grande Cariçaie
Chemin de la Cariçaie 3
1400 Cheseaux-Noréaz
Suisse

T +41 24 425 18 88
info@grande-caricaie.ch
www.grande-caricaie.ch

Rédaction

Sophie Marti, stagiaire scientifique

Antoine Gander, collaborateur scientifique

Version 03, 05 février 2020

Table des matières

1 Introduction 3
2 Méthodologie 3
2.1 Site d'étude 3
2.2 Stations choisies et espèces-cibles 4
2.3 Echantillonnage et détermination 5
2.4 Analyses 6
3 Résultats 7
3.1 Diversité des mollusques collectés 7
3.2 Abondance, richesse spécifique et équitabilité 8
3.3 Analyse de communautés de gastéropodes terrestres 10
3.4 Espèces prioritaires 11
3.5 Comparaison avec le monitoring de 2008 12
3.6 Tests de puissance 13
4 Discussion 14
4.1 Communautés de gastéropodes terrestres et espèces-cibles 14
4.2 De l'importance de la méthodologie 17
5 Conclusion 18
Bibliographie 19

Annexes

ANNEXE 1 **Liste des stations 2019**
ANNEXE 2 **Liste des stations 2008**
ANNEXE 3 **Présence des espèces prioritaires en 2019**
ANNEXE 4 **Distribution des espèces prioritaires en 2019**

Résumé

En 2019, un monitoring des gastéropodes a été réalisée sur 27 stations situées dans les réserves naturelles de la Grande Cariçaie et réparties dans 4 milieux (*Magnocaricion, Cladietum, Phragmitetum et Schoenetum*). Un total de 3'619 gastéropodes a pu être récolté, dont près du tiers est constitué des 4 espèces prioritaires typiques des milieux humides: *Vertigo angustior, Vertigo antivertigo, Vertigo moulinsiana* et *Vallonia enniensis*. Ces espèces sont surtout présentes dans les magnocariçaies, caractérisées par un battement prépondérant des nappes superficielles. La comparaison de ce monitoring avec une première action réalisée en 2008 permet également une analyse comparée des méthodes utilisées et donne des recommandations importantes pour optimiser un prochain suivi de ce type.

1 INTRODUCTION

Les Mollusques sont l'un des embranchements les plus diversifiés du règne animal. Ils jouent un rôle discret mais essentiel dans les écosystèmes, comme maillon de la chaîne alimentaire mais également en dégradant la matière organique. Leur mobilité réduite en fait de très bons indicateurs de la qualité des milieux. La dernière révision de la Liste Rouge Suisse a établi à 101 le nombre d'espèces menacées parmi les 249 évaluées, soit près de 41% (Ruetschi et al. 2012). Les espèces des zones humides sont parmi celles qui subissent les plus fortes pressions, en raison de la destruction ou de la dégradation de leur habitat. La plupart de ces espèces sont tributaires d'un niveau élevé et constant de la nappe phréatique et réagissent très mal aux drainages, embroussaillement ou fertilisation de leurs milieux de vie (Kerney 1999, Ruetschi et al. 2012). Ces dernières années en Suisse, près d'un quart des marais sont devenu plus secs et plus de 15% d'entre eux ont nettement perdu leur caractère marécageux (Klaus 2007). Des marais lacustres tels que ceux qu'abritent les réserves naturelles de la Grande Cariçaie jouent donc un rôle capital dans la conservation de ces espèces sensibles.

L'Association de la Grande Cariçaie (AGC) a défini pour chaque groupe faunistique une liste des espèces prioritaires présentes dans les réserves naturelles, pour lesquelles des actions de suivi sont nécessaires. Celle-ci est basée sur le degré de priorité nationale établi par le Centre Suisse pour la Cartographie de la Faune (CSCF), l'organe qui pilote les Listes Rouges nationales. Ce degré de priorité se définit d'une part en fonction du degré de menace et d'autre part en estimant le niveau de responsabilité de la Suisse à l'échelle de la population européenne ou mondiale de l'espèce. En 2008, un premier monitoring ciblé s'est donc concentré sur les espèces prioritaires de gastéropodes présentes dans la Grande Cariçaie, particulièrement les espèces du genre *Vertigo* dont les représentants marquent une nette préférence pour les zones humides, marais, tourbières. Cinq types de marais non-boisé ont alors été échantillonnés, il s'agissait des *Magnocaricion, Cladietum, Phragmitetum, Molinion* et *Schoenetum.* Cette étude avait notamment permis d'établir que *Vertigo antivertigo* est le représentant le plus courant de son genre dans les réserves de la Grande Cariçaie, présent en abondance dans les différents milieux. Le moins commun *Vertigo moulinsiana* révélait quelques individus dans les stations plus humides situées en magnocariçaie ou en roselière. Deux stations du rare *Vertigo angustior* ont pu être découvertes dans la réserve de Cheyres. Enfin, on peut également noter une présence régulière mais faible de l'ubiquiste et non-prioritaire *Vertigo pygmaea*, dont les exigences écologiques sont bien moins liées aux milieux humides que les espèces précitées.

Onze ans après ce premier état des lieux, un deuxième pointage était nécessaire pour permettre de suivre l'état des populations. Les espèces-cibles de ce deuxième effort ont également été les *Vertigo*, ainsi que les rares et prioritaires *Vallonia enniensis*, découvert récemment dans une station de la réserve de Cheyres et *Cochlicopa nitens*, présent dans une station des Grèves d'Ostende. Le reste des espèces échantillonnées a également été déterminé pour améliorer nos connaissances sur leur distribution.

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 SITE D'ÉTUDE

La Grande Cariçaie occupe l'ensemble de la rive sud du lac de Neuchâtel et compte 9 réserves naturelles cantonales réparties sur les Cantons de Vaud, Fribourg et Neuchâtel. C'est un écosystème jeune, né à la fin du XIXème siècle et gagné sur le lac suite à l'abaissement du niveau des trois lacs subjurassiens de près de 3 mètres.

Cette première correction des eaux des trois lacs visait principalement l'assèchement du Grand marais, vaste surface comprise entre les lacs de Bienne, Morat et Neuchâtel, au potentiel agricole évident. La colonisation de ces nouvelles surfaces riveraines par la végétation a principalement été conditionnée par les fluctuations du lac, par la nature et la topographie du substrat exondé.

Les 18 km^2 de zones alluviales terrestres constituant actuellement les plus vastes surfaces de bas-marais de Suisse, s'étendent sur 40 km le long de la rive sud du Lac de Neuchâtel en un long cordon paysager relativement homogène, tant au niveau de sa géomorphologie qu'au niveau de l'organisation spatiale de ses milieux. Cet écosystème marécageux est limité vers l'arrière-pays par des forêts de pentes. Sur les parties les plus « basses », les prairies marécageuses peuvent être ordonnées grossièrement en trois grands groupes, discriminés en grande partie par les caractéristiques de leur régime hydrique : les prairies soumises à de courtes ou sporadiques inondations essentiellement hivernales et printanières (les prairies à petites laiches, à choin et à molinie), les prairies soumises à un battement de nappe privilégiant les inondations (les magnocariçaies), et les prairies soumises à une inondation permanente (les roselières).

2.2 STATIONS CHOISIES ET ESPÈCES-CIBLES

Un total de 27 stations réparties dans quatre types de végétation a été échantillonné au cours du monitoring 2019. Le Tableau 1 présente les différents termes utilisés pour décrire chaque milieu, ainsi que l'abréviation employée pour les graphiques et le code couleur utilisé dans la suite de ce rapport. La répartition des stations le long de la rive sud est visible sur la Figure 1 et le détail de chaque station se trouve en Annexe 1.

	Magnocariçaie / prairie à grandes laîches	*Magnocaricion*	**CEL**	11 stations
	Prairie à marisque	*Cladietum*	**MA**	6 stations
	Roselière	*Phragmition*	**SCH**	3 stations
	Parvocariçaie / prairie à choin	*Schoenetum*	**RO**	7 stations

Tableau 1 : Milieux étudiés en 2019 avec leur code couleur, nom français, nom scientifique, abréviation utilisée dans le nom des stations et reprise dans les graphiques, et nombre de stations échantillonnées cette année

Parmi ces 27 stations, 22 ont été reprises de du monitoring réalisé en 2008 (CEL=7, MA=6, RO=3 et SCH=6). En 2008, 31 stations avaient été sélectionnées dans 5 milieux différents (Annexe 2). Pour alléger l'effort d'échantillonnage, l'investigation de milieux prairiaux plus secs, principalement représentés par les prairies à molinie, n'a pas été réalisé dans le cadre de ce suivi. Les résultats montraient en effet que ce type de milieu était le plus faiblement fréquenté par le cortège des Vertigo. Les autres sites écartés l'ont généralement été parce que la végétation y a fortement évolué et ne correspond plus au type de milieu qu'on y trouvait alors.

Comme en 2008, les espèces-cibles de ce projet sont les espèces du genre Vertigo, en particulier les 3 espèces prioritaires – *V. angustior*, *V. antivertigo* et *V. moulinsiana*. Cette liste est complétée par *Vallonia enniensis* et *Cochlicopa nitens*. L'effort d'échantillonnage mènera peut-être à la découverte d'autres stations pour ces espèces rares au niveau national et présentes de manière localisée sur la rive sud.

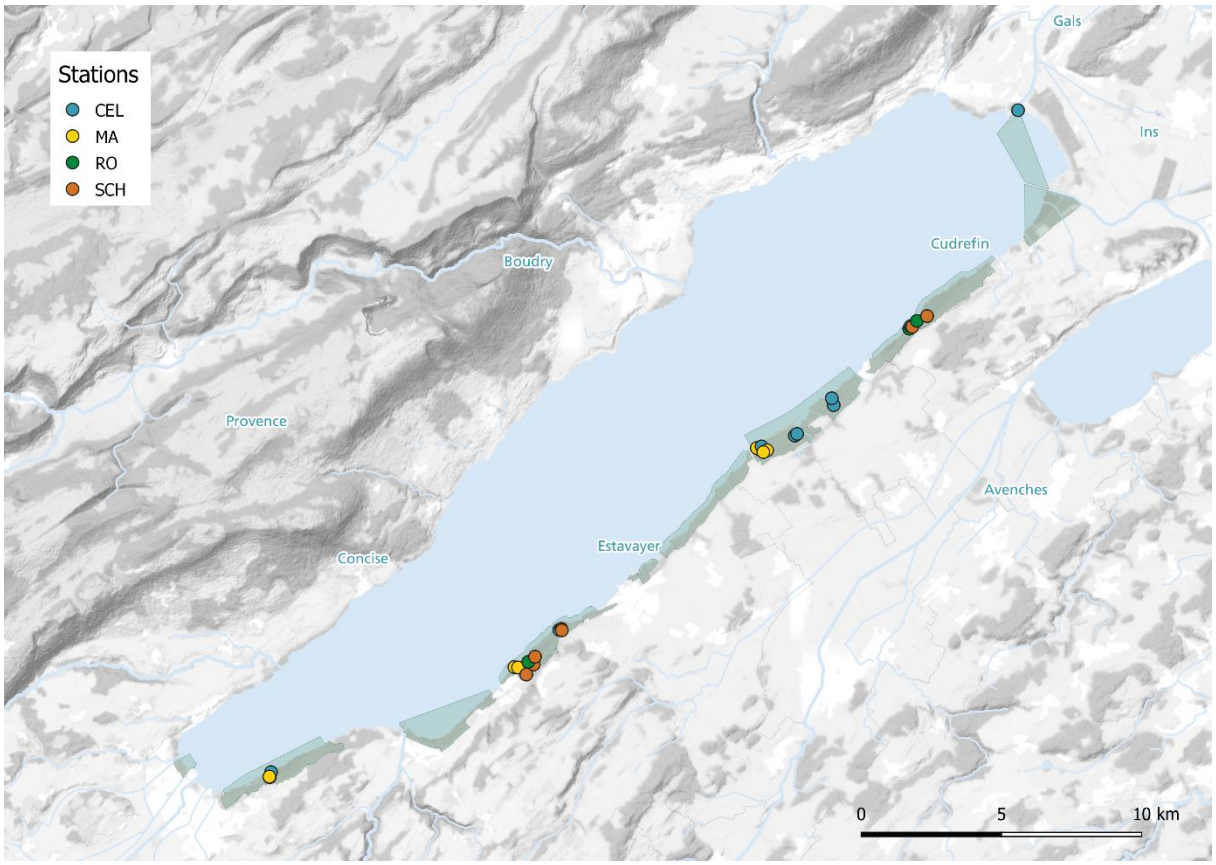


Figure 1 : Répartition des 27 stations échantillonnées en 2019 le long de la rive sud, dans le périmètre des réserves naturelles (zones bleutées).

2.3 ECHANTILLONNAGE ET DÉTERMINATION

Autant que possible, l'échantillonnage a été effectué dans des conditions météorologiques supposées favoriser l'activité des gastéropodes, soit par temps humide, soit rapidement après un épisode de précipitations. Si plusieurs journées ensoleillées se succédaient, il était ainsi convenu d'attendre le retour des précipitations pour retourner sur le terrain. Mené de fin septembre à fin octobre, la période a été choisie pour éviter autant les chaleurs de la fin d'été qu'un trop grand risque de frimas précoces qui pousseraient les gastéropodes à s'enfoncer profondément dans le sol, risquant ainsi d'être hors d'atteinte de nos efforts.

Pour chaque station, un set de 5 réplicats a été sélectionné sur le terrain. Ceux-ci ont été choisis pour optimiser la présence de gastéropodes, en sélectionnant préférentiellement des micro-habitats favorables, par exemple au pied d'un touradon de laîche arborant une belle épaisseur de mousse. Pour les stations reprises du monitoring précédent et pour lesquelles des coordonnées spatiales existaient déjà, la précision du GPS utilisé sur le terrain (env. 3-4 m) a également permis cette relative liberté dans le choix du micro-environnement. Pour chaque réplicat, une procédure standardisée, inspirée de la méthode utilisée par le Monitoring de la Biodiversité en Suisse (BDM-MBD), a été appliquée (BDM-MBD 2017). La végétation haute a d'abord été fauchée à environ 10 cm du sol, en vérifiant au préalable la présence d'escargots sur les parties aériennes. Les premiers centimètres ont ensuite été coupés à ras du sol et prélevés. La litière est à son tour prélevée, qu'elle soit constituée de mousse ou de débris divers de végétation (Figure 2). Puis ce sont les premières couches du sol, sur une épaisseur d'environ 10 cm, qui sont excavées. Chacune des strates prélevées est conditionnée dans un sac en plastique séparé. La totalité de ces 3 couches représente un volume d'environ 2 à 4 L par réplicat. On obtient donc une quinzaine de litres de matériel organique pour chaque station.

Les échantillons ont ensuite été stockés dans un réfrigérateur à 6 degrés jusqu'à leur tri. Celui-ci a été effectué en lavant successivement les couches d'un même réplicat au-dessus d'un ensemble de 3 tamis de maillage différent (Endecotts stainless steel laboratory test sieve, ISO 3310-1 / BS410 en maille de 3mm, 1mm et 800 µm). La première couche de végétation est d'abord rincée à l'eau au-dessus des tamis pour en déloger les escargots avant d'être retirée et jetée. La procédure est la même avec la couche de litière. Puis les éléments humiques sont séparés en morceaux grossiers à la main avant de se déliter à leur tour grâce à un rinçage vigoureux. Entre chaque couche nettoyée, les coquilles sont minutieusement repérées à l'œil nu et sous la loupe binoculaire. Chacun des 3 tamis, dans lesquels elles ont été retenues en fonction de leur taille, est inspecté séparément. C'est une étape-clé du processus puisqu'il s'agit de récolter l'ensemble des individus présents dans l'échantillon. Les coquilles sont ensuite séchées sous une ampoule halogène et stockées dans des tubes en verre fermés par de la ouate.

La détermination à l'espèce lorsque c'est possible, au genre dans le cas de juvéniles, a ensuite été effectuée sous loupe binoculaire à l'aide de clés de déterminations (Glöer 2002, Hausser 2005, Boschi 2011, Bochud 2019). Les individus juvéniles non-identifiables à l'espèce ont été écartés de l'inventaire. Les individus difficiles ont été présentés pour confirmation à l'avis expert de François Claude, du Centre Suisse de Cartographie de la Faune (CSCF).

Pour les espèces du genre Vertigo, les coquilles fraîches ont été distingués des coquilles anciennes. Une coquille fraîche signifie que l'individu a été échantillonné vivant ou est mort dans les quelques mois précédents la récolte. Ces coquilles ont une transparence semblable à celles d'individus vivants et le periostracum est encore bien visible. Ce traitement différentiel des coquilles fraîches et anciennes n'a pas été effectué systématiquement pour le reste des espèces de cet inventaire. A l'exception des Vertigo, les analyses sont donc entendues pour l'ensemble de tous les individus identifiés, indifféremment de l'âge de la coquille.

Figure 2 : Photo en immersion dans la densité d'une roselière pendant l'échantillonnage, et détail de la litière.

2.4 ANALYSES

Les gastéropodes ont été séparés entre aquatiques et terrestres et les analyses se sont principalement portées sur le groupe de gastéropodes terrestres, dont il est plus facile de tirer des conclusions écologiques valides. Les abondance, indice de Shannon et indice d'équitabilité ont été calculés pour les deux groupes. L'indice de Shannon (Shannon 1948) permet de mesurer la

diversité spécifique d'un site. L'indice d'équitabilité de Pielou (Pielou 1966) permet d'estimer l'abondance relative des espèces présentes dans un environnement donné. J = H / ln(S) où H = l'indice de diversité de Shannon et S = le nombre d'espèces.

Les analyses de communautés ont été réalisées en utilisant la fonction *adonis* (Anderson 2001) du package R *vegan* (Oksanen et al. 2016) avec l'indice de Bray-Curtis (Bray & Curtis 1957) pour déterminer si les communautés de gastéropodes terrestres diffèrent entre milieux. L'indice de dissimilarité de Bray-Curtis utilise des données d'abondance et a donc été préféré dans le cas présent.

Le test de puissance pour estimer le nombre de réplicats nécessaires pour obtenir la totalité des espèces présentes a été effectué en simulant 1000 tirages aléatoires sans remise de n réplicats parmi l'ensemble des 135 réplicats échantillonnés, puis en calculant la richesse spécifique obtenue. Cette analyse a été faite pour le pool complet d'espèces et pour le groupe-cible.

Toutes les analyses ont été effectuées sur R version 3.6.2 (R Core Team 2016).

3 RÉSULTATS

3.1 DIVERSITÉ DES MOLLUSQUES COLLECTÉS

L'échantillonnage des 27 stations s'est fait sur un total de 8 journées de terrain réparties entre le 23 septembre et le 28 octobre 2019. Le tri s'est effectué à la suite et a nécessité 25 journées de laboratoire.

Cet inventaire a permis de récolter et de déterminer un total de 3'619 escargots terrestres et aquatiques, dont 3'415 (soit 94.4 %) ont pu être identifiés à l'espèce, totalisant 33 espèces différentes (Tableau 1). Les coquilles appartenant au genre *Euconulus* sont ci-après regroupées sous *Euconulus sp.* bien que la présence des 3 espèces connues en Suisse (*E. fulvus, E. praticola* et *E. trochiformis aggr*.) soit avérée au sein de la zone d'étude. Leur identification à l'espèce sera réalisée ultérieurement à ce rapport.

Espèces	LR	Priorité	CEL	MA	RO	SCH	Total
Aquatiques			**137**	**78**	**73**	**95**	**383**
Anisus septemgyratus (Rossmässler, 1835)			3	15	7	1	**26**
Bathyomphalus contortus (Linnaeus, 1758)			26	2	16	2	**46**
Bithynia tentaculata (Linnaeus, 1758)			1	0	0	0	**1**
Galba truncatula (O. F. Müller, 1774)			28	38	7	77	**150**
Gyraulus crista (Linnaeus, 1758)			2	0	0	0	**2**
Hippeutis complanatus (Linnaeus, 1758)			1	0	4	0	**5**
Lymnaea stagnalis (Linnaeus, 1758)			1	0	0	0	**1**
Planorbis planorbis (Linnaeus, 1758)			4	4	9	5	**22**
Radix labiata (Rossmässler, 1835)			0	0	1	0	**1**
Stagnicola corvus (Gmelin, 1791)			8	2	2	3	**15**
Valvata cristata O. F. Müller, 1774			63	17	28	7	**115**
Anisus septemgyratus (Rossmässler, 1835)			3	15	7	1	**26**
Bathyomphalus contortus (Linnaeus, 1758)			26	2	16	2	**46**

Espèces	LR	Priorité	CEL	MA	RO	SCH	Total
Terrestres			**1545**	**495**	**567**	**645**	**3252**
Acanthinula aculeata (O.F. Müller, 1774)			0	0	0	1	1
Acicula lineata (Draparnaud, 1801)			1	0	0	0	1
Carychium minimum O. F. Müller, 1774			408	135	340	68	951
Carychium tridentatum (Risso, 1826)			0	0	1	1	2
Cepaea nemoralis (Linnaeus, 1758)			1	0	0	0	1
Clausilia cruciata (S. Studer, 1820)			0	0	0	1	1
Cochlicopa lubrica (O.F. Müller, 1774)			18	6	18	7	49
Discus rotundatus (O. F. Müller, 1774)			0	0	2	0	2
Euconulus sp.			133	12	39	20	204
Monachoides incarnatus (O. F. Müller, 1774)			0	0	0	1	1
Nesovitrea hammonis (Ström, 1765)			67	28	28	21	144
Oxyloma elegans (Risso, 1826)			7	1	0	2	10
Punctum pygmaeum (Draparnaud, 1801)			13	9	16	10	48
Succinea putris (Linnaeus, 1758)			5	1	1	5	12
Trochulus sericeus (Draparnaud, 1801)			13	2	4	2	21
Vallonia enniensis (Gredler, 1856)	EN	2	87	21	0	16	124
Vallonia pulchella (O. F. Müller, 1774)			150	38	0	136	324
Vertigo angustior Jeffreys, 1830	EN	3	0	0	12	5	17
Vertigo antivertigo Draparnaud, 1801	VU	4	485	200	80	191	956
Vertigo moulinsiana (Dupuy, 1849)	EN	3	100	5	11	12	128
Vertigo pygmaea (Draparnaud, 1801)			18	35	0	132	185
Zonitoides nitidus (O. F. Müller, 1774)			26	2	15	12	55
Total général			1669	573	639	738	3619

Tableau 2 : Nombres d'individus collectés dans les différents milieux (CEL = Prairie à grandes laîches, MA = prairie à marisque, RO = roselière et SCH = prairie à choin). La colonne LR représente le statut liste rouge au niveau national (EN = en danger et VU = vulnérable). La colonne priorité est le degré de priorité nationale qui s'étend de 1 (priorité maximale) à 4.

Les espèces les plus fréquentes sont *Vertigo antivertigo* (956), *Carychium minimum* (951) et *Vallonia pulchella* (324), contribuant ensemble à plus de 60% du total. Avec 1'125 individus, les espèces-prioritaires, soit celles sur Liste Rouge - *Vertigo angustior* (17), *Vertigo antivertigo* (956), *Vertigo moulinsiana* (128) et *Vallonia enniensis* (124) - représentent un tiers des coquilles récoltées. Leurs résultats sont détaillés au point 3.4 de ce rapport. Le rare *Cochlicopa nitens* n'a pas été trouvé dans les stations échantillonnées.

3.2 ABONDANCE, RICHESSE SPÉCIFIQUE ET ÉQUITABILITÉ

Des analyses quantitatives ont été faites de manière séparée pour les gastéropodes aquatiques (Figure 3) et terrestres (Figure 4). Les figures-ci-dessous présentent la richesse spécifique, l'abondance et l'équitabilité des stations, réparties selon leur milieu.

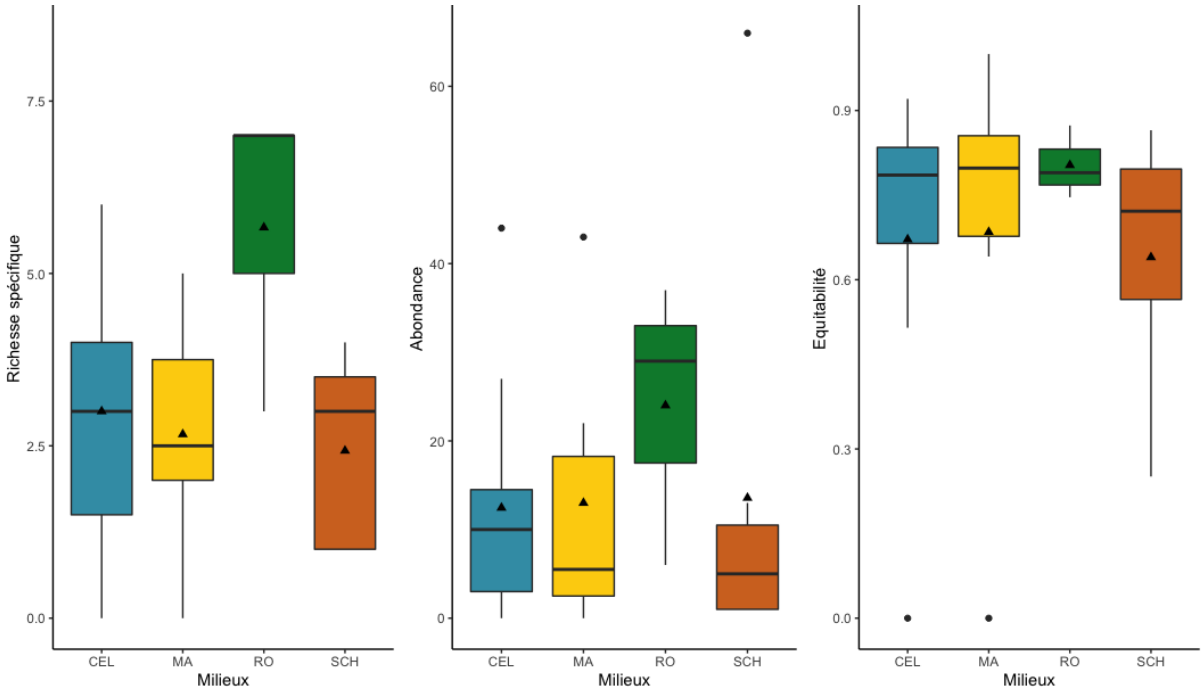


Figure 3 : Richesse spécifique, abondance et équitabilité des gastéropodes aquatiques. Les lignes en gras représentent les médianes, les triangles les moyennes, les boîtes correspondent au premier et au troisième quartiles, les lignes correspondent à la distance inter-quartile multipliée par 1.5, les ronds sont les outliers. Les 4 milieux sont représentés en abscisse, avec CEL = prairie à grandes laîches, MA = praire à marisque, RO = roselière et SCH = prairie à choin.

Le faible nombre de stations pour les différents types de milieux ne permet pas d'obtenir de différences significatives, bien que certaines tendances semblent se dégager. Les roselières semblent abriter plus d'individus et arborer une richesse spécifique plus élevée que les autres milieux, une tendance un peu plus marquée lorsqu'on considère les gastéropodes aquatiques que les terrestres (Figure 2).

Les analyses faites sur le sous-groupe des gastéropodes terrestres (Figure 3) révèlent également une moindre abondance et richesse spécifique des stations situées dans les prairies à marisque. Les prairies à choin abritent une abondance moyenne mais l'une des meilleures richesses spécifiques. L'équitabilité semble plus faible dans les roselières, indiquant qu'une espèce domine nettement les autres. Plus de la moitié des individus terrestres identifiés dans ces stations sont en effet des *Carychium minimum*, ce qui explique ce score d'équitabilité plus faible que dans les autres milieux où les différentes espèces sont représentées de manière plus égale au sein des stations.

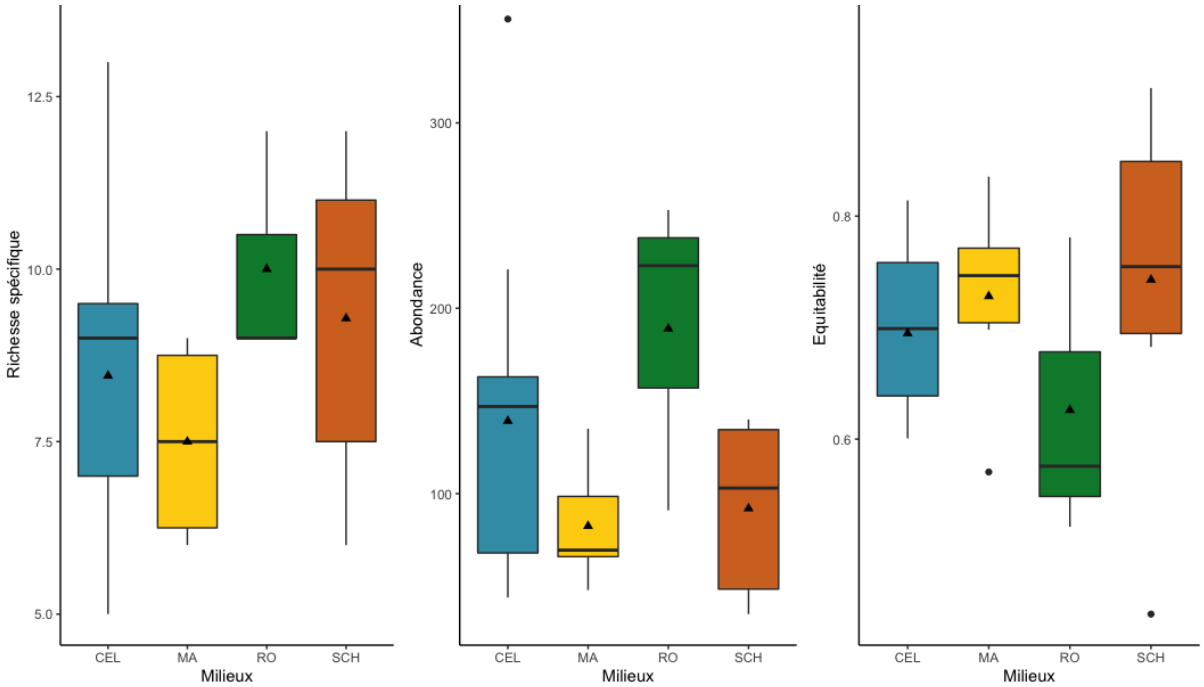


Figure 4 : Richesse spécifique, abondance et équitabilité des gastéropodes terrestres. Les lignes en gras représentent les médianes, les triangles les moyennes, les boîtes correspondent au premier et au troisième quartiles, les lignes correspondent à la distance inter-quartile multipliée par 1.5, les ronds sont les outliers. Les 4 milieux sont représentés en abscisse, avec CEL = prairie à grandes laîches, MA = praire à marisque, RO = roselière et SCH = prairie à choin.

3.3 ANALYSE DE COMMUNAUTÉS DE GASTÉROPODES TERRESTRES

Sept espèces de gastéropodes terrestres trouvées en seulement 1 ou 2 exemplaires au cours de l'inventaire ont été exclues de l'analyse, résultant en un jeu de données de 15 espèces (nommément *Carychium minimum, Cochlicopa lubrica, Euconulus sp, Nesovitrea hammonis, Oxyloma elegans, Punctum pygmaem, Succinea putris, Trochulus sericeus, Vallonia enniensis, Vallonia pulchella, Vertigo angustior, Vertigo antivertigo, Vertigo moulinsiana, Vertigo pygmaea, Zonitoides nitidus*).

L'analyse de communauté réalisée en utilisant l'indice de Bray-Curtis révèle une différence significative (R^2 = 24.6%, p=0.005) des communautés entre milieux (Figure 5). Elle sépare clairement les stations des prairies à grandes laîches (CEL) de celles en prairies à choin (SCH). Les communautés d'espèces présentes dans les prairies à marisque (MA) recoupent partiellement celles de ces deux milieux. Les roselières (RO) se situent légèrement à part et sont plus proches des magnocariçaies.

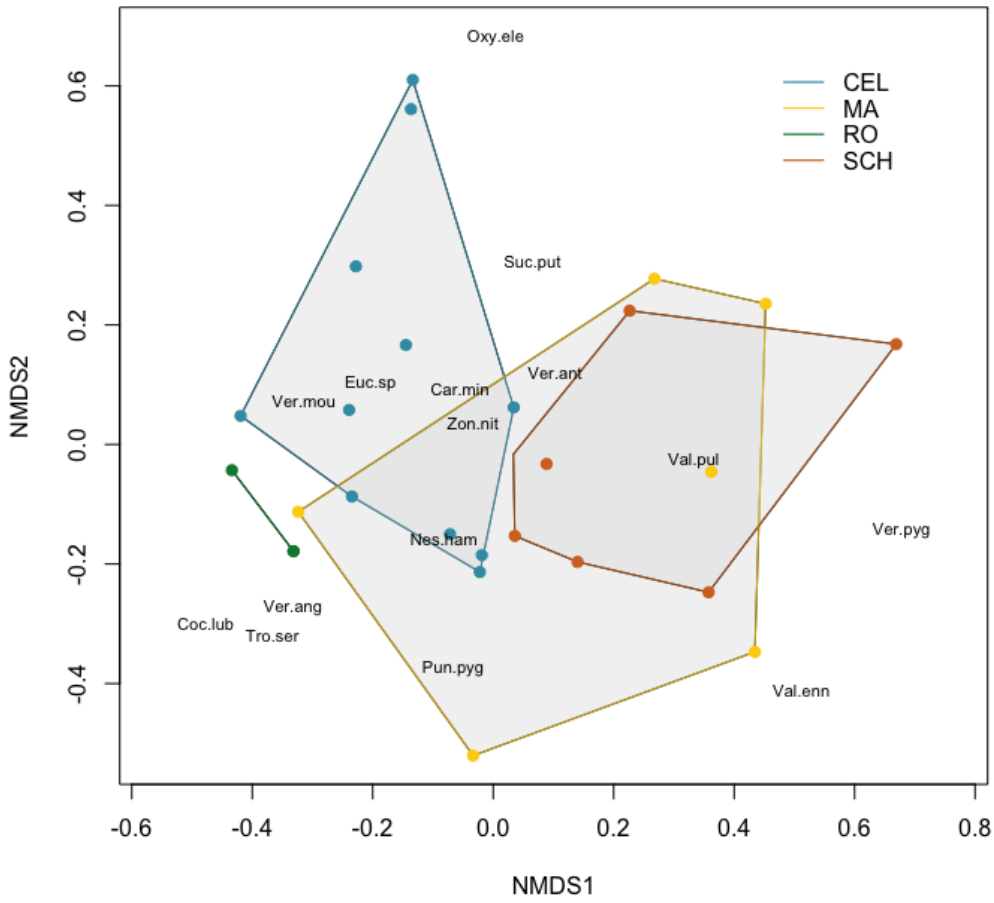


Figure 5 : Résultats des analyses du NMDS (non-metric multidimensional scaling) représentant les dissimilarités entre les communautés de gastéropodes terrestres des différents milieux, calculé en utilisant l'indice de Bray-Curtis. Les points représentent les différentes stations. L'abréviation utilisée pour les espèces est la suivante : Genre espèce = Gen.esp

3.4 ESPÈCES PRIORITAIRES

Les spécimens des 4 espèces prioritaires ont été récoltés principalement dans les magnocariçaies. Les prairies à marisque et à choin abritent chacune près de 20% des individus de ces espèces menacées. Les roselières quant à elles représentent le milieu le moins utilisé par ces 4 espèces. Le Tableau 3 résume le pourcentage du nombre d'individus de chaque espèce trouvé dans chaque milieu. La Figure 6 représente graphiquement ces résultats.

	V. angustior	*V. antivertigo*	*V. moulinsiana*	*V. enniensis*	Total
CEL	0	50.7	78.1	70.2	59.7
MA	0	20.9	3.9	16.9	20.1
RO	70.6	8.4	8.6	0	9.1
SCH	29.4	19.9	9.4	12.9	19.9

Tableau 3 : Répartition en pourcentage des individus trouvés pour chacune des 4 espèces prioritaires au sein des 4 milieux échantillonnés

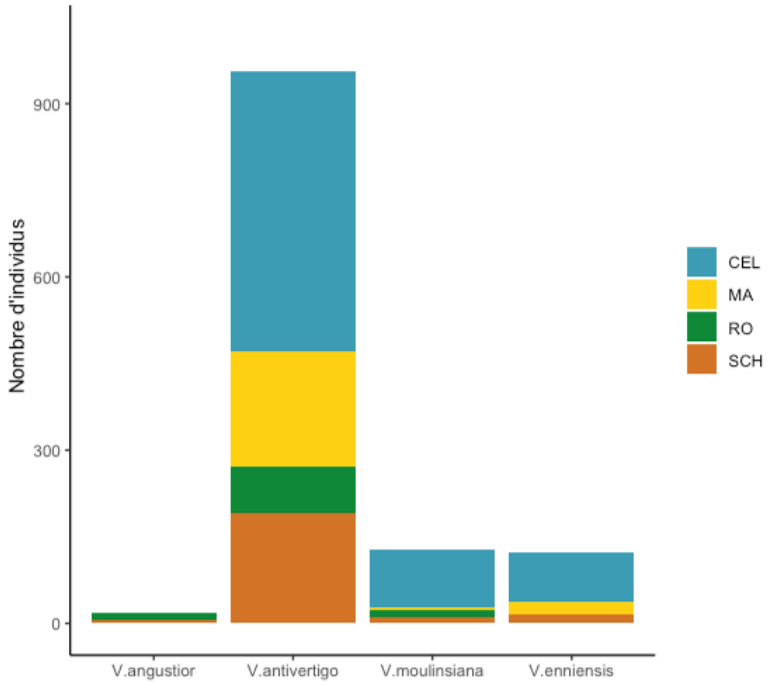


Figure 6 : Abondance totale des différentes espèces prioritaires au sein des quatre milieux échantillonnés. CEL = prairie à grandes laîches, MA = praire à marisque, RO = roselière et SCH = prairie à choin.

3.5 COMPARAISON AVEC LE MONITORING DE 2008

Les données issues de ce monitoring ont été comparées avec les données récoltées lors de la campagne d'échantillonnage de 2008. Cette dernière s'était focalisée uniquement sur les espèces de Vertigo, pour lesquels avait été retenu le nombre d'individus vivants. Pour une meilleure cohérence des résultats, seules les coquilles fraîches de Vertigo échantillonnées en 2019 ont donc été utilisées. Seules les 22 stations échantillonnées lors des deux monitorings ont été considérées.

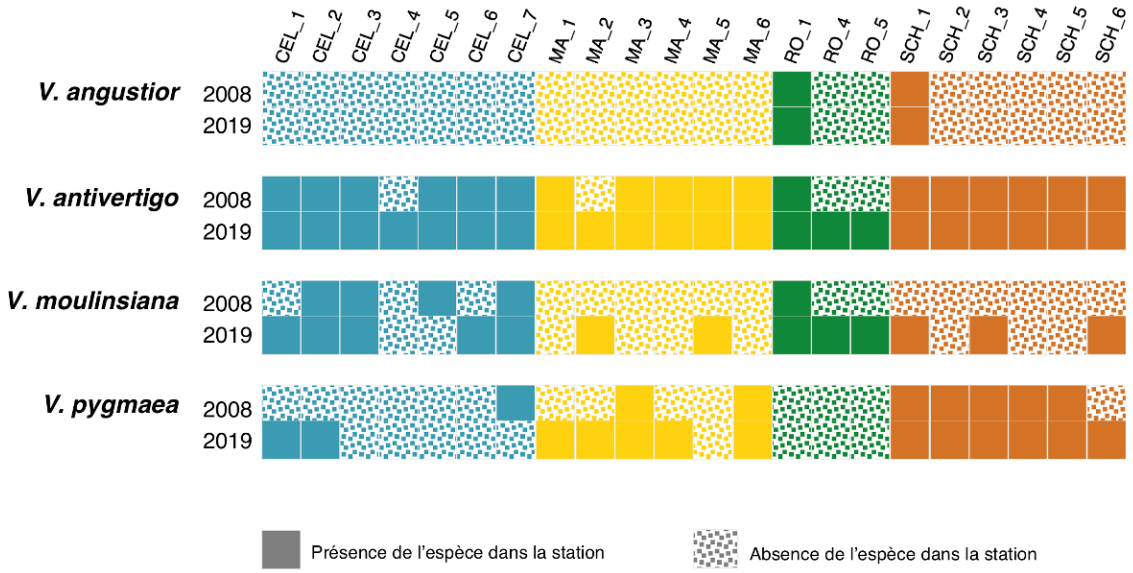


Figure 7 : Présence/absence des 4 espèce de Vertigo dans les différentes stations. Seules les coquilles fraîches et seules les stations échantillonnées lors des deux monitorings ont été considérées (Nombre $_{stations}$ = 22). CEL = prairie à grandes laîches, MA = praire à marisque, RO = roselière et SCH = prairie à choin.

La comparaison s'est faite de manière qualitative, en considérant les présences-absences de chaque espèce au sein des stations (Figure 7), et de manière quantitative, en considérant les abondances totales par milieu (Figure 8).

Vertigo angustior est l'espèce pour laquelle les résultats sont les plus similaires entre les deux monitorings. Il est présent dans 2 stations uniquement, dans des proportions semblables avec 20 individus en 2008 et 15 en 2019.

Vertigo antivertigo était présent dans 18 des 22 stations en 2008 et a été retrouvé dans la totalité de celles-ci en 2019. L'augmentation du nombre d'individus est importante, avec une hausse de 183% entre l'échantillonnage 2008 (374 ind.) et 2019 (689 ind.).

Vertigo moulinsiana est l'espèce qui montre la plus forte différence entre les deux monitorings, tant au niveau du nombre de stations dans lesquelles il est dorénavant présent (13, soit 8 de plus qu'en 2008), mais également en terme du nombre d'individus retrouvés, qui quintuple en passant de 16 à 90. Il est à noter qu'il a été trouvé cette année dans deux nouveaux milieux (prairie à marisque et prairie à choin) où sa présence n'avait pas été détectée en 2008.

Vertigo pygmaea présente une tendance similaire. De 8 stations en 2008, il a pu être trouvé dans 13 stations en 2019. Celles-ci sont toutes situées dans des milieux déjà connus pour cette espèce. Il a également été détecté en plus grande nombre, passant de 43 à 107 individus.

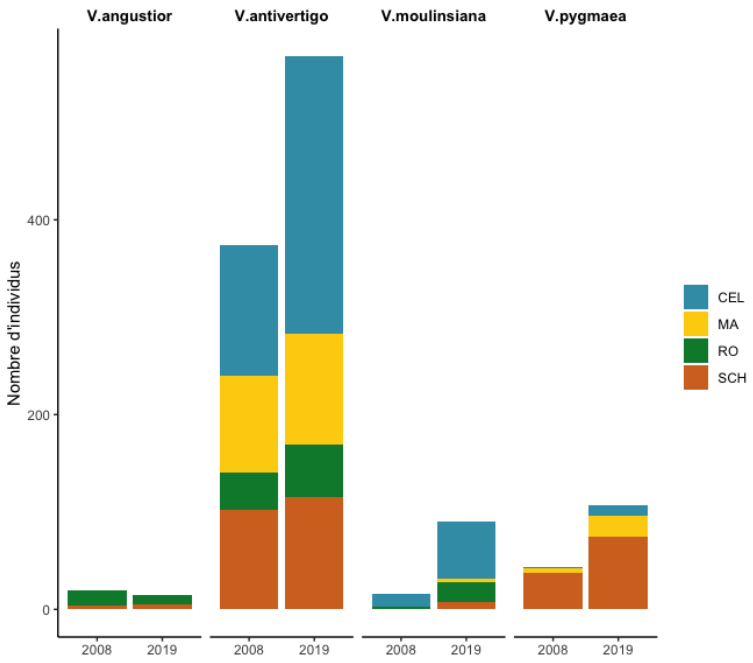


Figure 8 : Abondance totale des différentes espèces de Vertigo. Seules les coquilles fraîches et seules les stations échantillonnées lors des deux monitorings ont été considérées (Nombre $_{réplicats}$ = 110, Nombre $_{stations}$ = 22). CEL = prairie à grandes laîches, MA = praire à marisque, RO = roselière et SCH = prairie à choin.

3.6 TESTS DE PUISSANCE

Le nombre de réplicats nécessaires pour obtenir la totalité des espèces présentes a été testé en effectuant un tirage aléatoire sans remise de n réplicats parmi l'ensemble des 135 réplicats échantillonnés durant le monitoring 2019.

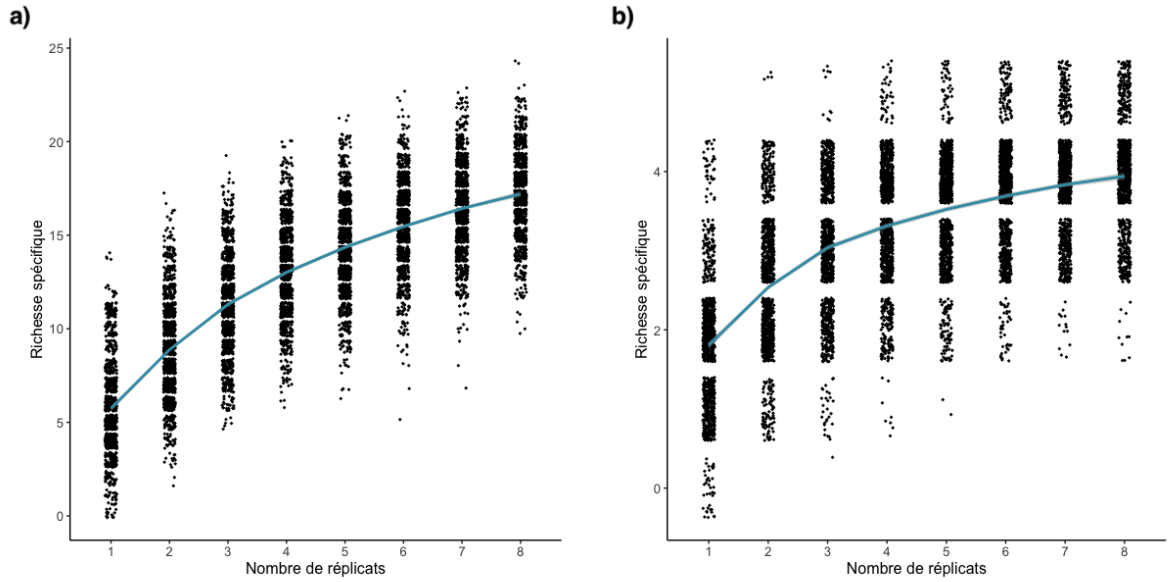


Figure 9 : Richesse spécifique attendue en fonction du nombre de réplicats échantillonnés par station, en considérant soit le pool d'espèces complet (a) soit uniquement les espèces-cibles (b). Pour chacun des graphes, 1000 répétitions ont été effectuées.

La richesse spécifique d'une station hypothétique constituée de ces n réplicats a ensuite été calculée et cette procédure a été répétée durant 1000 simulations. Le résultat de ces simulations est représenté sous forme graphique, où l'on retrouve la richesse spécifique en ordonnée, qui varie en fonction du nombre de réplicats considérés, en abscisse. Une courbe de régression de type « loess » a ensuite été ajoutée pour aider la visualisation du plateau d'accumulation des espèces.

En ne considérant que les espèces-cibles, soit les *Vertigo* et *Vallonia enniensis* (Figure 9b), le plateau est atteint dès 5 ou 6 réplicats. En considérant l'entier du pool d'espèces (Figure 9a), la courbe n'atteint pas encore de plateau avec 8 réplicats.

4 DISCUSSION

Les gastéropodes sont un groupe relativement bien étudié, avec 100 espèces déjà recensées dans la Grande Cariçaie. Après le monitoring 2008, cette liste ne comptait que 98 espèces, complétée depuis lors par les découvertes successives de *Vallonia enniensis* et *Cochlicopa nitens*. Le monitoring 2019, s'il n'a pas permis de découvrir de nouvelle espèce, a néanmoins mis à jour les connaissances sur la distribution des espèces prioritaires. Il semble qu'à l'heure actuelle, pour découvrir de nouvelles stations de ces espèces rares, ou de nouvelles espèces au sein des réserves naturelles, il faille plutôt concentrer les efforts sur des recherches ciblées dans les habitats préférentiels des meilleurs espèces-candidates. Il s'agit évidemment d'assurer en parallèle un suivi régulier des espèces prioritaires.

4.1 COMMUNAUTÉS DE GASTÉROPODES TERRESTRES ET ESPÈCES-CIBLES

L'analyse de communauté sépare clairement les prairies à grandes laîches des prairies à choin, une distinction qui peut également s'expliquer par les propriétés hydriques et physiques différentes de ces milieux. Alors que les magnocariçaies sont généralement saturées en eau, sauf en cas d'épisodes de sécheresse estivale, les prairies à choin sont des milieux généralement plus secs, où le niveau de la nappe est affleurant en période hivernale et printanière. Les

magnocariçaies sont également caractérisées par des touradons de grandes laîches qui peuvent jouer un rôle de refuge pour la faune malacologique, en offrant des micro-habitats particulièrement appréciés des Vertigos (Cameron 2003).

Les communautés de gastéropodes qui s'y développent sont donc assez différentes. Les espèces que l'on retrouve au centre du graphique de la Figure 5 ont été retrouvées en proportions relativement égales dans les différents milieux. Il s'agit par exemple de *Carychium minimum, Nesovitrea hammonis, Zonitoides nitidus*, mais également de *Vertigo antivertigo*. Plus une espèce se retrouve en périphérie, plus elle est caractéristique d'un ou deux milieux pour lesquels elle contribue à décaler le centre de gravité. Cette analyse de communauté permet un bref commentaire sur les espèces-cibles de ce monitoring, qui explique tout ou partie des points communs et différences desdits milieux.

Vertigo antivertigo (VU, priorité 4)

Retrouvé en abondance dans chacun des quatre milieux, *V. antivertigo* est le Vertigo le plus courant sur la rive sud (Annexe 4b). Lors de l'analyse de communautés, il se retrouve placé relativement au centre du graphique, ce qui confirme qu'il ne permet pas à lui seul de caractériser les différents milieux étudiés. On peut néanmoins noter que la moitié des individus a été retrouvé dans des magnocariçaies. Hygrophile, c'est une espèce typique des marais et zones humides sur l'ensemble de sa distribution paléarctique (Boschi 2011).

Vertigo moulinsiana (EN, priorité 3)

V. moulinsiana est une espèce hygrophile qui a elle aussi principalement été retrouvée dans les magnocariçaies, à l'image de ses exigences écologiques de milieux calcaires saturés en eau. Son expansion constatée entre les deux suivis pourrait être mise sur le compte d'un biais méthodologique (détaillé au point 4.2). Il se retrouve à présent tout au long de la rive sud (Annexe 4c), ce qui fait des réserves de la Grande Cariçaie l'un de ses refuges principaux en Suisse.

Vertigo pygmaea

V. pygmaea est également une espèce qui a été découverte en plus grand nombre et dans plus de stations en 2019 qu'en 2008. En analysant son positionnement dans l'analyse de communautés (point 3.3), elle apparaît comme l'une des espèces caractéristiques de ce suivi. En effet, sa présence dans les parvocariçaies contribue fortement à séparer ce milieu à la fois des magnocariçaies (dans lesquels n'ont été trouvé que quelques exemplaires) et surtout des roselières, dont elle est complètement absente.

C'est une espèce ubiquiste, xérophile facultatif que l'on retrouve dans une grande variété d'habitats généralement calcaires, des pelouses sèches au marais (Kerney 1999). Les résultats de ce monitoring, notamment en comparaison avec ceux de 2008, ainsi que sa présence actuelle dans les magnocariçaies pourrait indiquer un léger déficit hydrique de ces milieux. La multiplication des sécheresses estivales de ces dernières années pourrait avoir permis l'installation de cette espèce dans des milieux humides émargeant de ses préférences écologiques habituelles. Ces résultats sont bien sûrs à pondérer avec les biais méthodologiques évoqués ci-dessous au point 4.2 et sont à éclaircir à l'avenir.

Vertigo angustior (EN, priorité 3)

Quant au rare *V. angustior*, les deux seules stations où sa présence est avérée sur la rive sud sont situées pour l'une en roselière et pour l'autre dans une prairie à choin à nappe affleurante permanente, toutes deux situées dans la réserve de Cheyres (Annexe 4a). Cette espèce hygrophile est largement répandue en Europe, bien que très localisée et en déclin sur l'ensemble de son aire de distribution (Cameron et al. 2003). Le présent inventaire n'a pas permis de découvrir sa présence dans d'autres sites que les deux stations déjà identifiées en 2008.

Vallonia enniensis (EN, priorité 2)

V. enniensis est plutôt présent dans les magnocariçaies, où il cohabite avec *V. pulchella*. Ce milieu correspond bien à son écologie d'hygrophile plus exclusif. Rare et localisée en Europe, c'est une espèce mal connue dont la présence sur la rive sud n'a été découverte que récemment (2013!), dans une station située à Font FR, dans la réserve de Cheyres. Le présent inventaire a permis de découvrir quelques stations supplémentaires, toutes situées dans la réserve de Cheyres (Annexe 4e).

Une recherche ciblée effectuée hors inventaire en 2019 a permis la découverte d'une station située plus au nord, dans une parvocariçaie en limite du périmètre des réserves naturelles (près de la Corbière, commune d'Estavayer-le-Lac FR). Les réserves de la Grande Cariçaie apparaissent ainsi d'ores et déjà comme l'un des très rares refuges de l'espèce en Suisse. D'autres recherches ciblées dans les milieux appropriés sont à prévoir pour augmenter nos connaissances de sa distribution sur la rive sud et pouvoir assurer au mieux l'important rôle de conservation inhérent à la présence d'une telle espèce dans les réserves.

Autres espèces

Le très rare *Cochlicopa nitens*, qui illustre la photo de couverture de ce rapport, n'a pas été retrouvé lors de cette campagne d'échantillonnage. Cette espèce très localisée nécessite la mise en œuvre de recherches spécifiques. Sa présence a pu être établie dans sa station connue de Chevroux (réserve des Grèves d'Ostende) lors d'une recherche ciblée menée en préambule à cet inventaire, au mois de septembre 2019 (Annexe 4f). L'espèce s'y trouve dans un *Caricetum elatae* riche en Fougères des marais (*Thelypteris palustris*), mais sans roseau, et dont la strate muscinale est largement développée. D'autres recherches ciblées ont déjà été effectuées dans différents magnocariçaies répartie le long de la rive sud, sans résultat jusqu'à présent. La proximité d'une autre station située à Gampelen (BE) laisse toutefois penser que certaines stations sont encore à découvrir dans le périmètre de gestion des réserves naturelles. D'autres recherches sont donc à planifier dans le futur.

Il est difficile de commenter plus en détail les distributions des autres espèces trouvées dans cet inventaire, puisqu'aucune distinction entre coquilles fraîches et anciennes n'a été établie pour celles-ci. Il est à souligner, pour un prochain suivi, l'importance de cette distinction pour permettre une conclusion écologique. En effet, seuls des résultats basés sur des individus vivants permettent de tirer des conclusions sur l'écologie des espèces.

Au vu de la présence et l'étendue des populations de nombreuses espèces menacées en Suisse, il est important de souligner le rôle prépondérant que jouent les réserves de la Grande Cariçaie pour la conservation de ces populations relictuelles. Pour *Vertigo angustior, Vertigo moulinsiana*, *Vallonia enniensis* et *Cochlicopa nitens*, les sites ou les milieux fréquentés de la Grande Cariçaie sont des

réservoirs d'importance nationale, voire internationale. Il s'agit pour cela de conserver au mieux les milieux importants pour ces espèces, en particulier les magnocariçaies qui démontrent ici leur richesse malacologique.

Parmi les stations échantillonnées cette année, deux sont situées dans une magnocariçaie des Grèves d'Ostende qui est intégrée dans une zone témoin (CEL_9 et CEL_10), et une autre dans une clairière à choin non fauchée (SCH_3). Ces secteurs ne sont pas entretenus, à l'inverse des autres prairies qui suivent habituellement un cycle de fauche de 4 ans. Les résultats obtenus ici ne permettent pas de tirer une conclusion sur l'effet d'un entretien sur la faune malacologique, mais une étude ciblée sur ce sujet pourrait être mise en place pour établir un potentiel effet de la fauche sur les communautés de gastéropodes.

4.2 DE L'IMPORTANCE DE LA MÉTHODOLOGIE

Les résultats obtenus en 2019 ont montré une différence importante avec l'inventaire mené en 2008, tant en nombre d'individus trouvés qu'en nombre de stations où la présence des espèces a pu être détectée. Les raisons de cette différence peuvent résider soit dans une explication méthodologique, soit écologique.

Bien qu'ayant repris le protocole appliqué en 2008, plusieurs différences méthodologiques peuvent être mises en évidence, qui jouent certainement un rôle dans le changement observé. Un premier écart entre les deux inventaires a pu avoir lieu dès l'étape d'échantillonnage. Les stations du premier inventaire ont été visités en novembre 2008, un mois qui a été caractérisé par un déficit hydrique et des températures plus élevées que les normes saisonnières (MeteoSuisse 2008), des conditions peu favorables qui pourraient expliquer en partie la faible quantité de coquilles récoltées. En 2008, l'entier du matériel provenant d'un réplicat a été stocké dans un seul contenant. En 2019, il a été décidé de récolter et de stocker le contenu d'un réplicat en 3 sacs distincts : les parties végétales aériennes, la litière et la première couche d'humus. Cette manière de procéder a été choisie pour faciliter l'étape du tri. La différence majeure entre les résultats de ces deux études réside certainement dans cette étape essentielle. En 2008, la machine-tamiseuse RITEC a été utilisée pour trier les coquilles. Celle-ci est constituée de 3 grands (40x60 cm environ) tamis successifs, mis en mouvement par un moteur. Elle permet à son utilisateur de décharger l'entier du matériel d'un réplicat dans le premier tamis et de le rincer à grande eau, les coquilles se répartissant ainsi dans les différents tamis en fonction de leur taille. Il s'agit ensuite, à choix, soit de récupérer tout le matériel présent sur les tamis, le laisser sécher et séparer les coquilles des débris végétaux et minéraux dans un deuxième temps, soit de repérer les coquilles directement sur les tamis. Cette deuxième procédure a été préférée en 2008. En 2019, la même machine a été testée à nouveau sur quelques échantillons et comparée avec un tamisage « à la main », tel que décrit au point 2.2 de ce rapport. Cette dernière procédure a été choisie pour plusieurs raisons. Rendue plus agréable par la séparation de chaque réplicat en 3 sachets, elle permet de travailler avec des plus petits volumes et de glisser aisément un petit tamis (d'un diamètre de 20cm) sous une loupe, avec un éclairage adéquat, pour repérer et extraire minutieusement chaque coquille. La réalisation de cette étape est cruciale et peut faire toute la différence dans le nombre final de coquilles.

D'autres raisons environnementales ou écologiques ne sont évidemment pas à exclure, bien qu'une telle différence en seulement 11 ans semble difficilement explicable. Les fluctuations interannuelles sont encore mal connues chez les gastéropodes et il est probable que les effectifs peuvent fortement varier en fonction des conditions climatiques de l'année en cours. Outre les raisons météorologiques liées à l'échantillonnage lui-même, une autre hypothèse est liée à une crue exceptionnelle du lac de Neuchâtel au printemps 2015. Celle-ci aurait permis une dispersion

massive de gastéropodes à travers le marais inondé et expliquerait la différence obtenue dans le laps de temps étudié. Soumise à un avis d'expert, cette idée ne convainc pas. Si elle permettrait d'expliquer le grand nombre de coquilles anciennes, elle ne suffit pas à elle seule à justifier les grandes abondances d'individus vivants retrouvés cette année.

Les tests de puissance réalisés valident le choix de 5 réplicats comme un compromis acceptable entre contraintes logistiques et temporelles et efficacité de l'échantillonnage, pour autant que l'on s'intéresse à un groupe-cible d'espèces. Dans le cas d'un inventaire plus exhaustif, il serait souhaitable d'augmenter l'effort d'échantillonnage par station. L'une des recommandations serait de s'inspirer du design choisi par le BDM et leurs 8 réplicats.

Au vu de ces résultats, nous conseillons de réaliser un troisième inventaire dans un pas de temps à déterminer. Celui-ci pourrait par exemple être de 5 ans, à l'image de ce qui se fait avec le BDM. En ré-échantillonnant les 22 stations communes à ces deux premiers inventaires et en suivant le protocole décrit en détail dans ce rapport, il permettrait d'amener avec plus de précision des informations sur les populations.

5 CONCLUSION

Cet inventaire a permis d'effectuer une mise à jour importante de l'état des connaissances actuelles sur les gastéropodes terrestres prioritaires dont la Grande Cariçaie est l'un des importants refuges. Si aucune nouvelle espèce n'a été découverte, cela ne fait que souligner la bonne connaissance de ce groupe dans le périmètre de gestion. Ce monitoring a néanmoins soulevé d'importants questionnements méthodologiques et il sera particulièrement important de tenir compte de ces résultats lors de l'élaboration d'un prochain effort. Nous recommandons de consacrer un soin particulier à l'étape du tri et de considérer le choix de plus de 5 réplicats dans le cas d'un inventaire qui se voudrait plus exhaustif. Enfin, nous soulignons l'importance des prairies humides de la rive sud du lac de Neuchâtel dans la conservation des espèces prioritaires considérées ici, particulièrement les magnocariçaies. Pour *Vertigo angustior, Vertigo moulinsiana, Vallonia enniensis* et *Cochlicopa nitens*, les sites ou les milieux fréquentés de la Grande Cariçaie sont des réservoirs d'importance nationale, voire internationale. Il est ainsi nécessaire de suivre attentivement ces populations, reliques d'un riche passé malacologique.

Remerciements

Nous remercions vivement toutes les personnes qui ont permis la réalisation des différentes étapes de cet inventaire, en particulier Céline Jotterand et Benoît Schöni pour leur précieux travail durant les étapes cruciales d'échantillonnage et de tri. Nous adressons également nos chaleureux remerciements à François Claude pour sa disponibilité, ses conseils avisés pour toutes les étapes de cette étude ainsi que son aide dans la détermination. Nous remercions aussi Pascal Stucki pour son avis sur quelques spécimens tendancieux et Michel Baudraz pour ses commentaires judicieux à la lecture de ce rapport. Enfin, nous remercions RITEC (Düdingen FR) pour le prêt de leur machine lors de nos essais de tri.

Bibliographie

Mollusques

BDM-MBD Monitoring de la Biodiversité en Suisse, 2017: Instruction pour le travail sur le terrain de l'indicateur « Z9-Mollusques ». Berne, Office fédéral de l'environnement.

Bochud, E. (2019). Bestimmungschlüssel Mollusken Schweiz v0.9.13 beta. www.schneckenchecken.ch infofauna / Naturhistorisches Museum Bern

Boschi, C. (2011). Die Schneckenfauna der Schweiz: ein umfassendes Bild-und Bestimmungsbuch. Haupt Verlag.

Cameron, R. A. D., Colville, B., Falkner, G., Holyoak, G. A., Hornung, E., Killeen, I. J., ... & Valovirta, I. (2003). Species accounts for snails of the genus Vertigo listed in Annex II of the Habitats Directive: V. angustior, V. genesii, V. geyeri and V. moulinsiana (Gastropoda, Pulmonata: Vertiginidae). *Heldia*, *5*(7), 151-170.

Gloër, P. (2002). Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzende Meeresteile 73. Teil. Mollusca I. Süsswassergastropoden Nord-und Mitteleuropas. Bestimmungsschlüssel, lebensweise, Verbreitung. Conchbooks, Hackenheim, 2008-015.

Kerney, M. P., Cameron, R. A. D., & Bertrand, A. (1999). Guide des escargots et limaces d'Europe: identification et biologie de plus de 300 espèces. Delachaux et Niestlé.

Hausser, J. (2005). Fauna Helvetica 10, Mollusca Identification; Bestimmungsschlüssel der Gastropoden der Schweiz; Schweizerische Entomologische Gesellschaft (SEG/SES); Neuchatel.

Klaus G. (réd.) 2007: Etat et évolution des marais en Suisse. Résultats du suivi de la protection des marais. Etat de l'environnement nº 0730. Office fédéral de l'environnement, Berne. 97 p.

MeteoSuisse. (2008). Annalen. MeteoSchweiz.

Rüetschi J., Stucki P., Müller P., Vicentini H., Claude F. (2012): Liste rouge Mollusques (gastéropodes et bivalves). Espèces menacées en Suisse, état 2010. Office fédéral de l'environnement, Berne, et Centre suisse de cartographie de la faune, Neuchâtel. L'environnement pratique n° 1216: 148 p.

Statistiques

Anderson, M. J. (2001). A new method for non- parametric multivariate analysis of variance. Austral ecology, 26(1), 32-46.

Bray, J. R., & Curtis, J. T. (1957). An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. Ecological monographs, 27(4), 325-349.

Oksanen, J., Blanchet, F., Kindt, R., Legendre, P., & O'Hara, R. (2016). Vegan: community ecology package. R Package 2.3-3.

Pielou, E. C. (1966). The measurement of diversity in different types of biological collections. Journal of theoretical biology, 13, 131-144.

Shannon, C.E. (1948) A mathematical theory of communication. The Bell System Technical Journal, 27, 379–423.

Team, R. C. (2016). R: A language and environment for statistical computing.

Annexe 1

LISTE DES STATIONS 2019

Station	Milieu	C_x	C_y	Réserve	Commun avec 2008
CEL_1	Magnocaricion	552220	187596	Cheyres	x
CEL_2	Magnocaricion	552296	187635	Cheyres	x
CEL_3	Magnocaricion	564750	198408	Grèves de la Motte	x
CEL_4	Magnocaricion	561939	195841	Grèves d'Ostende	x
CEL_5	Magnocaricion	562008	195594	Grèves d'Ostende	x
CEL_6	Magnocaricion	541946	182537	Grèves de Cheseaux	x
CEL_7	Magnocaricion	559364	194015	Grèves d'Ostende	x
CEL_8	Magnocaricion	559436	194125	Grèves d'Ostende	
CEL_9	Magnocaricion	560703	194571	Grèves d'Ostende	
CEL_10	Magnocaricion	560621	194510	Grèves d'Ostende	
CEL_11	Magnocaricion	568579	206089	La Tène	
MA_1	Prairie à marisque	550621	186273	Cheyres	x
MA_2	Prairie à marisque	550753	186259	Cheyres	x
MA_3	Prairie à marisque	541888	182376	Grèves de Cheseaux	x
MA_4	Prairie à marisque	559498	193923	Grèves d'Ostende	x
MA_5	Prairie à marisque	559268	194068	Grèves d'Ostende	x
MA_6	Prairie à marisque	559632	193989	Grèves d'Ostende	x
RO_1	Roselière	551116	186457	Cheyres	x
RO_4	Roselière	564972	198590	Grèves de la Motte	x
RO_5	Roselière	564699	198316	Grèves de la Motte	x
SCH_1	Prairie à choin	551310	186366	Cheyres	x
SCH_2	Prairie à choin	565338	198764	Grèves de la Motte	x
SCH_3	Prairie à choin	551045	186007	Cheyres	x
SCH_4	Prairie à choin	564808	198383	Grèves de la Motte	x
SCH_5	Prairie à choin	541895	182353	Grèves de Cheseaux	x
SCH_6	Prairie à choin	551359	186643	Cheyres	x
SCH_7	Prairie à choin	552314	187583	Cheyres	

Annexe 2

LISTE DES STATIONS 2008

Station	Milieu	C_x	C_y	Réserve	Commun avec 2019
CEL_1	Magnocaricion	552220	187596	Cheyres	x
CEL_2	Magnocaricion	552296	187635	Cheyres	x
CEL_3	Magnocaricion	564750	198408	Grèves de la Motte	x
CEL_4	Magnocaricion	561939	195841	Grèves d'Ostende	x
CEL_5	Magnocaricion	562008	195594	Grèves d'Ostende	x
CEL_6	Magnocaricion	541946	182537	Grèves de Cheseaux	x
CEL_7	Magnocaricion	559364	194015	Grèves d'Ostende	x
MA_1	Prairie à marisque	550621	186273	Cheyres	x
MA_2	Prairie à marisque	550753	186259	Cheyres	x
MA_3	Prairie à marisque	541888	182376	Grèves de Cheseaux	x
MA_4	Prairie à marisque	559498	193923	Grèves d'Ostende	x
MA_5	Prairie à marisque	559268	194068	Grèves d'Ostende	x
MA_6	Prairie à marisque	559632	193989	Grèves d'Ostende	x
MO_1	Prairie à molinie	552205	187569	Grève de la Motte	
MO_2	Prairie à molinie	564919	198458	Grèves de la Motte	
MO_3	Prairie à molinie	562705	195897	Grèves d'Ostende	
MO_4	Prairie à molinie	562162	195609	Grèves d'Ostende	
MO_5	Prairie à molinie	559819	193870	Grèves d'Ostende	
MO_6	Prairie à molinie	559448	193903	Grèves d'Ostende	
RO_1	Roselière	551116	186457	Cheyres	x
RO_2	Roselière	552286	187698	Cheyres	
RO_3	Roselière	552143	187635	Cheyres	
RO_4	Roselière	564972	198590	Grèves de la Motte	x
RO_5	Roselière	564699	198316	Grèves de la Motte	x
RO_6	Roselière	541797	182403	Grèves de Cheseaux	
SCH_1	Prairie à choin	551310	186366	Cheyres	x
SCH_2	Prairie à choin	565338	198764	Grèves de la Motte	x
SCH_3	Prairie à choin	551045	186007	Cheyres	x
SCH_4	Prairie à choin	564808	198383	Grèves de la Motte	x
SCH_5	Prairie à choin	541895	182353	Grèves de Cheseaux	x
SCH_6	Prairie à choin	551359	186643	Cheyres	x

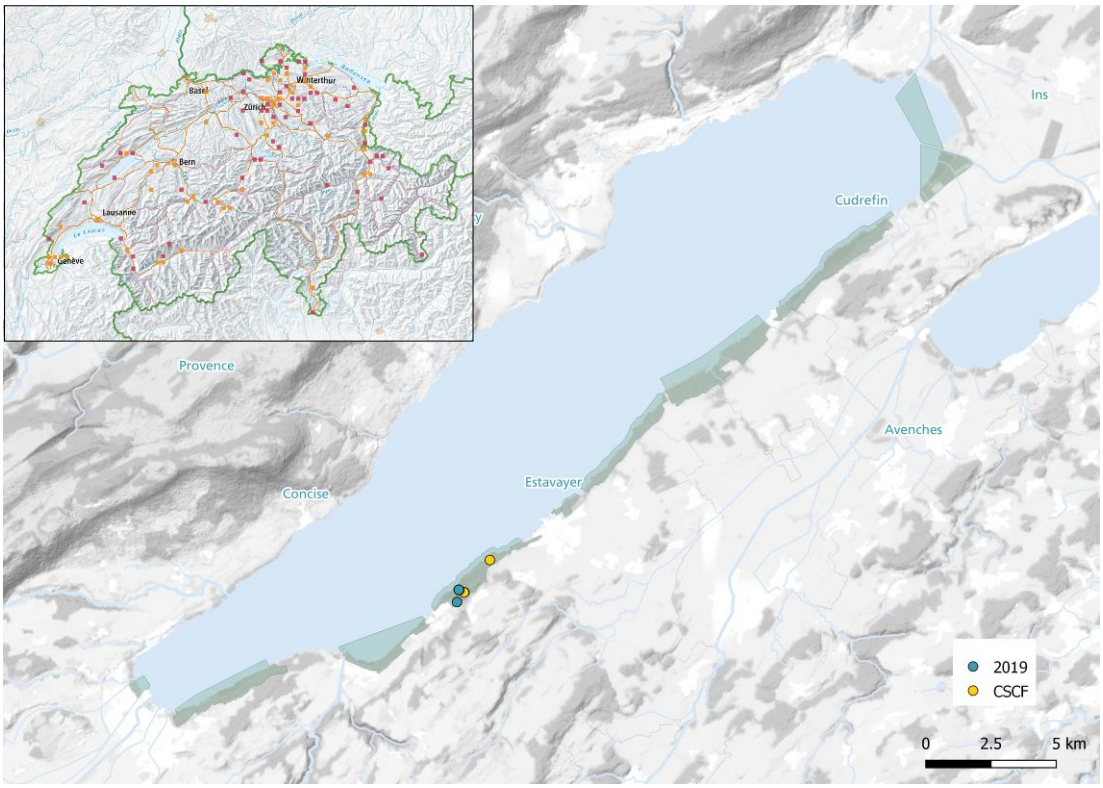
Annexe 3

PRESENCE DES ESPECES PRIORITAIRES EN 2019

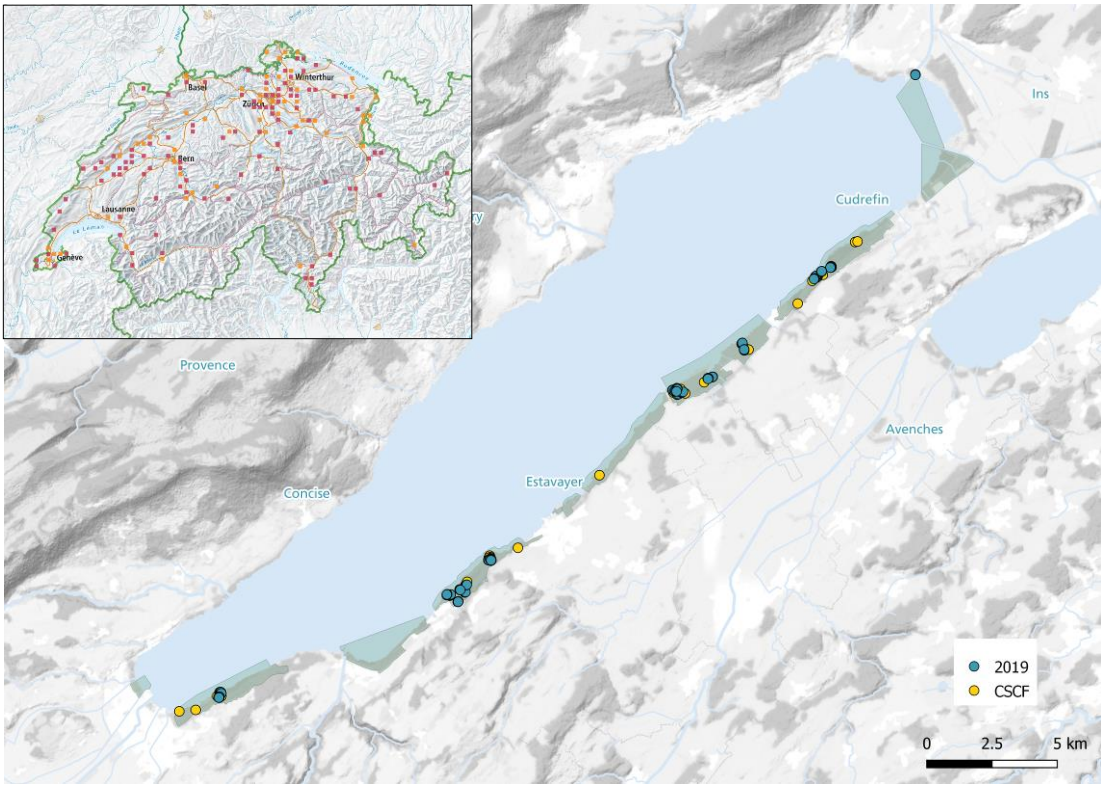
Station	Réserve	*V. angustior*	*V. antivertigo*	*V. moulinsiana*	*V.enniensis*
CEL_1	Cheyres		x	x	x
CEL_2	Cheyres		x	x	x
CEL_3	La Tène		x	x	
CEL_4	Cheyres		x	x	
CEL_5	Grèves de la Motte		x	x	
CEL_6	Grèves d'Ostende		x	x	
CEL_7	Grèves d'Ostende		x	x	
CEL_8	Grèves de Cheseaux		x	x	
CEL_9	Grèves d'Ostende		x	x	
CEL_10	Grèves d'Ostende		x	x	
CEL_11	Grèves d'Ostende		x	x	
MA_1	Cheyres		x		x
MA_2	Cheyres		x	x	x
MA_3	Grèves de Cheseaux		x		
MA_4	Grèves d'Ostende		x		
MA_5	Grèves d'Ostende		x	x	
MA_6	Grèves d'Ostende		x		
RO_1	Cheyres	x	x	x	
RO_4	Grèves de la Motte		x	x	
RO_5	Grèves de la Motte		x	x	
SCH_1	Cheyres		x	x	
SCH_2	Grèves de la Motte		x		
SCH_3	Cheyres	x	x	x	
SCH_4	Grèves de la Motte		x	x	
SCH_5	Grèves de Cheseaux		x		
SCH_6	Cheyres		x	x	x
SCH_7	Cheyres		x	x	x

Annexe 4

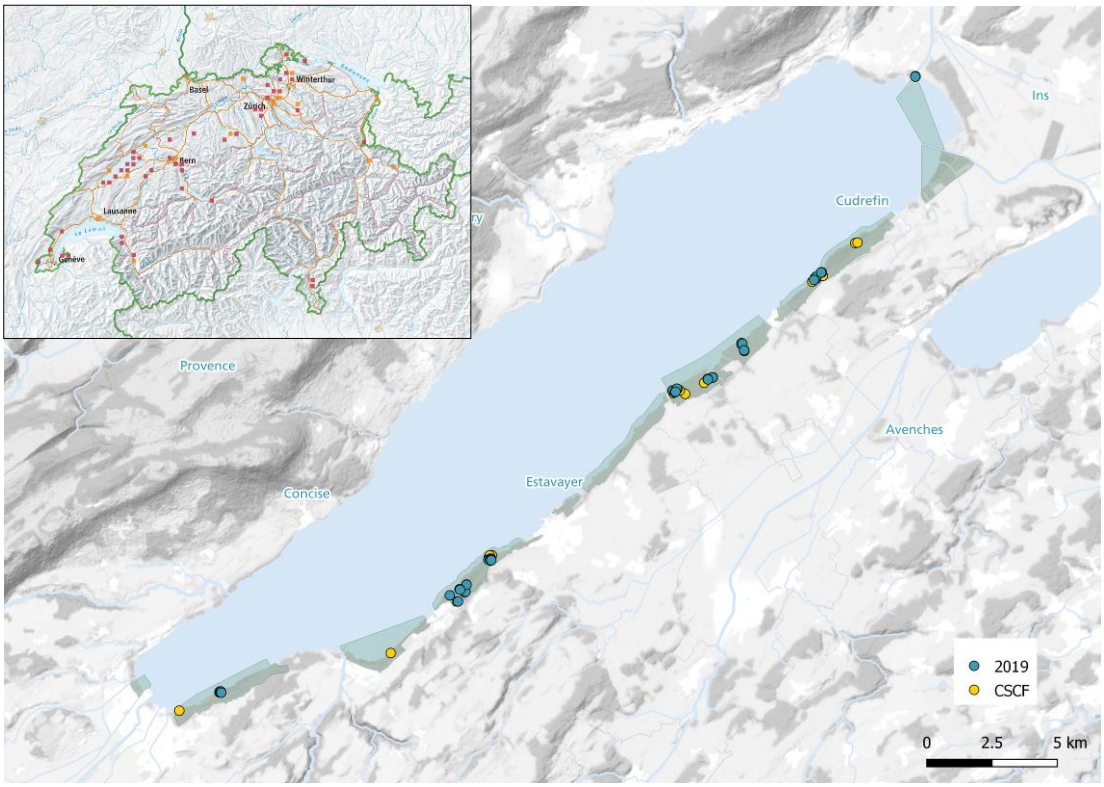
DISTRIBUTION DES ESPECES PRIORITAIRES EN 2019



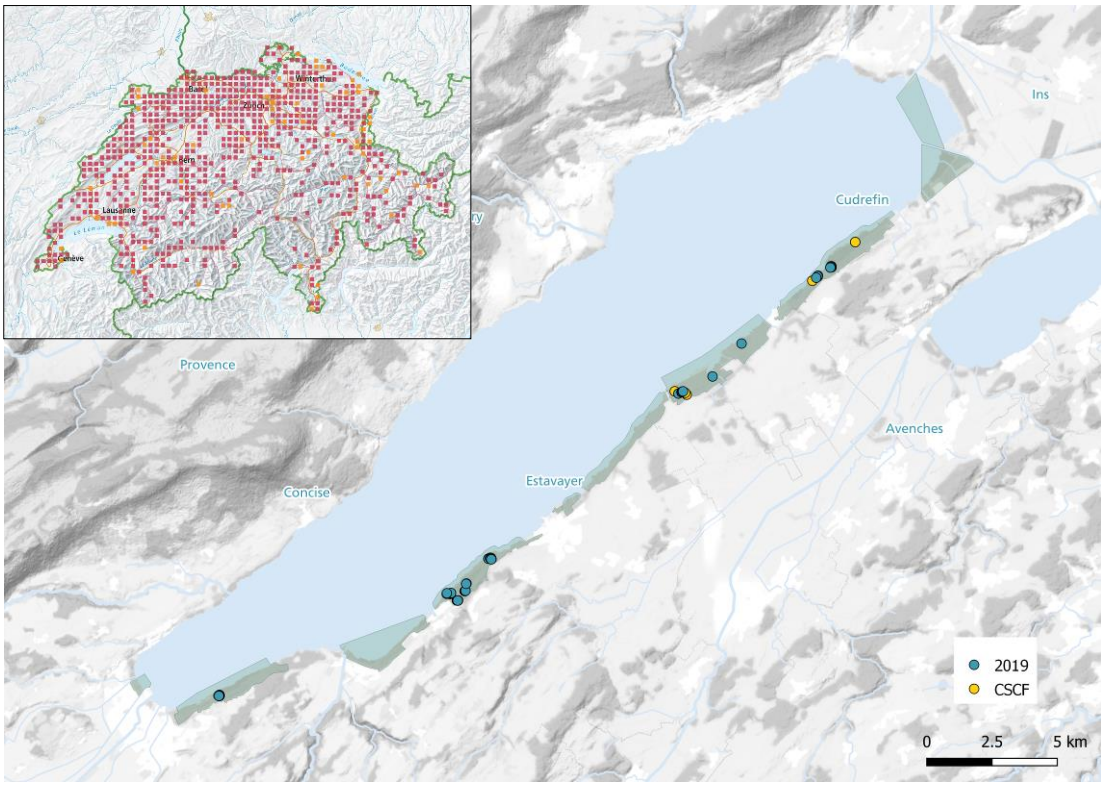
a) Distribution de Vertigo angustior (en bleu dans les stations échantillonnées en 2019, en jaune selon l'ensemble des données du CSCF depuis 1991). En miniature, sa distribution suisse en 2019.



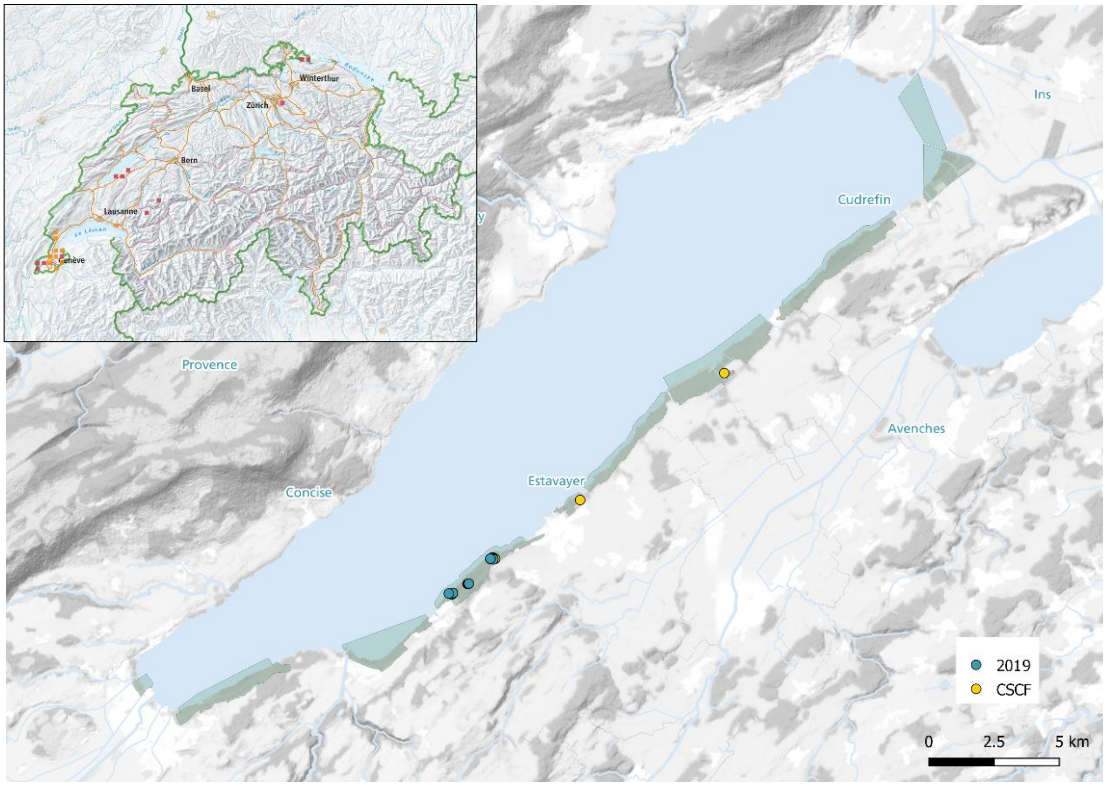
b) Distribution de Vertigo antivertigo (en bleu dans les stations échantillonnées en 2019, en jaune selon l'ensemble des données du CSCF depuis 1991). En miniature, sa distribution suisse en 2019.



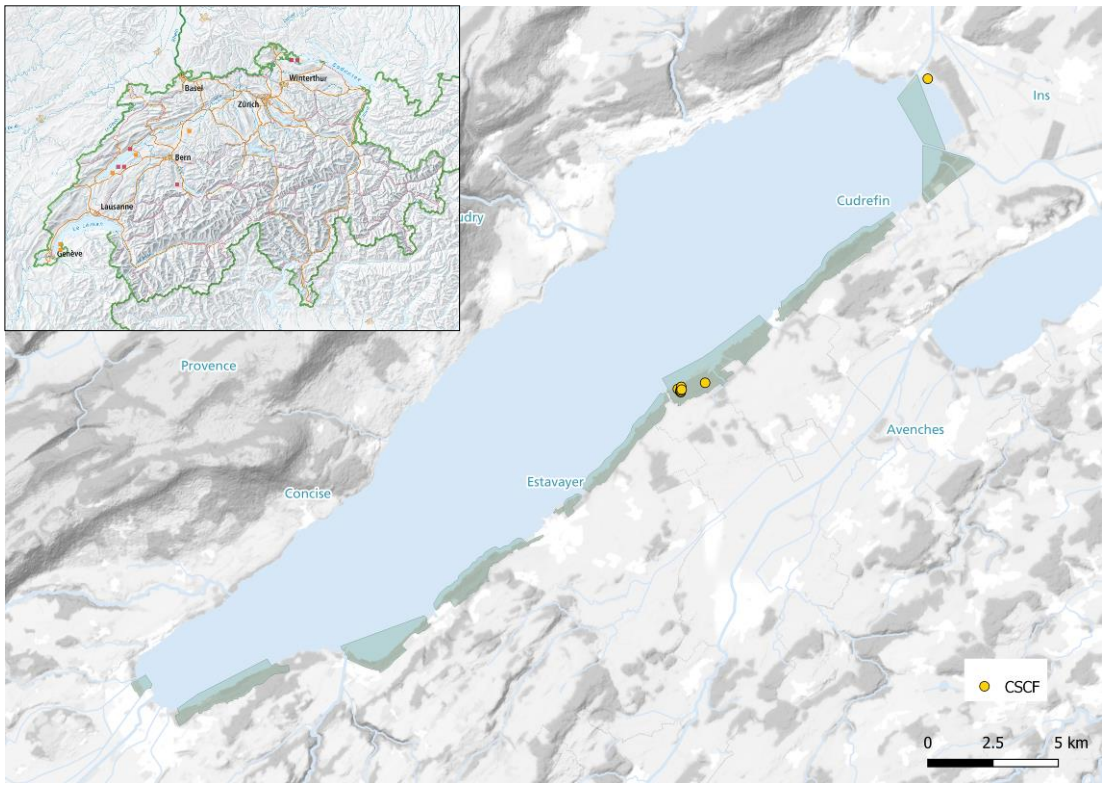
c) Distribution de Vertigo moulinsiana (en bleu dans les stations échantillonnées en 2019, en jaune selon l'ensemble des données du CSCF depuis 1991). En miniature, sa distribution suisse en 2019.



d) Distribution de Vertigo pygmaea (en bleu dans les stations échantillonnées en 2019, en jaune selon l'ensemble des données du CSCF depuis 1991). En miniature, sa distribution suisse en 2019.



e) Distribution de Vallonia enniensis (en bleu dans les stations échantillonnées en 2019, en jaune selon l'ensemble des données du CSCF depuis 1991). En miniature, sa distribution suisse en 2019.



f) Distribution de Cochlicopa nitens selon l'ensemble des données du CSCF depuis 1991. En miniature, sa distribution suisse en 2019.