



**HAL**  
open science

## Protection et prolifération : deux notions antagonistes ? : exemple de la Renoncule peltée (*Ranunculus peltatus*) dans la réserve de biosphère Vosges du Nord-Pfälzerwald

Cendrine Garbey, Gabrielle Thiebaut, Serge Muller

### ► To cite this version:

Cendrine Garbey, Gabrielle Thiebaut, Serge Muller. Protection et prolifération : deux notions antagonistes ? : exemple de la Renoncule peltée (*Ranunculus peltatus*) dans la réserve de biosphère Vosges du Nord-Pfälzerwald. *Revue d'Écologie*, 2004, 59 (1-2), pp.135-146. hal-03530059

**HAL Id: hal-03530059**

**<https://hal.science/hal-03530059>**

Submitted on 17 Jan 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

PROTECTION ET PROLIFÉRATION : DEUX NOTIONS ANTAGONISTES ?  
EXEMPLE DE LA RENONCULE PELTÉE (*RANUNCULUS PELTATUS*)  
DANS LA RÉSERVE DE BIOSPHERE VOSGES DU NORD-PFÄLZERWALD

Cendrine GARBÉY, Gabrielle THIÉBAUT & Serge MULLER<sup>1</sup>

SUMMARY

Streams of the Northern-Vosges-Pfälzerwald Biosphere Reserve are proposed to the NATURA 2000 European network. They indeed correspond to the habitat "Floating vegetation of *Ranunculus* in highland and lowland streams". *Ranunculus peltatus* is a determinant species of this habitat and is specially present in this area. Its dynamics was studied on a 10 year-period. *R. peltatus* has only colonized two new sites. Its abundance has however increased in mesotrophic and eutrophic sites. In sites where it is present, the cover percentage of the other species of the groupment was similar for oligotrophic sites, decreased for mesotrophic sites and increased for eutrophic sites. In mesotrophic sites, several species and especially two protected ones have disappeared. Thus, the protection of this habitat may need the management of *R. peltatus*.

RÉSUMÉ

Proposés au réseau NATURA 2000, les cours d'eau de la Réserve Vosges du Nord-Pfälzerwald abritent un habitat d'intérêt communautaire « végétation flottante de Renoncules des rivières submontagnardes et planitiaires ». *Ranunculus peltatus*, espèce déterminante de cet habitat, y est particulièrement représentée. Sa dynamique a été étudiée sur une période de 10 ans. *R. peltatus* a seulement colonisé deux nouveaux sites. Cependant son abondance a augmenté dans les sites mésotrophes et eutrophes. Dans les sites à *R. peltatus*, le recouvrement des principales espèces constitutives du groupement est resté stable pour les sites oligotrophes, a augmenté pour les sites eutrophes et a régressé pour les sites mésotrophes. Dans ces derniers, plusieurs espèces dont deux de fort intérêt patrimonial ont disparu. Ainsi, la protection de l'habitat à Renoncule peltée peut nécessiter la mise en place d'un contrôle de la dynamique de cette espèce.

INTRODUCTION

En application des directives européennes « Oiseaux » (79/409/CEE) et « Habitats » (92/43/CEE), la mise en place du réseau NATURA 2000 vise à assurer le maintien ou le rétablissement dans un état de conservation favorable des habitats d'espèces de la flore et de la faune sauvage d'intérêt communautaire et des habitats naturels. L'un de ces habitats correspond aux « rivières des étages planitiaire à montagnard avec végétation du *Ranunculion fluitantis* et du *Callitricho-Batrachion* » (n° 3260). Largement réparti en France avec plus de 200 sites proposés au réseau NATURA 2000, cet habitat caractérise des eaux courantes avec une végétation dominée par des phanérogames. L'un des sites, situé dans la Réserve de

---

<sup>1</sup> Équipe de Phytoécologie, LBFE, Université de Metz, 2 avenue du Général Delestraint, F-57070 Metz. E-mail : Cendrine.Garbey@free.fr

Biosphère Vosges du Nord - Pfälzerwald, dans lequel notre étude a été réalisée, présente les caractéristiques de la variante n° 3260-3a « Rivières à renoncules oligo-mésotrophes à méso-eutrophes, acidoclines à neutres » (Thiébaud & Muller, 1999). *Ranunculus peltatus* Schrank est une espèce caractéristique et déterminante de cet habitat. Bien que rare dans certaines régions de France, elle est relativement bien présente dans la Réserve de Biosphère Vosges du Nord-Pfälzerwald (Muller, 1990 ; Thiébaud, 1997).

Peu de travaux ont été effectués sur *R. peltatus*, mais plusieurs études réalisées sur des espèces proches, *R. calcareus* et *R. fluitans*, montrent l'importance de leur rôle au sein de l'hydrosystème. La biomasse produite influe les flux globaux de ressources nutritives par l'accumulation de phosphore dans les tiges et les feuilles (Janauer, 1981 ; Dufayt & Vassel, 1998). Par ailleurs, le développement des herbiers a un fort impact sur le profil de vitesses du cours d'eau (Dawson, 1978 ; Dawson & Robinson, 1984), favorable à la création de micro-habitats. Ils représentent ainsi un élément structurant des communautés de poissons (Haury & Baglinière, 1996), de macroinvertébrés (Eichenberger & Weilenmann, 1982 ; Wright *et al.*, 2002 ; Garbey *et al.*, 2002) et de bactéries épiphytiques (Hossell & Baker, 1979).

Cependant, la Renoncule peltée présente sous certaines conditions un taux de croissance important (Garbey, 2000 ; Garbey *et al.*, 2002). En cas de prolifération, les herbiers, de par leur action sur l'hydrosystème, entraînent des dysfonctionnements du cours d'eau au niveau de son hydrodynamique. Le courant global du cours d'eau se trouve en effet fortement ralenti au niveau de la zone de prolifération et les risques de débordement des eaux sont accrus (Dawson, 1978). D'autre part, les équilibres entre les flux gazeux sont modifiés et un exemple en est l'anoxie nocturne qui en découle (Ska & Vander Borgh, 1986). La prolifération de renoncules défavorise également la croissance et la reproduction des poissons rhéophiles (Haury & Baglinière, 1996 ; Roussel *et al.*, 1998). Par ailleurs, dans certaines régions touristiques, un fort désagrément paysager peut découler de la présence de grandes biomasses en particulier en été après la floraison lorsque les herbiers dégènerent (Bernard & Fabre, 1990).

Notre étude a pour objectif, d'après des données collectées en 1990 et 2000, d'étudier la dynamique de la Renoncule peltée et de rechercher son impact éventuel sur la biodiversité végétale des cours d'eau. Nous chercherons en particulier à répondre aux questions suivantes : (i) Quelle a été la dynamique de colonisation de la Renoncule peltée au cours des 10 dernières années ? (ii) Occasionne-t-elle des déséquilibres dans les communautés végétales ? La protection de l'habitat à renoncules nécessite-t-elle la régulation de cette espèce ?

## SITE D'ÉTUDE

L'étude a été menée dans le Parc Naturel Régional des Vosges du Nord (48°46' - 49°11' N, 07°17' - 7°55' E), devenu réserve de biosphère transfrontalière en 1998. La zone étudiée fait partie d'un massif gréseux situé entre 200 et 580 m d'altitude. La pluviométrie moyenne annuelle est de 950 mm et la température moyenne annuelle de 8,7 °C. Couvrant une superficie de 621 km<sup>2</sup>, le bassin versant de la Haute-Moder, très ramifié, est constitué par le réseau hydrographique du Schwartzbach, du Falkensteinbach, de la Zinsel du Nord, du Rothbach, de la Moder et du Mittelbach. Ces cours d'eau sont caractérisés par une eau peu minéralisée, une largeur moyenne de 1 à 6 m, un substrat sableux et une profondeur moyenne de 30 à 40 cm.

Les communautés végétales appartiennent au *Callitrichetum hamulatae* (Muller, 1990 ; Thiébaud, 1997). D'après des études antérieures, nous avons sélectionné 30 sites dont les caractéristiques physiques et physico-chimiques répondent aux exigences écologiques de *R. peltatus* (Muller, 1990 ; Thiébaud & Muller, 1999). Ils sont répartis sur l'ensemble du bassin versant de la Haute-Moder.

## MÉTHODES

Afin de caractériser l'évolution floristique sur ces 30 sites, des relevés phytosociologiques ont été effectués en 1990 (Muller, 1990) et en 2000. Des coefficients d'abondance-dominance ont été attribués aux espèces selon la méthode de Braun-Blanquet (1932).

Parallèlement à ces études phytosociologiques, un suivi physico-chimique a été effectué en 1990 et en 2000. 500 ml d'eau ont été prélevés dans le courant pour chaque site. Le Titre Alcalimétrique Complet (TAC ; NF T 90-035, AFNOR, 1986), la conductivité (C), le pH ont été mesurés moins de 24 h après le prélèvement. Les orthophosphates ( $P-PO_4^{3-}$ ) et l'ammonium ( $N-NH_4^+$ ) ont par ailleurs été dosés par spectrophotométrie (NF T 90-023, NF T 90-015, AFNOR, 1986). D'après des classifications antérieures (Thiébaud, 1997), les stations sont considérées comme oligotrophes pour  $P-PO_4^{3-} < 25\mu g/l$  et  $N-NH_4^+ < 40\mu g/l$ , mésotrophes pour  $P-PO_4^{3-} = 25-60\mu g/l$  et  $N-NH_4^+ = 40-80\mu g/l$  et eutrophes pour  $P-PO_4^{3-} > 60\mu g/l$  et  $N-NH_4^+ > 80\mu g/l$ .

Afin de traiter les résultats obtenus, deux types d'outils statistiques ont été utilisés. D'une part des analyses multivariées de type analyse en composantes principales (ACP) ont permis de représenter les tendances globales de répartition des sites sélectionnés en fonction de leurs caractéristiques physico-chimiques ou de leur composition floristique. D'autre part, des analyses de variance de type ANOVA et tests non paramétriques de Mann-Whitney ont permis de tester l'effet année.

## RÉSULTATS

### ÉVOLUTION DES CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES 30 STATIONS EN 10 ANS

Les stations étudiées sont réparties d'après leurs caractéristiques physico-chimiques en 11 stations oligotrophes (en 2000,  $P-PO_4^{3-} = 24 \pm 22 \mu g/l$  ;  $N-NH_4^+ = 34 \pm 12 \mu g/l$ ), 11 stations mésotrophes (en 2000,  $P-PO_4^{3-} = 55 \pm 48 \mu g/l$  ;  $N-NH_4^+ = 53 \pm 36 \mu g/l$ ) et 8 stations eutrophes (en 2000,  $P-PO_4^{3-} = 104 \pm 84 \mu g/l$  ;  $N-NH_4^+ = 81 \pm 34 \mu g/l$ ) ( $p < 0,01$ ).

Une ACP a été réalisée à partir des caractéristiques chimiques de ces stations en 1990 et 2000 (Fig. 1). Le premier plan factoriel expliquant plus de 85 % de la variabilité est le seul représenté ici. D'après le cercle de corrélation correspondant, l'axe 1 est caractérisé par les variables pH, TAC, Conductivité et  $P-PO_4^{3-}$  tandis que l'axe 2 est caractérisé par  $N-NH_4^+$  (Fig. 1a). Pour chaque site, l'évolution entre 1990 et 2000 est marquée par la longueur du segment passant par les projections correspondant aux données de 1990 et de 2000. Plus ce segment est long, plus les

caractéristiques de la station ont évolué en 10 ans. Seules les caractéristiques physico-chimiques de quatre stations ont significativement évolué entre 1990 et 2000 : les stations notées 20, 26 et 27 ont évolué en terme de trophie tandis que la station 5 a évolué en terme de minéralisation (Fig. 1b). Il n'y a globalement pas de changement significatif des caractéristiques trophiques des autres stations entre 1990 et 2000 ( $p > 0.1$ ).

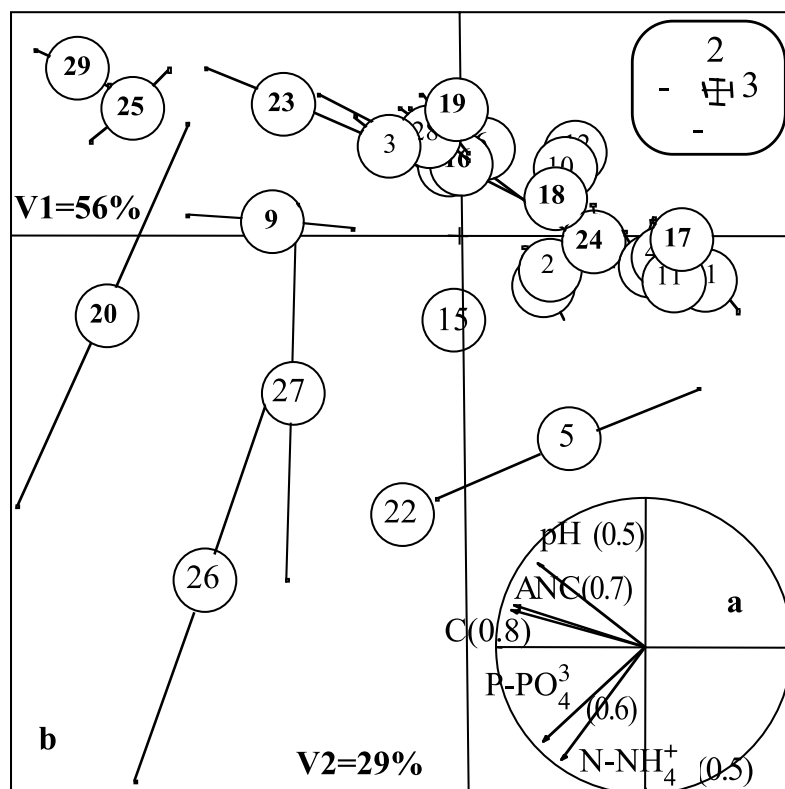


Figure 1. — ACP réalisée sur les caractéristiques physico-chimiques des 30 sites. a, cercle des corrélations. b, plan factoriel des correspondances. Le centre de gravité des projections correspondant aux analyses en 1990 et 2000 est représenté par un cercle pour chaque station. En gras sont identifiées les stations où la Renoncule peltée est présente.

#### ÉVOLUTION DE LA COMPOSITION FLORISTIQUE GLOBALE SUR L'ENSEMBLE DES STATIONS

L'évolution de la composition floristique globale a été illustrée par une ACP réalisée en abondance-dominance sur l'ensemble des relevés (Fig. 2). 28,5 % de la variabilité est expliquée par les deux premiers axes qui sont ici les seuls représentés. D'après le plan factoriel, il n'y a pas de modification dans la composition et l'abondance des espèces pour les sites oligotrophes et mésotrophes. Pour les stations eutrophes, l'abondance et la composition spécifique des relevés réalisés en 2000

différent de celles de 1990. Cette différence est due à l'augmentation du recouvrement des espèces constitutives du groupement.

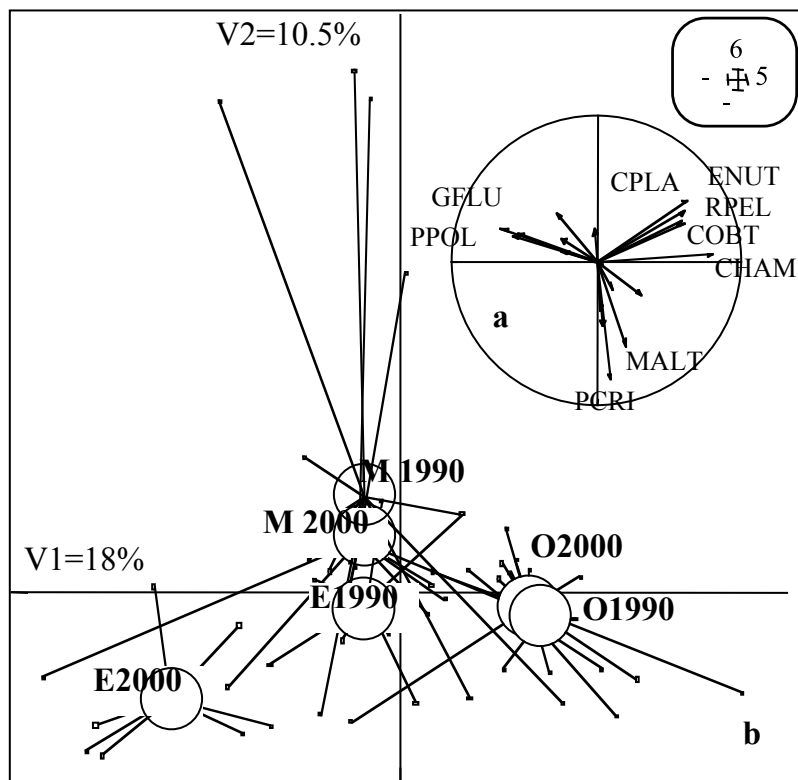


Figure 2. — ACP réalisée en abondance-dominance sur les relevés de l'ensemble des stations. a, cercle des corrélations. b, plan factoriel. Les projections ont été regroupées d'après les niveaux trophiques et les années. O1990 : sites oligotrophes en 1990, O2000 : sites oligotrophes en 2000, M1990 : sites mésotrophes en 1990, M2000 sites mésotrophes en 2000, E1990 : sites eutrophes en 1990, E2000 : sites eutrophes en 2000. Seules les phanérogames ont été prises en compte. Légendes pour les espèces végétales : CHAM : *Callitriche hamulata*, COBT : *C. obtusangula*, CPLA : *C. platycarpa*, ENUT : *Elodea nuttallii*, GFLU : *Glyceria fluitans*, MALT : *Myriophyllum alterniflorum*, PCRI : *Potamogeton crispus*, PPOL : *Potamogeton polygonifolius*, RPELT : *Ranunculus peltatus*, SEME : *Sparganium emersum*.

#### COLONISATION DE LA RENONCULE PELTÉE

*R. peltatus* est présent respectivement dans 36,7 % et 40 % des sites en 1990 et 2000. Toutefois il est apparu dans deux nouvelles stations et disparu d'un site en 2000. Il est présent dans un nombre relativement similaire de sites oligotrophes, mésotrophes et eutrophes (Fig. 3a). Cependant l'évolution de son recouvrement moyen dépend de la trophie du milieu. Il a significativement augmenté en 10 ans pour les sites mésotrophes et eutrophes (Test de Mann-Whitney,  $p < 0.1$ ) contrairement aux sites oligotrophes (Test de Mann-Whitney,  $p > 0.1$ ) (Fig. 3b).

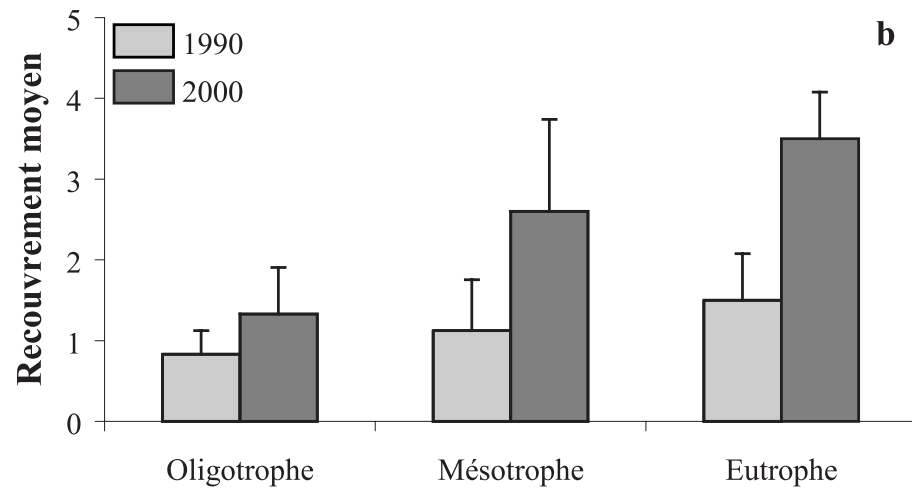
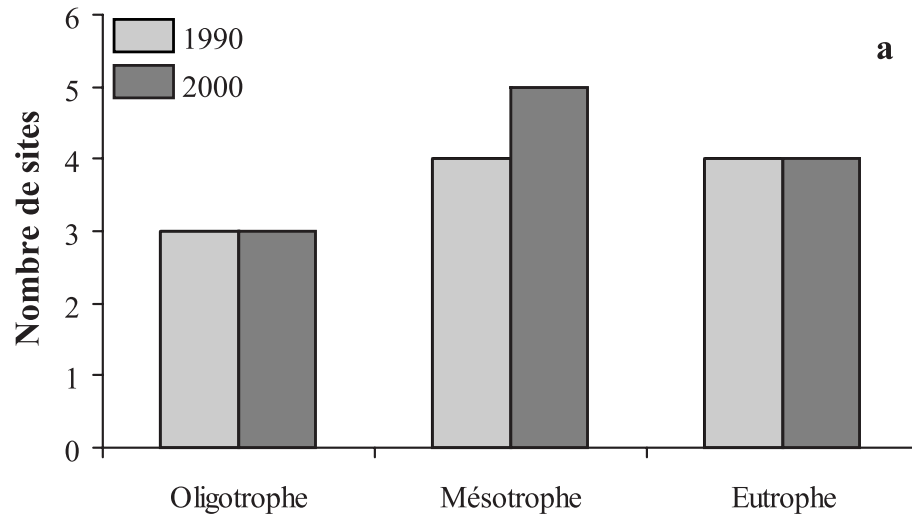


Figure 3. — Évolution de l'abondance de *R. peltatus* en fonction du niveau trophique entre 1990 et 2000. a, nombre de sites colonisés. b, recouvrement moyen par site.

ÉVOLUTION DE L'ABONDANCE DES AUTRES ESPÈCES DANS LES SITES À RENONCULE PELTÉE

La dynamique des autres espèces dans les sites à *R. peltatus* est illustrée par une ACP effectuée sur les relevés floristiques des stations où *R. peltatus* a été présent en 1990, en 2000 ou dans les deux années (Fig. 4). 38 % de la variabilité observée sont expliqués par le premier plan factoriel qui sera ainsi le seul présenté ici. L'axe 1 est caractérisé par *R. peltatus*, *C. obtusangula*, *E. nuttallii*, *C. hamulata*, *C. platycarpa* qui s'opposent à *G. fluitans* et *P. polygonifolius* (Fig. 4a). Il représente les différents groupements trouvés suivant la trophie. L'axe 2 est caractérisé par *S. emersum* (Fig. 4a). L'évolution de la composition floristique et de l'abondance des autres espèces dans les stations à *R. peltatus* varie en fonction du niveau trophique de la station (Fig. 4b). En effet :

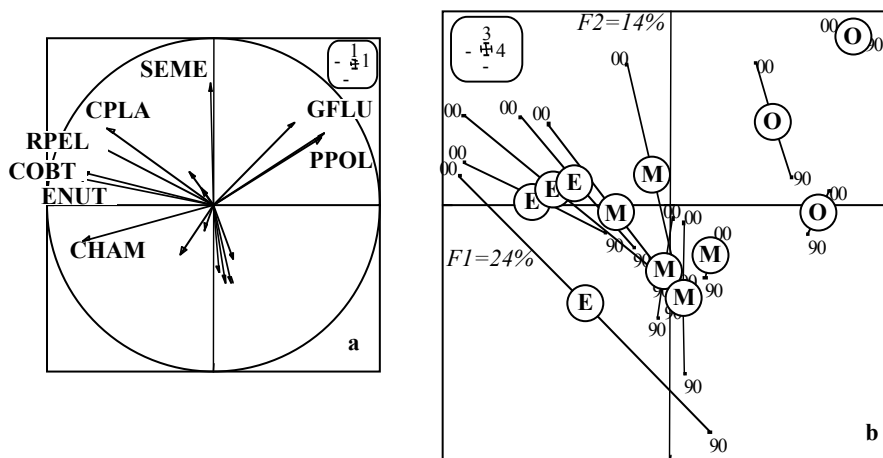


Figure 4. — ACP en abondance-dominance réalisée sur les relevés des 12 sites à *R. peltatus*, a : cercle de corrélation correspondant aux axes 1 et 2. b : plan factoriel F1\*F2 (90 : relevés effectués en 1990, 00 : relevés effectués en 2000 ; O: oligotrophe, M : mésotrophe, E: eutrophe). Mêmes légendes que Fig. 3.

- (i) pour les sites oligotrophes, la végétation est restée relativement similaire ;
- (ii) pour les sites mésotrophes, certaines stations présentent une assez grande différence entre 1990 et 2000. Cette différence s'explique par la disparition d'espèces telles que *M. alterniflorum* et *P. polygonifolius* (espèces rares et protégées localement) sur deux sites, d'*E. canadensis* (espèce naturalisée) et de *P. berchtoldii*. Par ailleurs, l'abondance de *C. platycarpa* et *C. hamulata* a diminué (Tab. I) ;
- (iii) Pour les sites eutrophes, l'évolution entre 1990 et 2000 est la plus importante. Si la composition floristique est restée identique, l'abondance de *C. platycarpa*, *C. hamulata*, *C. obtusangula* et *E. nuttallii* a augmenté (Tab. I).



TABLEAU I

Relevés phytosociologiques des stations à *Ranunculus peltatus* en 1990 et 2000.  
 (\*): 90 : relevés effectués en 1990; 00 : relevés effectués en 2000

|                          | Stations oligotrophes |    |    |    |    |    |    |    | Stations mésotrophes |    |    |    |    |    |    |    | Stations eutrophes |    |    |    |    |    |    |    |   |   |
|--------------------------|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----------------------|----|----|----|----|----|----|----|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|---|---|
|                          | 90                    | 00 | 90 | 00 | 90 | 00 | 90 | 00 | 90                   | 00 | 90 | 00 | 90 | 00 | 90 | 00 | 90                 | 00 | 90 | 00 | 90 | 00 | 90 | 00 |   |   |
| <i>B. erecta</i>         |                       |    |    |    | 2  | 1  |    |    | +                    | 2  |    |    |    |    | 2  |    | 2                  | +  |    |    |    |    |    |    |   |   |
| <i>C. hamulata</i>       | +                     |    |    |    | +  | +  |    |    | 1                    |    | 1  |    | 2  | 1  | 1  | 2  | 2                  | 1  | 2  | 2  | 3  | 1  | 2  | 1  | 2 |   |
| <i>C. obtusangula</i>    |                       |    |    |    |    |    |    |    |                      |    |    |    |    |    |    |    |                    | 1  | 2  | 1  | 3  | 1  | 3  |    | 4 |   |
| <i>C. platycarpa</i>     | 1                     | 2  | 2  | 2  | 2  | +  | +  | 1  | 2                    | 2  | 3  | 2  | 1  | +  | 1  | 3  | +                  | 1  | 1  | 3  | 2  | 3  | 1  | 3  | 1 | 3 |
| <i>C. stagnalis</i>      |                       |    |    |    |    |    | 2  |    |                      |    |    |    |    |    |    |    |                    |    |    |    |    |    |    | +  |   |   |
| <i>E. canadensis</i>     |                       |    |    |    |    |    |    |    | 2                    |    | 1  | +  | +  |    |    |    | +                  |    |    |    |    |    | +  |    | 1 |   |
| <i>E. nuttallii</i>      |                       |    |    |    |    |    |    |    |                      | 1  |    |    |    |    | 2  | 3  |                    | 1  | 2  | 2  | 3  | 1  | 3  | 1  | 2 |   |
| <i>G. fluitans</i>       |                       | +  | 2  | 1  |    |    | 1  | 1  |                      |    |    |    |    |    |    |    | +                  |    |    |    |    |    |    |    |   |   |
| <i>L. minor</i>          |                       |    |    | 1  | 1  | 1  | 1  |    | +                    | 2  |    | +  |    |    |    |    |                    |    |    | 1  | +  | 1  |    | +  |   |   |
| <i>M. alterniflorum</i>  |                       |    |    |    |    |    |    |    |                      |    |    | 1  |    | +  |    |    |                    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |
| <i>N. officinale</i>     | +                     |    |    |    | 1  | 1  |    |    |                      |    | +  |    |    |    |    |    |                    |    |    |    |    | 1  |    | 1  |   |   |
| <i>O. fluviatile</i>     | +                     |    |    |    |    |    |    |    |                      |    |    |    |    |    |    |    | +                  | +  | +  |    |    |    |    |    |   |   |
| <i>P. berchtoldii</i>    |                       |    |    |    |    |    |    |    | +                    |    |    |    |    |    |    |    |                    | 1  |    |    |    |    |    |    |   |   |
| <i>P. polygonifolius</i> | 3                     | 2  | 1  | 2  | 2  | 2  | 1  | 2  | +                    |    |    |    |    |    |    |    |                    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |
| <i>P. variifolius</i>    |                       |    |    |    |    | 1  |    |    |                      |    |    |    |    |    |    |    | +                  |    |    |    |    |    |    |    |   |   |
| <i>R. peltatus</i>       | +                     | 2  | 1  |    | 1  | 2  | 1  |    | +                    | 4  | 2  | 3  | 1  | 3  |    | 2  | 1                  | 1  | 2  | 3  | 1  | 3  | 2  | 4  | 1 | 4 |
| <i>S. emersum</i>        | 1                     | 2  | 1  |    |    |    |    |    | +                    | 2  |    |    |    | +  |    | 1  |                    |    | 1  | +  | +  | 1  | 1  |    |   |   |
| <i>S. erectum</i>        |                       |    | 1  |    | +  | 2  |    |    |                      |    |    |    |    |    |    |    |                    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |

## DISCUSSION

Les caractéristiques chimiques des sites n'ayant pas significativement changé, les modifications de composition floristique observées ne peuvent pas être expliquées par un changement de qualité des cours d'eau. En effet, les cours d'eau étudiés ne subissent qu'une faible pression humaine car ils correspondent à des secteurs très en amont. Cependant, si les paramètres physico-chimiques de l'eau sont primordiaux dans la distribution et l'abondance des macrophytes aquatiques en eau courante (Westlake, 1973 ; Carbiener *et al.*, 1990 ; Thiébaud & Muller, 1999), les paramètres physiques tels que l'éclairement du lit, la profondeur, la nature du substrat ou la vitesse de courant sont également à prendre en compte pour expliquer le développement de la renoncule (Boeger, 1992 ; Dawson, 1978; Garbey *et al.*, sous presse). La réserve Vosges du Nord-Pfälzerwald subit depuis quelques dizaines d'années un phénomène d'ensablement qui peut avoir contribué à la modification de la profondeur moyenne des cours d'eau. Par ailleurs, le défrichement des berges

et la coupe de la ripisylve ont été pratiqués, ce qui peut avoir augmenté l'ensoleillement du lit mineur. L'évolution globale observée ne pourrait cependant être expliquée totalement par une modification des paramètres physiques.

La colonisation d'une plante aquatique a lieu à deux échelles : une colonisation locale par l'intermédiaire de stolons, rhizomes, etc. et une colonisation à plus longue distance par l'intermédiaire de boutures ou de graines. Sur une période de 10 ans, le développement d'herbiers denses à *R. peltatus* a été rapide. *R. peltatus*, comme d'autres renoncules, est en effet caractérisée par un taux de croissance très important, en particulier pendant l'été. *R. peltatus* double par exemple sa biomasse en deux semaines pendant la période estivale (Eichenberger & Weilenmann, 1982). De par sa grande plasticité (Cook, 1966 ; Garbey, 2000), cette espèce s'adapte et utilise au mieux les ressources du milieu (Dawson, 1976 ; Garbey, 2000). Elle est également caractérisée par un fort pouvoir d'accumulation du phosphore (Thiébaud, 1997) ce qui lui permet, même en milieu oligotrophe, de soutenir une croissance rapide et importante.

Nos résultats montrent une colonisation sur de longues distances relativement faible pour la Renoncule peltée qui possède pourtant des capacités importantes de dissémination tant de manière végétative que sexuée. En effet, après la floraison, les tiges deviennent cassantes et se fractionnent ce qui permet la dispersion de nombreux fragments végétatifs capables de se transplanter en aval (Cook, 1966). De plus, les fleurs de renoncules ont un fort potentiel productif de graines à long pouvoir germinatif (Décamps, 1985). Cependant la colonisation à longue distance est très aléatoire puisque l'eau est le principal facteur de dissémination des propagules pour les macrophytes aquatiques. Le succès de cette dissémination nécessite par ailleurs des conditions favorables pour le développement des nouvelles plantules. Une des hypothèses explicatives possibles serait que les possibilités de colonisation en aval sont favorisées par la présence d'herbiers importants localisés en amont dont le développement s'effectue en l'espace de 10 ans. Cela tendrait alors à supposer que la colonisation sur de longues distances est un processus long s'effectuant sur plusieurs dizaines d'années.

Les conséquences du développement de *R. peltatus* sur la composition floristique globale dépendent du niveau trophique des stations. En milieu oligotrophe, aucune prolifération n'est observée ce qui peut être relié aux conditions de stress caractérisant ces stations. Ce sont en effet des sites très pauvres en nutriments et sujets à des problèmes d'acidification (Thiébaud, 1997).

En milieu eutrophe, en 10 ans les abondances des principales espèces présentes, à savoir, les callitriches et *E. nuttallii*, ont augmenté. Ces résultats s'expliquent à la fois par la phénologie et les stratégies biologiques de ces espèces. En effet, les callitriches ont un cycle de vie plus tardif que *R. peltatus* leur permettant de se développer de façon optimale lors de la sénescence de *R. peltatus* à la fin de l'été, la remplaçant rapidement. *E. nuttallii* présente également de très grandes capacités de croissance (Eugelink, 1998) ainsi qu'un mécanisme photosynthétique extrêmement efficace qui lui permet de croître dans une faible intensité lumineuse (Madsen & Sand-Jensen, 1994). Par ailleurs, la production de biomasse par les herbiers de Renoncule peltée crée des zones de courant calmes favorables au développement de *E. nuttallii* (Cook & Urmi-köning, 1985) ainsi qu'à celui de certaines espèces de callitriches comme *C. obtusangula* (Thiébaud, 1997). Bien qu'ayant un fort recouvrement, *R. peltatus* ne freine pas le développement des callitriches et des élodées car ces dernières développent des stratégies adaptées permettant une optimisation et un partage de l'espace disponible.

Les milieux mésotrophes sont des zones de transition qui permettent la coexistence d'espèces compétitives et d'espèces peu compétitives. *P. polygonifolius* et *M. alterniflorum* ne sont pas des espèces compétitives mais plutôt tolérantes au stress selon la classification de Grime (1988). Or, *R. peltatus* peut se développer rapidement lorsque les conditions environnementales sont favorables, en particulier, lorsque l'éclairement est suffisant et la profondeur peu élevée (Garbey *et al.*, sous presse), ce qui pourrait expliquer leur disparition.

## CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

L'accroissement de l'abondance de *R. peltatus* tendrait localement à causer la régression voire la disparition de certaines espèces protégées au niveau régional dans les milieux mésotrophes. Ce problème reste cependant marginal si l'on considère l'ensemble de la zone. La protection de l'habitat à renoncules prévue par la directive habitat pourrait ainsi nécessiter localement la mise en place d'une politique de gestion adaptée. Pour ce faire, il serait nécessaire :

### (1) d'évaluer l'état de conservation de l'habitat à renoncules

L'état de conservation à privilégier, mentionné dans les cahiers d'habitats, correspond à des phytocénoses pluri-stratifiées avec des renoncules et des callitriches en strate dominante et des Bryophytes en strate dominée. Cet habitat de référence peut être modulé en fonction des caractéristiques locales de l'habitat. Dans la réserve Vosges du Nord-Pfälzerwald, il semblerait par exemple intéressant de privilégier les sites mésotrophes où sont présentes des espèces de fort intérêt patrimonial. La stabilité de ces phytocénoses doit cependant être surveillée et les facteurs perturbant leur équilibre identifiés.

### (2) de comprendre les mécanismes responsables de la prolifération de la Renoncule peltée dans certaines régions

La grande plasticité de *R. peltatus* peut expliquer son caractère proliférant (Garbey, 2000). Les relations entre le milieu et cette plasticité ne sont cependant pas encore clairement définies et il serait nécessaire d'étudier l'influence de chaque paramètre environnemental sur la croissance de *R. peltatus*. Actuellement, une étude en conditions semi-contrôlées est en cours. Elle cherche à mettre en évidence la relation entre des paramètres physiques et les traits morphologiques de cette espèce. La profondeur, la vitesse de courant et la lumière semblent influencer de façon importante sur la morphologie de *R. peltatus* en fonction de son cycle de développement (Garbey *et al.*, sous presse). Outre la plasticité de *R. peltatus*, son mode de nutrition peut également jouer un rôle déterminant dans sa croissance.

### (3) d'acquérir des connaissances sur des méthodes éventuelles de gestion permettant d'atteindre les objectifs de NATURA 2000

Bien qu'ambitieux, cet objectif permettrait de développer des outils de prédiction des phénomènes de prolifération, mais aussi des méthodes de gestion appropriées. Ces dernières doivent être capables de réguler sélectivement *R. peltatus* tout en respectant les équilibres écologiques avec les autres compartiments biologiques de l'hydrosystème : poissons, macroinvertébrés, etc. Une attention toute particu-

lière doit également être accordée aux relations de compétition entre plantes. Les équilibres entre espèces sont en effet souvent menacés par des paramètres favorisant la prolifération d'espèces compétitives, mais également l'introduction d'espèces exotiques dont la progression n'est pas freinée naturellement par des prédateurs. *E. nuttallii*, signalée depuis 1979 (Engel *et al.*, 1979) dans la réserve de Biosphère Vosges du Nord-Pfälzerwald en est un exemple (Thiébaud *et al.*, 1997).

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier C. Jager, J.F. Mony et M.-P. Vécrin pour leurs multiples conseils et critiques lors de l'élaboration de ce manuscrit.

## RÉFÉRENCES

- AFNOR (1986). — *Eaux. Méthodes d'essai*. AFNOR Paris.
- BERNARD, C. & FABRE, G. (1990). — *Ranunculus peltatus* Schrank dans les gorges du Tarn. *Le monde des plantes*, 437: 21-22.
- BOEGER, R. (1992). — The influence of substratum and water velocity of growth of *Ranunculus aquatilis* L. *Aquat. Bot.*, 42: 351-359.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1932). — *Plant sociology: the study of plant communities*. Transl. G.D. Fuller & H.S. Conard. McGraw Hill Book Co., New York.
- CARBIENER, R., TREMOLIÈRES, M., MERCIER, J.L. & ORTSCHHEIT, A. (1990). — Aquatic macrophyte communities as bioindicators of eutrophication in calcareous oligosaprobe stream waters (Upper Rhine plain, Alsace). *Vegetatio*, 86: 71-88.
- COOK, C.D.K. (1966). — A monographic study of *Ranunculus* subgenus *Batrachium* (D. C.) A. Gray. *Mitt. Bot.*, 6: 47-237.
- COOK, C.D.K. & URMI-KÖNING, K. (1985). — A revision of the genus *Elodea* (Hydrocharitaceae). *Aquat. Bot.*, 21: 111-156.
- DAWSON, F.H. (1976). — The annual production of aquatic macrophyte *Ranunculus penicillatus* var. *calcareus* (R. W. Butcher) C.D.K. Cook. *Aquat. Bot.*, 2: 51-73.
- DAWSON, F.H. (1978). — The seasonal effects of aquatic plant growth on the flow of water in a stream. *Proc. Eur. Weed Res. Soc. Symp. Aquatic Weeds*, 5: 71-78.
- DAWSON, F.H. & ROBINSON, W.N. (1984). — Submerged macrophytes and the hydraulic roughness of a lowland chalkstream. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 22: 1944-1948.
- DÉCAMPS, O. (1985). — Germination et croissance de deux Renoncules aquatiques. *Annls Limnol.*, 21: 13-18.
- DUFAYT, O. & VASEL, J.L. (1998). — *Ranunculus fluitans* biomass estimation in the Semois. *Proc. Eur. Weed Res. Soc. Symp. Aquatic Weeds*, 10: 85-87.
- EICHENBERGER, E. & WEILENMANN, H.U. (1982). — The growth of *Ranunculus fluitans* Lam. in artificial canals. Pp. 324-332, in: J.J. Symoens, S.S. Hooper & P. Compère (eds). *Studies on Aquatic Vascular Plants*. Royal Botanical Society of Belgium, Brussels.
- ENGEL, R., MULLER, S. & WOLFF, P. (1979). — Contribution à l'étude de la flore des Vosges du Nord. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de la Moselle*, 42: 105-111.
- EUGELINK, A.H. (1998). — Phosphorus uptake and active growth of *Elodea canadensis* Michx. and *Elodea nuttallii* (Planch.) St John. *Water Sci. Tech.*, 37: 59-65.
- GARBAY, C. (2000). — *Les proliférations de Renoncule peltée dans le Massif vosgien : répartition, biomasse et traits biologiques de l'espèce*. DEA Sciences Agronomiques, Université de Metz, France.
- GARBAY, C., THIÉBAUD, G. & MULLER, S. (2003). — Study in semi-controlled conditions of the impact of four environmental parameters on the growth of *Ranunculus peltatus*: first results. *Proc. Eur. Weed Res. Soc. Symp. Aquatic Weeds*, 11 : 135-138.

- GRIME, J.P., HODGSON, J.G. & HUNT, R. (1988). — *Comparative plant ecology: a functional approach to common British species*. Chapman & Hall.
- HAURY, J. & BAGLINIÈRE, J.L. (1996). — Les macrophytes, facteurs structurant de l'habitat piscicole en rivière à Salmonidae. Etude de microrépartition sur un secteur végétalisé du Scorff (Bretagne-Sud). *Cybium*, 20 Suppl.: 111-127.
- HOSSELL, J.C. & BAKER, J.H. (1979). — Epiphytic bacteria of the freshwater plant *Ranunculus penicillatus*: enumeration, distribution and identification. *Arch. Hydrobiol.*, 86: 322-337.
- JANAUER, G.A. (1981). — The distribution of organic and mineral components in leaves and stems of *Ranunculus fluitans* Lam. *Hydrobiologia*, 80: 193-204.
- MADSEN, J.D. & SAND-JENSEN, K. (1994). — The interactive effects of light and inorganic carbon on aquatic plant growth. *Plant Cell. Environ.*, 17: 955-962.
- 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.
- ROUSSEL, J.M., BARDONNET, A., HAURY, J., BAGLINIÈRE, J.L. & PRÉVOST, E. (1998). — Végétation aquatique et peuplement pisciaire : approche expérimentale de l'enlèvement des macrophytes dans les radiers d'un cours d'eau breton. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 350-351: 693-709.
- SKA, B. & VAN DER BORGHT, P. (1986). — The problem of *Ranunculus* development in the river Semois. *Proc. Eur. Weed Res. Soc. Symp. Aquatic Weeds*, 7: 307-314.
- THIÉBAUT, G. (1997). — *Effets des perturbations liées à l'eutrophisation et l'acidification des cours d'eau des Vosges du Nord sur les phytocénoses aquatiques. Approche spatio-temporelle et expérimentale*. Thèse de Doctorat de l'Université de Metz.
- THIÉBAUT, G., ROLLAND, T., ROBACH, F., TRÉMOLIÈRES, M. & MULLER, S. (1997). — Quelques conséquences de l'introduction de deux espèces de macrophytes, *Elodea canadensis* Michaux et *Elodea nuttallii* St. John, dans les écosystèmes aquatiques continentaux: exemple de la Plaine d'Alsace et des Vosges du Nord (Nord-Est de la France). *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 344/345: 441-452.
- THIÉBAUT, G. & MULLER, S. (1999). — A macrophyte communities sequence as an indicator of eutrophication and acidification levels in weakly mineralised streams in north-eastern France. *Hydrobiologia*, 410: 17-24.
- WESTLAKE D. F. (1973). — Aquatic macrophytes in rivers. A review. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 20: 31-40.
- WRIGHT, J.F., GUNN, R.J.M., WINDER, J.M., WIGGERS, R., VOWLES, K., CLARKE, R.T. & HARRIS, I. (2002). — A comparison of the macrophyte cover and macroinvertebrate fauna at three sites on the River Kennet in the mid 1970s and late 1990s. *The Science of the Total Environment*, 282-283: 121-142.