

Zeitschrift: Saussurea : journal de la Société botanique de Genève
Herausgeber: Société botanique de Genève
Band: 42 (2012)

Artikel: Cinclidotus P. Beauv. (Cinclidotaceae, Bryophyta) dans les cours d'eau du canton de Genève, Suisse : répartition et écologie
Autor: Vivien, Régis
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1098939>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 17.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Cinclidotus P. Beauv. (Cinclidotaceae, Bryophyta) dans les cours d'eau du canton de Genève, Suisse : répartition et écologie

Régis Vivien ¹

¹ Rue du Pré-Naville 6, 1207 Genève
e-mail : regisvivien@hotmail.com

Résumé

Vivien, R. (2012). *Cinclidotus* P. Beauv. (Cinclidotaceae, Bryophyta) dans les cours d'eau du canton de Genève, Suisse : répartition et écologie. *Saussurea*, 42, p 127 - 143

Dans le cadre de l'inventaire des hépatiques et mousses du canton de Genève, la répartition et l'écologie des espèces du genre *Cinclidotus* P. Beauv. (Cinclidotaceae) ont été étudiées dans les cours d'eau du canton. Les espèces de ce genre ont été recensées au niveau de stations. Des stations présentant différents types d'écomorphologie (naturelle à artificielle) et différents types d'habitats ont été choisies. L'écologie des espèces a été étudiée en utilisant les relevés de facteurs écologiques (terrain) et des données extérieures. Quatre espèces du genre *Cinclidotus* ont été rencontrées : *C. aquaticus*, *C. fontinaloides*, *C. riparius* et *C. danubicus*. *Cinclidotus aquaticus*, *C. fontinaloides* et *C. riparius* ne sont pas menacés dans le canton. *Cinclidotus danubicus*, rencontré que sur une station, est probablement rare et peut être considéré comme menacé dans le canton. Les résultats sur l'écologie de *C. aquaticus*, *C. fontinaloides* et *C. riparius* dans le canton sont en accord avec ceux des études antérieures : les trois espèces sont lithophytes et *C. fontinaloides* est en plus épiphyte ; leur niveau de localisation est en ordre décroissant de hauteur : *C. fontinaloides* (souvent émergé), *C. riparius* et *C. aquaticus* (immergé/fréquentement inondé) ; les trois espèces sont rhéophiles et l'ordre décroissant de rhéophilie est *C. aquaticus*, *C. riparius* et *C. fontinaloides* ; l'ordre décroissant de leur sensibilité à la pollution organique de l'eau est *C. aquaticus*, *C. riparius* et *C. fontinaloides*. De plus, de nouvelles données sur leur écologie (entre autres les relations avec les débits et l'écomorphologie) sont présentées. Une clé de détermination de ce genre est aussi proposée.

Recherche

Mots-clés

mousses
Cinclidotus
inventaire
cours d'eau
canton de Genève
écologie des espèces
clé de détermination

Abstract

Vivien, R. (2012). *Cinclidotus* P. Beauv. (Cinclidotaceae, Bryophyta) in the watercourses of the canton of Geneva, Switzerland : distribution and ecology. *Saussurea*, 42, p 127 - 143

As part of the inventory of mosses and liverworts in the canton of Geneva, the distribution and ecology of the species of the genus *Cinclidotus* P. Beauv. (Cinclidotaceae) were studied in the canton's watercourses. An inventory of the species of this genus was done at the level of stations. Stations with different types of ecomorphology (natural to artificial) and different habitat types were selected. The ecology of these species was studied by using data on environmental factors (field) and external data. Four species of the genus *Cinclidotus* were found : *C. aquaticus*, *C. fontinaloides*, *C. riparius* and *C. danubicus*. *Cinclidotus aquaticus*, *C. fontinaloides* and *C. riparius* are not endangered in the canton. *Cinclidotus danubicus*, which was identified on only one station, is probably rare and may be considered endangered in the canton. The results on the ecology of *C. aquaticus*, *C. fontinaloides* and *C. riparius* in the canton are consistent with those of previous studies : the three species are lithophytic and *C. fontinaloides* is in addition epiphytic ; their level of localization in decreasing order of height is *C. fontinaloides* (often emerged), *C. riparius* and *C. aquaticus* (immersed/ frequently flooded) ; the three species are reophyllic, the decreasing order of reophilly is *C. aquaticus*, *C. riparius* and *C. fontinaloides* ; the decreasing order of their sensitivity to organic pollution of water is *C. aquaticus*, *C. riparius* and *C. fontinaloides*. In addition, new data on their ecology is presented (among others their relation to flows and ecomorphology). An identification key for this genus is also proposed.

Keywords

mosses
Cinclidotus
inventory
watercourses
canton of Geneva
ecology of species
identification key

Introduction

Un inventaire des hépatiques et des mousses du canton de Genève a débuté en 2004 aux Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève (CJB), en collaboration avec la Direction générale nature et paysage (DGNP) (Price et al., 2005). La première phase de l'inventaire (2004-2008) a été réalisée sur la base des publications (Burgisser & Price, 2005 ; Cailliau & Price, 2006) et la seconde phase est réalisée sur la base des données de l'herbier et des récoltes (Burgisser & Cailliau, en préparation). Dans le cadre de cet inventaire, la répartition et l'écologie des espèces du genre *Cinclidotus* P. Beauv. (Cinclidotaceae) ont été étudiées dans les principaux cours d'eau du canton. Les espèces de ce genre sont aquatiques / sub-aquatiques ; elles se trouvent sur les roches, les racines et troncs d'arbres dans les rivières et les lacs.

Cinq espèces de *Cinclidotus* sont présentes en Suisse : *C. aquaticus* (Hedw.) Bruch & Schimp., *C. danubicus* Schiffner & Baumgartner, *C. fontinaloides* (Hedw.) P. Beauv., *C. mucronatus* (Brid.) Guim. et *C. riparius* (Host ex Brid.) Arn. (Schnyder et al., 2004). Au niveau Suisse, *C. danubicus*, *C. fontinaloides* et *C. riparius* sont de préoccupation mineure (statut LC), alors que *C. mucronatus* et *C. aquaticus* ont, respectivement, les statuts «au bord de l'extinction» et «en danger» (Schnyder et al., 2004). Toutefois, notons que *C. danubicus* est présent seulement dans le nord-ouest de la Suisse et que ses localisations en Suisse sont moins nombreuses et son aire de distribution moins étendue que celles de *C. aquaticus* (NISM, 2010). En France, *C. aquaticus*, *C. danubicus* et *C. riparius* sont assez rares, *C. mucronatus* est assez commune et *C. fontinaloides* est commune (Bailly et al., 2004 ; Coudreuse et al., 2005).

Trois espèces de *Cinclidotus* sont mentionnées dans la littérature dans le canton de Genève : *C. aquaticus*, *C. fontinaloides* et *C. riparius* (Guinet, 1888 ; Burgisser & Price, 2005 ; Chabanon, 2005). *Cinclidotus aquaticus* est abondant dans l'Allondon et la Versoix (Chabanon, 2005). *Cinclidotus riparius* est assez peu présent dans l'Allondon, très peu présent dans la Seymaz et totalement absent dans la Versoix (Chabanon, 2005). D'après les données de l'herbier, *C. riparius* est aussi présent dans l'Arve (« près du pont de Sierne », 19^{ème} siècle) et le Rhône (Moulin-de-Vert, près de Cartigny, 2002) (Vivien,

2010). *Cinclidotus fontinaloides* est très présent dans l'Allondon, la Versoix et la Seymaz (Chabanon, 2005).

Cinclidotus aquaticus, *C. danubicus* et *C. riparius* sont lithophytes alors que *C. fontinaloides* et *C. mucronatus* sont à la fois lithophytes et épiphytes (Bailly et al., 2004 ; Coudreuse et al., 2005 ; Rogeon & Pierrot, 1981 ; Lambinon & Empain, 1973). *Cinclidotus aquaticus* et *C. danubicus* sont immergés à émergés fréquemment aspergés ; *C. riparius* se situe à un niveau plus élevé que les deux espèces précédentes, il est immergé à émergé régulièrement aspergé par les vagues (Bailly et al., 2004 ; Rogeon & Pierrot, 1981). *Cinclidotus fontinaloides* est immergé à émergé et supporte de longues périodes de dessiccation. Cette espèce se situe entre le niveau d'étiage et le niveau des fortes eaux (Bailly et al., 2004 ; Rogeon & Pierrot, 1981). *Cinclidotus mucronatus* est l'espèce la moins inféodée à l'habitat fluvial : elle est émergée, se situe à la limite supérieure des crues et quelques jours d'immersion par année lui suffisent (Rogeon & Pierrot, 1981). *Cinclidotus aquaticus*, *C. danubicus* et *C. riparius* sont rhéophiles (Bailly et al., 2004 ; Coudreuse et al., 2005 ; Rogeon & Pierrot, 1981 ; Lambinon & Empain, 1973). *Cinclidotus fontinaloides* est aussi décrit comme étant rhéophile (Coudreuse et al., 2005). *Cinclidotus aquaticus* et *C. danubicus* sont décrits comme étant sensibles à la pollution organique de l'eau, alors que *C. fontinaloides* et *C. riparius* sont plus résistants (Bailly et al., 2004 ; Rogeon & Pierrot, 1981 ; Lambinon & Empain, 1973).

Le présent article, qui reprend des données d'un rapport d'une étude effectuée aux Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève (Vivien, 2010), vise au recensement et à la cartographie des espèces du genre *Cinclidotus* dans les principaux cours d'eau du canton de Genève et de France voisine et à l'étude de l'écologie de ces espèces dans ces cours d'eau ; il propose une clé de détermination pour ce genre. Les propositions de mesures de gestion pour la conservation de ces espèces dans le canton, non reprises dans le présent travail, sont disponibles dans Vivien, 2010. Signalons également que ce dernier travail (Vivien, 2010) donne aussi des informations sur la présence des autres mousses aquatiques / subaquatiques dans le canton.

Les espèces de *Cinclidotus* ont été recensées au niveau de stations (présence et abondances

relevées) et l'écologie des espèces de *Cinclidotus* a été caractérisée en utilisant les relevés de facteurs écologiques (terrain) et des données extérieures (pollution organique de l'eau, débits, écomorphologie).

Cours d'eau et stations étudiés

129 stations appartenant aux principaux cours d'eau de la région genevoise (Suisse et France) ont été étudiées entre septembre 2009 et décembre 2009 (fig. 1) : le Rhône (8 stations) ; l'Arve (16) ; l'Allondon (14) ; l'Allemogne (8) ; la Laire (14) ; l'Aire (15) ; l'Hermance (16) ; la Seymaz (et la partie aval du Chambet) (19) ; le nant d'Avril (3) ; la Drize (6) ; le Roulave (8) ; le Voiret (2). De plus, les données sur les répartitions de 32 stations d'une

étude antérieure (Chabanon, 2005) ont été incluses: 13 pour l'Allondon, 15 pour la Versoix et 4 pour la Seymaz (Fig. 1). Des stations présentant différents types d'écomorphologie (de naturelle à artificielle) et différents types d'habitats (présence/absence de rochers émergés, d'ouvrages, etc.) ont été choisies.

Matériel et méthodes

Prélèvement et détermination des mousses

Avant le travail de terrain, les échantillons d'herbier de *Cinclidotus* prélevés dans le canton ont été passés en revue pour vérifier leur identification et pour déterminer des stations de prélèvement, en particulier pour l'Arve et le Rhône. Les mousses ont été prélevées et/ou identifiées sur le terrain au

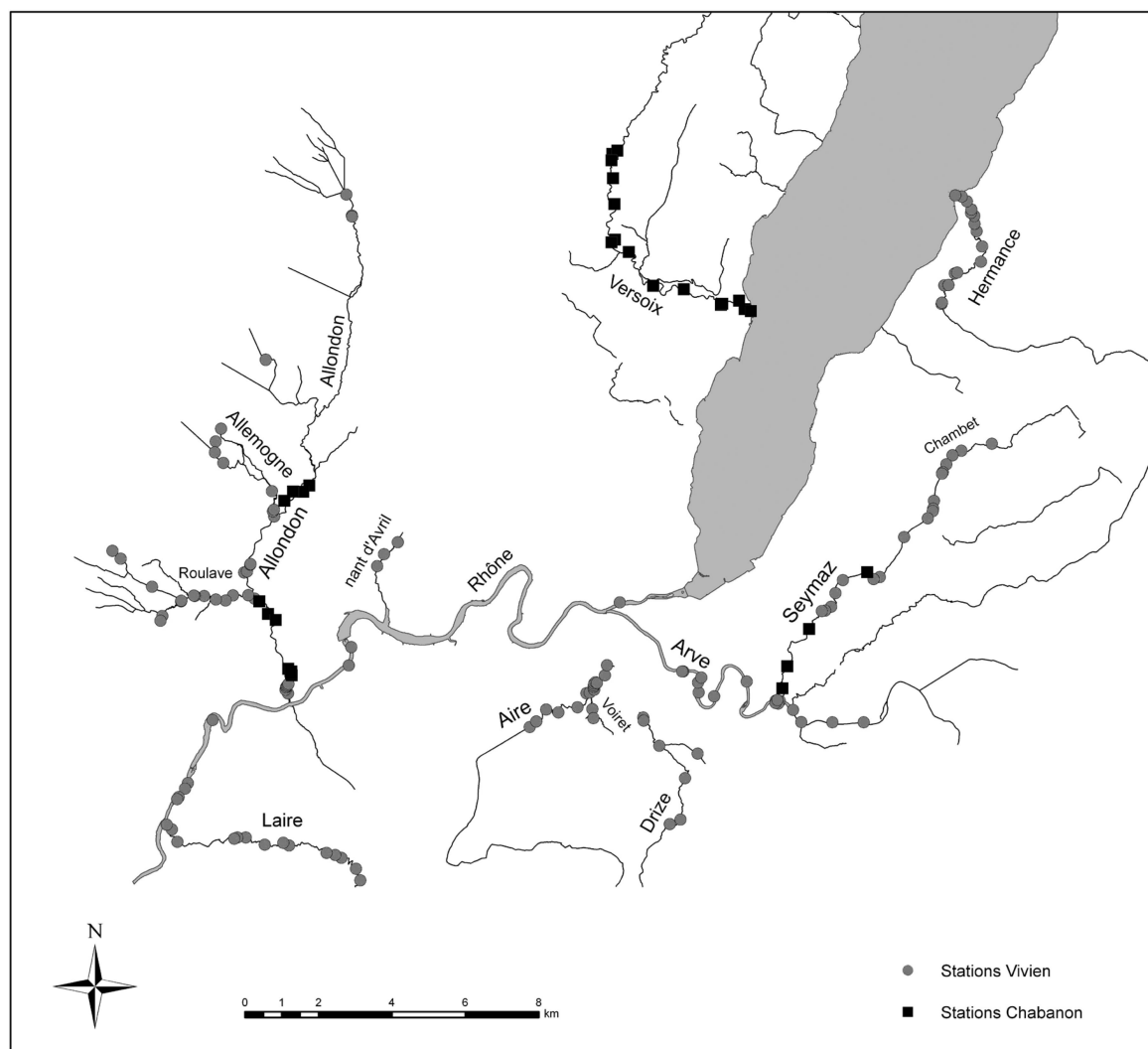


Figure 1 : Stations du présent travail et celles de Chabanon (2005) avec indication des noms des cours d'eau étudiés ; ronds : stations du présent travail ; carrés : stations de Chabanon (2005).

niveau de stations de longueur de 20-40 m. Les mousses ont été prélevées dans le lit et sur les rives. Seules les rives de l'Arve, du Rhône et des sources de l'Allondon et de l'Allemogne ont été recensées, l'accès au lit étant impossible ou très difficile.

Les déterminations des espèces ont été effectuées sur le terrain et au laboratoire à l'aide d'une loupe binoculaire et d'un microscope.

Relevé des abondances par station

Les abondances des espèces de *Cinclidotus* par station ont été estimées en 5 classes : 0 = absent, 1 = très peu abondant (faible surface à un seul endroit), 2 = peu abondant (faible surface à quelques endroits ou surface moyenne à un seul endroit), 3 = moyennement abondant (surface moyenne à quelques endroits), 4 = abondant (surface moyenne/importante à plusieurs endroits). Seule la présence des espèces a été relevée dans la Versoix et au niveau de certaines stations de l'Allondon, de l'Arve, de l'Allemogne et de la Seymaz.

Abondance et constance par cours d'eau

Les abondances des espèces par cours d'eau ont été estimées sur la base des résultats des abondances par station. La constance (= fréquence dans les relevés) d'une espèce correspond au nombre de relevés où l'espèce a été identifiée, divisé par le nombre total de relevés. Quatre classes ont été déterminées pour l'abondance par cours d'eau et la constance par cours d'eau : abondant, moyennement abondant, peu abondant et très peu abondant ; fréquent, moyennement fréquent, peu fréquent et très peu fréquent.

Relevé des données environnementales

Au niveau des stations, les données suivantes ont été relevées : coordonnées géographiques, vitesse moyenne du courant (0 = stagnant, 1 = faible, 2 = moyen, 3 = rapide), ombrage (0 = nul, 1 = faible, 2 = mi-ombragé, 3 = très ombragé, 4 = permanent), types de végétation riveraine, pourcentage de rochers (lit et rives), pourcentages de rives naturelles et artificielles, présence d'arbres et de racines (nulle, faible, moyenne, forte), granulométrie dominante et niveau de l'eau. De plus, d'autres facteurs écologiques pouvant avoir une influence sur la présence/absence et l'abondance des espèces de *Cinclidotus*, tels que la charge de l'eau en matières en suspension, ont aussi été relevés et pris en considération.

Au niveau de chaque échantillon prélevé, des informations sur la vitesse du courant, le substrat et le niveau de localisation (immergé, émergé, etc.) ont été relevées.

Données environnementales extérieures

Les données des débits utilisées sont : les débits moyens donnés dans les Fiches-rivières (Direction générale de l'eau, 2010) pour la Versoix (édition de 2007), la Seymaz (2002), la Drize (2004), l'Aire (2003), le Rhône (2001) et la Laire (2004) ; pour le nant d'Avril, l'Arve, et l'Hermance, le débit d'une station par cours d'eau, donné le 08.02.2010 et le 10.03.2010 sur le site internet vhg.ch (veille hydrologique, Service de l'écologie de l'eau) ; pour l'Allondon, la moyenne annuelle de 2009 des débits relevés à la station Les Granges, donnée sur le site internet www.hydrodaten.admin.ch/f/2490.htm (données hydrologiques de l'Office fédéral de l'environnement). Pollution organique de l'eau : les données sur les concentrations des éléments majeurs de l'eau suivants proviennent du Service de l'écologie de l'eau (Etat de Genève) : carbone organique dissous (COD), NH₄, P soluble (Psol), P total (Ptot) et demande biologique en O₂ (DBO). L'état de pollution des cours d'eau a été estimé en 3 classes : absence de pollution, pollution moyenne et pollution nette (Tableau 1). Les données utilisées sur l'écomorphologie des cours d'eau proviennent d'une carte de l'écomorphologie des cours d'eau du canton fournie par le Laboratoire des Systèmes d'Information du Territoire des Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève (CJB).

Cartographie

Des cartes représentant les stations du présent travail et celles de Chabanon (2005) et les abondances / présences de *C. fontinaloides*, *C. aquaticus*, *C. riparius* et *C. danubicus* ont été réalisées à l'aide du logiciel ArcGIS, utilisé au Laboratoire des Systèmes d'Information du Territoire des CJB.

Analyse des données

Les corrélations entre les abondances de *C. aquaticus*, *C. riparius* et *C. fontinaloides* d'une part et les facteurs environnementaux relevés au niveau des stations et les débits d'autre part ont été testées à l'aide du test de Pearson. Le nombre de données est de 125 (n = 125) pour les corrélations

Cours d'eau / station(s)	classes de pollution
Versoix (2004) / Sauvergnny et rte de Suisse	absence de pollution
Allemogne (2005) / embouchure	absence de pollution
Rhône (2008) / aval STEP Aire, aval Givaudan, Verbois, aval Firmenich et pont de Chancy	absence de pollution
Allondon (2005) / stations en amont et en aval de la STEP de St-Genis et embouchure	non pollué (stations en amont) à nettement pollué (aval de la STEP de St-Genis et embouchure)
Seymaz (2007) / toutes les stations	moyennement pollué (COD élevé)
Hermance (2007) / toutes les stations	moyennement pollué (COD élevé)
Arve (2008) / Etrembière, Vessy et Ecole de Médecine	moyennement pollué (DBO et NH ₄ élevés)
Roulave (2005) / embouchure	moyennement pollué (COD et P _{sol} élevés)
Drize (2004) / toutes les stations	moyennement pollué (COD et P _{sol} élevés)
nant d'Avril (2008) / Bourdigny	nettement pollué (COD, DBO et P _{tot} élevés)
Aire (2004) / toutes les stations	nettement pollué (COD, P _{sol} et P _{tot} élevés)
DBO = demande biologique en O ₂ , COD = carbone organique dissous, P _{sol} = P soluble, P _{tot} = P total	

Tableau 1 : Classes de pollution des cours d'eau étudiés (estimées sur la base des données de NH₄, DBO, COD, P_{sol} et P_{tot}) ; l'année entre parenthèses est l'année à laquelle les analyses chimiques ont été effectuées.

avec les facteurs environnementaux relevés au niveau des stations et de 10 (n = 10) pour les corrélations avec les débits moyens. Les cartes de répartition des espèces de *Cinclidotus* ont été comparées à la carte mentionnée ci-dessus présentant les classes écomorphologiques des cours d'eau.

Résultats

Recensement des espèces de *Cinclidotus*

Au total, quatre espèces ont été rencontrées : *C. aquaticus*, *C. fontinaloides*, *C. riparius* et *C. danubicus*. *Cinclidotus danubicus* a été nouvellement recensé pour le canton. La figure 2 présente la répartition de *C. aquaticus*, *C. fontinaloides*, *C. riparius* et *C. danubicus* dans les cours d'eau étudiés. L'Allondon est le cours d'eau le plus riche en espèces (4 espèces), suivi de l'Arve avec trois espèces. Les cours d'eau suivants abritent deux espèces : la Versoix, l'Allemogne, le Rhône, l'Aire, la Seymaz et la Laire. L'Hermance présente une seule espèce. Aucune espèce de *Cinclidotus* n'a été trouvée dans la Drize, le Roulave et le nant d'Avril.

Le tableau 2 présente les abondances estimées par cours d'eau et les fréquences dans les relevés estimées par cours d'eau. *Cinclidotus aquaticus* est très présent dans l'Allondon, la Versoix, l'Allemogne et l'Arve (fig. 2A). Sur les rives de l'Arve, cette espèce est moins constante et moins abondante que dans les trois autres cours d'eau. *Cinclidotus fontinaloides* est très présent tout le long de l'Allondon, la Versoix, l'Allemogne, l'Arve, le Rhône et l'Hermance et présent seulement dans la partie aval de la Seymaz et de l'Aire et tout près de l'embouchure de la Laire (fig. 2B). *Cinclidotus riparius* est en abondance considérable sur les rives de l'Arve et du Rhône (fig. 2C) et présent seulement dans la partie aval de l'Allondon, de l'Aire, de la Seymaz et tout près de l'embouchure de la Laire. *Cinclidotus danubicus* n'a été rencontré que sur une station de l'Allondon (près et en amont du pont des Bailleys) (fig. 2D). La population découverte n'est pas négligeable, elle recouvre tout un rocher.

Cours d'eau	<i>C. aquaticus</i>	<i>C. fontinaloides</i>	<i>C. riparius</i>	<i>C. danubicus</i>
Allondon	abondant / fréquent (16/25)	abondant / fréquent (13/25)	moy. abondant / moy. fréquent (11/25)	abondance et fréquence non déterminées
Arve (rives)	moy. abondant / moy. fréquent (6/16)	abondant / fréquent (10/16)	abondant / fréquent (14/16)	non observé
Versoix	abondant / fréquent (12/16)	abondant / fréquent (9/16)	non observé	?
Allemogne	abondant / fréquent (6/6)	moy. abondant / moy. fréquent (3/6)	non observé	?
Rhône (rives)	non observé	abondant / moy. fréquent (3/8)	abondant / fréquent (6/8)	non observé
Aire	non observé	peu abondant / fréquent (8/15)	peu abondant / très peu fréquent (5/15)	non observé
Seymaz	non observé	moy. abondant / fréquent (11/20)	très peu abondant / très peu fréquent (5/20)	non observé
Laire	non observé	très peu abondant / très peu fréquent (2/14)	très peu abondant / très peu fréquent (1/14)	non observé
Hermance	non observé	moy. abondant fréquent (10/16)	non observé	non observé
Drize	non observé	non observé	non observé	non observé
Roulave	non observé	non observé	non observé	non observé
Nant d'Avril	non observé	non observé	non observé	non observé

Tableau 2 : Abondances estimées par cours d'eau et fréquences dans les relevés estimées par cours d'eau de *C. aquaticus*, *C. fontinaloides*, *C. riparius* et *C. danubicus* (entre parenthèses : nombre de stations au niveau desquelles une espèce a été observée / nombre total de stations)

Figure 2 (pages suivantes) : Répartition (avec indication des abondances) de :

Cinclidotus aquaticus (Hedw.) Bruch & Schimp. (Fig. 2A),

C. fontinaloides (Hedw.) P. Beauv. (Fig. 2B),

C. riparius (Host ex Brid.) Arn. (Fig. 2C) et de

C. danubicus Schiffner & Baumgartner (Fig. 2D) ;

en gris : données du présent travail ; en gris foncé : données de Chabanon (2005) ;

ronds de différentes tailles = différentes abondances ; carré = présent ;

ronds gris clair : stations du présent travail ; carrés gris clair : stations de Chabanon (2005).

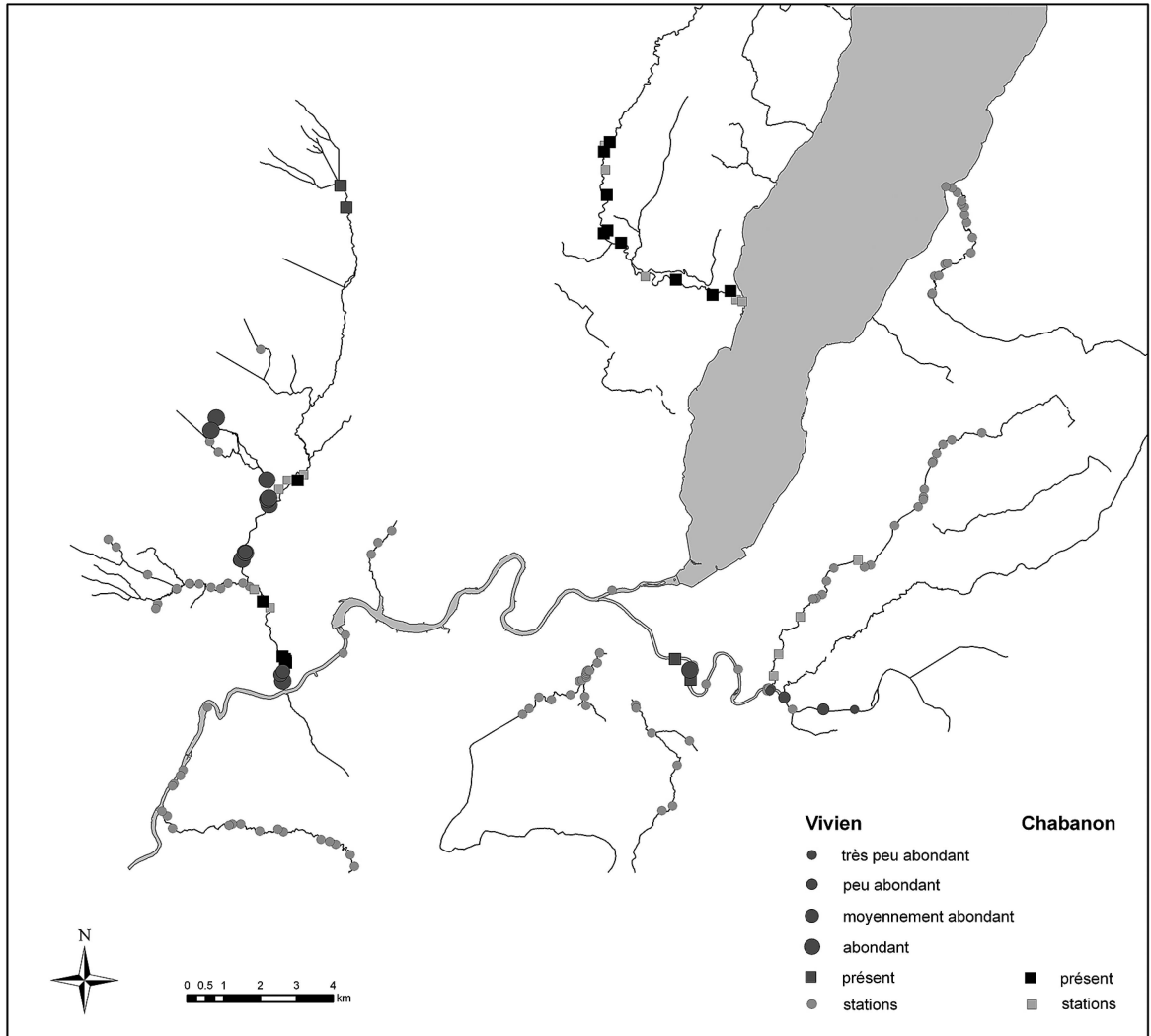


Fig. 2A : *Cinclidotus aquaticus* (Hedw.) Bruch & Schimp.

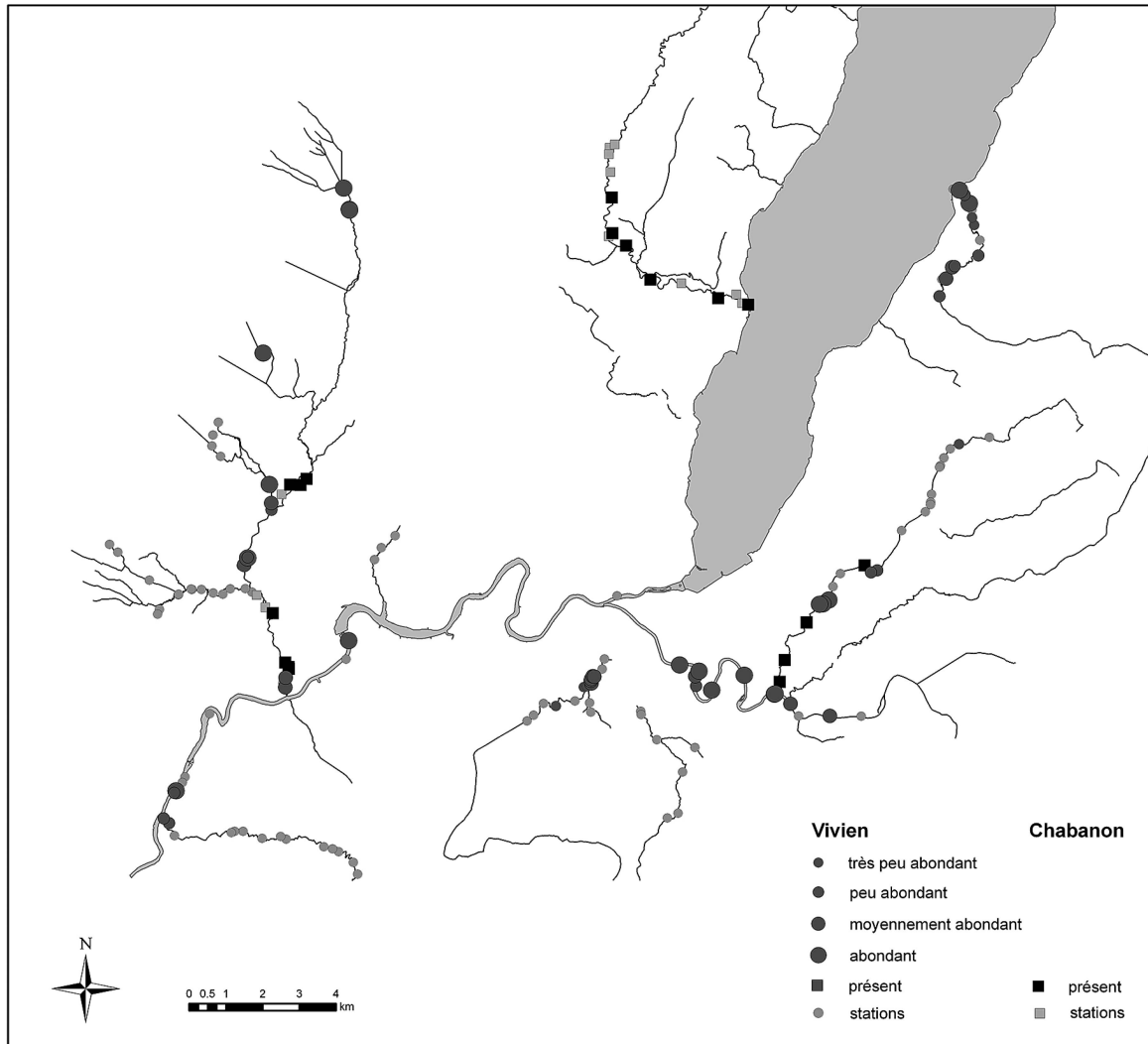


Fig. 2B : *Cinclidotus fontinaloides* (Hedw.) P. Beauv.

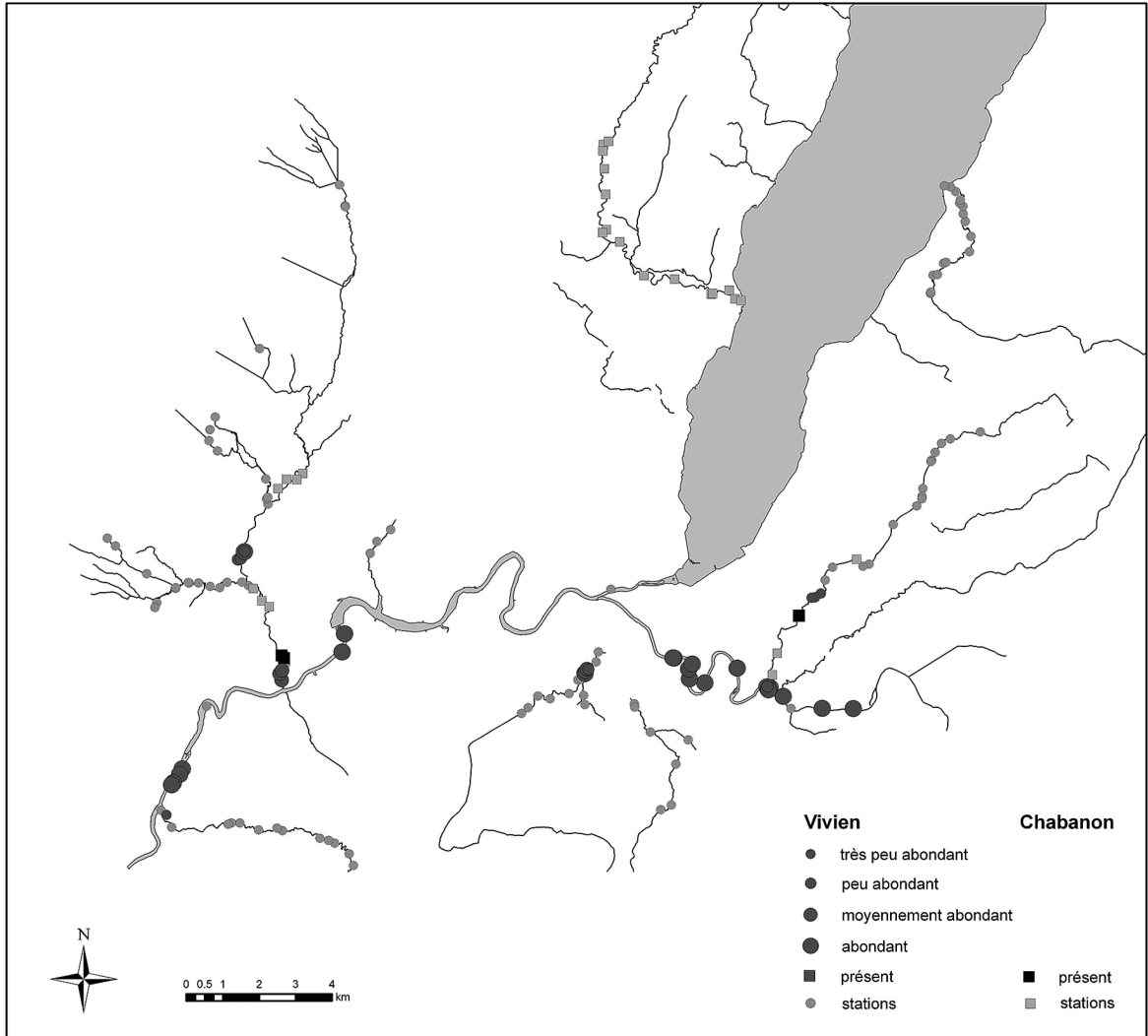


Fig. 2C : *Cinclidotus riparius* (Host ex Brid.) Arn.

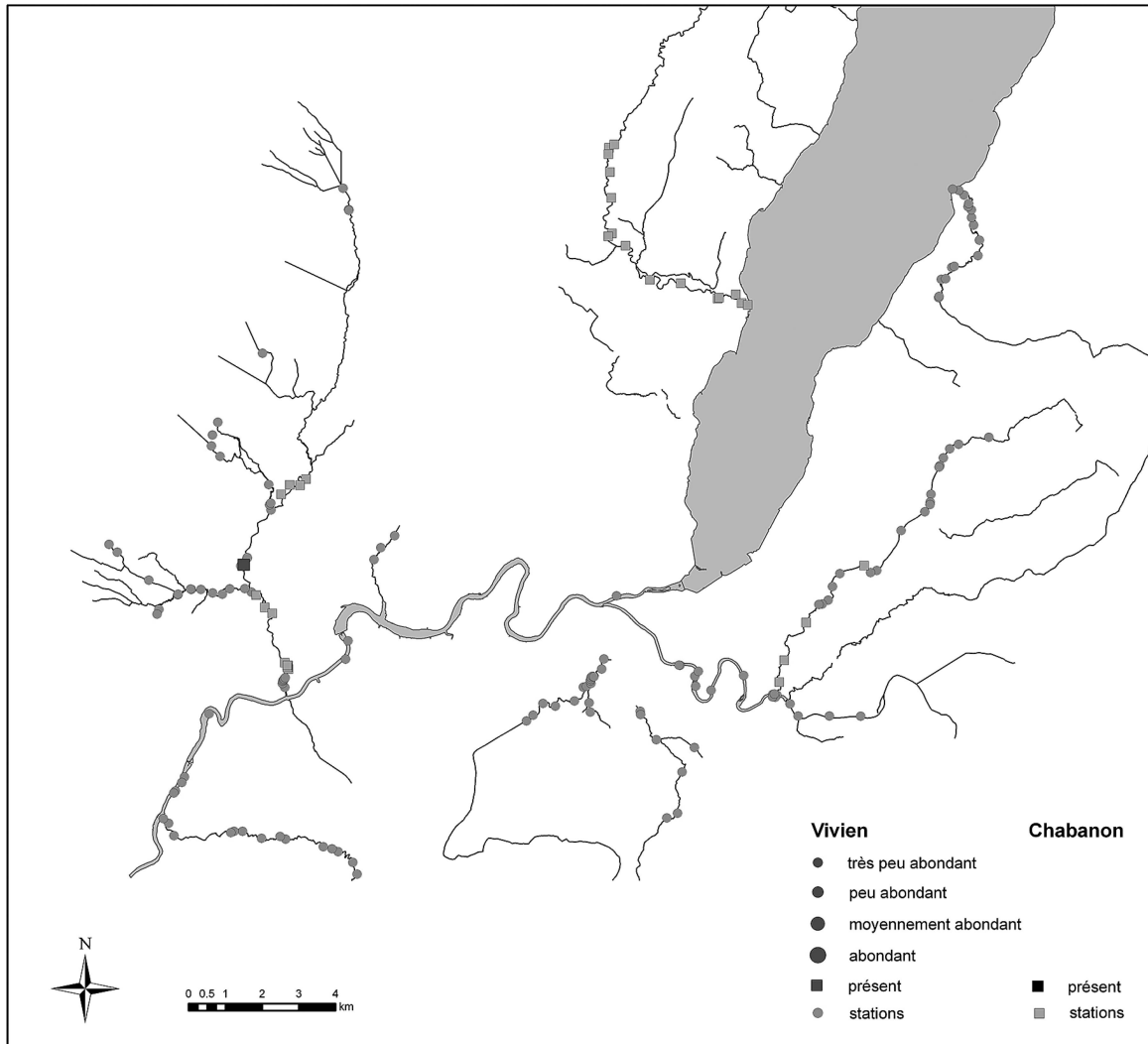


Fig. 2D : *Cinclidotus danubicus* Schiffner & Baumgartner

Clé de détermination du genre *Cinclidotus*

Le genre *Cinclidotus* se caractérise par la présence de marge des feuilles en bourrelet constitué de 2 à 5 couches de cellules non allongées. A noter que ces espèces peuvent aisément être déterminées à l'état stérile, la présence de capsules permettant de confirmer la détermination.

1.
 - feuilles lancéolées, arquées ou droites, à largeur maximale située à la base des feuilles, largeur de la nervure représentant 1/3 à 1/5 de la largeur de la feuille 2
 - feuilles ne présentant pas ces caractères 3
2.
 - feuilles arquées (falciformes), apex aigu et souvent mucroné, pointes des feuilles toutes dirigées dans la même direction, largeur de la nervure de la feuille représentant 1/3 de la largeur de la feuille, bourrelet de plusieurs couches de cellules, soies courtes, capsules dépassant à peine des rameaux fertiles *C. aquaticus*
 - feuilles droites ou faiblement arquées, apex obtus à sub-obtus avec une petite pointe très nette (mucron), pointes des feuilles dirigées dans toutes les directions, nervure occupant 1/4 à 1/5 (1/6) de la largeur de la feuille, bourrelet généralement de 2 couches de cellules, feuilles non carénées, sporophytes inconnus. *C. danubicus*
3.
 - feuilles ovales-lancéolées, pointues, à largeur maximale située vers le 1/3 ou le 1/4 inférieur de la longueur de la feuille, bourrelet de 3 à 5 couches de cellules, torsion en spirale des feuilles à la dessiccation (en particulier celles au bout des rameaux), feuilles nettement carénées, sporophytes cachés dans les feuilles, soies courtes (0,5mm) *C. fontinaloides*
 - feuilles ovales ou languiformes, arrondies au sommet, à largeur maximale située plus haut, capsules émergant nettement des feuilles (soies \geq 5mm) 4
4.
 - feuilles ovales, arrondies au sommet, à largeur maximale située à la moitié de la longueur de la feuille, bourrelet de 2 à 5 couches de cellules, pas d'enroulement des feuilles à la dessiccation, feuilles non ou peu carénées, soies assez longues (5mm) *C. riparius*
 - feuilles languiformes, très arrondies au sommet, nettement mucronées, à largeur maximale située à la moitié de la longueur de la feuille, bourrelet de plusieurs couches de cellules, feuilles nettement spiralées à l'état sec, cellules du limbe recouvertes de papilles (en forme de croissant), soies longues (6mm à 15mm) *C. mucronatus*



Fig. 3A : population de *Cinclidotus aquaticus* (Hedw.) Bruch & Schimp., fixée à un rocher, constamment inondée, dans des eaux rapides (Allondon)



Fig. 3B : population de *Cinclidotus fontinaloides* (Hedw.) P. Beauv., fixée à un rocher, à l'état émergé, au niveau des hautes eaux (Allondon)

Écologie des espèces de *Cinclidotus*

Cinclidotus aquaticus et *C. riparius* n'ont été trouvés que fixés sur des rochers dans le lit surtout et sur du béton (ponts, seuils, etc.). *Cinclidotus fontinaloides* a été trouvé le plus souvent sur des rochers et du béton dans le lit et sur les rives mais également sur des troncs et racines d'arbres. *Cinclidotus aquaticus* a le plus souvent été trouvé immergé et proche de la surface (fréquemment aspergé). *Cinclidotus riparius* a le plus souvent été trouvé proche de la surface (régulièrement aspergé) et moins souvent immergé que *C. aquaticus*. *Cinclidotus fontinaloides* a le plus souvent été trouvé émergé (fréquemment à occasionnellement aspergé). *Cinclidotus aquaticus* n'a été trouvé que dans des eaux rapides (vitesse du courant élevée). *Cinclidotus riparius* a surtout été rencontré dans des eaux rapides (Arve, Allondon), mais a également été trouvé dans des eaux moyennement rapides (Aire et Seymaz). *Cinclidotus fontinaloides* a surtout été trouvé dans des eaux rapides (Allondon, Allemogne, Versoix) et a plus souvent été rencontré dans des eaux moyennement rapides (Hermance, Seymaz, Aire) que *C. riparius*. *Cinclidotus danubicus* a été trouvé fixé sur un rocher dans le lit et immergé dans des eaux rapides.

Les corrélations entre les abondances des espèces et la vitesse moyenne du courant relevée par station sont positives et très significatives pour les trois espèces (*C. aquaticus* $p = 2,27 \cdot 10^{-10}$, $R = 0,53$; *C. riparius* $p = 2,75 \cdot 10^{-10}$, $R = 0,53$; *C. fontinaloides* $p = 2,43 \cdot 10^{-7}$, $R = 0,44$). Les corrélations entre les abondances des espèces et le pourcentage de rochers relevé par station sont également positives et très significatives pour les



Fig. 3C : population de *Cinclidotus riparius* (Host ex Brid.) Arn., fixée à un rocher, à l'état émergé, régulièrement inondée (Arve)

trois espèces (*C. aquaticus* $p = 0,0002$, $R = 0,32$; *C. riparius* $p = 5,1 \cdot 10^{-10}$, $R = 0,52$; *C. fontinaloides* $p = 0,0002$, $R = 0,32$). Les corrélations entre les abondances des espèces et l'ombrage sont non significatives pour *C. aquaticus* et *C. fontinaloides* et très significative (négativement) pour *C. riparius* ($p = 0,008$, $R = -0,23$). Les corrélations entre les abondances des espèces et la présence de troncs et de racines, les pourcentages de rives naturelles et artificielles et le pourcentage de végétation riveraine sont toutes non significatives pour les trois espèces.

Les abondances de *C. aquaticus* et *C. riparius* estimées au niveau des cours d'eau sont corrélées très significativement et positivement avec les débits moyens des cours d'eau et celles de *C. fontinaloides* le sont significativement (*C. aquaticus* $p = 0,0034$, $R = 0,823$; *C. riparius* $p = 0,005$, $R = 0,81$; *C. fontinaloides* $p = 0,033$, $R = 0,67$). On remarque que les trois espèces sont fréquentes et abondantes dans des cours d'eau dont le débit moyen est $> 2,4$ m³/s. *Cinclidotus aquaticus* est présent que dans des cours d'eau dont le débit moyen est $> 2,4$ m³/s. *Cinclidotus riparius* est peu présent dans un cours d'eau dont le débit moyen vers l'embouchure est de 0,9 m³/s et très peu présent dans un cours d'eau dont le débit moyen vers l'embouchure est de 0,4 m³/s. *Cinclidotus fontinaloides* est fréquent dans un cours d'eau dont le débit moyen vers l'embouchure est de 0,9 m³/s et fréquent et moyennement abondant dans deux cours d'eau dont les débits moyens vers l'embouchure sont de 0,4 et 0,25 m³/s.

En comparant les cartes de la présence et des abondances des espèces à la carte présentant l'écomorphologie des cours d'eau, on constate que *C. aquaticus*, *C. fontinaloides* et *C. riparius* ne sont présents que sur des tronçons à écomorphologie de classes « naturel/semi-naturel » et « peu atteint ». Seul *C. fontinaloides* est présent sur des tronçons de classe « très atteint » (Seymaz, Hermance et Versoix), mais en faible abondance.

Cinclidotus aquaticus a été rencontré dans deux cours d'eau non pollués (abondant et fréquent), un cours d'eau non à nettement pollué (forte abondance) et un cours d'eau moyennement pollué (abondance et constance moyennes); *C. riparius* dans un cours d'eau non pollué (forte abondance), deux cours d'eau moyennement pollués (abondant et fréquent dans l'un, peu abondant et peu fréquent dans l'autre), un cours d'eau non à nettement pollué (moyennement

abondant) et un cours d'eau nettement pollué (peu abondant et très peu fréquent) ; *C. fontinaloides* dans les trois cours d'eau non pollués, un cours d'eau non à nettement pollué (abondant et fréquent), trois cours d'eau moyennement pollués (fréquent et moyennement abondant à abondant) et un cours d'eau nettement pollué (fréquent et abondance moyenne).

La présence moins importante de *C. aquaticus* sur les rives de l'Arve que dans l'Allondon et la Versoix, son absence sur les rives du Rhône et la très forte présence de *C. riparius* sur les rives de l'Arve et celles du Rhône peuvent être mises en relation avec la charge élevée de l'eau en matières en suspension, la présence de barrages et la pollution organique de l'eau.

Discussion

Cinclidotus aquaticus, *C. fontinaloides* et *C. riparius* ne sont pas menacés dans le canton. Comme le statut de *C. aquaticus* en Suisse est « en danger », sa présence et son abondance dans le canton doivent être surveillées. *Cinclidotus fontinaloides* est l'espèce la plus commune dans le canton. L'Arve et le Rhône, qui abritent *C. riparius* en très grande abondance, constituent très clairement des réservoirs de cette espèce pour le canton. La présence de *C. riparius* dans l'Aire (en aval), la Seymaz (en aval) et l'Allondon (plutôt en aval) semble être liée au fait que ces trois cours d'eau sont des affluents de l'Arve et du Rhône. *Cinclidotus danubicus* n'a été rencontré que sur une station de l'Allondon ; mais cette espèce, difficile à recenser lorsqu'elle n'est pas abondante, peut aussi être présente au niveau des autres stations de l'Allondon et dans la Versoix et l'Allemogne. Cette espèce est probablement rare dans le canton et peut être considérée comme menacée. A noter que le débit de l'Allondon a diminué (logiquement) depuis la suppression des STEP de St-Genis et du Journans en janvier 2010. Cette baisse du débit est défavorable à *C. danubicus* (très rhéophile). L'absence des espèces de *Cinclidotus* dans la Drize, le Roulave, le nant d'Avril et la partie amont de la Seymaz et de l'Aire peut être expliquée par le trop faible débit, la trop faible vitesse du courant et la pollution organique de l'eau.

Le **tableau 3** résume les résultats obtenus sur l'écologie des espèces. *Cinclidotus riparius* et *C. aquaticus* sont strictement lithophytes alors que

C. fontinaloides est à la fois lithophyte et épiphyte. *Cinclidotus riparius* et *C. aquaticus* sont immergés à fréquemment immergés et *C. riparius* se situe à un niveau plus élevé que *C. aquaticus*. *Cinclidotus fontinaloides* est à la fois aquatique et sub-aquatique et se situe entre le niveau des basses et des hautes eaux. Les trois espèces sont rhéophiles, dans l'ordre décroissant de rhéophilie *C. aquaticus*, *C. riparius* et *C. fontinaloides*. Tous ces résultats confirment ceux des autres auteurs (Bailly et al., 2004 ; Coudreuse et al., 2005 ; Rogeon & Pierrot, 1981 ; Lambinon & Empain, 1973). Les corrélations très significatives obtenues entre les abondances de ces trois espèces et la vitesse moyenne du courant et le pourcentage de rochers présents sont logiques et confirment nos observations.

La corrélation négative très significative entre l'abondance de *C. riparius* et l'ombrage est expliquée par le fait que cette espèce est très présente dans l'Arve et le Rhône (mi-ombragé) et l'Allondon (souvent mi-ombragé) et moins présente ou absente dans les cours d'eau / secteurs très ombragés. Il est possible que l'ombrage ait une influence mais cette répartition est sûrement beaucoup plus expliquée par d'autres facteurs, en particulier par la vitesse du courant. *Cinclidotus riparius* est décrit comme étant résistant à toutes les conditions d'éclairement par Bailly et al. (2004).

Les résultats obtenus sur les relations avec les débits montrent que *C. aquaticus* est plus rhéophile que *C. riparius*. *Cinclidotus fontinaloides*, contrairement aux deux autres espèces, peut logiquement être très présent dans des cours d'eau dont le débit moyen est assez faible, étant donné que cette espèce est à la fois aquatique et subaquatique et qu'elle supporte de longues périodes de dessiccation.

Les espèces de *Cinclidotus* ne se développent que ou surtout dans des cours d'eau / tronçons à écomorphologie de classes « naturel/semi-naturel » et « peu atteint ». Les tronçons canalisés et fortement atteints ne permettent pas la présence d'espèces de *Cinclidotus* en raison de l'absence de substrats ou de substrats peu propices à leur installation. Mais ces espèces peuvent être présentes et en grande abondance à des emplacements très anthropisés, tels que les enrochements et ouvrages en béton.

	<i>C. aquaticus</i>	<i>C. riparius</i>	<i>C. fontinaloides</i>	<i>C. danubicus</i>
Substrat	rocher / béton	rocher / béton	rocher / béton / troncs / racines	rocher ***
Vitesse courant	très rhéophile	très rhéophile	rhéophile	très rhéophile***
Niveau de localisation (verticalement)	immergé à émergé - fréquemment aspergé	immergé à émergé - régulièrement aspergé, niveau plus élevé que <i>C. aquaticus</i>	immergé et émergé, entre le niveau des basses et des hautes eaux	immergé ***
Ombrage	tolérant à toutes les conditions	préfère les stations éclairées ? (mi-ombragées) *	tolérant à toutes les conditions	---
Pollution organique de l'eau	sensible	plutôt résistant	plutôt résistant ; plus résistant que <i>C. riparius</i>	---
Débit moyen	important (dès 2,4 m ³ /s) **	assez faible (dès 0,9 m ³ /s env.) à important (surtout important) **	faible (dès 0,25 m ³ /s env.) à important (surtout important) **	important (2,4 m ³ /s) ***
Écomorphologie	classes « naturel/semi-naturel » et « peu atteint » **	classes « naturel/semi-naturel » et « peu atteint » **	classes « naturel/semi-naturel » et « peu atteint » ; présent en faible abondance dans des secteurs de classe « très atteint » **	classes « naturel/semi-naturel » ***
Charge élevée de l'eau en matières en suspension	sensible ? **	indifférent **	indifférent **	---
Présence de barrage	développement affecté ? **	indifférent **	indifférent **	---

Tableau 3 : Synthèse des résultats obtenus sur l'écologie des espèces ; sans astérisque : en accord avec les autres auteurs ; * donnée nouvelle, non observé par d'autres auteurs ; ** donnée nouvelle, facteur non traité par les autres auteurs ; *** à interpréter avec réserve, une seule localisation pour cette espèce.

Sur la base des résultats, le degré de sensibilité à la pollution organique de l'eau est en ordre décroissant : *C. aquaticus*, *C. riparius* et *C. fontinaloides*. Ces résultats sont concordants avec ceux obtenus dans les études antérieures (Bailly et al., 2004 ; Rogeon & Pierrot, 1981 ; Lambinon & Empain, 1973). Le facteur de la pollution peut avoir une influence sur la répartition de ces espèces, mais la vitesse du courant et l'importance du débit jouent certainement un rôle déterminant.

Finalement, deux facteurs, en plus du facteur de la pollution, pourraient expliquer les plus grandes abondance et fréquence de *C. riparius* et *C. fontinaloides* que celles de *C. aquaticus* sur les rives de l'Arve et du Rhône : la présence de barrage et la charge élevée de l'eau en matières en suspension. Les espèces de *Cinclidotus* ne se développent en général pas dans les eaux stagnantes. La présence de barrage entraverait la dissémination et le développement de *C. aquaticus*. Le développement de *C. riparius* et *C. fontinaloides* ne semble pas affecté par ce facteur. *Cinclidotus riparius* serait indifférent à la charge élevée de l'eau en matières en suspension alors que *C. aquaticus* serait sensible à ce facteur. L'effet de la charge élevée de l'eau en matières en suspension et la présence de barrage sur les espèces de *Cinclidotus* sont des données nouvelles (deux facteurs non traités dans les études antérieures).

Conclusion

Ce travail a permis de connaître la répartition et les abondances de *C. aquaticus*, *C. fontinaloides* et *C. riparius* sur l'ensemble des cours d'eau de la région genevoise et de révéler la présence de *C. danubicus* dans le canton. *Cinclidotus aquaticus*, *C. fontinaloides* et *C. riparius* ne sont pas menacés dans le canton alors que *C. danubicus*, rencontré que sur une station, est probablement rare et peut être considéré comme menacé dans le canton. Une étude complémentaire devrait être réalisée afin de préciser le statut de protection de cette espèce dans le canton. Les populations de *C. aquaticus*, espèce dont le statut est « en danger » en Suisse, sont très importantes dans la région genevoise.

Les résultats sur l'écologie de *C. aquaticus*, *C. riparius* et *C. fontinaloides* dans les cours d'eau genevois sont en accord avec ceux obtenus dans des études antérieures réalisées en France et en Belgique concernant leur substrat, leur niveau de localisation, leur degré de rhéophilie et leur degré de résistance à la pollution organique de l'eau. Les nouvelles données sur leur écologie présentées dans ce travail devraient être vérifiées dans d'autres secteurs géographiques.

Remerciements

Je remercie Michelle Price pour sa relecture du manuscrit et ses suggestions, Nicolas Wyler et Pascal Martin pour leur aide pour la réalisation des cartes, Laurent Burgisser et Eva Maier pour m'avoir formé et aidé à la détermination des mousses.

Bibliographie

- BAILLY, G., J.-C. VADAM & J.-P. VERGON (2004). *Guide pratique d'identification des bryophytes aquatiques*, Ministère de l'écologie et du développement durable, Direction régionale de l'environnement de Franche-Comté, France : 158 p.
- BURGISSER, L. & A. CAILLIAU, en préparation. *Liste rouge des bryophytes de Genève*, Genève (Suisse)
- BURGISSER, L. & M. J. PRICE (2005). "Inventaire des mousses du canton de Genève (Suisse). Catalogue bibliographique (1791-2001)", *Candollea* 60 : 513-562
- CAILLIAU, A. & M. J. PRICE (2006). "Inventaire des hépatiques et anthérocytes du canton de Genève (Suisse). Catalogue bibliographique (1838-2001)", *Candollea* 61 : 393-423
- CHABANON, M. (2005). *Application d'un SIG pour la comparaison de la répartition de cinq espèces de mousses aquatiques et sub-aquatiques sur trois rivières du canton genevois*, Travail de Master en Géoenvironnement, Conservatoire et Jardin botaniques de Genève (Suisse) et Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand II (France)
- COUDREUSE, J., J. HAURY, J. BARDAT & J.-P. REBILLARD (2005). *Les bryophytes aquatiques et supra aquatiques. Clé d'identification pour la mise en œuvre de l'Indice Biologique Macrophytique en Rivière*, Agence de l'eau Adour Garonne, France : 132 p. (téléchargeable à l'adresse <http://www.eau-adour-garonne.fr/page.asp?page=1476>)
- DIRECTION GÉNÉRALE DE L'EAU (2010). *Fiches-rivières*. Département du territoire, canton de Genève, Suisse, http://etat.geneve.ch/dt/eau/a_votre_service-ligne_pdf_pour_plus_recentes-1868.html, site internet consulté en juillet 2010
- GUINET, A. (1888). *Catalogue des mousses des environs de Genève*, Genève (Suisse)
- LAMBINON, J. & A. EMPAIN (1973). "Les espèces de *Cinclidotus* (Musci) de la Meuse et de la Sambre, en Belgique et dans les Ardennes françaises", *Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique* 106 : 175-186
- NISM (2010). *Nationales Inventar der Schweizer Moosflora-Online-Atlas des Schweizer Moose*, <http://www.nism.uzh.ch/>, site internet consulté en juillet 2010
- PRICE, M. J., A. CAILLIAU & L. BURGISSER (2005). "Inventory of hepatics and mosses in Geneva, Switzerland", *Field Bryology* 85 : 31-33
- ROGEON, M. A. & R. B. PIERROT (1981). "Les stations de *Cinclidotus* dans le fleuve Charente", *Bulletin de la société botanique du Centre-Ouest*, nouvelle série, 11 : 171-180
- SCHNYDER, N., A. BERGAMINI, H. HOFMANN, N. MÜLLER, C. SCHUBIGER-BOSSARD & E. URMI (2004). *Liste Rouge des bryophytes menacées en Suisse*, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEP), Suisse
- VIVIEN, R. (2010). *Les espèces du genre Cinclidotus (mousses) dans les cours d'eau du canton de Genève : répartition, écologie et conservation*. Rapport d'étude. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève (Suisse): 44 p. + annexes



