

Contribution à l'étude des communautés de macrophytes des cours d'eau d'Auvergne

Arnaud Delcoigne, Gilles Thébaud, Gilles Pétel

Citer ce document / Cite this document :

Delcoigne Arnaud, Thébaud Gilles, Pétel Gilles. Contribution à l'étude des communautés de macrophytes des cours d'eau d'Auvergne. In: Le Journal de botanique, n°42, 2008. Juin. pp. 43-56;

doi : <https://doi.org/10.3406/jobot.2008.1229>;

https://www.persee.fr/doc/jobot_1280-8202_2008_num_42_1_1229;

Fichier pdf généré le 19/07/2023

Résumé

Ce travail a pour objectif d'étudier l'écologie et la position phytosociologique des communautés végétales aquatiques présentes dans onze rivières du bassin versant de l'Allier autour de l'agglomération de Clermont-Ferrand (63, Auvergne, France). Les résultats sont présentés à partir d'analyses multidimensionnelles des données phytosociologiques et mésologiques de 88 relevés réalisés entre juin et septembre 2006. Il apparaît que les végétations des rivières puydomoises se rattachent au *Batrachion fluitantis* Neuhaüsl 1959, considéré comme habitat d'intérêt communautaire dans la Directive Européenne "Habitats" de mai 1992. Plus précisément, nos communautés se rattachent à la race subatlantique du *Callitricho hamulatae* Oberd. 1970 décrite par Châtenet et al. dans le Limousin (1999, 2000). À une autre échelle, les communautés de la strate bryophytique se situent, quant à elles, dans le *Fontinalion antipyreticae* Koch 1936. Outre le fait que cette étude confirme l'importance prépondérante du milieu physique sur la composition et la répartition des associations végétales, elle peut permettre également une meilleure prise en considération des biotopes et des macrophytes aquatiques dans les rivières acides à neutres oligotrophes à mésotrophes de moyenne montagne du Massif Central.

Abstract

This work aims to study the ecology and the phytosociological position of the macrophytes communities present in eleven rivers in the catchment area of the Allier around the city of Clermont-Ferrand (63, Auvergne, France). The results are based on multidimensional analyses of the phytosociological and mesologic data of 88 statements carried out between June and September 2006. It seems that the vegetations of these rivers are attached to the *Batrachion fluitantis* Neuhaüsl 1959, considered Community habitat of interest in the European Commission's "Habitats Directive" of May 1992. More precisely, our communities are attached to the subatlantic race of *Callitricho hamulatae* Oberd. 1970 described by Châtenet et al. in the Limousin (1999, 2000). On another scale, the communities of the bryophytic layer are part of the *Fontinalion antipyreticae* Koch 1936. In addition to the fact that this study confirms the importance of the physical environment variables on the composition and the distribution of macrophytes, it also allows a better knowledge of the biotopes and the aquatic plants in the acidic to neutral oligotrophic to mesotrophic rivers of medium mountains of the Massif Central.

Contribution à l'étude des communautés de macrophytes des cours d'eau d'Auvergne

par **Arnaud Delcoigne, Gilles Thébaud & Gilles Pétel**

Institut des Herbiers Universitaires de Clermont-Ferrand, 3 boulevard Lafayette, F-63000 Clermont-Ferrand
herbiers@univ-bpclermont.fr

RÉSUMÉ - Ce travail a pour objectif d'étudier l'écologie et la position phytosociologique des communautés végétales aquatiques présentes dans onze rivières du bassin versant de l'Allier autour de l'agglomération de Clermont-Ferrand (63, Auvergne, France). Les résultats sont présentés à partir d'analyses multidimensionnelles des données phytosociologiques et mésologiques de 88 relevés réalisés entre juin et septembre 2006. Il apparaît que les végétations des rivières puydomoises se rattachent au *Batrachion fluitantis* Neuhäusl 1959, considéré comme habitat d'intérêt communautaire dans la Directive Européenne "Habitats" de mai 1992. Plus précisément, nos communautés se rattachent à la race subatlantique du *Callitricho hamulatae* Oberd. 1970 décrite par Châtenet *et al.* dans le Limousin (1999, 2000). À une autre échelle, les communautés de la strate bryophytique se situent, quant à elles, dans le *Fontinalion antipyreticae* Koch 1936. Outre le fait que cette étude confirme l'importance prépondérante du milieu physique sur la composition et la répartition des associations végétales, elle peut permettre également une meilleure prise en considération des biotopes et des macrophytes aquatiques dans les rivières acides à neutres oligotrophes à mésotrophes de moyenne montagne du Massif Central.

MOTS-CLÉS : Auvergne - *Batrachion fluitantis* - macrophytes aquatiques - phytosociologie - rivières - synchronologie - synécologie.

ABSTRACT - This work aims to study the ecology and the phytosociological position of the macrophytes communities present in eleven rivers in the catchment area of the Allier around the city of Clermont-Ferrand (63, Auvergne, France). The results are based on multidimensional analyses of the phytosociological and mesologic data of 88 statements carried out between June and September 2006. It seems that the vegetations of these rivers are attached to the *Batrachion fluitantis* Neuhäusl 1959, considered Community habitat of interest in the European Commission's "Habitats Directive" of May 1992. More precisely, our communities are attached to the subatlantic race of *Callitricho hamulatae* Oberd. 1970 described by Châtenet *et al.* in the Limousin (1999, 2000). On another scale, the communities of the bryophytic layer are part of the *Fontinalion antipyreticae* Koch 1936. In addition to the fact that this study confirms the importance of the physical environment variables on the composition and the distribution of macrophytes, it also allows a better knowledge of the biotopes and the aquatic plants in the acidic to neutral oligotrophic to mesotrophic rivers of medium mountains of the Massif Central.

KEYWORDS: Auvergne - *Batrachion fluitantis* - macrophytes - phytosociology - rivers - synchronology - synecology.

INTRODUCTION

L'étude des communautés végétales aquatiques en environnement lotique a débuté dans les années 1980 en France. Le Massif Armoricaïn a ainsi été particulièrement étudié (Haury, 1985, 1988, 1989 ; Daniel & Haury, 1996) de même que les Vosges (Muller, 1990 ; Haury & Muller, 1991 ; Thiébaud & Muller, 1998). Au sein du Massif Central, peu d'études ont été réalisées mis à part en Lozère (Haury *et al.*, 1994) et dans le Limousin (Botineau & Ghestem, 1995 ; Châtenet *et al.*, 1999, 2000).

À notre connaissance, en Auvergne, seule la Sioule et ses affluents principaux ont fait l'objet d'une étude sur les communautés végétales en environnement lotique et ce dans l'optique de la mise en place de l'Indice Biologique Macrophytique en Rivière (Guermeur, 2004 ; Mignon, 2004 ; Masseboeuf, 2005). C'est dans ce contexte d'enrichissement des connaissances sur notre patrimoine naturel qu'est réalisée cette recherche sur la synécologie, la phytosociologie et la synchronologie des plantes aquatiques dans les rivières d'eaux vives de moyenne montagne et de systèmes planitiaïres appartenant à l'habitat d'intérêt communautaire n° 3260 de la

Directive Habitat "Rivières des étages planitiaire à montagnard avec végétation du *Ranunculus fluitantis* et du *Callitriche-Batrachion*" (Collectif, 1999).

L'originalité de ce travail réside dans l'étude de plusieurs rivières tant au nord qu'au sud de l'agglomération clermontoise. Ceci nous permettra d'avoir une vision globale de la répartition et de la composition des communautés végétales aquatiques dans notre région et de comprendre quels sont les facteurs qui influent sur cette répartition.

PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Généralités

Notre étude se limitera à la prise en considération des affluents de la rivière Allier situés dans la région clermontoise, soit du nord au sud (Fig. 1) :

- en rive gauche : la Morge, le Bédat, l'Artière, l'Auzon, la Veyre, la Monne, la Couze Chambon et la Couze Pavin ;
- en rive droite : le Jauron, l'Ailloux et l'Eau-Mère.

La zone étudiée est donc bordée à l'ouest par la chaîne des Puys (monts Dômes), au sud-ouest par le massif du Sancy (monts Dore) et à l'est par les monts du Livradois et la chaîne du Forez.

Géologie

La zone étudiée comporte à l'ouest des massifs cristallins, principalement constitués de roches métamorphiques et granitiques, de 500 à 1000 m d'altitude. Juchés sur ce socle ancien se trouvent la chaîne des Puys (édifices volcaniques basaltiques à trachy-andésitiques) et le massif du Sancy formé par empilement de coulées trachy-andésitiques et de projections et culminant à 1886 m au puy de Sancy. Au centre, se trouve le fossé sédimentaire, essentiellement marno-calcaire, qui constitue les Limagnes, traversé par l'Allier et présentant une altitude moyenne de l'ordre de 350 m. Enfin, à l'est, on trouve les massifs cristallins du Livradois et des Monts du Forez constitués de roches métamorphiques et granitiques (granite d'anatexie du Forez) et culminant à 1634 m à Pierre-sur-Haute.

Climatologie et hydrologie

Le Puy-de-Dôme est l'un des départements français où la variabilité spatiale des facteurs climatiques est la plus grande. Il est, certes, situé à la charnière des influences océanique et continentale, mais cette variabilité est essentiellement due à l'influence de son relief contrasté. Toutefois, l'ensemble du bassin hydrographique étudié se situe plus particulièrement sous climat continental d'abri (Estienne, 1956) avec un maximum pluvial au printemps et en été une sécheresse prononcée.

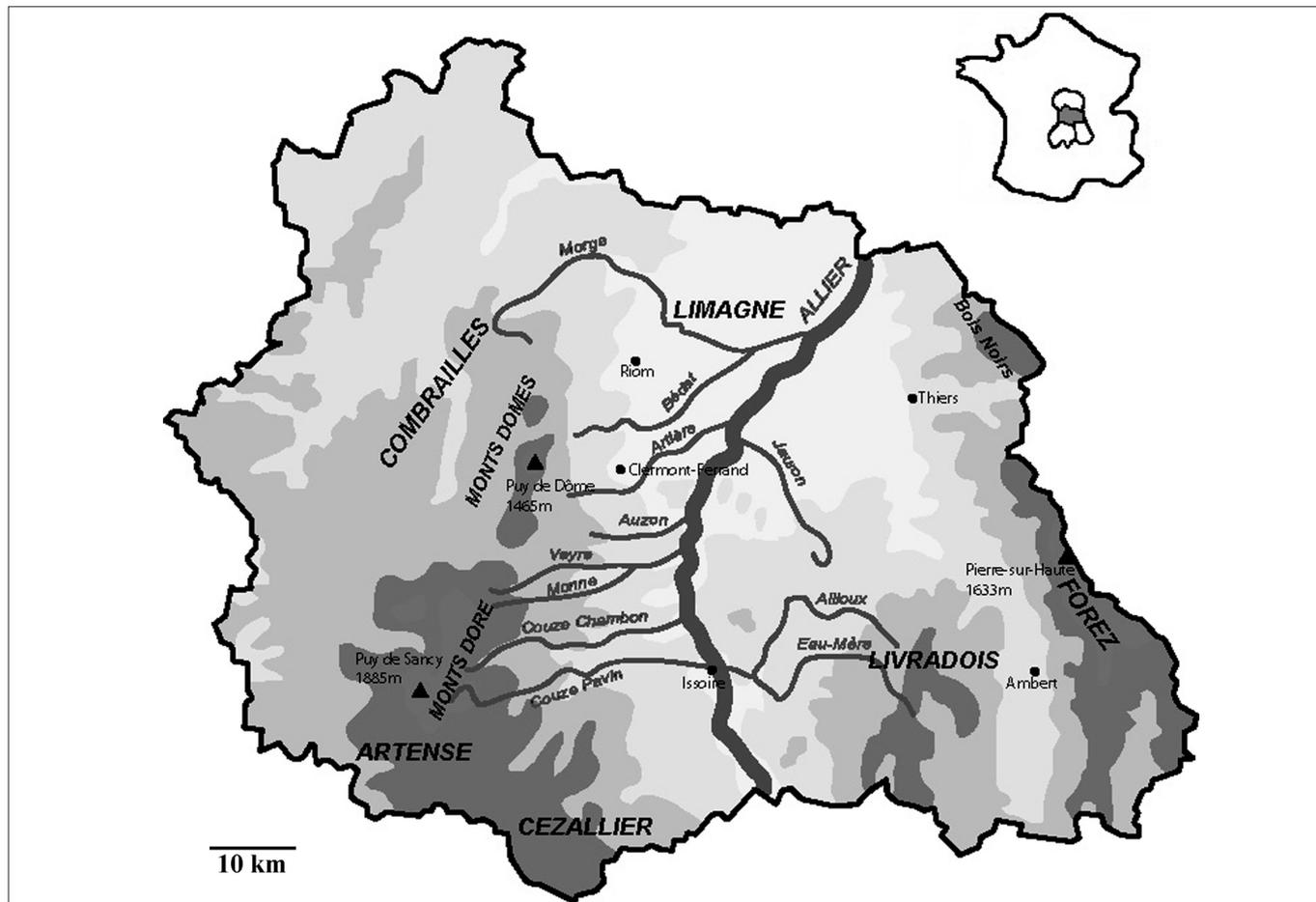


Figure 1 - Carte de situation des différentes rivières prospectées dans le département du Puy-de-Dôme.

La rivière Allier, quant à elle, du fait de diverses influences climatiques à l'origine d'une alimentation multiple, présente une forte variabilité saisonnière et interannuelle de ses débits, avec des étiages sévères s'opposant à des crues parfois catastrophiques.

Précipitations

L'influence du relief est prédominante essentiellement par la disposition des obstacles montagneux et des fossés d'effondrement axés nord-sud. Cette disposition, perpendiculaire à la circulation générale d'ouest en est de l'atmosphère, est à l'origine des fortes pluies des versants ouest des reliefs et de la sécheresse relative des Limagnes.

L'influence océanique : elle concerne les plateaux de l'ouest (Combrailles, Artense) et les versants ouest des massifs volcaniques (Dômes, Dore et Cézallier) et des massifs cristallins du Livradois et du Forez. Les quantités de précipitations annuelles de ces zones varient de 800 à 2 000 mm avec une répartition saisonnière très régulière.

L'influence continentale : elle commence à s'exercer dès les versants est des massifs volcaniques, d'où la forte dissymétrie avec les versants ouest (à altitude égale, les versants est reçoivent beaucoup moins de précipitations). Les Limagnes connaissent ainsi un régime continental marqué (sécheresse hivernale, forts orages en fin de printemps et été) et reçoivent moins de 700 mm de précipitations par an.

Températures

C'est encore le relief qui est à l'origine des contrastes thermiques importants. Ainsi, les Limagnes connaissent une température moyenne annuelle voisine de 11°C alors que, sur les plateaux et les massifs montagneux (où les différences sont directement liées à l'altitude), la température moyenne annuelle évolue de 9 à 7°C entre 800 m et 1000 m d'altitude, de 7 à 5°C au delà (6°C à Super-Besse). Il faut noter la relative fréquence des inversions de température, surtout en hiver et celle des gelées tardives dans les plaines et les vallées, y compris en Limagne où, seuls les mois de juin, juillet et août sont exempts de gelées.

Enfin, un des traits essentiels du climat est l'extrême variabilité d'un jour à l'autre, avec parfois des sautes brusques de températures atteignant une vingtaine de degrés en douze heures.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Sélection des stations d'échantillonnage

Afin de localiser les stations sur les différents cours d'eau, un plan d'échantillonnage stratifié, inspiré du protocole "Milieu et végétaux aquatiques fixés" (Léglize *et al.*, 1990 ; Haury *et al.*, 1998) a été réalisé dans le but de dégager des tronçons de cours d'eau caractérisés par des paramètres abiotiques homogènes.

Relevés stationnels

Au sein des tronçons abiotiques définis précédemment, 91 stations ont été sélectionnées. Pour chaque station, un relevé a été réalisé sur une longueur de 100 m afin d'apprécier tout le potentiel floristique du site. Chaque station a fait l'objet d'un repérage rigoureux sur un fond de carte I.G.N. au 1/25 000^e avec relevé des coordonnées géographiques. L'altitude ainsi que l'orientation de la station ont également été notées de même que les conditions hydrologiques. Les relevés ont été réalisés de juin à septembre, avec parfois deux passages sur la même station afin de pouvoir avoir des échantillons parfaitement identifiables.

Relevés mésologiques et floristiques

Au sein de chaque station, un relevé mésologique et floristique a été réalisé en distinguant les différents faciès d'écoulement (définis par Malavoï, 1989).

Deux types de variables ont été appréciées : d'une part, les variables mésologiques au sens strict : profondeur, largeur du lit en eau, vitesse du courant, type d'écoulement (laminaire, friselis, turbulent, contre-courant ou nul), éclaircissement et granulométrie du substrat (argiles, vases et limons, sables et graviers, cailloux, pierres et galets, blocs et dalles), et d'autre part trois variables physico-chimiques : pH, conductivité et température de l'eau.

Le relevé floristique a, quant à lui, été établi en inventariant les hydrophytes immergées et flottantes ainsi que les hygrophytes présentes dans le lit en eau et en bordure. Les 165 espèces observées (essentiellement des phanérogames et des bryophytes, ainsi que les espèces algales fixées au sein desquelles ont été distinguées le genre *Lemanea* et les "algues vertes" toutes espèces confondues) ont été affectées d'un pourcentage de recouvrement par rapport au substrat parallèlement à un coefficient d'abondance-dominance (Braun-Blanquet, 1965). La nomenclature utilisée est issue de l'*Index synonymique de la flore de France* (Kerguelen, 1993) pour les phanérogames et de Corley *et al.* (1981, 1991) et Schumacker & Vaña (2000) pour les bryophytes.

Analyse des données

Un premier tableau, incluant la végétation des bordures, a été réalisé mais, jugé trop hétérogène, il n'a pu être conservé. Dans un deuxième temps, nous n'avons alors laissé dans le tableau que les hydrophytes et les hygrophytes présentes dans le lit en eau lors de la récolte. Cette démarche a permis d'aboutir à un tableau définitif, présenté en annexe, contenant 85 relevés et 42 espèces (tableau 1).

Les relevés ont fait l'objet d'analyses statistiques informatisées grâce à l'utilisation du logiciel Multi-Variate Statistical Package (Kovach, version 3.1, 1986-2002) :

- une classification ascendante hiérarchique (C.A.H.), méthode de Ward, avec comme mesure de ressemblance la somme des carrés des distances ;

- une analyse factorielle des correspondances (A.F.C.), en pondération, a été utilisée pour traiter les données floristiques ;
- une analyse en composantes principales (A.C.P.) normée, nous a permis de traiter les variables du milieu.

Les résultats phytosociologiques sont présentés sous forme d'un tableau différentiel global (tableau 1) dans lequel les 85 relevés et les 42 taxons sont ordonnés et regroupés suivant les résultats de la C.A.H. après quelques permutations et ajustements mineurs. Ce type de tableau a été préféré à une présentation phytosociologique individualisée sous forme de tableaux d'associations séparés. Nous avons ainsi cherché à privilégier l'expression comparative entre "syntaxons élémentaires" au moyen de "groupes de taxons différentiels"(GTD). Le syntaxon élémentaire peut être défini comme la plus petite catégorie systématique correspondant à un tableau de relevés homotones (de Foucault, 1986 ; Gillet *et al.*, 1991).

Les résultats synécologiques issus des analyses précédentes mettent en avant les gradients et facteurs écologiques les plus discriminants pour la végétation.

Difficultés rencontrées

Malgré plusieurs passages sur certaines stations, il ne nous a pas été toujours possible d'obtenir des échantillons parfaitement à maturité et présentant tous les critères de détermination. Ceci a été particulièrement le cas pour les renoncules et les callitriches dont la détermination délicate a nécessité l'utilisation de flores spécialisées (Rich & Jermy, 1998) et de nombreuses comparaisons avec les échantillons conservés au sein de l'Institut des Herbiers Universitaires de Clermont-Ferrand (CLF). Nos propres récoltes ont d'ailleurs été intégrées dans cet herbier.

De plus, le niveau de l'eau, extrêmement bas dans certaines rivières prospectées (cas du Jauron, de l'Eau-Mère, de l'Ailloux...), a probablement empêché un développement optimum de la végétation aquatique dans des zones où les conditions écologiques étaient par ailleurs tout à fait propices.

Malgré de nombreuses vérifications et comparaisons avec les spécimens d'herbiers, la détermination de *Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans* nous a posé problème en raison de la variabilité morphologique des populations de renoncules et du fort pouvoir d'hybridation entre *R. fluitans*, *R. penicillatus* et *R. peltatus*. Néanmoins dans cette étude, nous considérerons que notre diagnose est exacte en attendant le retour des échantillons soumis à des spécialistes et en se basant sur l'écologie de cette espèce, que nous n'avons trouvée que sur les dalles marneuses de Limagne riches en bases et à altitude faible.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les 85 relevés du tableau 1 ont fait l'objet de regroupements correspondants à deux niveaux de subdivisions directement issus des résultats de la C.A.H. Le premier niveau est constitué par les six ensembles A, B, C, D, E, F ; ceux-ci sont scindés en onze groupements codés en chiffres arabes (A1, A2, A3, B1, B2...) correspondant pour la plupart à des syntaxons élémentaires parfois encore hétérogènes (leur nombre de relevés trop faible n'a pas permis d'affiner plus avant l'analyse). Le dendrogramme de la figure 2 donne la correspondance entre les résultats de la C.A.H. ("clusters" ou groupes de relevés) et les syntaxons définitivement retenus dans le tableau 1 (de A à F).

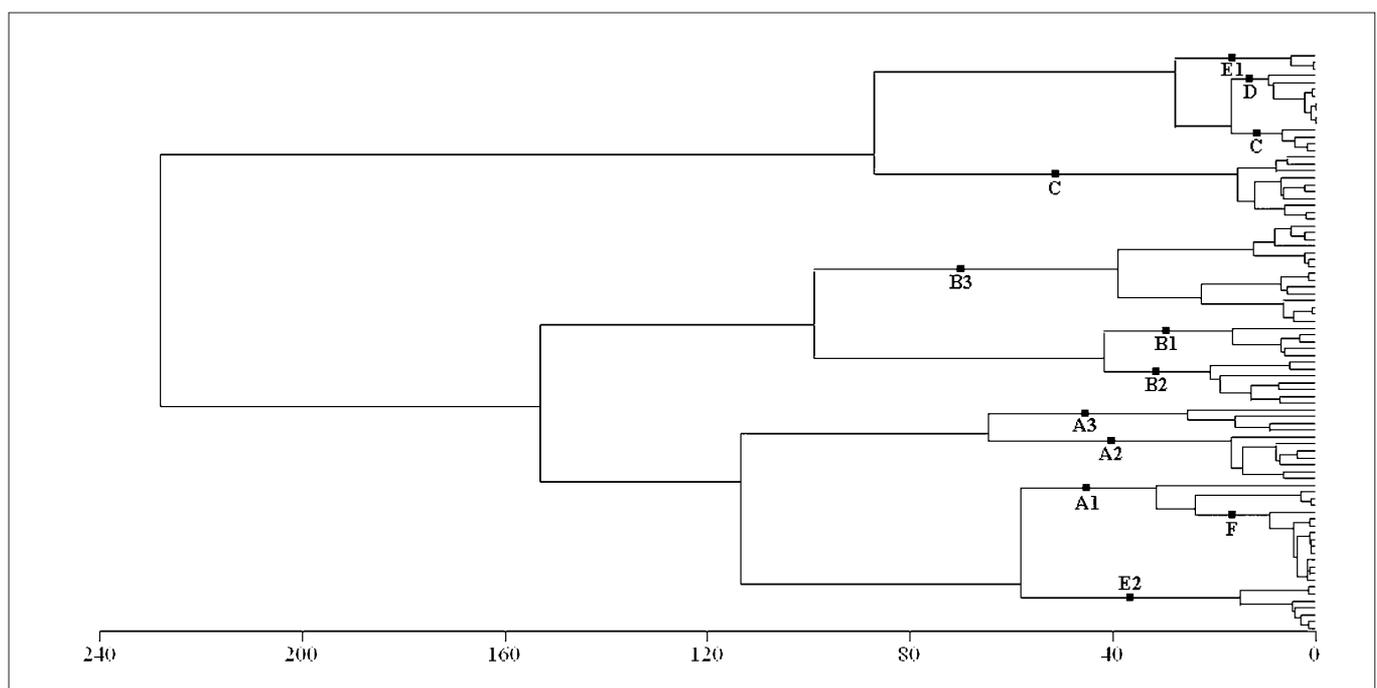


Figure 2 - Dendrogramme : correspondance entre les résultats de la C.A.H. et les syntaxons définitivement retenus dans le tableau 1.

Analyse descriptive et comparative des végétations présentes

Les 6 ensembles principaux correspondent aux végétations suivantes (Tableau 1) :

- végétation d'hydrophytes et d'amphiphytes oligotrophes de petits cours d'eau de l'étage montagnard (A) ;
- végétation rhéophile hémisciaphile à hémihéliophile mésotrophile principalement bryophytique des rochers immergés des ruisseaux à vitesse du courant élevée dans les parties amont et aval des gorges (B) ;
- végétation hémihéliophile eutrophile de rivières à faciès courant et à conductivité moyenne de l'étage collinéen (C) ;
- végétation eutrophile à tendance rhéophile et héliophile des petites rivières à conductivité très forte en plaine (D) ;
- végétation mésotrophile à eutrophile d'aval à tendance héliophile des rivières à conductivité moyenne à forte (E) ;
- végétation beaucoup plus pauvre des rivières eutrophisées sous couvert forestier important (F).

Végétation oligotrophile des petits cours d'eau montagnards (ensemble A)

Cet ensemble regroupe des espèces à tendance oligotrophile qui ont été observées dans les petits rus (ordre de drainage de 1) de l'étage montagnard non loin des sources.

Groupement A1 :

Il s'agit d'un groupement paucispécifique à *Ranunculus peltatus* et *Glyceria fluitans*. Cette renoncule trouve d'ailleurs son optimum dans ce groupement. Ce groupement se développe dans des cours d'eau d'amont de faible largeur à écoulement lent, à conductivité faible et à substrat sableux.

Groupement A2 :

Ce sous-ensemble représente l'optimum de présence de *Callitriche hamulata* et de *Glyceria fluitans*. *Ranunculus peltatus* se fait plus rare et l'on observe une hépatique caractéristique des eaux vives oxygénées : *Scapania undulata*. Cette hépatique, associée au callitriche et à une muscinée (*Fontinalis antipyretica*), souligne la transition vers des ruisseaux où la vitesse du courant, plus rapide, empêche un développement abondant de la renoncule pré-citée.

Groupement A3 :

On observe ici la disparition de *Ranunculus peltatus* liée d'une part à une vitesse d'écoulement élevée et d'autre part à une couverture arborescente et arbustive plus importante entraînant un ombrage du ruisseau. *Scapania undulata* se trouve dans son optimum, associée à une autre hépatique des eaux vives oxygénées : *Chiloscyphus polyanthos*.

Végétation rhéophile hémisciaphile mésotrophile dans les parties aval et amont des gorges (ensemble B)

Cet ensemble regroupe les végétations des rivières à écoulement rapide dans les parties amont et aval des gorges sous couvert forestier modéré à dense (ordre de drainage 2-3).

Groupement B1 :

Cette communauté quasi exclusivement bryophytique comporte toujours *Callitriche hamulata* (en régression). Constituée de bryophytes rhéophiles (*Chiloscyphus polyanthos*, *Brachythecium rivulare*, *Platyhypnidium riparioides* et *Fontinalis antipyretica*), elle se situe dans des zones de radiers plutôt ombragés où la conductivité est moyenne.

Groupement B2 :

Nous pouvons noter ici la présence d'un groupement plus diversifié composé de plusieurs hydrophytes phanérogamiques comme *Ranunculus penicillatus* subsp. *penicillatus*, *Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans* et *Apium nodiflorum* traduisant la présence d'un environnement où l'éclairage est plus important, l'écoulement moins rapide et le substrat de type sable et graviers. L'apparition d'une rhodophycée rhéophile (*Lemanea* cf. *catenata*) confirme ces conditions stationnelles de faciès courant et implique la présence de blocs et de cailloux nécessaire à son implantation.

Groupement B3 :

Au niveau de ce groupement, nous n'observons quasiment plus de phanérogames. La strate bryophytique domine avec un optimum de développement pour des espèces lithophiles et rhéophiles comme *Fontinalis antipyretica* et *Platyhypnidium riparioides*. Ces espèces, auxquelles nous pouvons ajouter la rhodophycée *Lemanea* cf. *catenata*, sont inféodées aux blocs et pierres et traduisent un milieu où l'écoulement est assez rapide et turbulent sous couvert forestier plus ou moins dense. Il faut noter que l'on trouve également dans ce groupe des algues vertes filamenteuses qui sont associées à une augmentation de la conductivité des eaux.

Végétation héli-héliophile eutrophile de rivières à faciès courant et à conductivité moyenne de l'étage collinéen (ensemble C)

Cet ensemble regroupe des espèces eutrophiles à tendance héli-héliophile. Il correspond à un optimum de développement des algues vertes et de l'algue rouge *Lemanea* cf. *catenata*. La présence de ces algues, associées à *Callitriche hamulata* en très forte régression, traduit bien le caractère mésotrophe à eutrophe, l'écoulement rapide et turbulent de ces rivières et la présence de radiers à cailloux, pierres et blocs. Il faut noter toutefois la présence de *Ranunculus penicillatus* subsp. *penicillatus* qui, bien que sporadique, semble inféodée à ces milieux mésotrophes intermédiaires entre l'amont et l'aval.

Végétation eutrophile héliophile des rivières à conductivité très forte en plaine (ensemble D)

Ce groupement paucispécifique regroupe des espèces héliophiles capables de croître dans des eaux à conductivité très forte (700-1200 μ S) et à écoulement encore rapide. Les algues vertes sont ici quasi exclusives associées à la présence sur le Jauron d'*Amblystegium riparium*, bryophyte capable de supporter une très forte eutrophisation et de se maintenir en

milieu pollué. Il faut également noter la présence d'une bryophyte, *Fontinalis antipyretica*, se développant au niveau des radiers et qui semble indifférente aux conditions de trophie des eaux. Ce n'est pas le cas de *Lemanea* cf. *catenata* pour laquelle la conductivité très élevée semble être incompatible avec son développement et qui n'apparaît pas dans cet ensemble.

Végétation d'aval mésotrophile à eutrophile à tendance héliophile des ruisseaux larges (ensemble E).

Cet ensemble regroupe des végétations d'hydrophytes en aval de ruisseaux larges et à écoulement plus laminaire sur marnes. Une renoncule aquatique trouve son optimum dans ces conditions : *Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans*.

Groupement E1 :

Ce groupement paucispécifique eutrophile comprend toujours des algues vertes, mais l'on peut noter l'apparition de *Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans* à la confluence du Bédât et de la Morge puis à la confluence de la Morge et de l'Allier. Cette renoncule, capable de supporter de fortes charges trophiques, a une certaine tendance basiphile et était particulièrement présente sur de grandes dalles marneuses du lit de ces deux rivières.

Groupement E2 :

Ici se situe l'optimum de *Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans*. Contrairement au groupement E1, cette renoncule, héliophile, se trouve ici dans des rivières un peu moins larges (entre 3 et 8 m) mais toujours en situation d'éclairement fort. Les bryophytes qui lui sont associées (*Fontinalis antipyretica*, *Brachythecium rivulare*, *Amblystegium fluviatile*) et *Lemanea* cf. *catenata* traduisent un écoulement plus rapide et plus ou moins turbulent.

Végétation méso-eutrophile très pauvre de rivières sous couvert forestier dense (ensemble F)

Cet ensemble très hétérogène composé de relevés extrêmement pauvres n'a pas été classé dans le tableau en respectant l'ordre de la C.A.H. En effet, cette dernière, en raison du nombre d'espèces très faible composant cet ensemble, avait initialement classé ces relevés avec le groupement A1 très pauvre lui aussi. Pourtant, l'écologie de ces groupements étant totalement différente, il nous a paru judicieux de placer l'ensemble F à la suite de l'ensemble E en raison d'une part de conditions trophiques assez similaires et d'autre part d'un ordre de drainage correspondant à des zones intermédiaires à aval (ordre de drainage 3-4).

Groupement F1 :

Il correspond au groupement le plus diversifié de l'ensemble F avec une prédominance des bryophytes aquatiques comme *Fontinalis antipyretica* et *Platyhypnidium riparioides*. On peut également noter la présence plus sporadique des algues vertes et de *Lemanea* cf. *catenata* qui traduisent, associées aux bryophytes, un écoulement rapide à turbulent avec des eaux plutôt eutrophes.

Groupement de relevés F2 :

Il s'agit d'un ensemble très pauvre et très hétérogène, composé de relevés n'ayant entre eux que peu de ressemblance floristique. Il se distingue du précédent par la disparition de *Lemanea* cf. *catenata*. Les bryophytes sont plus rares et l'on peut observer la présence de *Callitriche hamulata*. Les conditions de substrat étant favorables à l'installation de renoncules aquatiques, c'est l'éclairement très faible qui régule la composition végétale. Un autre facteur prépondérant dans ce groupement pourrait être la très faible profondeur de l'eau (inférieure à 20 cm).

Groupement de relevés F3 :

Ces deux relevés à *Amblystegium riparium* traduisent des conditions écologiques peu favorables à l'établissement de la végétation. Seule cette bryophyte se maintient et présente un "optimum". L'éclairement faible peut engendrer la disparition des phanérogames mais la présence d'*Amblystegium riparium*, espèce eutrophile polluo-tolérante, pourrait également traduire une très forte perturbation anthropique du Jauron, ce qui expliquerait cette absence phanérogamique, bryophytique et algale inédite dans les autres rivières.

Résultats synécologiques

Groupement de taxons différentiels

Le tableau 1 met en avant cinq groupes de taxons différentiels permettant de qualifier sur les plans floristique et écologique les différents ensembles de relevés et qui apparaissent particulièrement discriminants, jusqu'au groupe V, puis vient le groupe des espèces moins discriminantes ou moins représentées.

À la lumière des travaux d'Ellenberg *et al.* (1992), d'Oberdorfer (2001) concernant les plantes vasculaires et de Dierssen (2001) pour les bryophytes, nous nous sommes attachés à préciser la qualification écologique ou chorologique de chaque groupe. Ces groupes toutefois restent relativement hétérogènes car ils comportent des taxons provenant des diverses strates.

Groupement I : subatlantique hémihéliophile à héliophile rhéophile des ruisseaux montagnards mésooligotrophes à oligotrophes sur substrat essentiellement sableux et caillouteux. Trois hydrophytes vasculaires composent ce groupe : *Ranunculus peltatus*, *Glyceria fluitans* et *Callitriche hamulata*.

Groupement II : subatlantique hémihéliophile à hémisciaphile bryophytique rhéophile oligotrophile à mésotrophile d'amont et d'aval des gorges. Il est caractérisé par la présence de deux hépatiques des eaux vives oxygénées : *Scapania undulata* et *Chiloscyphus polyanthos*.

Groupement III : hémihéliophile à héliophile de moyenne à basse altitude, rhéophile et lithophile. Ce groupe est caractérisé par deux bryophytes indifférentes à la trophie des eaux, *Fontinalis antipyretica* et *Platyhypnidium riparioides* et une rhodophycée rhéophile, *Lemanea* cf. *catenata*.

Groupe IV : héliophile de basse altitude dans des rivières larges, eutrophes à vitesse d'écoulement plus faible. Ce groupe particulièrement eutrophile est marqué par la présence d'algues vertes filamenteuses, de *Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans* et d'une muscinée polluo-tolérante *Amblystegium riparium*.

Groupe V : hémihéliophile à héliophile de moyenne à basse altitude méso-oligotrophe à mésotrophe, subatlantique. Il est composé de *Ranunculus penicillatus* subsp. *penicillatus* et de deux muscinées : *Fissidens crassipes* et *Amblystegium fluviatile*.

Végétation et gradients écologiques

Une analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) a été réalisée à partir d'une matrice en intégrant les espèces les plus inféodées au milieu aquatique [les coefficients d'abondance-dominance des espèces ont été pris en compte dans l'analyse

(variables pondérées)]. À la lumière de la connaissance des caractères autoécologiques des taxons, nous sommes ainsi amenés à faire les observations suivantes sur les deux premiers axes de l'A.F.C. (Fig. 3) : sur l'axe 1 (9 % inertie), la végétation exprime principalement un gradient lié à l'ordre de drainage allant des petits ruisseaux proches des sources (ordre de drainage 1) aux rivières d'aval larges à écoulement moins turbulent (ordre de drainage 4-5). Sur l'axe 2 (7 % inertie), la végétation exprime un gradient lié au type et à la granulométrie du substrat allant du sable aux blocs et rochers.

Il apparaît donc que le milieu physique conditionne de manière prépondérante la végétation aquatique comme l'ont déjà montré Haury (1985, 1989) et Châtenet *et al.* (2000).

Afin de caractériser les stations échantillonnées à travers l'influence des variables du milieu sur la répartition des groupements végétaux aquatiques, une analyse en composantes principales (A.C.P.) est réalisée (Fig. 4) puis interprétée à par-

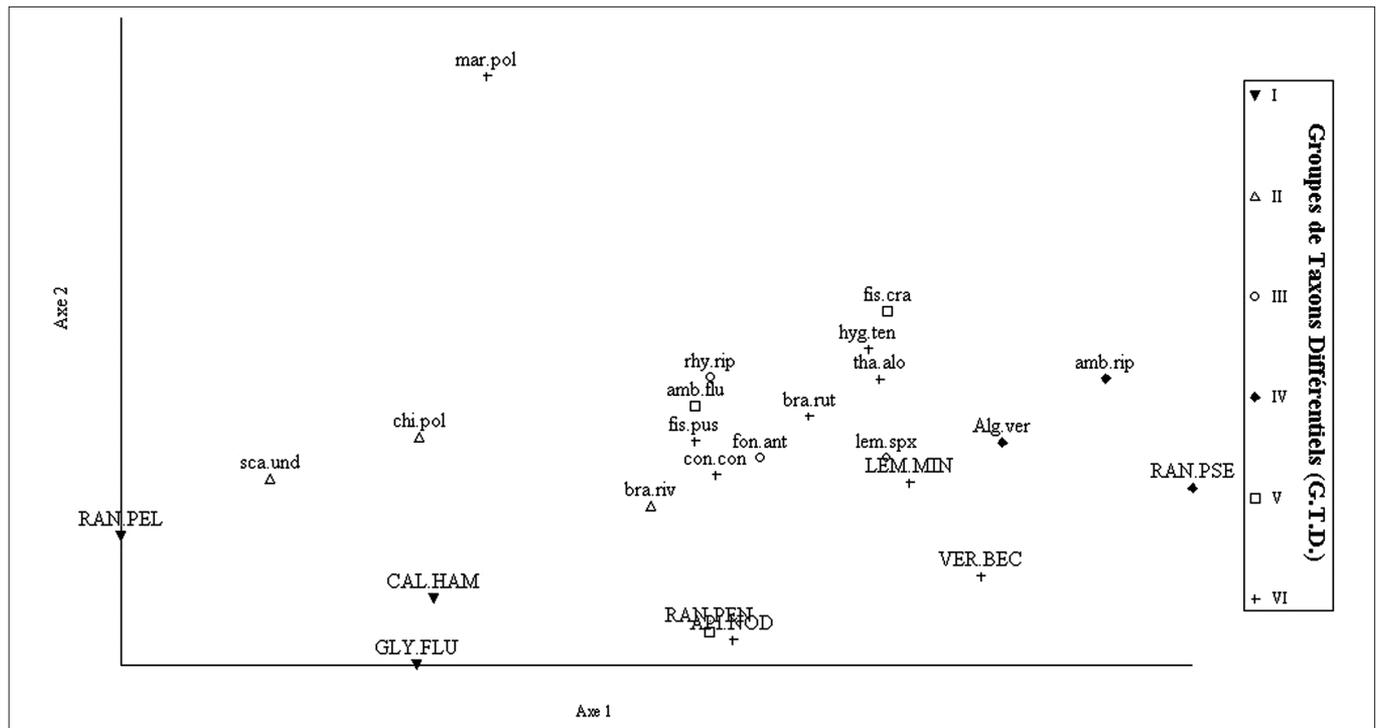


Figure 3 - Projection des points espèces sur le plan factoriel formé par les deux premiers axes issus de l'AFC.

Abréviations des espèces prises en compte dans cette étude :

Phanérogames

API.NOD : *Apium nodiflorum* (L.) Lag. ; CAL.HAM : *Callitriche hamulata* Koch. ; GLY.FLU : *Glyceria fluitans* (L.) R.Br. ; LEM.MIN : *Lemna minor* L. ; RAN.PEL : *Ranunculus peltatus* Schrank. ; RAN.PEN : *Ranunculus penicillatus* (Dumort.) Bab. subsp. *penicillatus* ; RAN.PSE : *R. penicillatus* (Dumort.) Bab. subsp. *pseudofluitans* (Syme) S. Webster ; VER.BEC : *Veronica beccabunga* L. subsp. *beccabunga*

N.B. : Nos déterminations (et comparaisons avec les parts contenues dans l'herbier CLF) nous laissent penser qu'il s'agit bien de *Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans*. Cependant en raison du fort pouvoir d'hybridation des renoncules de la section *Batrachium*, une relative prudence est de mise quant à la véracité de ces déterminations, les auteurs n'ayant pas eu de retour sur les échantillons confiés à des spécialistes.

Algues

Alg.ver : Algues vertes (sans distinction) ; lem.spx : *Lemanea sp.* Bory

Bryophytes

amb.flu : *Amblystegium fluviatile* (Hedw.) Schimp. ; amb.rip : *Amblystegium riparium* (Hedw.) Schimp. ; hyg.ten : *Amblystegium tenax* (Hedw.) C.E.O. Jensen ; bra.riv : *Brachythecium rivulare* Schimp. ; bra.rut : *Brachythecium rutabulum* (Hedw.) Schimp. ; chi.pol : *Chiloscyphus polyanthos* (L.) Corda ; con.con : *Conocephalum conicum* (L.) Dumort ; fis.cra : *Fissidens crassipes* Wils ex B., S. & G. ; fis.pus : *Fissidens pusillus* (Wilson) Milde ; fon.ant : *Fontinalis antipyretica* Hedw. ; mar.pol : *Marchantia polymorpha* L. ; rhy.rip : *Platyhypnidium riparioides* (Hedw.) Dixon ; sca.und : *Scapania undulata* (L.) Dumort. ; tha.alo : *Thamnobryum alopecurum* (Hedw.) Nieuwl. ex Gangulee

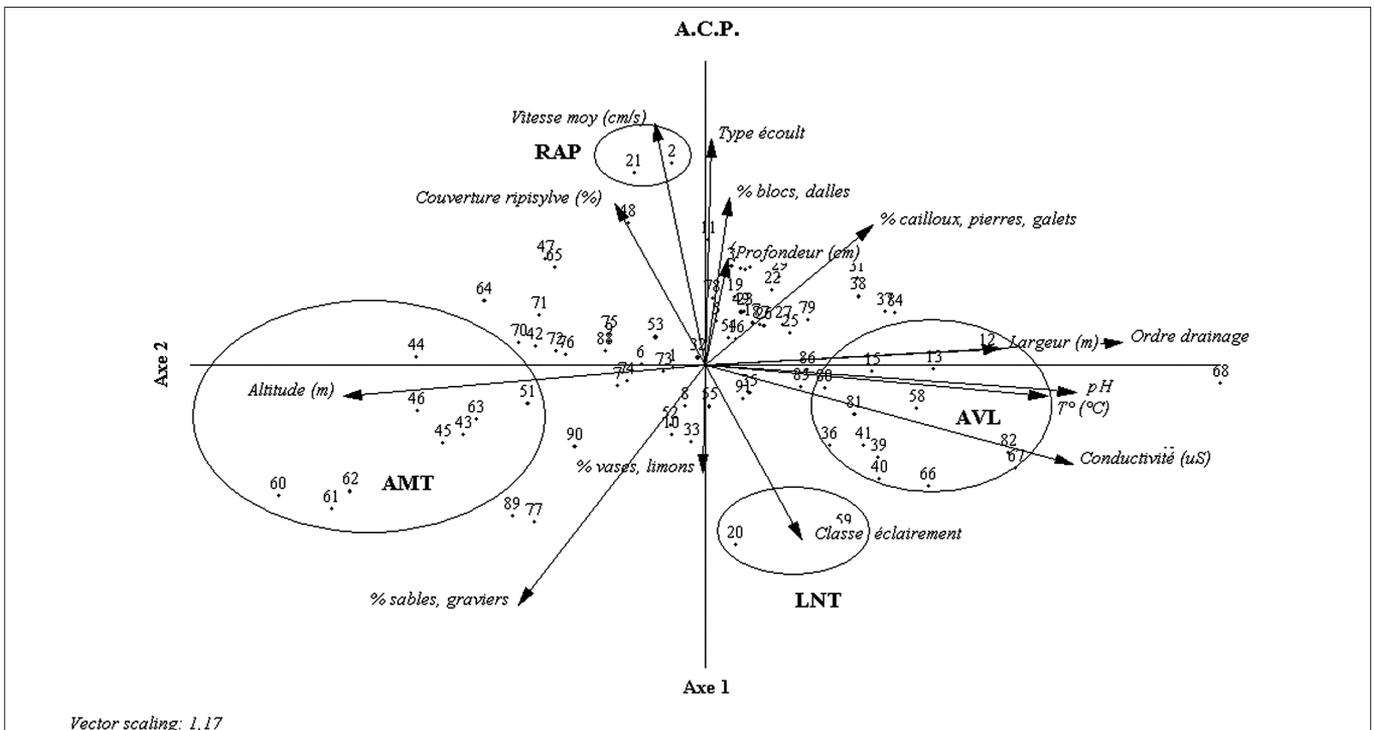


Figure 4 - Projection des points relevés sur le plan factoriel formé par les deux premiers axes issus de l'A.C.P. (AMT : amont ; AVL : aval ; LNT : écoulement lent ; RAP : écoulement rapide)

tir des représentations graphiques du premier plan factoriel. Les données floristiques et environnementales sont issues du tableau 1.

Sur l'axe 1 (26 % de l'inertie totale), nous pouvons observer une corrélation de plusieurs facteurs entre eux, notamment la largeur des ruisseaux et l'ordre de drainage ainsi que la température de l'eau et son pH. Cet axe oppose globalement les stations de l'amont, en corrélation négative, aux stations de l'aval, en corrélation positive. Les stations situées à l'aval (AVL) se caractérisent par un numéro d'ordre de drainage élevé, une température plus importante, un pH neutrophile à basiline et une conductivité plus importante. À l'opposé, les stations d'amont (AMT) se caractérisent, entre autres, par une température et une conductivité beaucoup plus faibles.

Sur l'axe 2 (17 % de l'inertie totale), deux facteurs principaux sont corrélés entre eux : la vitesse moyenne du courant et le type d'écoulement de la rivière (turbulent, laminaire, à contre-courant...). Cet axe révèle également un gradient longitudinal en séparant deux groupes dans les stations d'amont et deux groupes dans les stations d'aval et intermédiaires. En corrélation positive, nous trouvons les stations présentant un écoulement rapide (RAP) avec un ombrage dû à la ripisylve plus important et une granulométrie plus grossière. En corrélation négative, se trouvent les stations plus éclairées, à écoulement plus lent (LNT) et à granulométrie plus fine.

Cette analyse nous a permis de mettre en exergue la zonation longitudinale existant dans les différents cours d'eau étudiés. En accord avec les résultats de certains auteurs (Châtenet *et al.*, 1997), la répartition de la végétation aquatique semble être due en grande partie au milieu physique avec,

comme facteurs prépondérants, l'ordre de drainage, la conductivité, le type de substrat et la vitesse du courant, ce qui corrobore parfaitement les résultats issus de l'A.F.C.

Résultats synchorologiques et synsystématiques

Présentation du tableau synthétique

Une analyse bibliographique portant sur les végétations des milieux lotiques a permis la réalisation d'un tableau synthétique (tableau 2) regroupant 49 syntaxons issus de divers travaux publiés en Europe (du Royaume-Uni à l'Espagne en latitude et de l'Espagne à l'est de l'Allemagne en longitude).

Analyse des ensembles

Ces syntaxons ont été classés au moyen d'une C.A.H., en fonction des variations floristiques, en six ensembles A, B, C, D, E, F eux-mêmes subdivisés en plusieurs sous-ensembles. Il est à noter que l'ensemble F correspond à l'ensemble des syntaxons de la région étudiée.

L'ensemble A regroupe des syntaxons de cours d'eau intermédiaires ouest européens (Bretagne) à affinité fortement atlantique et appartenant au *Callitricho hamulatae-Ranunculetum penicillati* Oberd. (1957) 1977. Le sous-ensemble A1 appartient, quant à lui, à l'*Apietum nodiflori* Br.-Bl. 1931.

L'ensemble B, d'affinité méso-atlantique, est composé principalement d'hélophytes (*Sparganium emersum*, *Mentha aquatica*, *Iris pseudacorus*...) et d'espèces fontinales (*Stellaria alsine* et *Montia fontana*). Il se situe au niveau de suinte-

Index des syntaxons du tableau 2 :

- 1 & 2 : *Apietum nodiflori* Br.-Bl. 1931, (Haury, 1993)
- 3 : *Callitricho hamulatae*–*Ranunculetum penicillati* Oberd. (1957) 1977, forme à *Apium inundatum*, (Haury, 1993 [rectius 1994])
- 4 : *Callitricho hamulatae*–*Ranunculetum penicillati* typicum Oberdorfer 1977, (Haury, 1993 [rectius 1994])
- 5 : *Callitricho hamulatae*–*Ranunculetum penicillati* Oberd. (1957) 1977, (Haury, 1993 [rectius 1994])
- 6 : *Callitricho hamulatae*–*Ranunculetum penicillati* Oberd. (1957) 1977, faciès à *Oenanthe crocata*, (Haury, 1993 [rectius 1994])
- 7 : *Callitricho hamulatae*–*Ranunculetum penicillati* *lurionetosum natantis* Haury 1994, (Haury, 1993 [rectius 1994])
- 8 : *Callitricho hamulatae*–*Ranunculetum penicillati* *myriophylletosum alterniflori* Oberdorfer 1977, (Haury, 1993 [rectius 1994])
- 9 : *Callitricho hamulatae*–*Ranunculetum penicillati* Oberd. (1957) 1977, forme appauvrie à *Ranunculus penicillatus*, (Haury, 1993 [rectius 1994])
- 10 : *Callitrichetum hamulatae* Oberd. 1970, groupements à *Ranunculus pseudofluitans*, (Haury, 1993 [rectius 1994])
- 11 : *Callitricho hamulatae*–*Ranunculetum penicillati* Oberd. (1957) 1977, faciès à *Potamogeton alpinus*, (Haury, 1993 [rectius 1994])
- 12 : Race atlantique *Callitricho hamulatae*–*Callitrichetosum obtusangulae*, variante potamophile eutrophe à *Niphar lutea*, (Haury *et al.*, 1994)
- 13 : Race atlantique *Callitricho hamulatae*–*Callitrichetosum obtusangulae*, variante rhéophile à *Oenanthe crocata*, (Haury *et al.*, 1994)
- 14 : Race atlantique du *Callitricho hamulatae* typicum, (Haury *et al.*, 1994)
- 15 : Race atlantique *Callitricho hamulatae*–*Potamogetonetosum polygonifolii*, (Haury *et al.*, 1994)
- 16, 17, 18, 19 : *Callitrichetum hamulatae* Oberd. 1970, (Haury *et al.*, 1994)
- 20 : Race atlantique *Callitrichetum hamulatae* dans le Limousin, (Chatenet, 1999)
- 21 : Race subatlantique *Callitricho hamulatae*–*Potamogetonetosum polygonifolii*, (Haury *et al.*, 1994)
- 22 : Race subatlantique *Callitricho hamulatae*–*Callitrichetosum obtusangulae*, (Haury *et al.*, 1994)
- 23 : *Callitrichetum hamulatae* Oberd. 1970 dans les Vosges du Nord (Müller & Thiébaud) (in Haury *et al.*, 1994)
- 24 : *Callitrichetum hamulatae* Oberd. 1970 dans le Haut Palatinat et la Bavière, Weber (1967) (in Haury *et al.*, 1994)
- 25 : *Callitrichetum hamulatae* Oberd. 1970 en Basse Saxe, Weber-Oldenop (1971) (in Haury *et al.*, 1994)
- 26 : *Potamogetonetus coloratus*, (Carbienen, 1990)
- 27 : *Callitrichetum obtusangulae*, (Carbienen, 1990)
- 28 : *Ranunculo penicillati* subsp. *pseudofluitanti*–*Beruletum erectae* var. *submersae* (Roll 1939) Müller 1962 [sub nom. *Ranunculo-Sietum erecto submersi*] in col. 11: Müller 1962 [sub nom. *Ranunculo-Sietum erecto submersi potamogetonetosum*]
- 29 : *Ranunculo penicillati* subsp. *pseudofluitanti*–*Beruletum erectae* var. *submersae* (Roll 1939) Müller 1962 [sub nom. *Ranunculo-Sietum erecto submersi*] in col. 2A : Müller in Oberdorfer *et al.* 1992, tab. 18 p. 93, col. 2A [sub nom. *Ranunculo-Sietum erecto submersi potamogetonetosum*]
- 30 : *Ranunculo penicillati* subsp. *pseudofluitanti*–*Beruletum erectae* var. *submersae* (Roll 1939) Müller 1962 [sub nom. *Ranunculo-Sietum erecto submersi*] in col. 12: Müller 1962 [sub nom. *Ranunculo-Sietum erecto submersi typicum*]
- 31 : *Ranunculo penicillati* subsp. *pseudofluitanti*–*Beruletum erectae* var. *submersae* (Roll 1939) Müller 1962 [sub nom. *Ranunculo-Sietum erecto submersi*] in col. 2B : Müller in Oberdorfer *et al.* 1992, tab. 18 p. 93, col. 2B [sub nom. *Ranunculo-Sietum erecto submersi typicum*]
- 32 : *Zanichellio*–*Callitrichetum*, (Carbienen, 1990)
- 33 : *Ranunculo penicillati* subsp. *pseudofluitanti*–*Beruletum erectae* var. *submersae* (Roll 1939) Müller 1962 [sub nom. *Ranunculo-Sietum erecto submersi sparganietosum*]
- 2C [sub nom. *Ranunculo-Sietum erecto submersi sparganietosum*]
- 34 : *Ranunculo penicillati* subsp. *pseudofluitanti*–*Beruletum erectae* var. *submersae* (Roll 1939) Müller 1962 [sub nom. *Ranunculo-Sietum erecto submersi*] in col. 15: Müller 1962 [sub nom. *Ranunculo-Sietum erecto submersi sparganietosum*]
- 35 : *Callitricho hamulatae*–*Ranunculetum penicillati* Oberd. (1957) 1977 in col. 2B : Müller in Oberdorfer *et al.* 1992, tab. 18 p. 93, col. 2B [sub nom. *Ranunculo-Sietum erecto submersi typicum*]
- 36 : *Callitricho hamulatae*–*Ranunculetum penicillati* Oberd. (1957) 1977 in col. 2C : Müller in Oberdorfer *et al.* 1992, tab. 18 p. 93, col. 2C [sub nom. *Ranunculo-Sietum erecto submersi sparganietosum*]
- 37 : *Callitricho hamulatae*–*Ranunculetum penicillati* Oberd. (1957) 1977 in col. 2A : Müller in Oberdorfer *et al.* 1992, tab. 18 p. 93, col. 2A [sub nom. *Ranunculo-Sietum erecto submersi potamogetonetosum*]
- 38 : *Callitricho hamulatae*–*Ranunculetum penicillati* Oberd. (1957) 1977 in col. 4Bb : Müller in Oberdorfer *et al.* 1992, tab. 18 p. 93, col. 4Bb [sub nom. *Callitrichetum hamulatae typicum*, var. à *Sparganium emersum fluitans*]
- 39 : *Callitricho hamulatae*–*Ranunculetum penicillati* Oberd. (1957) 1977 in col. 4Ba : Müller in Oberdorfer *et al.* 1992, tab. 18 p. 93, col. 4Ba [sub nom. *Ranunculo-Callitrichetum hamulatae*, var. type]
- 40 : *Callitricho-Ranunculetum penicillati* Oberd. 1977, (Dethioux & Noirfalise, 1985)
- 41 : *Callitrichetum hamulatae* Oberd. 1970, (Dethioux & Noirfalise, 1985) in Haury (1994)
- 42 : *Callitricho hamulatae* – *Ranunculetum penicillati* Oberd. (1957) 1977 in col. 4Ab : Müller in Oberdorfer *et al.* 1992, tab. 18 p. 93, col. 4Ab [sub nom. *Callitrichetum hamulatae myriophylletosum alterniflori*, var. à *Sparganium emersum fluitans*]
- 43 : *Callitricho hamulatae*–*Ranunculetum penicillati* Oberd. (1957) 1977, sous-ensemble à *Sparganium emersum*, (Haury, 1993)
- 44 : race atlantique du *Callitrichetum hamulatae* Oberd. 1970 en Limousin (Chatenet, 1999)
- 45 : *Callitricho hamulatae*–*Myriophylletum alterniflori* Steusloff 1939 em. Weber-Oldenop 1967, (Rémy, 1994)
- 46 : *Callitricho hamulatae*–*Ranunculetum penicillati* Oberd. (1957) 1977 in col. 4Aa : Müller in Oberdorfer *et al.* 1992, tab. 18 p. 93, col. 4Aa [sub nom. *Callitrichetum hamulatae myriophylletosum alterniflori*, var. type]
- 47 : *Callitricho hamulatae*–*Myriophylletum alterniflori* Steusloff 1939 em. Weber-Oldenop 1967, (Boineau, 1995)
- 48 : race subatlantique du *Callitrichetum hamulatae* Oberd. 1970 typicum, (Haury *et al.*, 1994)
- 49 : race subatlantique du *Callitrichetum hamulatae* Oberd. 1970 en Limousin (Chatenet, 1999)

ments, de fossés ou de bordures de cours d'eau oligomésotrophes à nappe circulante. Comparé à l'ensemble A, il présente une richesse supérieure en callitriche.

L'ensemble C, d'affinité nettement moins atlantique, est enrichi en héliophytes, à tendance mésooligotrophile et se retrouve au niveau des fossés à nappe circulante. Il se différencie des ensembles précédents par le remplacement de *Ranunculus penicillatus* subsp. *penicillatus* par *R. peltatus* au sein du *Callitrichetum hamulatae* Oberd. 1970.

L'ensemble D fait la transition entre les ensembles atlantiques A à C et les ensembles subatlantiques ou méditerranéens D à E. Il regroupe des syntaxons de milieux eutrophes basiphiles. *Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans*, remplace *R. peltatus* dans le *Callitrichetum hamulatae*.

Enfin, l'ensemble E, subatlantique, est composé de syntaxons oligomésotrophes à mésotrophes pauvres en espèces, du Limousin, de la Lozère, des Vosges du Nord et de Bretagne dans lesquels nous retrouvons *Ranunculus penicillatus* subsp. *penicillatus*.

Situation et caractérisation des groupements auvergnats

L'étude descriptive précédente ainsi que les comparaisons synchorologiques nous incitent à penser que notre ensemble F (en grisé dans le tableau 2), particulièrement pauvre en rapport avec le régime montagnard de ces petites rivières, se rapproche du groupement subatlantique oligomésotrophile à mésotrophile pauvre en espèces du Massif Central cristallin.

Ainsi, nous serions en présence d'une seule association, le *Callitrichetum hamulatae* Oberd. 1970, avec trois variantes dues aux facteurs principaux que sont l'ordre de drainage, la vitesse, le type d'écoulement, la granulométrie, la conductivité et l'éclairement.

Nous pouvons alors distinguer :

- une variante des parties amont à *Ranunculus peltatus* ;
- une variante des parties intermédiaires entre amont et aval à *Ranunculus penicillatus* subsp. *penicillatus* ;
- une variante des parties aval à *Ranunculus penicillatus* subsp. *pseudofluitans*.

Les espèces caractéristiques de cette association sont *Callitriche hamulata*, *Ranunculus penicillatus* et *Glyceria fluitans*.

D'un point de vue synsystématique et selon la classification du *Prodrome des végétations de France* (Bardat et al., 2004), cette association se classe dans le *Batrachion fluitantis* Neuhaüsl 1959, les *Potametalia pectinati* Koch 1926 et les *Potametea pectinati* Klika 1941.

Au niveau de la strate bryophytique, les travaux de Bardat & Hauguel (2002) et de Hübschmann (1986) nous permettent

de classer ces communautés principalement dans le *Fontinalium antipyreticae* Kaiser 1926, le *Fontinalion antipyreticae* Koch 1936, les *Leptodictyetalia riparii* Philippi 1956 et les *Plathynidio-Fontinalieta antipyreticae* Philippi 1956.

CONCLUSION

Cette étude a donc permis de mettre en évidence les différentes communautés végétales aquatiques plus ou moins rhéophiles propres aux rivières puydômoises acides à neutres et globalement oligotrophes à mésotrophes. Ces végétations apparaissent particulièrement paucispécifiques au sein du *Batrachion fluitantis* Neuhaüsl 1959 : ceci est à mettre en relation avec l'irrégularité du régime de ces rivières (Billy, 1988).

Notre recherche, à la fois synécologique et phytosociologique a permis de rattacher les phytocénoses phanérogamiques étudiées à la race subatlantique du *Callitrichetum hamulatae* Oberd. 1970. Concernant la strate bryophytique, les communautés se classent dans le *Fontinalion antipyreticae* Koch 1936.

De plus, la répartition de ces communautés traduit très nettement une zonation amont-aval avec des ensembles fontinaux, rhéophiles puis potamophiles. Il ressort de cette analyse que les facteurs discriminants de la répartition des communautés végétales aquatiques sont : l'ordre de drainage, le type d'écoulement, la vitesse du courant, le type de substrat et l'éclairement.

Enfin, le présent travail se focalise sur l'habitat d'intérêt communautaire n°3260.3 "Rivières à renoncules oligomésotrophes à mésoeutrophes, acides à neutres" (Directive européenne "Habitats" de mai 1992) (Collectif, 1999). Cet habitat n'ayant été que peu ou pas étudié dans notre région, cette étude pourrait conduire à une meilleure prise en compte de sa conservation et des biotopes correspondants.

BIBLIOGRAPHIE

- Bardat J. & Hauguel J.-C., 2002 - Synopsis bryosociologique pour la France. *Cryptogamie, Bryologie* **23** (4) : 279-343.
- Bardat J., Bioret F., Botineau M., Bouillet V., Delpech R., Géhu J.-M., Haury J., Lacoste A., Rameau J.-C., Royer J.-M., Roux G. & Touffet J., 2004 - *Prodrome des végétations de France*. Paris, Muséum National d'Histoire Naturelle, 172 p.
- Billy F., 1988 - La végétation de la Basse Auvergne. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest* N.S. Numéro spécial **9**, 416 p.
- Botineau M. & Ghestem A., 1995 - Caractérisation des communautés de macrophytes aquatiques (plantes vasculaires, bryophytes, lichens) en Limousin. Leur relation avec la qualité de l'eau. *Acta Bot. Gallica* **142** (6) : 585-594.

- Braun-Blanquet J., 1965 - *Plant sociology. The study of plant communities*. New York, Hafner Publ. Company, 439 p.
- Châtenet Ph., Botineau M., Haury J. & Ghestem A., 1997 - Zonation longitudinale et influence des pollutions ponctuelles sur les phytocénoses des cours d'eau acides à neutres du Limousin et de Bretagne. *Coll. Phytosociol.* **XXVII** : 1097-1110.
- Châtenet Ph., Botineau M., Haury J. & Ghestem A., 1999 - Les associations macrophytiques des cours d'eau limousins en tant que descripteurs du milieu. *J. Bot. Soc. Bot. France* **12** : 57-72.
- Châtenet Ph., Botineau M., Haury J. & Ghestem A., 2000 - Typologie de la végétation macrophytique des rivières et affluents de la Vienne et de la Gartempe (Limousin, France). *Acta Bot. Gallica* **147** (2) : 151-164.
- Collectif, 1999 - *Cahiers d'Habitats Natura 2000* - Tome 3 : *Habitats Humides*, La Documentation française, 191-219.
- Corley M.F.V., Crundwell A.C., Düll R., Hill M.O. & Smith A.J.E., 1981 - Mosses of Europe and the Azores, an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. *J. Bryol.* **11** : 609-689.
- Corley M.F.V. & Crundwell A.C., 1991 - Additions and amendments to the mosses of Europe and the Azores. *J. Bryol.* **16** : 337-356.
- Daniel H. & Haury J., 1996 - Écologie des macrophytes aquatiques d'une rivière armoricaine (Le Scorff, Bretagne-Sud, France), application à la bioindication. *Écologie* **27** (4) : 245-256.
- Dethioux M. & Noirfalise A., 1985 - Les groupements rhéophiles à renoncules aquatiques en moyenne et haute Belgique. *Tuexenia* **5** : 31-39.
- Dierssen K., 2001 - *Distribution, ecological amplitude and phytosociological characterization of european bryophytes*. Stuttgart, Bryophytorum bibliotheca, J. Cramer, 289 p.
- Ellenberg H., Weber H. E., Düll R., Wirth V., Werner W. & Paulissen D., 1992 - Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Ed. 2. - *Scripta. Geobot.* **18** : 1-258.
- Estienne P., 1956 - Recherches sur le climat du Massif central français. *Mémorial de la Météorologie Nationale* **43**, 242 p.
- Foucault B. de, 1986 - *La phytosociologie sigmatiste : une morphophysique*. Univ. Lille. (rapport), 147 p.
- Gillet F., Foucault B. de & Julve Ph., 1991 - La phytosociologie synusiale intégrée : objets et concepts. *Candollea* **46** : 315-340.
- Guermeur G., 2004 - *Application de l'Indice Biologique Macrophytique en Rivière sur la Sioule et ses principaux affluents*. Mém. DESS Gestion intégrée des ressources en eaux continentales, opt. Hydrobiologie, Univ. Metz & UMR INRA-Agrocampus E.Q.H.C., Rennes : 56 p. + ann.
- Haury J., 1985 - *Étude écologique des macrophytes du Scorff (Bretagne-Sud)*. Thèse Docteur-Ingénieur Écologie, Université de Rennes, 243 p.
- Haury J., 1988 - Macrophytes du Trieux (Bretagne-Nord) : les ensembles floristiques. *Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest Fr.* N.S. **10** : 135-150.
- Haury J., 1989 - Macrophytes du Trieux (Bretagne-Nord) : II - Analyse des relations espèces-milieu physique par la méthode des profils écologiques. *Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest Fr.* N.S. **11** : 193-207.
- Haury J. & Muller S., 1991 - Variations écologiques et chorologiques de la végétation macrophytique des rivières acides du Massif Armoricaire et des Vosges du Nord (France). *Rev. Sci. Eau* **4** : 463-482.
- Haury J., 1993 [*rectius* 1994]- Les associations macrophytiques vasculaires en tant que descripteurs des caractéristiques d'habitat des cours d'eau à saumons : exemple du Scorff. *Coll. Phytosociol.* **XXII** : 31-54.
- Haury J., Thiébaud G. & Muller S., 1994 [*rectius* 1995]- Les associations rhéophiles des rivières acides du Massif Armoricaire, de Lozère et des Vosges du Nord, dans un contexte ouest-européen. *Coll. Phytosociol.* **XXIII** : 145-167.
- Haury J., Jaffre M., Dutartre A., Peltre M.C., Barbe J., Trémolières M., Guerlesquin M. & Muller S., 1998 - Application de la méthode "Milieu et Végétaux aquatiques fixés" à 12 rivières françaises : typologie floristique préliminaire. *Ann. Limnol.* **34** (2) : 1-11.
- Hübschmann A. von, 1986 - *Prodromus der Moosgesellschaften Zentraleuropas*. Berlin-Stuttgart, J. Cramer, Bryophytorum Bibliotheca Band 32, 413 p.
- Kerguelen M., 1993 - *Index synonymique de la flore de France*. Paris, Collection Patrimoine naturel, Mus. Nat. d'Hist. Nat, 196 p.
- Léglize L., Peltre M.C., Decloux J.P., Duval T., Paris P. & Zunstein J.F., 1990 - Caractérisation des milieux aquatiques d'eaux courantes et végétation fixée. *A.N.N.P.P.* **III/III** (1) : 237-246.
- Malavoi J.R., 1989 - *Protocole de description des composantes morpho-dynamiques des cours d'eau à fond caillouteux*. C.E.M.A.G.R.E.F. Lyon, Lab. Hydroécol. Quant., 21 p.
- Masseboeuf F., 2005 - *L'indice Biologique Macrophytique en Rivière sur les stations de référence d'Auvergne. Application de la Directive Cadre sur l'eau*. Mémoire de Master professionnel II. Sciences de l'environnement, option "Restauration des Milieux Aquatiques Continentaux", Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand II. INRA-Agrocampus, Rennes. 43 p.
- Mignon A., 2004 - *Application de l'indice macrophytique en rivière sur la Sioule et ses principaux affluents*. D.P.U., Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, 56 p. + annexes.
- Müller T., 1962 - Die Fluthahnenfussgesellschaften unserer Fließgewässer. *Veröff. Landesstelle Naturschutz Baden-Württemberg* **30** : 152-163.
- Muller S., 1990 - Une séquence de groupements végétaux bioindicateurs d'eutrophisation croissante des cours d'eau faiblement minéralisés des Basses Vosges gréseuses du Nord. *C.R. Acad. Sci. Paris* **310** : 509-514.
- Oberdorfer E., 1992 - *Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Band: 1 Fels- und Mauergesellschaften, alpine Fluren, Wasser-, Verlandungs- und Moorgesellschaften* / Klaus Dierßen. - 3. Aufl. Fischer Verlag Jena, 314 p.

- Oberdorfer E., 2001 - *Pflanzen-soziologische Exursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete*. Stuttgart, Ulmer, 1051 p.
- Petit F. & Schumacker R., 1985 - L'utilisation des plantes aquatiques comme indicateur du type d'activité géomorphologique d'une rivière Ardennaise (Belgique). *Coll. Phytosociol.* **XIII** : 691-709.
- Rich T.C.G. & Jermy A.C., 1998 - *Plant Crib 1998*. London, Botanical Society of the British Isles, 392 p.
- Schumacker R. & Vaña J., 2000 - *Identification key to the liverworts and hornworts of Europe and Macaronesia*. Doc. Station Scient. des Hautes-Fagnes **31** : 160 p.
- Thiébaud G. & Muller S., 1998 - Les communautés de macrophytes aquatiques comme descripteurs de la qualité de l'eau : exemple de la rivière Moder (Nord-Est France). *Ann. Limnol.* **34** (2) : 141-153.