

Chapitre VII RESULTATS ET DISCUSSION

I. CARACTERISTIQUES BIOLOGIQUES

En Brenne, la plante peut atteindre 10 décimètres de haut. Elle est parfois soumise à des variations hydriques importantes, consécutives à l'évaporation naturelle de l'eau en été : l'espèce s'adapte à la baisse de niveau d'eau jusqu'à l'exondation en adoptant un port prostré (hauteur inférieure à 20 cm, figure 37). Cette plasticité morphologique a également été notée par de nombreux auteurs dont Daudon (1997a) et Pinet (comm. pers.) qui mentionnent la plante parfois en condition d'« assec » ou « sur la vase humide », en Brenne.



Fig. 37- *Caldesia parnassifolia*
en situation d'exondation (15
à 20 cm de hauteur)

D'après Chaïb (1992), le passage du milieu aquatique au milieu aérien pour les plantes aquatiques en général, avec l'apparition de nouvelles feuilles particulières, se traduit notamment par la diminution de la dimension des feuilles et des entre-nœuds, l'apparition des stomates pour une absorption du gaz carbonique, le remplacement d'un aérénchyme par des cuticules et tissus de soutien, l'augmentation de la nutrition minérale racinaire et la diminution de l'absorption directe par les tiges ou les feuilles. Ces transformations rapides sont liées à la production d'éthylène agissant sur le système hormonal de la plante (Ridge 1987). Des processus contraires se déclenchent dans le cas d'un passage inverse. Notons que, concernant *Caldesia parnassifolia*, le passage d'un milieu à l'autre n'implique pas de variations de la dimension des entre-nœuds étant donné que ceux-ci sont nuls : les feuilles sont en rosette (figures 32 et 37).

Caldesia parnassifolia apparaît au début du printemps sous l'aspect d'une plante aux feuilles immergées et rubanées (3 à 30 cm de long et 1 à 5 mm de large) (Hegi 1981, Hess *et al.* 1967). À partir du mois de mai, des feuilles vertes au limbe ovale d'environ 1 cm de long sur à peine 0,5 cm de large, ont été observées au cours de cette étude, flottant à la surface de l'eau en compagnie de feuilles cordiformes. Durant l'été, les observations de terrain ont montré que les limbes atteignent 11 cm de long et 9 cm de large. Plus précisément, des mesures aléatoires de la dimension de limbes effectuées sur 40 individus en Brenne ont permis de calculer la moyenne et l'écart-type de sa longueur (respectivement 5 et 2,8 cm) et de sa largeur maximale (3,8 et 2,3 cm). Une relation a pu être établie entre la largeur et la longueur des limbes de *Caldesia parnassifolia* (figure 38).

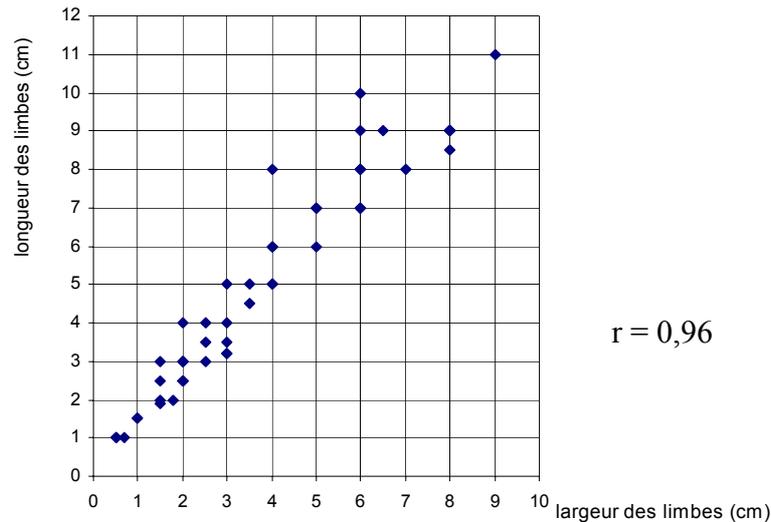


Fig. 38- Relation linéaire entre la largeur et la longueur des limbes de *Caldesia parnassifolia* mesurées en Brenne (50 limbes mesurés de manière aléatoire parmi 40 individus, de juillet à octobre 1998, variation de la hauteur d'eau de 0 à 50 cm, plantes fertiles ou non)

La couleur du limbe peut virer du vert-bronze au rouge-foncé lorsque la plante est en situation bien ensoleillée, ce qui a aussi été observé par Daudon (1997a). Oberdorfer (1949) et Ellenberg (1991) signalent d'ailleurs que *Caldesia parnassifolia* est une espèce de lumière (valeur de 7 sur une échelle de 1 à 9 correspondant à une indication de grande ombre jusqu'à la pleine lumière), indicatrice de chaleur en Allemagne (valeur de 7 sur une échelle de 1 à 9 correspondant à une indication de froid (étage alpin et nival) jusqu'à la grande chaleur (méditerranée)).

Notons que lors de cette étude, certains limbes minés (comme « vermoulus ») par un insecte phytophage ont été observés, ce que confirme Pinet (comm. pers.) tandis que Galtier *et al.* (2000) indiquent que certains individus du département de la Loire souffrent d'une attaque de pucerons.

En Brenne, la plante fleurit et fructifie de mi-juillet à septembre et seuls les turions subsistent à partir du mois de novembre.

D'après la méthode d'évaluation de la fréquence par estimation visuelle (Chicouène 1999), les populations de *Caldesia parnassifolia* observées en Brenne peuvent parfois recouvrir jusqu'à 90 m² sur un échantillon de 100 m².

Les effectifs sont très variables d'un étang à l'autre (de 1 à près de 1500 individus), mais, dans la majorité des cas, les populations sont inférieures à la cinquantaine d'individus pour un même étang. Les individus observés sont répartis le long des bordures d'étangs sans former des populations bien distinctes. D'ailleurs, Rallet indiquait en 1935 que l'espèce est "généralement disséminée, formant cependant un peuplement très dense à l'Etang des Dames".

II. STRATEGIES DE REPRODUCTION

Réalisée par D. Chicouène, une observation détaillée d'individus de *Caldesia parnassifolia* de la Brenne en septembre 2000 a permis de confirmer l'absence de rhizome (dans le sens de tige plagiotrope souterraine) auparavant constatée par Franchet (1885), Coste (1906), Guinochet & de Vilmorin (1978) et Danton & Baffray (1995). Le système racinaire est typique des plantes sans cambium, à ontogénèse monopodiale. Les individus observés ne possèdent ni souche, ni organe tubérisé, ni tige souterraine contrairement à ce qu'indiquaient Komarov (1934), Hegi (1981), Pignatti (1982), Bonnier (1911-1935) et Olivier *et al.* (1995). On peut émettre plusieurs hypothèses permettant d'expliquer de telles différences d'observations :

- Possibilité de variabilité de l'espèce : sous certains climats, de type tropical par exemple, il n'est pas impossible que la plante puisse devenir pérennante avec présence d'une souche (Chicouène comm. pers.),
- Problèmes de vocabulaire : par exemple, le terme de rhizome peut faire l'objet de différentes définitions,
- Informations erronées.

Ainsi, la plante n'est pérenne (synonyme = vivace) que dans la mesure où elle produit des turions. Ces observations permettent d'expliquer les raisons pour lesquelles *Caldesia parnassifolia* est considérée par certains auteurs comme une plante vivace, pouvant être parfois annuelle (Carter 1960, Hess *et al.* 1967, Cook 1996). En effet, dans le cas où les turions ne seraient pas produits, ou n'assureraient pas la survie de la touffe durant la saison défavorable, la plante devient annuelle.

Il en résulte que *Caldesia parnassifolia*, dont les organes en végétation disparaissent durant l'hiver, a trois possibilités de se reproduire par :

- multiplication sexuée : les graines,
- multiplication végétative via :
 - les turions (seuls organes végétatifs à hiverner),
 - les talles (pendant la saison de végétation).

La production moyenne est estimée à environ 100 turions et 5 talles par individu. Quel que soit le mode de reproduction de *Caldesia parnassifolia*, cette dernière doit repasser par le stade d'individu à architecture juvénile à chaque printemps, ce qui rend d'autant plus incertaine la survie de l'espèce. De plus, un certain nombre de paramètres peut compromettre ces modes de propagation.

D'une part, il est probable que les akènes n'arrivent pas à maturité certaines années aux conditions climatiques défavorables en Brenne (ex : températures froides) : en fin d'été 1998, de nombreux fruits verdâtres ont été observés alors que d'autres avaient acquis la teinte brunâtre caractéristique de leur maturité. La formation des fruits serait ainsi favorisée par des températures relativement chaudes au printemps (Komarov 1934, Hess *et al.* 1967, Morgan & Leon 1992). Aucune influence éventuelle des conditions climatiques n'est mentionnée par ces auteurs à propos de la production de fleurs.

Arber (1920) a remarqué que, même si elle porte des fleurs, la plante échoue parfois à produire des graines fertiles. L'auteur en déduit que l'espèce semble perdre son pouvoir de reproduction sexuée. Notons également que Rallet (1972) considère *Caldesia parnassifolia* comme largement répandue en Brenne mais que « très souvent, on en voit que les feuilles ». Il semblerait donc que certains individus ne produisent pas de graines certaines années.

Bien que l'espèce puisse croître jusqu'à un mètre de profondeur en Brenne, la floraison et la fructification des individus sont le plus souvent observées pour une profondeur inférieure à 50 cm. Cette observation est également signalée par Arber (1920), Hegi (1906) et Sculthorpe (1985) qui indiquent que la plante ne fleurit pas en eaux profondes (plus de 50 cm) mais produit dans ce cas une grande quantité de turions.

Seules des touffes suffisamment vigoureuses peuvent produire des talles (Chicouène comm. pers.). En outre, lorsqu'elles arrivent à se détacher du pied-mère (ex : consommation ou section par un insecte phytophage car le point d'attache est fragile), il conviendrait de vérifier que les talles produisent bien une inflorescence. Enfin, contrairement aux turions, ces talles ne peuvent assurer la multiplication végétative (production de clones) qu'au cours de la saison de végétation. Les talles apparaissent en effet au printemps et la production d'une inflorescence aura lieu peu après celle du pied-mère, soit toujours durant la même saison (Chicouène comm. pers.). Les talles doivent donc être produites suffisamment tôt pour effectuer leur cycle de végétation durant la saison favorable.

En revanche, les turions, produits en fin de saison de végétation (mi-août à septembre), permettent à la plante de passer la saison froide. Les turions se présentent sous forme de rosettes portant extérieurement des cataphylles appliquées, imbriquées qui sont acuminées et lancéolées. L'étude d'un individu de *Caldesia parnassifolia* a montré que les turions sont disposés sur des tiges plagiotropes, mésomorphes aquatiques et chlorophylliennes : la croissance des tiges se fait donc naturellement à l'horizontale (Chicouène comm. pers.). En Brenne, on constate que les tiges pourvues de turions sont situées à l'horizontale sur la vase lorsque la plante est exondée.

La production d'un grand nombre de turions pour un même individu (près d'une centaine), observée lors des campagnes de terrain en Brenne, laisse présumer un rôle déterminant pour la dissémination de l'espèce par cette voie. D'ailleurs, selon Hegi (1981), la dispersion de *Caldesia parnassifolia* en Europe occidentale serait assurée par ces turions. Ce mode de reproduction constitue certainement un avantage compétitif car les bourgeons végétatifs se développent et s'installent généralement plus rapidement que les graines (Barrat-Segretain 1996). Notons que, pour Arber (1920), le fait de substituer la reproduction végétative à la reproduction sexuée est assez commun parmi les plantes aquatiques.

III. DONNEES ECOLOGIQUES

La plante a été observée au cours de notre étude soit en situation d'exondation durant plusieurs semaines en fin d'été - début de l'automne, soit en eaux peu profondes (moins de 35 cm, 80 cm au maximum) du printemps jusqu'au milieu de l'été. On la rencontre en bordure d'étangs anciens en pente douce (moins de 1 %) (le plus souvent à moins de 3 mètres du bord) ou dans les fossés d'alimentation en eau des étangs.

L'étude des populations en Brenne a révélé que près des trois-quarts des effectifs de *Caldesia parnassifolia* (837 parmi environ 1100 individus étudiés) sont situés dans une hauteur d'eau inférieure à 35 cm (Figure 39). Il semble que cette espèce soit une **hydrophyte intermédiaire** : c'est-à-dire une plante intermédiaire entre une hydrophyte partielle et une hydrophyte totale au sens de Arber (1920) : les hydrophytes intermédiaires sont des plantes fixées à organes végétatifs chlorophylliens submergés ou flottants et à reproduction aérienne et qui vivent donc dans une faible épaisseur d'eau.

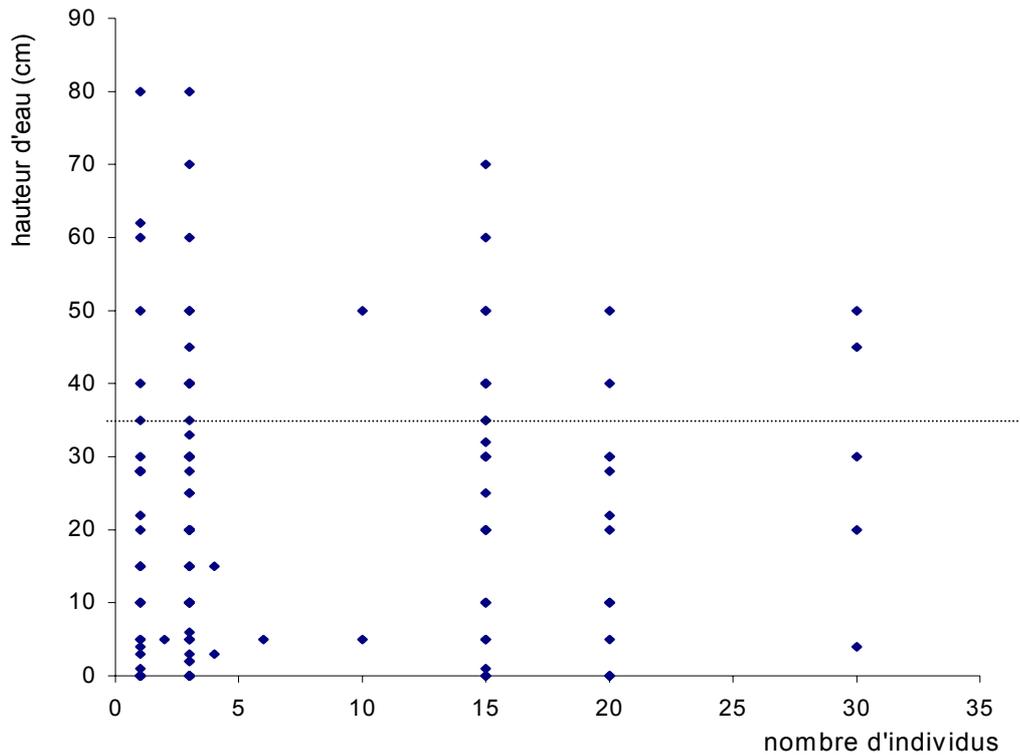


Fig. 39- Répartition des effectifs de *Caldesia parnassifolia* en fonction de la hauteur d'eau (cm) (fin juin à début octobre 1998-1999, 151 populations avec 1 à 30 individus par population, 7 individus en moyenne par population). Amplitude de variation maximale de la hauteur d'eau de 10 cm au sein d'une même population. Plusieurs points peuvent parfois se superposer.

❖ Caractéristiques du sédiment

L'espèce se développe en Brenne préférentiellement dans les parties vaseuses d'étangs à dominante sableuse (majoritaires dans cette région), rarement sur sable nu, ce qui confirme les observations de Hegi (1981) et de Oberdorfer (1949). De même, Franchet (1885) l'a observée en Sologne sur des "étangs vaseux des terrains siliceux" et, en 1959, Raynal (herbier du Muséum National d'Histoire Naturelle) note l'avoir rencontrée en "bordure d'un étang sur sables argileux acides" en Sologne. Dans le Forez (Galtier *et al.* 2000), *Caldesia parnassifolia* occupe un substrat argilo-sableux, avec « des poches importantes de sable par endroits ».

En Brenne, l'espèce a aussi été rencontrée dans des étangs en contexte géologique marneux, situés en marge du territoire (6 étangs répertoriés depuis le début du XX^e siècle), ce

qui a aussi été observé par Daudon (1997a). En outre, Ellenberg (1991) indique que l'espèce peut être liée à des sols basiques (valeur de 8 pour une échelle d'acidité de 1 à 9 correspondant à une indication de basicité croissante).

Par ailleurs, les analyses de sédiments prélevés, lors de notre étude, au niveau des populations de *Caldesia parnassifolia* en Brenne révèlent des teneurs en azote total (N total) et en phosphore échangeable (P_2O_5) particulièrement faibles en valeur relative (respectivement entre 0,02 et 0,1 %). À titre de comparaison, les teneurs recueillies au niveau de la bonde d'étangs piscicoles régulièrement amendés peuvent être jusqu'à 10 fois plus élevées (Martin non publié, Valdeyron 1994).

L'étude des effectifs des populations de *Caldesia parnassifolia* en fonction de la teneur moyenne en N et P_2O_5 dans les sédiments ne permet pas de mettre en évidence une relation (ex : N : 0,073 % pour moins de 100 pieds, N : 0,021 % entre 101 et 200 pieds et N : 0,058 % entre 201 et 500 pieds) (Figure 40).

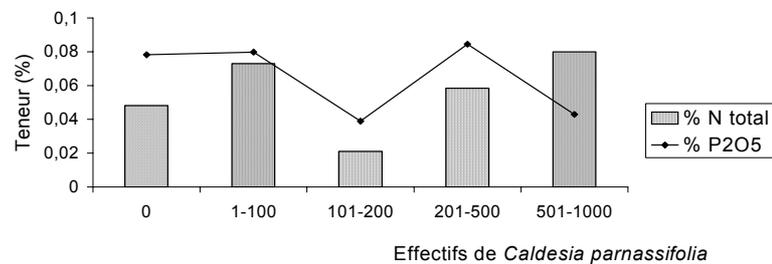


Fig. 40- Teneurs moyennes en N total et P_2O_5 (%) par population de *Caldesia parnassifolia* dans les sédiments.

De plus, les teneurs moyennes au niveau des populations de *Caldesia parnassifolia* et celles rencontrées dans des secteurs de bordures d'étangs n'abritant pas l'espèce semblent proches (ex : N : 0,031 % pour des populations supérieures à 1001 pieds et N : 0,048 % pour les étangs sans *Caldesia parnassifolia*).

❖ Caractéristiques physico-chimiques de l'eau

En Brenne, l'espèce possède une amplitude écologique assez large vis-à-vis de la teneur en calcium dans l'eau. *Caldesia parnassifolia* a été observée le plus souvent dans des étangs à caractère sableux : les valeurs de dureté et d'alcalinité les plus faibles sont respectivement inférieures à 3,4 TH et 20 mg/l et le pH est acide (6,3). Mais elle se développe également sur des substrats marneux (cas de figure plus rare en Brenne) avec des concentrations nettement supérieures (ex : 20 degrés français et 160 mg/l) (tableau 16).

Par ailleurs, les analyses de mars 2000 effectuées au niveau des populations de *Caldesia parnassifolia* révèlent une eau très claire (supérieure à 100 cm au disque de Secchi) à tendance oligo-mésotrophe (classification d'après Felzines 1977, 1982 et Mériaux 1982) (tableau 16) : les valeurs moyennes en azote total et phosphore total sont faibles, respectivement de 2,05 et 0,2 mg/l. À titre indicatif, les concentrations en N et P total des étangs de Sologne et de Brenne varient respectivement de 1,5 à 6 et de 0,1 à 2,5 mg/l (Martin 1986, valeurs minimales et maximales, date des mesures non précisées).

Tab. 16- Résultats des analyses d'eau réalisées au niveau des populations de *Caldesia parnassifolia* (mars et juillet 2000)

* : absence de résultats suite à une panne de conductimètre

** : le nombre de stations varie en fonction des résultats obtenus (ex : les analyses d'azote total en mars ont révélé des valeurs aberrantes dans certaines stations dues à un problème d'échantillonnage ; de même, la transparence n'a pas pu être mesurée dans des tranches d'eau trop faibles)

Paramètres	conductivité	pH	dureté	alcalinité	transparence	azote total	phosphore total
Unités	µS/cm	unité pH	TH	mg/l CaCO ₃	cm	mg/l	mg/l
Moyenne	/*	6,7	8	48	102	2	0,20
Ecart-type	/	0,3	4	34	39	1,3	0,08
Mars Minimum	/	6,3	5	25	55	0	0,10
Maximum	/	7,4	20	160	170	5	0,42
Nombre de stations **	/	20	20	20	11	19	20
Moyenne	135	7,2	7,7	52	43	2,5	0,15
Ecart type	46	0,5	2,7	23	17	1,7	0,08
Juillet Minimum	76	6,3	3,5	20	30	0	0,01
Maximum	262	8,2	15	120	100	6	0,38
Nombre de stations	24	24	24	24	24	16	24
Moyenne annuelle	135	7	8	50	72	2,2	0,18

Les mesures physico-chimiques renouvelées en juillet 2000 mettent en évidence une légère hausse de la teneur en azote total (moyenne : 2,5 mg/l) et une diminution de la teneur en phosphore total (moyenne : 0,15 mg/l) (tableau 16). Complétés par les valeurs moyennes de la transparence (43 cm), la conductivité (135 µS/cm), le pH (7,2), la dureté (7,7 TH) et l'alcalinité (52 mg/l), les résultats des teneurs en éléments nutritifs indiquent que l'eau est oligo-mésotrophe. Or, ces résultats ne correspondent pas à ceux décrits dans la littérature : Hegi (1981) et Oberdorfer (1949) situent en effet l'espèce dans des eaux méso-eutrophes et Ellenberg (1991) précise que la plante est tolérante par rapport à l'azote (valeur de 7 sur une échelle de 1 à 9 correspondant à un taux d'azote croissant). Cependant, ces auteurs n'utilisent peut être pas la même classification des milieux en fonction du niveau trophique.

La répartition des effectifs de *Caldesia parnassifolia* en fonction des valeurs des paramètres physico-chimiques de l'eau mesurés à la bonde de chaque étang a été étudiée sur 19 étangs abritant l'espèce en 1998 et 1999.

Afin de pondérer le nombre d'individus de *Caldesia parnassifolia* par rapport à la superficie en eau des étangs (variations de 2 à 110 ha), le nombre d'individus par unité de surface en eau (« effectifs par hectare ») a été privilégié pour établir des relations entre les effectifs et la qualité de l'eau.

Concernant la conductivité, la plus forte valeur des effectifs par unité de surface des étangs (300 individus par ha) correspond à une valeur importante égale à 325 µS/cm : il s'agit d'un étang naturellement riche en calcium (substrat calcaire) (figure 41). Cependant, la majorité des étangs abritant l'espèce (cas de 15 étangs sur 19, figure 41) est caractérisée par une conductivité qui varie entre 100 et 250 µS/cm correspondant, d'après la classification de Felzines (1977, 1982), à une eau plutôt mésotrophe.

Tab. 16- Résultats des analyses d'eau réalisées au niveau des populations de *Caldesia parnassifolia* (mars et juillet 2000)

* : absence de résultats suite à une panne de conductimètre

** : le nombre de stations varie en fonction des résultats obtenus (ex : les analyses d'azote total en mars ont révélé des valeurs aberrantes dans certaines stations dues à un problème d'échantillonnage ; de même, la transparence n'a pas pu être mesurée dans des tranches d'eau trop faibles)

Paramètres	conductivité	pH	dureté	alcalinité	transparence	azote total	phosphore total
Unités	µS/cm	unité pH	TH	mg/l CaCO ₃	cm	mg/l	mg/l
Moyenne	/*	6,7	8	48	102	2	0,20
Ecart-type	/	0,3	4	34	39	1,3	0,08
Mars Minimum	/	6,3	5	25	55	0	0,10
Maximum	/	7,4	20	160	170	5	0,42
Nombre de stations **	/	20	20	20	11	19	20
Moyenne	135	7,2	7,7	52	43	2,5	0,15
Ecart type	46	0,5	2,7	23	17	1,7	0,08
Juillet Minimum	76	6,3	3,5	20	30	0	0,01
Maximum	262	8,2	15	120	100	6	0,38
Nombre de stations	24	24	24	24	24	16	24
Moyenne annuelle	135	7	8	50	72	2,2	0,18

Les mesures physico-chimiques renouvelées en juillet 2000 mettent en évidence une légère hausse de la teneur en azote total (moyenne : 2,5 mg/l) et une diminution de la teneur en phosphore total (moyenne : 0,15 mg/l) (tableau 16). Complétés par les valeurs moyennes de la transparence (43 cm), la conductivité (135 µS/cm), le pH (7,2), la dureté (7,7 TH) et l'alcalinité (52 mg/l), les résultats des teneurs en éléments nutritifs indiquent que l'eau est oligo-mésotrophe. Or, ces résultats ne correspondent pas à ceux décrits dans la littérature : Hegi (1981) et Oberdorfer (1949) situent en effet l'espèce dans des eaux méso-eutrophes et Ellenberg (1991) précise que la plante est tolérante par rapport à l'azote (valeur de 7 sur une échelle de 1 à 9 correspondant à un taux d'azote croissant). Cependant, ces auteurs n'utilisent peut être pas la même classification des milieux en fonction du niveau trophique.

La répartition des effectifs de *Caldesia parnassifolia* en fonction des valeurs des paramètres physico-chimiques de l'eau mesurés à la bonde de chaque étang a été étudiée sur 19 étangs abritant l'espèce en 1998 et 1999.

Afin de pondérer le nombre d'individus de *Caldesia parnassifolia* par rapport à la superficie en eau des étangs (variations de 2 à 110 ha), le nombre d'individus par unité de surface en eau (« effectifs par hectare ») a été privilégié pour établir des relations entre les effectifs et la qualité de l'eau.

Concernant la conductivité, la plus forte valeur des effectifs par unité de surface des étangs (300 individus par ha) correspond à une valeur importante égale à 325 µS/cm : il s'agit d'un étang naturellement riche en calcium (substrat calcaire) (figure 41). Cependant, la majorité des étangs abritant l'espèce (cas de 15 étangs sur 19, figure 41) est caractérisée par une conductivité qui varie entre 100 et 250 µS/cm correspondant, d'après la classification de Felzines (1977, 1982), à une eau plutôt mésotrophe.

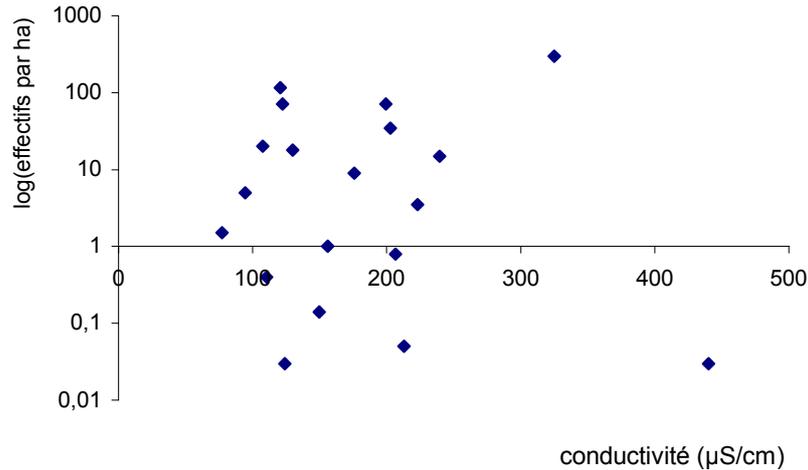


Fig. 41- Effectifs de *Caldesia parnassifolia* par unité de surface en eau d'étang (hectare) en fonction des valeurs de la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (moyennes des résultats d'analyses à la bonde en 1998-1999 sur 19 étangs de la Brenne abritant l'espèce).

Comme pour la conductivité, la dureté moyenne des étangs abritant les effectifs les plus importants de *Caldesia parnassifolia* par hectare est assez faible (environ 7 à 12 TH ou degrés français) excepté pour l'étang alcalin précédemment cité qui présente une dureté de 17 TH. Cependant, les effectifs par unité de surface se répartissent indifféremment dans des eaux alcalines ou non (minimum : 5 TH, maximum : 17 TH) (figure 42).

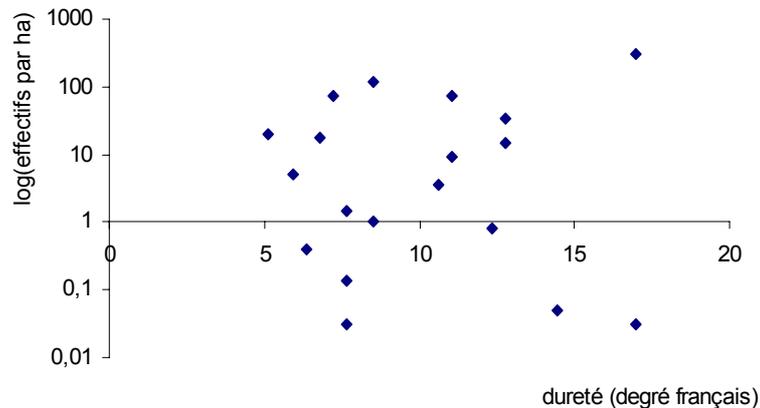


Fig. 42- Effectifs de *Caldesia parnassifolia* par unité de surface en eau d'étang (hectare) en fonction des valeurs de la dureté (degré français) (moyennes des résultats d'analyses à la bonde en 1998-1999 sur 19 étangs de la Brenne).

Le plus grand nombre d'individus par hectare correspond à une eau très transparente (120 cm au disque de Secchi) (figure 43). Les effectifs les plus importants par unité de surface (plus de 50 individus par ha) ont été observés dans des étangs dont la transparence est supérieure à 40 cm, correspondant à une eau claire (figure 43). Notons que l'espèce se situe, dans le cas d'étangs à forte turbidité (moins de 20 cm), au sein d'épaisses roselières où la transparence est plus importante (annexe 16). Quelques étangs (R, F, f, P et l) abritant peu d'effectifs présentent toutefois des valeurs plus importantes : on peut supposer que l'influence d'autres facteurs est responsable de ces effectifs réduits (figure 43 et annexe 16).

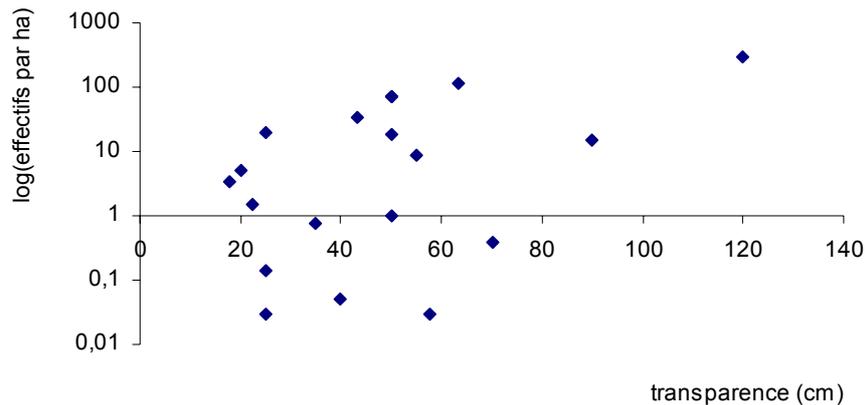


Fig. 43- Effectifs de *Caldesia parnassifolia* par unité de surface en eau d'étang (hectare) en fonction des valeurs de la transparence (cm) (moyennes des résultats d'analyses à la bonde en 1998-1999 sur 19 étangs de la Brenne).

Les effectifs par hectare les plus importants ont été observés dans des étangs à pH neutre à légèrement alcalin (entre 7,2 à 7,6) (figure 44). Les valeurs du pH s'échelonnent toutefois entre 6,7 et 8,4.

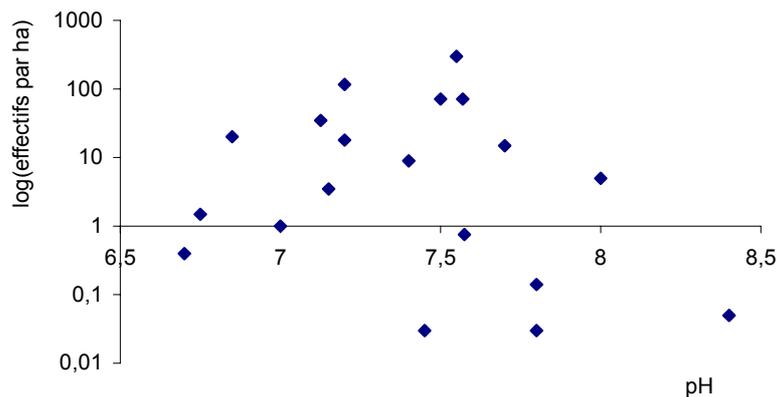


Fig. 44 - Effectifs de *Caldesia parnassifolia* par unité de surface d'étang (hectare) en fonction des valeurs du pH (moyennes des résultats d'analyses à la bonde en 1998-1999 sur 19 étangs de la Brenne).

Ainsi, les effectifs les plus importants par unité de surface sont abrités par un étang dont le substrat est calcaire : ce plan d'eau présente une dureté et, par conséquent, une conductivité élevées sans pour autant être eutrophe (transparence élevée). Toutefois, de forts effectifs par hectare (entre 50 et 150 individus par ha) sont également observés dans le cas d'étangs à dominante sableuse, aux eaux claires, neutres à légèrement alcalines, de conductivité et teneur en calcium (dureté et alcalinité) moyennes.

Par ailleurs, les résultats des analyses d'eau, tant en mars (annexe 17) qu'en juillet 2000 (annexe 18), montrent une légère augmentation des valeurs de l'alcalinité dans les zones à *Caldesia parnassifolia* : le rapport entre les résultats obtenus au niveau des populations et à la bonde des étangs est supérieur à 1 dans 9 lots d'échantillons d'eau, égal à 1 dans 8 lots et inférieur à 1 dans 4 lots sur 21 (facteur compris entre 1 et 1,75) (figure 45).

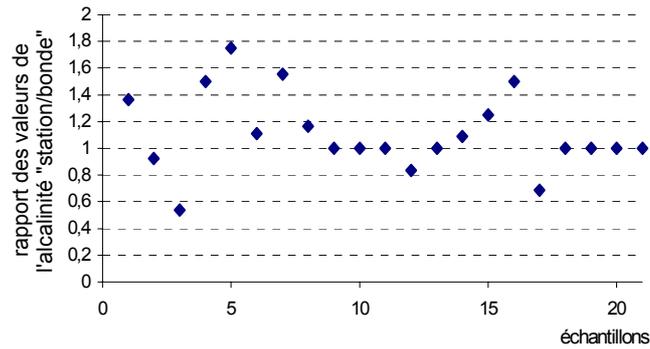


Fig. 45 - Distribution du rapport des valeurs de l'alcalinité (mg/l CaCO_3) obtenues au niveau des stations de *Caldesia parnassifolia* et à la bonde des mêmes étangs. (42 échantillons d'eau, soit 21 mesures à la bonde et 21 simultanément au niveau des stations, mars 2000).

Par contre, les valeurs de la dureté sont globalement moins importantes au niveau des stations de l'espèce (figure 46) : le rapport entre les résultats obtenus au niveau des populations et à la bonde est inférieur à 1 dans 7 lots d'échantillons d'eau, égal à 1 dans 10 lots et supérieur à 1 dans 4 lots sur 21 (facteur compris entre 0,6 et 1).

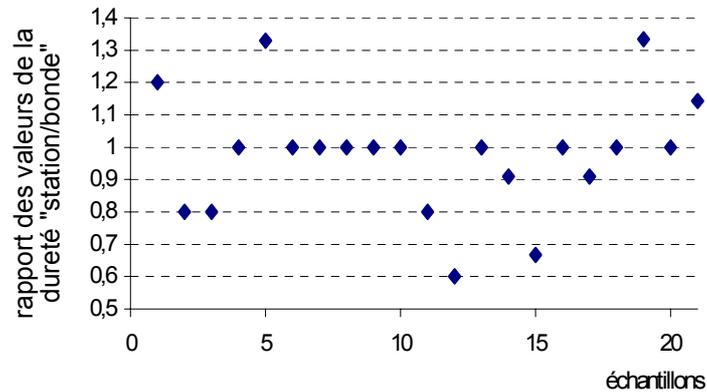


Fig. 46- Distribution du rapport des valeurs de la dureté (degré français) obtenues au niveau des stations de *Caldesia parnassifolia* et à la bonde des mêmes étangs. (21 lots échantillons d'eau, soit 21 à la bonde et 21 simultanément au niveau des stations, mars 2000).

Au niveau des secteurs à *Caldesia parnassifolia*, le plus souvent abrités au sein d'hélophytes, le calcium précipite sous forme de carbonates (CaCO_3) ce qui expliquerait une plus faible dureté (calcium dissous) et inversement une plus forte alcalinité (calcium piégé sous forme de CaCO_3). Ce phénomène est peut-être lié à l'activité photosynthétique des végétaux de cette zone : l'absorption du CO_2 dissous par les végétaux provoque la transformation du bicarbonate de calcium en carbonate de calcium moins soluble, qui précipite (Géhu 1963).

Les résultats des analyses d'eau, tant en mars (annexe 17) qu'en juillet 2000 (annexe 18), montrent une diminution des valeurs du pH, de l'azote et du phosphore total au niveau des populations de *Caldesia parnassifolia* par rapport aux résultats obtenus à la bonde (ex : en mars 2000, étang 1 : pH_{bonde} : 7,3 et $\text{pH}_{\text{station}}$: 7,0 ; N_{bonde} : 6 mg/l et $\text{N}_{\text{station}}$: 2 mg/l ; P_{bonde} : 0,35 mg/l et $\text{P}_{\text{station}}$: 0,18 mg/l).

En effet, le rapport entre les résultats du pH obtenus au niveau des populations et à la bonde est inférieur ou égal à 1 dans 20 lots d'échantillons d'eau sur 21 (facteur compris entre 0,8 et 1,02) (figure 47).

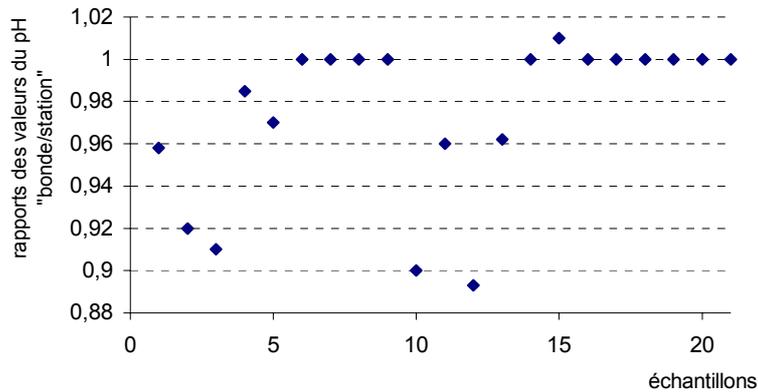


Fig. 47- Distribution du rapport des valeurs du pH obtenues au niveau des stations de *Caldesia parnassifolia* et à la bonde des mêmes étangs. (42 échantillons d'eau, soit 21 à la bonde et 21 simultanément au niveau des stations, mars 2000).

De même, les figures 48 et 49 montrent la diminution observée, en mars et juillet 2000, pour les valeurs de l'azote et du phosphore total entre la bonde et les populations de *Caldesia parnassifolia* témoignant d'une qualité d'eau plus oligotrophe dans ces secteurs abrités.

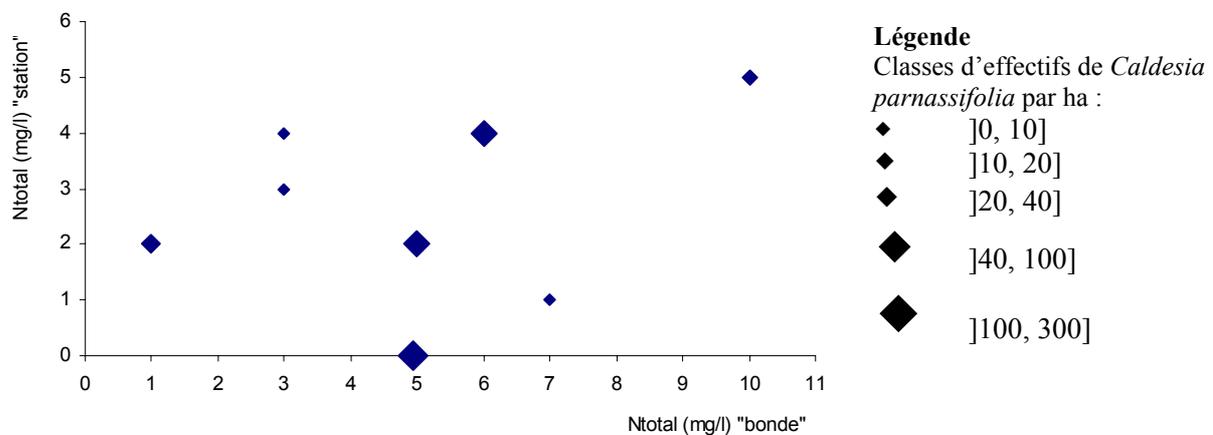


Fig. 48- Teneurs en azote total (*N total*) mesurées à la bonde en fonction de la teneur mesurée au niveau des stations de *Caldesia parnassifolia* (juillet 2000) (10 lots d'échantillons, certains points sont superposés).

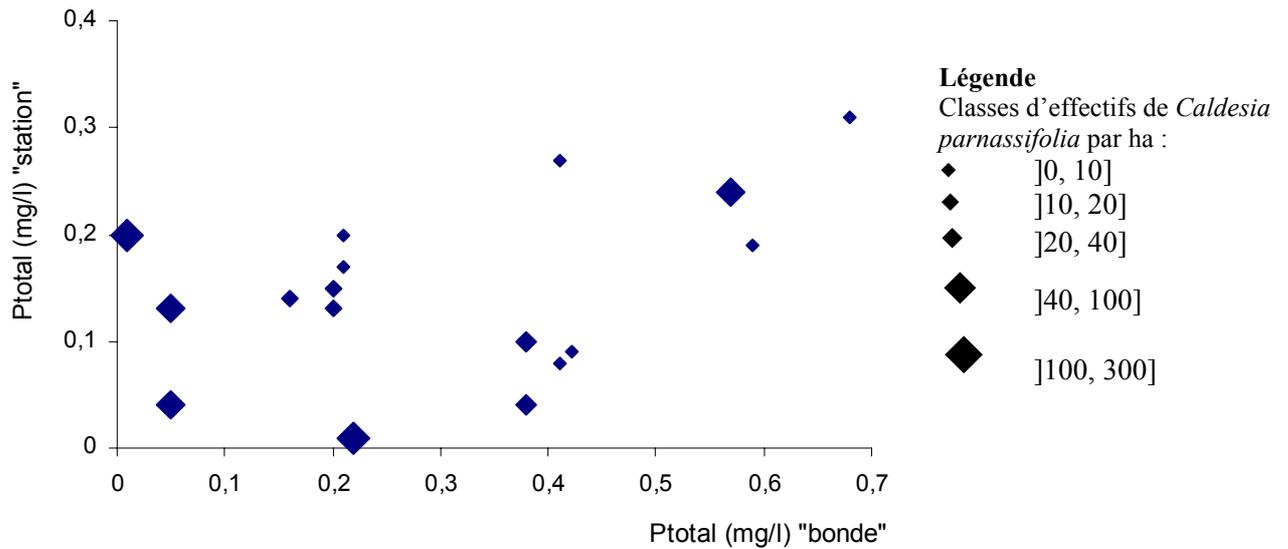


Fig. 49- Teneurs en phosphore total (P_{total}) mesurées à la bonde en fonction de la teneur mesurée au niveau des stations de *Caldesia parnassifolia* (juillet 2000) (17 lots d'échantillons).

Ces différences de qualité d'eau sont significatives d'un point de vue statistique pour l'ensemble des paramètres physico-chimiques des valeurs du mois de mars (tableau 17) et de juillet (tableau 18), excepté pour les valeurs du phosphore total de mars (test de comparaison de deux moyennes ($n < 30$, $\alpha = 0,05$, table de *t de Fischer & Yates*) et test de normalité des distributions). De fait, les analyses du mois de mars ne témoignent que de la qualité intrinsèque de l'eau des étangs qui est conditionnée à cette saison par les conditions climatiques, la nature du bassin versant et le rapport « taille du bassin versant sur volume de l'étang ».

Tab. 17- Test de comparaison entre deux moyennes de valeurs d'analyses d'eau (mars 2000) :

- m_A : analyses au niveau de la bonde des étangs

- m_B : analyses au niveau des populations de *Caldesia parnassifolia*

* : la transparence n'a pas pu être mesurée dans des tranches d'eau trop faibles

** : absence de résultats suite à une panne de conductimètre

	Azote total	Phosphore total	Conductivité	Dureté	Alcalinité	Transparence	pH
m_A	3,25	0,35	/**	9	53	/*	7
n_A	4	4	/	14	14	/	14
m_B	1	0,19	/	7,8	46	/	6,9
n_B	4	4	/	21	21	/	21
ddl	6	6	/	33	33	/	33
S^2	8	0,007	/	18	1561	/	0,14
|t|	13	0,23	/	10	377	/	3,8
t (table de t, $\alpha = 0,05$)	2,447	2,447	/	1,960	1,960	/	1,960
Significativité	Significatif	Non significatif	/	Significatif	Significatif	/	Significatif

Tab. 18- Test de comparaison entre deux moyennes de valeurs d'analyses d'eau (juillet 2000) :

- m_A : analyses au niveau de la bonde des étangs- m_B : analyses au niveau populations de *Caldesia parnassifolia*

* : la transparence n'a pas pu être mesurée dans des tranches d'eau trop faibles

	Azote total	Phosphore total	Conductivité	Dureté	Alcalinité	Transparence	pH
m_A	6	0,30	147	8,5	55	/*	7,5
n_A	6	17	12	12	12	/	13
m_B	2,5	0,15	135	7,7	51,6	/	7,2
n_B	6	17	19	19	19	/	18
ddl	10	32	29	29	29	/	29
S²	4,5	0,02	2179	25	604	/	0,3
| t |	8,5	9,80	379	337	317	/	4,3
t (table de t, $\alpha = 0,05$)	2,23	1,96	2,05	2,05	2,05	/	2,05
Significativité	Significatif	Significatif	Significatif	Significatif	Significatif	/	Significatif

Ces résultats mettent en évidence le pouvoir épurateur des héliophytes en période d'activité biologique qui a fait l'objet d'abondantes études en particulier chez *Phragmites australis* et *Schoenoplectus lacustris*. D'une part, 10 à 30 % du flux des éléments minéraux présents dans l'eau (azote et phosphore) sont retenus dans les parties souterraines de ces plantes en bilan annuel (Blake & Dubois 1982). D'autre part, associées à de nombreux micro-organismes, dont le périphyton, ces héliophytes favorisent l'élimination de la matière organique et la sédimentation des particules en suspension (Blake & Dubois 1982).

De même, une étude menée sur certains étangs de la Brenne a révélé que la teneur en plancton était plus faible dans les roselières que dans la zone centrale des plans d'eau (Sevrin-Reyssac & Gourmelen 1983). Enfin, Géhu (1963) a étudié l'influence de la végétation sur la qualité de l'eau, notamment la conductivité et la teneur en matière organique. Il a constaté « une diminution de la conductivité à mesure que l'on s'éloigne du centre de la pièce d'eau ». L'auteur note par exemple, dans la Sambre française, une conductivité de 277 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dans « l'eau libre à Nénuphars et Myriophylles » et seulement 197 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au niveau de la « cariçaie » en août 1960.

Face à cette hypothèse d'inféodation à une certaine qualité de l'eau, des tests de comparaison statistique (tableaux 20 et 21) entre deux moyennes observées (test « t », distribution normale, cas de petits échantillons avec $n < 30$, $\alpha = 0,05$) ont été réalisés entre les étangs n'abritant plus l'espèce et ceux qui l'hébergent encore (résultats des analyses d'eau ci-après, tableau 19).

Les résultats obtenus en juillet et en mars 2000 montrent des différences significatives (valeurs plus importantes dans les étangs n'abritant plus l'espèce) entre les caractéristiques physico-chimiques de ces deux catégories d'étang excepté pour le paramètre phosphore total en mars (tableaux 20 et 21).

IV. L'ESPECE AU SEIN DES COMMUNAUTES VEGETALES

Selon Daudon (1997), “ *Caldesia parnassifolia* ne serait pas une caractéristique stricte d'association mais définirait un syntaxon d'unité supérieure (alliance ou ordre)”. Cette hypothèse a été étudiée au cours de notre recherche à partir d'une centaine de relevés recueillis durant 1998 et 1999 permettant de préciser la position phytosociologique de l'espèce. *Caldesia parnassifolia* a été rencontrée dans de nombreux groupements végétaux répartis dans cinq classes phytosociologiques (tableau XIII).

Le niveau trophique des associations abritant *Caldesia parnassifolia*, **extrait des caractéristiques écologiques définies pour chaque communauté végétale dans le chapitre précédent**, permet de mieux cerner l'écologie de l'espèce. Ces groupements ont été observés de la fin du printemps jusqu'à la fin de l'été. *Caldesia parnassifolia* a été rencontrée :

• **Parmi les communautés aquatiques des *Potametea pectinati* Klika in Klika & Novák 1941**

✓ *Potamion pectinati* (W. Koch 1926) Libbert 1931 :

Groupements végétaux	Ecologie
Groupement à <i>Elodea canadensis</i>	Oligo-mésotrophique, faible alcalinité, substrat vaseux
<i>Potametum trichoidis</i> Freitag & al. 1958	Mésotrophique, eau alcaline, substrat sablo-vaseux,
<i>Ceratophylletum demersi</i> Hild 1956	Mésotrophique
<i>Utricularietum neglectae</i> Müller & Görs 1960	Mésotrophique, substrat vaseux
<i>Myriophylletum spicati</i> Soo 1927	Mésotrophique
<i>Potametum lucentis</i> Hueck 1931	Mésotrophique, eau alcaline, substrat vaseux

✓ *Nymphaeion albae* Oberdorfer 1957.

<i>Nymphaetum albae</i> Vollmar 1947 em. Oberd. 1957	Mésotrophique, indifférence à la teneur en calcium, substrat vaseux
<i>Nupharetum luteae</i> Koch 1926	
<i>Polygonetum amphibii</i> (Soo 1927) Egger 1933	

✓ *Potamion polygonifolii* Hartog & Segal 1964 em. Boulet & Haury *hoc loco*

<i>Potametum graminei</i> (Corillion 1957) Tüxen 1975	Oligotrophique à mésotrophique
---	--------------------------------

Tab.XIII- Tableau synoptique de *Caldesia parnassifolia* (L.) Parl. (96 relevés phytosociologiques réalisés en Brenne où l'espèce est présente, 1998-1999)

Nombre de relevés	31	30	15	9	8
Nombre d'espèces	46	71	50	34	33
<i>Caldesia parnassifolia</i>	V	V	V	V	V
1.- Espèces des <i>Potametea pectinati</i>					
<i>Elodea canadensis</i>	IV				I
<i>Nymphaea alba</i>	III		I		
<i>Potamogeton trichoides</i>	III	I		I	I
<i>Ceratophyllum demersum</i>	III	r	III	I	II
<i>Utricularia australis</i>	III	II	III	IV	III
<i>Myriophyllum spicatum</i>	III	I			
<i>Nuphar lutea</i>	I		I	I	II
<i>Najas marina</i>	I	I	I		II
<i>Najas minor</i>	I				
<i>Polygonum amphibium</i>	I	I	I	II	
<i>Potamogeton lucens</i>	I		I	I	
<i>Ranunculus aquatilis</i>	I	I		III	
<i>Potamogeton acutifolius</i>	I	I		I	I
<i>Potamogeton nodosus</i>	I	I			
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	I				
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	I				II
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	I	I	I	I	
<i>Potamogeton crispus</i>	I				
<i>Potamogeton natans</i>	I	I	I	I	III
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	I		I		
<i>Elodea nuttallii</i>			I		I
<i>Hottonia palustris</i>		I	I		
<i>Hydrocharis morsus ranae</i>			I		
<i>Groenlandia densa</i>		I			
<i>Potamogeton pectinatus</i>		I			
<i>Potamogeton zizii</i>		I			
2.- Espèces des <i>Littorelletea uniflorae</i>					
<i>Scirpus fluitans</i>		III			II
<i>Potamogeton gramineus</i>	+	III	III	III	II
<i>Juncus bulbosus</i>	I	III	II	III	V
<i>Eleocharis acicularis</i>		II	I		
<i>Eleocharis multicaulis</i>	r	II	I		
<i>Baldellia ranunculoides</i>	r	II	I		
<i>Hypericum elodes</i>	r	II	I		
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>		II	III	II	
<i>Pilularia globulifera</i>		I	I		
<i>Littorella uniflora</i>		I			
<i>Apium inundatum</i>		I		I	
<i>Luronium natans</i>		I			
<i>Ludwigia palustris</i>		I	+		
<i>Ranunculus flammula</i>		+	+	III	
3.- Espèces des <i>Phragmiti australis-Caricetea elatae</i>					
<i>Phragmites australis</i>	I	II	III	IV	II
<i>Carex elata</i>	I	I	III		
<i>Lycopus europaeus</i>	I	II	III	I	I
<i>Lythrum salicaria</i>	I	II	III	II	I
<i>Galium palustre</i>	I	I	III	I	
<i>Lysimachia vulgaris</i>		II	II		
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	I	I	II	I	II
<i>Sparganium erectum</i>	I	I	II	III	I
<i>Scirpus lacustris</i>		I	I	I	I
<i>Oenanthe aquatica</i>	I		I	I	
<i>Rorippa amphibia</i>	I	I	I	II	
<i>Juncus effusus</i>		I	I		I
<i>Eleocharis palustris</i>		II	I	I	II
<i>Scutellaria galericulata</i>			I		
<i>Typha angustifolia</i>			I		
<i>Phalaris arundinacea</i>	I				
<i>Carex pseudocyperus</i>		I			
<i>Juncus conglomeratus</i>		r		I	I
<i>Iris pseudacorus</i>					I
4.- Espèces des <i>Glycerio fluitantis-Nasturtietea officinalis</i>					
<i>Glyceria fluitans</i>		r		V	
<i>Sparganium emersum</i>	II	II	+	II	II
5.- Espèces des <i>Charetea fragilis</i>					
<i>Nitella opaca</i>	I		I	II	II
<i>Charopsis braunii</i>	I		I		II
<i>Nitella hyalina</i>		I			II
<i>Nitella syncarpa</i>	I	I			II
<i>Chara fragilis</i>		I		I	II
<i>Nitella translucens</i>					I
<i>Nitella</i> sp.	I	I	I		
<i>Chara</i> sp.	I	I			
<i>Nitella flexilis</i>		I			
<i>Chara fragifera</i>		I			

✓ *Ranunculion aquatilis* Passarge 1964,

<i>Ranunculetum aquatilis</i> (Sauer 1945) Géhu 1961	Large amplitude écologique
--	----------------------------

• Dans des herbiers à Characées, *Charetea fragilis* Fukarek ex Krausch 1964

Nitelletalia flexilis Krause 1969, « végétations associées aux eaux douces oligotrophes à caractère pionnier, des biotopes silicicoles qui entrent souvent en contact avec les groupements amphibies des *Littorelletea uniflorae* ».

✓ *Nitellion flexilis* Segal ex Krause 1969

<i>Charetum braunii</i> Corillion 1957	Eau oligo-mésotrophe, pauvre en calcium, substrats sablonneux
--	---

✓ *Nitellion syncarpo-tenuissimae* Krause 1969

<i>Nitelletum opacae</i> Corillion 1957	Oligo-mésotrophique, substrat vaseux,
<i>Nitelletum hyalinae</i> Corillion 1957	Oligo-mésotrophique, eau pauvre en calcium, plante héliophile des bordures plates
<i>Nitelletum syncarpae</i> Corillion 1957	Oligo-mésotrophique, substrat sablonneux, eau pauvre en calcium

Charetalia hipidae Sauer ex Krausch 1964✓ *Charion fragilis* Krausch 1964

<i>Charetum fragilis</i> Corillion 1957	Divers substrats, biotopes très variés
---	--

• Au milieu des espèces amphibies des *Littorelletea uniflorae* Braun-Blanquet & Tüxen ex Westh., Dijk & Passchier 1946✓ *Elodo palustris-Sparganion* Braun-Blanquet & Tüxen 1943 in Oberdorfer 1957

<i>Scirpetum fluitantis</i> (Allorge 1922) Lemée 1937	Oligo-mésotrophique, eau pauvre en calcium
<i>Eleocharitetum multicaulis</i> (All. 1922) R. Tx. 1937	Oligo-mésotrophique, eau pauvre en calcium
<i>Pilularietum globuliferae</i> Tüxen 1955 ex Müller & Görs 1960	Oligotrophique à mésotrophique, substrat sablonneux

✓ *Eleocharition acicularis* Pietsch 1967 em. Dierssen 1975.

Eleocharitetum acicularis (Baumann 1911) Koch Mésotrophique, substrat sablonneux

- En compagnie de quelques hydrophytes et à la faveur de trouées au sein de roselières à *Phragmites australis* et *Schoenoplectus lacustris*, des ceintures de *Juncus effusus*, *Sparganium erectum* ou encore de cariçaies à *Carex elata*

Phragmiti australis-Caricetea elatae Klika in Klika & Novák 1941.

Phragmitetalia australis W. Koch em. Pignatti 1954

✓ *Phragmition communis* W. Koch 1926

<i>Phragmitetum communis</i> Schmale 1939	Large amplitude écologique
<i>Scirpetum lacustris</i> (Allorge 1922) Schmale 1939	Mésotrophique, substrat sablo-vaseux
<i>Sparganietum erecti</i> Roll 1938	Mésotrophique

Magnocaricetalia elatae Pignatti 1953

✓ *Caricion rostratae* Balatova-Tulackova 1963

<i>Caricetum elatae</i> Koch 1926	Grande plasticité écologique
-----------------------------------	------------------------------

- Parmi des ceintures à *Sparganium emersum* ou à *Glyceria fluitans*

Glycerio fluitantis-Nasturtietea officinalis Géhu & Géhu-Frank 1987.

✓ *Glycerio fluitantis-Sparganion neglecti* Braun-Blanq. & Sissingh in Boer 1942 em. Segal in Westhoff & den Held 1969

<i>Glycerietum fluitantis</i> (Br. Bl. 1925) Wilzek 1935	Oligo-mésotrophique, eau pauvre en calcium
<i>Sparganietum simplicis</i> Tüxen 1958	Mésotrophique, eau pauvre en calcium

Ainsi, les communautés associées à *Caldesia parnassifolia* sont oligotrophiques à mésotrophiques ce qui corrobore les résultats d'analyses d'eau.

Par ailleurs, les résultats de cette étude indiquent que la majorité des relevés phytosociologiques correspondent aux groupements d'espèces aquatiques et amphibies rattachés aux classes des *Potametea pectinati* Klika in Klika & Novák 1941 (32 %) et des *Littorelletea uniflorae* Braun-Blanquet & Tüxen ex Westh., Dijk & Passchier 1946 (31%), tandis que les communautés à hélrophytes du *Phragmiti australis-Caricetea elatae* Klika in Klika & Novák 1941 ne concernent que 20 % des relevés (figure 50). Notons que cette diversité reflète l'hétérogénéité des conditions stationnelles tolérées par l'espèce, qu'elle soit en pleine eau comme en bordure exondée ou même en assec.

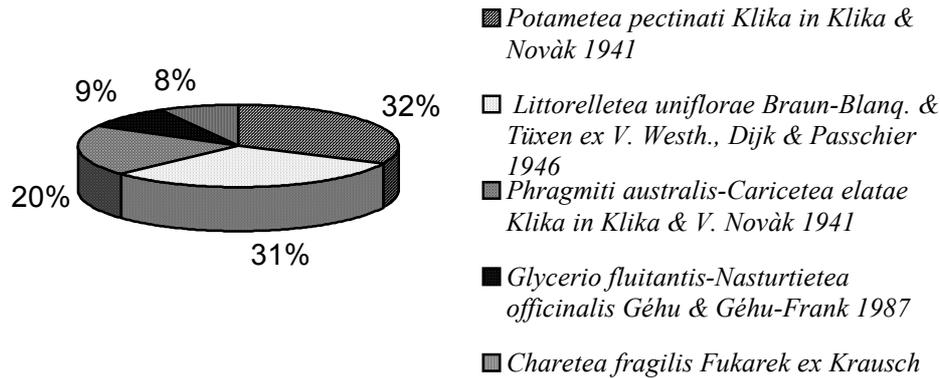


Fig. 50- Répartition du nombre de relevés contenant *Caldesia parnassifolia*, par classe phytosociologique (96 relevés phytosociologiques réalisés en Brenne, 1998-1999).

Cette espèce ne semble pas caractériser un syntaxon particulier puisque qu'on la retrouve dans cinq classes phytosociologiques. Pour être affirmatif, il faudrait faire un calcul de fréquence de l'espèce au sein des relevés par le biais par exemple, d'une méthode d'évaluation des peuplements (estimation de la fréquence de l'espèce dans de nombreuses placettes, Chicouène 1999).

Néanmoins, l'espèce semble posséder une amplitude écologique large en terme de statut phytosociologique et ne peut être considérée comme appartenant exclusivement à la classe des *Phragmiti australis-Caricetea elatae* Klika in Klika & Novák 1941.

Par ailleurs, l'étude phytosociologique révèle le cas particulier d'une espèce rare qui n'apparaît pas inféodée à une communauté végétale particulière.

V. ÉTAT ET VARIATIONS TEMPORELLES DES POPULATIONS EN BRENNÉ

V.1. DYNAMIQUES ESTIVALES

Entre la mi-juin et la fin du mois de septembre, les variations de la composition floristique des groupements dans lesquels *Caldesia parnassifolia* se trouve sont faibles (annexe 19). Localisée en bordure d'étang, l'espèce subit en fin d'été les fluctuations naturelles du niveau d'eau, liées à l'évaporation, qui peuvent conduire à une exondation temporaire de la population. On peut alors rencontrer la plante émergée, prostrée sur la vase humide mise à nu et accompagnée d'hydrophytes en voie de décomposition. Les variations estivales se traduisent plus par une disparition d'espèces aquatiques à la suite de l'exondation que par l'apparition d'un nouveau groupement d'espèces amphibies.

De même, lorsqu'elle est accompagnée d'espèces des *Littorelletea uniflorae*, peu de changements sont observés mise à part la floraison de certaines plantes à la suite de l'exondation telle *Baldellia ranunculoides*. Dans certains cas, on constate l'émersion de *Pilularia globulifera* ou d'*Eleocharis acicularis* en fin de saison (août, début septembre). Parfois, se développent ponctuellement quelques espèces des *Bidentetea tripartitae* Tüxen, Lohmeyer & Preising in Tüxen 1950 comme *Bidens tripartita*.

V.2. VARIATIONS INTER-ANNUELLES

Les variations inter-annuelles peuvent être importantes même lorsque les modalités de gestion piscicole restent inchangées. L'amplitude de variation des effectifs de *Caldesia parnassifolia* est parfois très importante : le facteur est compris entre de 2 à 50, en terme d'augmentation et de 2 à 20 en terme de diminution (figure 51).

Globalement, plus les effectifs sont faibles, plus les variations inter-annuelles sont importantes (figure 51). La stabilité de l'espèce apparaît ainsi mieux assurée lorsque les populations sont grandes : de petites populations situées dans des habitats fragmentés ont un plus grand risque d'extinction que des populations importantes (Hanski & Gilpin 1997).

Plus précisément, l'étude des variations des populations entre deux années consécutives menée sur plusieurs années (de 1993 à 1999) permet de dégager une tendance (figure 51) : les populations apparaissent stables si les effectifs sont supérieurs à deux cents individus (exemple de variation des effectifs entre 1997 et 1998 ou entre 1998 et 1999 sur 15 étangs, figure 51). De brutales disparitions peuvent avoir lieu d'une année sur l'autre, mais, la plupart du temps, les populations concernées sont inférieures à dix individus (ex : entre 1993 et 1994, 1995 et 1996, 1996 et 1997, 1997 et 1998, figure 51). Des disparitions peuvent toutefois également concerner des populations importantes (plus de 200 individus) mais seulement dans le cas d'une mise en assec de l'étang (étangs annotés d'un *, figure 51). Notons que les observations sont à nuancer en fonction du degré d'erreur possible dans l'estimation des effectifs de *Caldesia parnassifolia*.

		1994							
		0	]1;10]	]10;50]	]50;200]	]200;500]	]500;1000]	]1000;1500]
1993	0	1	1				1*		
	]1;10]							
	]10;50]			1				
	]50;200]					1		
	]200;500]				2			
	]500;1000]							
	]1000;1500]							

		1995							
		0	]1;10]	]10;50]	]50;200]	]200;500]	]500;1000]	]1000;1500]
1994	0	1				1*			
	]1;10]	3	1					
	]10;50]		1	1				
	]50;200]							
	]200;500]		1					
	]500;1000]				1			
	]1000;1500]							

		1996							
		0	]1;10]	]10;50]	]50;200]	]200;500]	]500;1000]	]1000;1500]
1995	0	1	2						
	]1;10]		1					
	]10;50]			1				
	]50;200]				1			
	]200;500]					1		
	]500;1000]							
	]1000;1500]						1	

		1997							
		0	]1;10]	]10;50]	]50;200]	]200;500]	]500;1000]	]1000;1500]
1996	0	3	1		1*			1*	
	]1;10]	1		2				
	]10;50]							
	]50;200]							
	]200;500]				1			
	]500;1000]							
	]1000;1500]					1		

		1998						
		0	]1;10]	]10;50]	]50;200]	]200;500]	]500;1000]	]1000;1500]
1997	0	5	2					
	]1;10]	2	1					
	]10;50]		1					
	]50;200]							
	]200;500]							
	]500;1000]							
	]1000;1500]					1	1	

		1999						
		0	]1;10]	]10;50]	]50;200]	]200;500]	]500;1000]	]1000;1500]
1998	0	2		1*				
	]1;10]							
	]10;50]		1	1				
	]50;200]				1			
	]200;500]							
	]500;1000]							1
	]1000;1500]							1

Fig. 51- Tableaux de contingence dits « automates cellulaires » représentant les variations des effectifs (par classe) de *Caldesia parnassifolia* observés sur 15 étangs de la Brenne entre deux années consécutives (données : Daudon entre 1993 et 1997, Otto-Bruc entre 1998 et 1999). Le nombre d'étangs concernés par une variation (hausse ou baisse des effectifs) est indiqué dans les cases non grisées. Ainsi, les chiffres des cases non grisées, situés dans la partie supérieure de la diagonale du tableau, se rapportent à des baisses d'effectifs tandis que les chiffres situés dans la partie inférieure correspondent à des hausses d'effectifs d'une année à l'autre. (* : étang en période d'assec).

Les résultats montrent également que *Caldesia parnassifolia* peut réapparaître après trois années d'absence (non-observation de l'espèce) (ex : figure 52), laissant supposer soit l'existence d'un stock de diaspores⁴⁸ (graines ou turions en supposant qu'un turion puisse survivre plusieurs années) dans le sédiment (le succès de la germination des graines peut être aléatoire), soit la possibilité de retour spontané de l'espèce dans l'étang.

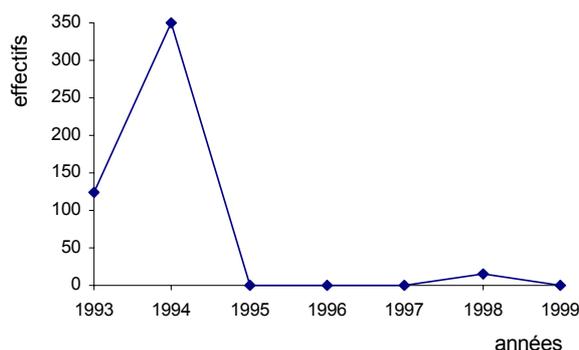


Fig. 52- Évolution des effectifs de *Caldesia parnassifolia* entre 1993 et 1999 sur l'étang F. (données : Daudon 1993-1997, Otto-Bruc 1998-1999).

Il convient de mettre l'accent sur la durée relativement courte de notre étude (1998-1999), qui fait certes suite à celle de Daudon (1993-1997), soit une durée totale de 3 à 7 ans selon les étangs, mais qui n'offre qu'une image partielle de l'évolution des populations de

⁴⁸ Une diaspore désigne tous les organes susceptibles de servir à la dissémination d'une espèce (spores, graines, gemmules, bulbilles...) (Chicouène 1997).

l'espèce. Il est ainsi indispensable d'étudier l'évolution des populations sur une durée beaucoup plus importante.

V.3. VARIATIONS DES POPULATIONS DEPUIS LE DEBUT DU XX^e SIECLE

À la fin du XIX^e siècle, Le Grand (1894) considérait *Caldesia parnassifolia* comme “ très rare ” mais, comme le fait remarquer Daudon (1997), “ cette appréciation se rapporte à la région du Berry ” qui est beaucoup plus vaste que la Brenne, dont elle fait partie et à laquelle *Caldesia parnassifolia* se limite. Rallet signale d'ailleurs, en 1935 et 1972, que l'espèce est “ répandue dans de très nombreux étangs de la Brenne ”. Elle était donc considérée comme relativement abondante dans cette région naturelle jusqu'au début des années 1970. Cependant, cette appréciation est très subjective et il est difficile d'établir une comparaison avec les données actuelles. En effet, bien que l'auteur recense 27 localités sur le territoire de la Brenne en 1935, il n'indique pas le nombre total d'étangs prospectés ni les effectifs de populations. De plus, il ne précise pas s'il s'agit d'une liste exhaustive.

Les résultats de la présente étude, complétés par les travaux de Pinet (1995-1998) et de Daudon (1997b) (entre 1993 et 1997) sur d'autres plans d'eau de la Brenne, permettent de dresser un bilan de la présence de *Caldesia parnassifolia* dans la région entre 1995 et 1999 : sa présence est confirmée dans 34 étangs de la Brenne. Ainsi, si l'on se réfère uniquement au nombre de localités signalées par Rallet (soit 27), il apparaît que la situation de *Caldesia parnassifolia* est actuellement stable.

Inversement, cette stabilité peut être remise en cause puisque *Caldesia parnassifolia* a certes été observée sur 34 étangs mais sur un total de 44 étangs⁴⁹, répertoriés et prospectés durant cette période. Ainsi, parmi ces 44 étangs, l'espèce n'a pas été retrouvée sur 10 plans d'eau, soit près d'un quart de l'échantillon. En outre, entre 1998 et 1999, les populations semblent globalement en régression sur les 32 plans d'eau étudiés en Brenne : l'espèce n'a été retrouvée que sur 60 % de l'échantillon, soit 19 étangs, dont 21 % (4 étangs) présentent des populations en nette régression ; l'espèce est donc considérée comme disparue ou en déclin sur 53 % de l'échantillon (17 étangs).

De plus, la plupart des étangs sur lesquels l'espèce n'a pas été retrouvée présentent une pauvreté floristique frappante, quelle que soit leur superficie (comparaisons établies avec les inventaires phytocoenotiques dressés par Daudon 1997b et Pinet 1995-1998). Rappelons enfin que les populations recensées de nos jours sont majoritairement très réduites, de un à quelques dizaines d'individus alors que, d'après Plat, Couderc et Botté (comm. pers.), quelques étangs de la Brenne étaient recouverts de *Caldesia parnassifolia*, sur de grandes surfaces durant les années 1970.

Ainsi, de nombreux éléments laissent présumer la régression de l'espèce en Brenne, en terme de nombre d'individus plutôt qu'en nombre de stations. Cette étude étant de courte durée (3 à 7 années de suivi), il est difficile d'affirmer que la situation actuelle de *Caldesia parnassifolia* est préoccupante au niveau local : les importantes variations inter-annuelles des populations et le nombre insuffisant de données intermédiaires sont autant de limites à l'interprétation des résultats. Quoi qu'il en soit, l'espèce est assez rare en Brenne. En effet, les

⁴⁹ Notons cependant que l'échantillon n'est pas très représentatif des étangs de la Brenne dans la mesure où les étangs pris en compte ont été choisis en fonction de la présence-absence de *Caldesia parnassifolia*.

travaux de Pinet (1995-1998) ont permis de constater que, sur un total de 217 étangs prospectés de manière aléatoire entre 1995 et 1998 en Centre-Brenne, *Caldesia parnassifolia* n'a été observée que sur 13 plans d'eau, soit 6 % de l'échantillon. En terme statistique, cela signifie que *Caldesia parnassifolia* est probablement présente dans un nombre restreint d'étangs (moins d'une centaine) à l'échelle de la Brenne qui compte près de 2 000 plans d'eau. Il est ainsi indispensable de surveiller les populations dans la mesure où la survie de l'espèce en France dépend de sa conservation en Brenne. Or, bien que reflétant l'hétérogénéité des étangs de la région, les critères d'échantillonnage sélectionnés pour cette étude restent restrictifs notamment en terme quantitatif : le nombre d'étangs étudiés abritant *Caldesia parnassifolia* est limité à moins de la moitié des plans d'eau répertoriés depuis le début du XX^e siècle (32 sur 81 étangs au total).

VI. CAUSES POSSIBLES DE FLUCTUATION DES POPULATIONS DE L'ESPECE ET PERSPECTIVES DE RECHERCHES

Malgré l'incertitude qui pèse quant à la régression des populations, quelques hypothèses sont présentées à diverses échelles de temps (deux années consécutives, décennie, siècle, ères géologiques...) afin de relativiser la perception de la régression des populations de *Caldesia parnassifolia*.

Ainsi, bien que les populations de Brenne apparaissent en régression, une augmentation des effectifs peut être observée en fonction de l'échelle d'étude prise en compte. Prenons l'exemple des 13 étangs, étudiés au cours de ce travail, abritant *Caldesia parnassifolia* en 1998 et 1999 et qui ont été suivis par Daudon entre 1993 et 1997 ; la variation de fréquence de l'espèce est fonction de l'échelle de temps considérée :

- Entre deux années consécutives (1997 et 1998), on dénombre 7 étangs dont les effectifs sont en augmentation, 4 qui ont des effectifs stables et 2, en régression.
- Par contre, on obtient des résultats contradictoires à l'échelle de 7 années de suivi (entre 1993 et 1999) avec seulement 2 étangs présentant des effectifs en augmentation, deux autres, des effectifs stables et 9 autres, en régression.

Il existe donc une diversité de comportements des variations de populations en fonction des échelles spatiales (étang, région, Europe) et temporelles (année, décennie, siècle, ères géologiques). Cette diversité de comportement permet, par ailleurs, de compenser les disparitions de populations à un endroit par une augmentation dans un autre site.

Ainsi, certaines causes de régression, à diverses approches temporelles et spatiales, sont proposées, ainsi que des perspectives de recherches (tableau 22).

❖ *Destruction de la plante par des rongeurs*

Le Ragondin (*Myocastor coypus*) et le Rat musqué (*Ondatra zibethicus*), qui ont envahi les étangs de Brenne depuis quelques décennies, sont de gros consommateurs d'hydrophytes, telles les pousses et les feuilles de *Nuphar lutea* ou encore les inflorescences de nombreux *Potamogeton* sp. (Jouventin *et al.* 1996, Pinet comm. pers.). Ces animaux consomment très

probablement *Caldesia parnassifolia* car plusieurs dizaines de pieds de cette espèce ont été retrouvés arrachés au cours de cette étude, flottant à la surface de l'eau en fin de saison (septembre à octobre), leurs racines parfois déchiquetées. Par rapport à l'échelle de régression de l'espèce au cours du siècle en Brenne, les rongeurs peuvent probablement avoir un effet sur les populations de *Caldesia parnassifolia* au bout de quelques décennies. Ainsi, depuis leur arrivée dans la région dans les années 1960 (le Ragondin est arrivé après le Rat musqué), on peut supposer que l'effet du Ragondin et du Rat musqué est décelable dès aujourd'hui.

Une étude sur le comportement (alimentaire ou non, car il peut être éventuellement destructeur sans être pour autant alimentaire) du Ragondin et du Rat musqué vis-à-vis de *Caldesia parnassifolia* permettrait de vérifier l'impact de tels rongeurs sur les populations de Brenne. Une des méthodes d'études à envisager pourrait être d'évaluer le pourcentage de touffes en épaves au cours des saisons, de vérifier la survie des touffes et d'évaluer le nombre de turions et de graines par surface. En effet, l'impact des rongeurs aura plus ou moins de conséquences pour les populations de *Caldesia parnassifolia* selon la saison de végétation : dans le cas où seules les racines sont endommagées en fin de saison de végétation, les turions pourront survivre. Par contre, si la consommation a lieu durant toute la saison de végétation, la plante ne pourra pas produire de diaspores et les conséquences sur les populations seront plus importantes.

Par ailleurs, ces rongeurs sont en partie responsables de la régression de certains habitats favorables à *Caldesia parnassifolia* en Brenne puisqu'ils sectionnent de grandes quantités de roseaux (*Phragmites australis*), massettes (*Typha latifolia* et *T. angustifolia*) et rubaniers (*Sparganium erectum* et *S. emersum*). Notons que, selon l'intensité de l'impact du rongeur, il est au contraire possible que ces animaux aient un effet favorable pour *Caldesia parnassifolia* en limitant les espèces étouffantes.

❖ Concurrence végétale

La plante peut être concurrencée par des hydrophytes (mais aussi, peut-être par des héliophytes tel *Phragmites australis*) morphologiquement proches mais plus robustes, tels *Nuphar lutea* et *Nymphaea alba*. Quelques étangs étudiés dans le cadre de ce travail possèdent un tel recouvrement de nénuphars qu'il ne reste plus qu'un espace restreint pour la population de *Caldesia parnassifolia*, sur les minces bordures de l'étang. De plus, ces végétaux seraient à l'origine de la disparition de *Caldesia parnassifolia* sur un étang de Brenne qui en était auparavant recouvert (Plat comm. pers.). Deux hypothèses peuvent être avancées :

- L'eutrophisation serait plus importante de nos jours ce qui favoriserait l'extension des nymphéacées au détriment de *Caldesia parnassifolia*.
- La mise en assec auparavant plus fréquente dans les étangs de la région contribuait à défavoriser les nymphéas ce qui est moins le cas aujourd'hui.

En matière de méthode d'étude, on peut envisager le suivi de *Caldesia parnassifolia* (introduite artificiellement sous forme de plantule, par exemple) sur une surface de 100 m² recouverte de Nénuphars, en étudiant la survie des touffes et en évaluant le nombre de graines et de turions par surface au cours de plusieurs saisons de végétation.

❖ *Dynamique naturelle de l'étang*

La dynamique naturelle de l'étang peut être l'un des facteurs de variation des populations de *Caldesia parnassifolia*. Lorsqu'un étang n'est plus régulièrement entretenu, il est l'objet d'un envahissement progressif des hélophytes puis des saules, jusqu'à son atterrissement. Bien que souvent entretenus mécaniquement (faucardage et démotage), la plupart des étangs de Brenne destinés à l'abreuvement du bétail ou aux loisirs (chasse, pêche à la ligne, baignade...) sont très rarement mis en assec (durée supérieure ou égale à un an).

Au cours de cette étude, la régression des populations de *Caldesia parnassifolia* (diminution de plusieurs centaines d'individus) a été mise en évidence entre 1994 et 1998 (Daudon : 1993-1997, Otto-Bruc : 1998) sur un étang qui n'a pas été mis en assec depuis au moins 50 ans (élément issu de l'enquête auprès du propriétaire). De plus, en 1935, Rallet avait qualifié de « très dense » les populations sur ce plan d'eau. La gestion de cet étang n'ayant pas changé au cours du temps hormis la fréquence de l'assec, on peut envisager que l'une des causes possibles de régression soit la dynamique naturelle de l'étang, non pas par recouvrement végétal trop excessif mais plutôt du fait d'un envasement accru.

En effet, en plus d'une réduction de l'espace en eau libre, il est possible qu'un envasement trop important puisse être néfaste à *Caldesia parnassifolia*. Pour étudier cette dernière hypothèse, on peut établir des mesures comparatives de profondeur du substrat à partir de mesures effectuées sur des touffes vigoureuses. Toutefois, les étangs de la Brenne destinés à l'abreuvement du bétail ou aux loisirs sont très peu nombreux et cette hypothèse apparaît, à l'échelle locale, peu probable.

Inversement la mise en assec (durée supérieure ou égale à un an) régulière d'un étang pourrait être fatale à la plante : il faudrait évaluer la durée de survie des turions et des graines en les mettant dans des conditions similaires à celle d'un assec (exemple : suivi des turions en sachets de tulle à différentes profondeurs d'eau et de vase).

❖ *Dynamiques synchronisées des populations*

Des populations qui ont des dynamiques synchronisées pouvant disparaître si les conditions environnantes sont défavorables (Hanski & Gilpin 1997), l'étude des dynamiques de plusieurs populations locales à long terme doit être approfondie.

❖ *Inadaptations climatiques et écologiques*

Il est probable que l'espèce n'est pas pleinement adaptée à nos régions (Haggard & Tiffney 1997). En effet, alors que le genre *Caldesia*, qui comprendrait quatre espèces selon Carter (1960), Ghafoor (1974 in Haggard & Tiffney 1997), Lai (1976) et Symoens (1984), possède une répartition de type tropical à sub-tropical, *Caldesia parnassifolia* serait la seule

espèce à être présente dans les pays tempérés de l'Europe⁵⁰. La reproduction sexuée serait défavorisée et remplacée par la production intense de turions en Europe tempérée (Hess *et al.* 1967). De fait, selon Dorofeev (1963) et Bůžek *et al.* (1985) (*in* Haggard & Tiffney 1997), les populations de *Caldesia parnassifolia* localisées dans ces régions seraient des reliques d'une période plus chaude au Tertiaire, qui auraient survécu en Europe grâce à la multiplication végétative (notons que cette hypothèse va à l'encontre de celle d'une dissémination récente par les oiseaux d'eau à travers l'Europe). Rappelons qu'en Brenne, nous avons observé de nombreux fruits verdâtres alors que d'autres, plus rares, avaient acquis la teinte brunâtre caractéristique de leur maturité en fin d'été 1998.

Ainsi, il faudrait s'assurer que les possibilités de reproduction ou de multiplication végétative de *Caldesia parnassifolia* sont affaiblies comme le soulignent certains auteurs mettant en cause le climat dans le processus de maturation des graines. L'étude des conditions stationnelles de la germination des graines apporterait des informations précieuses sur la dynamique des populations.

Par exemple, il faudrait évaluer le zéro de végétation de la plante (température en dessous de laquelle la croissance est interrompue) durant toute la saison de végétation et étudier les sommes de température en degré-jour (nombre de degré-jour nécessaire à chaque stade physiologique de la plante) sur plusieurs années. Cette étude, sur le long terme, permettrait d'effectuer des comparaisons en fonction des conditions climatiques. Une étude en laboratoire peut également être envisagée consistant à faire subir, durant une saison de végétation, des variations de la température à l'aide d'un phytotron⁵¹ sur plusieurs individus (exemples : étude de la vigueur des touffes en effectuant des mesures comparatives des diamètres à 1 cm de hauteur de la tige à partir de la base, calcul du nombre de turions et de graines par touffe, Chicouène comm. pers.).

De même, de plus amples recherches contribueraient à préciser si la germination et la croissance de la plante sont liées ou non à la hauteur de la lame d'eau (passage de la lumière) et à sa variation saisonnière, ainsi qu'à la pression de l'eau ou à la température (Pinet comm. pers.). La capacité de germer de certaines plantes aquatiques ou amphibies est en effet conditionnée par la profondeur de l'eau (Chaïb 1992). Plus précisément, par le biais de pigments photorécepteurs, le pouvoir germinatif des graines est influencé par la profondeur de l'eau, en fonction de la qualité et de la quantité de lumière la traversant. Par exemple, "*Nuphar lutea* a un taux de germination optimum exposé à l'infra-rouge, dans les eaux profondes qui correspondent à l'optimum de l'espèce" (Frankland *et al.* 1987).

Par ailleurs, les résultats de cette étude soulèvent la question de l'importance de la lame d'eau et des variations hydriques sur la croissance de la plante. Le présent travail a permis de confirmer la capacité d'adaptation morphologique de l'espèce, à l'instar d'autres espèces de la famille des Alismataceae (ex : *Luronium natans*, *Alisma plantago-aquatica*). Un suivi de plusieurs placettes au niveau de populations de *Caldesia parnassifolia* en Brenne permettrait d'étudier l'adaptation de l'espèce aux variations estivales du niveau de l'eau (mesures biométriques).

⁵⁰ Il faudrait cependant s'assurer de l'identité taxonomique de chacune des espèces, y compris celle observée en France, étant donné les problèmes taxonomiques précédemment évoqués.

⁵¹ Phytotron : enceinte climatisée où il est possible de faire varier autour des plantes les divers facteurs qui interviennent dans leur développement (quantité et qualité de l'éclairage, température, humidité, gaz carbonique) (Encyclopédie Larousse).

Il serait intéressant de savoir si la localisation de la ceinture optimale des populations change en fonction de la variation du niveau de l'eau. On peut envisager, par exemple, un suivi de la vigueur végétative et de l'inflorescence de *Caldesia parnassifolia* en faisant varier le niveau de l'eau au cours de deux années.

❖ *Problèmes de dissémination des diaspores*

Un problème de dispersion de l'espèce à travers les étangs de la Brenne et/ou de l'Europe pourrait éventuellement être à l'origine de sa régression.

Le mode de dispersion des graines par les oiseaux d'eau à travers les étangs de la Brenne, mais aussi entre les différentes zones humides d'Europe, est à étudier. Dans un premier temps, l'étude du comportement alimentaire des oiseaux d'eau vis-à-vis des graines de *Caldesia parnassifolia* permettrait de savoir si ces graines sont ingérées par ces animaux. Puis, l'analyse des fèces, en vérifiant la viabilité des graines après passage dans le tube digestif, permettrait de préciser le rôle des oiseaux d'eau dans le transport et la maturation des graines. Enfin, il faudrait procéder à une recherche paléo-phytogéographique (via des études polliniques par exemple) pour comprendre la répartition de l'espèce à travers l'Europe.

Par ailleurs, le transport par l'eau est essentiel puisque l'on retrouve *Caldesia parnassifolia* dans certains étangs successifs d'une même chaîne. Les fossés peuvent-ils jouer un rôle de corridors écologiques entre les étangs d'une même chaîne ? Rechercher, au niveau des fossés de queue d'étang, la quantité de diaspores (graines, turions, talles) de *Caldesia parnassifolia* susceptible d'être transportée par l'eau lors de la vidange ou mettre en évidence des métapopulations dont les sous-populations se répartiraient dans des étangs interconnectés sont autant d'exemples d'études à entreprendre. Une étude, dans des conditions naturelles, de la densité des diaspores afin de connaître leur capacité à flotter ainsi que la durée maximale de flottaison peut être envisagée dans un premier temps. Les turions, par exemple, ont probablement une moindre capacité à flotter que les graines et ne peuvent par conséquent être transportés que sur de trop courtes distances pour atteindre un autre étang.

Cependant, aucun argument vraisemblable ne permet d'étayer ces deux causes de régression possible à l'échelle du siècle (problèmes de transport par les oiseaux d'eau et par l'eau). En effet, les oiseaux d'eau migrateurs susceptibles de transporter les graines quittent la région de la Brenne dès le début du mois d'août, époque où les graines ne sont pas toutes arrivées à maturité. De plus, les oiseaux se dirigent vers le sud de la France avant de regagner l'Afrique, or, *Caldesia parnassifolia* n'a pas été observée dans ces territoires. De même, le système de vidange des étangs via les fossés d'interconnexions en Brenne est resté identique depuis des siècles laissant supposer que le transport éventuel de graines par l'eau ne peut *a priori* être entravé. Ces deux hypothèses peuvent donc davantage étayer les arguments concernant la rareté de l'espèce en Europe occidentale plutôt que la régression supposée de ses populations.

❖ *Influence des activités humaines*

Par rapport à l'hypothèse d'inadaptation climatique, qui peut jouer à l'échelle de plusieurs milliers d'années, le phénomène de régression à l'échelle de la décennie apprécié en Brenne pourrait s'expliquer par l'influence de certaines activités humaines, notamment la

pisciculture. Aymonin (1982) indique à ce propos que “ le déclin [d’espèces] telle que *Caldesia* prend place, peut-être, dans une situation évolutive actuellement inexpliquée, mais demeure incontestablement accéléré par les pressions anthropiques”. D’ailleurs, ce phénomène de régression peut être comparé à celui, observé en Brenne, de *Nymphoides peltata* morphologiquement proche de *Caldesia parnassifolia*. En effet, les populations de cette hydrophyte sont actuellement très réduites en Brenne alors qu’elles étaient importantes il y a quelques décennies, d’après les témoignages de botanistes locaux.

Ainsi, il est vraisemblable que les activités humaines, en l’occurrence les pratiques piscicoles en Brenne, jouent un rôle dans le phénomène de régression de ces espèces aquatiques (voir quatrième partie). Afin d’étudier cette hypothèse, il convient d’étudier de manière plus approfondie les conditions écologiques les plus favorables pour *Caldesia parnassifolia*.

Les résultats de cette étude ont montré que les différences de qualité d’eau en mars et juillet 2000 mesurées entre la bonde et les stations de *Caldesia parnassifolia* étaient significatives d’un point de vue statistique, excepté pour les valeurs du phosphore total en mars. De fait, le facteur fertilisation ne peut que difficilement être mesurable au printemps contrairement à la période estivale durant laquelle la qualité d’eau reflète les apports des mois d’avril ou de mai : les analyses de juillet ont donc permis de montrer des différences plus nettes que celles de mars.

Ainsi, *Caldesia parnassifolia* semble plus exigeante vis-à-vis de la qualité de l’eau. On la rencontre d’ailleurs dans des secteurs abrités en arrière d’épaisses roselières. Il est probable que l’espèce trouve dans ces secteurs une qualité d’eau qui lui soit plus favorable, en l’occurrence plus oligotrophique qu’en zone de pleine eau qui est parfois directement concernée par les apports d’engrais.

Cette hypothèse doit être vérifiée en corroborant les résultats d’analyses d’eau avec les modes de gestion des étangs (voir quatrième partie). Un suivi de la vigueur des touffes, dans des conditions naturelles ou expérimentales, en fonction de la variation trophique du milieu aquatique peut être envisagé afin de détecter un éventuel seuil de toxicité pour la plante. Notons que le vent n’apparaît pas comme étant un facteur discriminant puisque la plante a été observée en Brenne dans des zones fortement exposées aux vagues (cas de 2 étangs sur 19 abritant l’espèce entre 1998 et 1999).

Par ailleurs, les résultats des analyses de sédiment ont montré que les paramètres azote et anhydride phosphorique ne semblent pas jouer un rôle important dans la distribution des individus de *Caldesia parnassifolia* au niveau des bords de plan d’eau. Ainsi, tout en se développant sur un substrat pauvre en éléments nutritifs, *Caldesia parnassifolia* apparaît relativement indifférente à la qualité trophique des sédiments en bordure d’étangs. Il faudrait néanmoins aller au-delà de la caractérisation macroscopique qui en a été faite en s’interrogeant, notamment, sur les caractéristiques granulométriques de ces sédiments.

Enfin, il serait intéressant d’élargir le champ d’étude à d’autres régions (en Sologne du Cher, dans le Forez ou en Isère par exemple) en établissant des comparaisons avec la Brenne et en cherchant les causes de la rareté et de la régression de *Caldesia parnassifolia*. Des études de réintroduction peuvent également être envisagées.

Tab. 22 - Causes possibles de fluctuation des populations de *Caldesia parnassifolia* à l'échelle de la Brenne

Facteurs possibles	Arguments	vigueur des touffes	turions par touffe	graines par touffes	turions par surface	graines par surface	survie des touffes	survie des turions	survie des graines	Perspectives de méthodes d'étude
Rongeurs (Ragondins, Rats musqués)	individus en épave				X	X	XX			Evaluer notamment le pourcentage de touffes en épave au cours des saisons et pour différentes populations de rongeurs.
Concurrence végétale	espèces en extension, étouffantes	X			X	X				Introduction artificielle de plantules de <i>Caldesia parnassifolia</i> dans un étang recouvert de nénuphars (placette de 100 m ²) avec notamment, suivi de la vigueur des touffes.
Dynamique naturelle de l'étang	réduction de la surface en eau, envasement	X								Etablir des mesures comparatives de profondeur du substrat par rapport à des mesures effectuées sur des touffes vigoureuses.
Gestion de la hauteur d'eau	changement de la localisation de la ceinture optimale	XX	X	X						Variation du niveau de l'eau entre deux années et suivi des vigueurs végétatives et des inflorescences selon les endroits.
Climat	inadaptation au froid par rapport à la température moyenne, à la température maximale journalière en saison de végétation ...?	X	?	?			X	X	X	Etudier la survie des touffes et des diaspores en faisant varier artificiellement la température durant un cycle de végétation.
Eutrophisation	"toxicité" éventuelle	XX								Comparer la vigueur des touffes dans différentes qualités d'eau (ex : concentrations en azote total et en phosphate total) (conditions naturelles ou expérimentales)
Gestion de l'assec	pas de reproduction pendant au moins un an							X	X	Mise en assec de turions et de graines dans des sachets de tulle afin d'évaluer leur durée de survie.

❖ Conclusion

Les mécanismes de la régression supposée des populations tant à l'échelle de la Brenne que de l'Europe pourraient être analysés par la démographie des diaspores (graines, turions, talles).

Les résultats de notre étude ont montré que les variations inter-annuelles des populations de *Caldesia parnassifolia* peuvent être importantes, même lorsque les modalités de gestion piscicole restent inchangées. De telles variations pourraient être notamment décrites par l'étude de la démographie des diaspores de *Caldesia parnassifolia* : évaluation des composantes du rendement des diaspores par le calcul par surface notamment du nombre de touffes, du nombre de tiges allongées par touffe, de graines par inflorescence et de turions par tige. Cependant, il conviendrait aussi de s'assurer de l'absence de phénomènes de type pathologique en analysant des échantillons de semences ou de feuilles par exemple.

En outre, l'inventaire des localités de l'espèce en Brenne doit être complété de manière à préciser le nombre et l'état actuel des populations. Un suivi démographique des populations à long terme doit être entrepris : méthode d'évaluation des peuplements par dénombrement des individus sur différentes placettes (Chicouène 1999). Un suivi démographique par renforcement peut être aussi envisagé : plantation de plantules de *Caldesia parnassifolia* marquées au printemps et suivies chaque semaine pendant la saison de végétation.

Enfin, les résultats ont montré que les populations de plus de deux cents individus de *Caldesia parnassifolia* sont globalement plus stables que les petites populations. Un suivi démographique des diaspores permettrait peut-être d'étudier plus précisément ce phénomène : une connaissance plus précise des effectifs d'une population minimale viable de *Caldesia parnassifolia* nous permettrait aussi de mieux cerner le devenir des populations à long terme. Toutefois, d'autres phénomènes peuvent intervenir et modérer la pertinence d'une telle information : la détermination d'un insecte phytophage observé en Brenne et capable de consommer le limbe et son impact sur l'espèce serait, en particulier, à entreprendre.

CONCLUSION DE LA TROISIEME PARTIE

L'étude de *Caldesia parnassifolia* et de ses populations, au cours de trois années de terrain (relevés phytosociologiques, mesures biométriques et des paramètres environnementaux, analyses d'eau, en 1998, 1999 et 2000) dans 32 étangs répertoriés comme ayant abrité l'espèce au moins une fois depuis le début du siècle en Brenne, a permis d'aboutir aux résultats suivants :

- *Caldesia parnassifolia* est une plante pérenne (présence de turions), sans rhizome, dont les organes en végétation disparaissent durant l'hiver et qui a trois possibilités de se reproduire par :
 - multiplication sexuée via les **graines** ,
 - multiplication végétative via :
 - les **turions** (seuls organes végétatifs à hiverner),
 - les **talles** (pendant la saison de végétation).

- La majorité des effectifs de *Caldesia parnassifolia* étudiés est située dans une hauteur d'eau inférieure ou égale à 35 cm. Il s'agit donc probablement d'une **hydrophyte intermédiaire** : c'est-à-dire une plante fixée à organes végétatifs chlorophylliens submergés ou flottants et à reproduction aérienne et qui vit dans une faible épaisseur d'eau.
- Tout en se développant sur un **substrat pauvre en éléments nutritifs** (faibles teneurs en azote et en anhydride phosphorique), *Caldesia parnassifolia* apparaît relativement **indifférente à la qualité trophique des sédiments en bordure d'étangs**.
- Les plus importants effectifs de *Caldesia parnassifolia* par unité de surface en eau des étangs (effectifs par ha) sont associés à deux types de plans d'eau présentant **une eau très claire à tendance mésotrophique** :
 - cas d'un étang alcalin situé sur substrat calcaire à forte teneur en calcium et par conséquent, à forte conductivité,
 - cas de plusieurs étangs à dominante sableuse aux eaux neutres à légèrement alcalines, dont les valeurs de la conductivité, de l'alcalinité et de la dureté sont moyennes.
- *Caldesia parnassifolia* **ne semble pas caractériser un syntaxon particulier** ; on rencontre l'espèce dans **5 classes phytosociologiques** différentes et associées à des groupements végétaux de nature **oligotrophique à mésotrophique**, ce qui corrobore les résultats d'analyses d'eau.
- **Des différences significatives d'un point de vue statistique ont été mises en évidence concernant la qualité de l'eau** (transparence, pH, dureté, alcalinité, dureté, N total et P total) **entre les secteurs à *Caldesia parnassifolia* et la bonde des étangs abritant l'espèce**. Les mesures effectuées au niveau des stations de l'espèce présentent en effet des valeurs moindres. Il est probable que l'espèce trouve dans ces secteurs une qualité d'eau qui lui soit plus favorable, en l'occurrence plus **oligotrophique** qu'en zone de pleine eau qui est parfois directement concernée par les apports d'engrais.
- **Des différences significatives d'un point de vue statistique ont été mises en évidence concernant la qualité de l'eau entre des étangs abritant l'espèce et ceux qui ne l'abritent plus**. Les valeurs sont plus importantes dans les étangs n'abritant plus l'espèce pour l'ensemble des paramètres physico-chimiques, excepté pour le paramètre phosphore total mesuré en mars 2000.
- Les **variations estivales des populations sont peu importantes contrairement aux variations inter-annuelles** (facteur de variation compris entre 2 à 50). Toutefois, **la stabilité des effectifs apparaît mieux assurée lorsque les effectifs sont importants (supérieurs ou égaux à 200 individus)**.
- Bien que de nombreux éléments laissent supposer la régression de l'espèce en Brenne, **il est difficile d'affirmer que la situation actuelle de *Caldesia parnassifolia* est préoccupante au niveau local** : les importantes variations inter-annuelles des populations et le nombre insuffisant de données

intermédiaires sont autant de limites à l'interprétation des résultats. Quoi qu'il en soit, l'espèce est rare tant à l'échelle de la Brenne que de l'Europe ; il est ainsi indispensable de surveiller les populations dans la mesure où la survie de l'espèce en France dépend essentiellement de sa conservation en Brenne.

Quatrième partie

INFLUENCE DES ACTIVITES HUMAINES SUR LES COMMUNAUTES VEGETALES ET LA FLORE DES ETANGS



Chapitre VIII : CROISEMENT MANUEL DES TYPOLOGIES INDEPENDANTES D'ETANGS



Chapitre IX : CROISEMENT DES DONNEES PHYTOSOCIOLOGIQUES ET ENVIRONNEMENTALES (ACC)

Afin d'adopter une vision multi-critères de l'écosystème étang, cette partie est consacrée aux croisements des données issues des études compartimentales précédemment décrites (caractéristiques physiques, gestion, qualité de l'eau et végétation). À cette fin, deux méthodes sont utilisées : le croisement des typologies indépendantes d'étangs et le croisement informatique des données floristiques (relevés phytosociologiques) et environnementales (caractéristiques physiques, anthropiques et physico-chimiques) décrites dans la deuxième partie de ce travail.

Chapitre VIII. CROISEMENT DES TYPOLOGIES INDEPENDANTES DES ETANGS

Le croisement des typologies indépendantes permet de dégager les analogies entre les groupes et notamment de rechercher les liens entre les facteurs anthropiques et le recouvrement des communautés végétales des étangs étudiés.

I. TYPOLOGIE EN FONCTION DES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES, ANTHROPIQUES, PHYSICO-CHIMIQUES ET PHYTOSOCIOLOGIQUES DES ETANGS.

Les groupes, précédemment présentés, ayant le plus d'étangs en commun ont été rapprochés par comparaison. Les quatre arbres hiérarchiques issus des CAH, présentées dans la deuxième partie, ont été comparés (caractéristiques générales, gestion, physico-chimie, groupements végétaux des étangs). Les étangs sont ensuite reliés entre eux afin de définir des groupes qui ont le plus d'étangs en commun.

Ainsi, le croisement manuel des typologies indépendantes a permis de dégager trois principaux groupes ou types d'étangs aux caractéristiques générales, anthropiques, physico-chimiques et phytosociologiques communes. Ces types ont été comparés aux typologies établies par Martin (1993-1994b) et le groupe de travail « étangs piscicoles » (Anonyme 1998) résumées dans la revue bibliographique.

1. **Le premier type** rassemble une partie des étangs des groupes (symbolisés par la lettre G) issus des typologies suivantes :
 - « caractéristiques des étangs » : G1
 - « facteurs anthropiques » : G1
 - « physico-chimie de l'eau » : G3, G4, G5 et G6
 - « groupements végétaux » : G1 et G5

Il s'agit des étangs suivants : A, b, f, G, h, H, j, M, n, p, U, V, Z, F, m, W.
(légende des étangs en annexe 1)

Ces étangs ont les caractéristiques communes suivantes :

Ils couvrent de petites superficies en eau au sein de l'échantillon (17 ha en moyenne) et sont associés à un fort recouvrement végétal (ex : hydrophytes : 44 % soit 3,5 fois plus que dans le second groupe). Les surfaces en eau libre et sol nu sont faibles (42 % et 19%). Les algues sont relativement peu abondantes (environ 8 % de la superficie de l'étang).

Il s'agit d'étangs à faible production piscicole (moyenne de 105 kg/ha de poissons) et empoissonnement (33 kg/ha), ne recevant pas d'herbicides ni d'apports en azote liquide, phosphate ammoniacal, scories ou chaulage en eau mais seulement, pour deux ou trois étangs, un chaulage en assec en petite quantité (13 kg/ha) ou une fertilisation organique.

L'eau est transparente (80 cm en moyenne, soit près de 2 fois plus que dans le second groupe) et les teneurs en azote total et phosphore total sont relativement faibles (respectivement 3 et 0,19 mg/l).

Les étangs sont associés à des communautés de nature oligo-mésotrophique, sur substrat acide (ex : groupement à *Juncus heterophyllus*, *Eleocharitetum multicaulis* (All. 1922) R. Tx. 1937, *Scirpetum fluitantis* (Allorge 1922) Lemée 1937, *Charetum fragiferae* Corillion 1957, *Nitelletum syncarpae* Corillion 1957, *Nitelletum translucens* Corillion 1957).

Ainsi, ce groupe correspond à des étangs soit **inexploités** pour la pisciculture (typologie de Martin 1993-1994b) (étangs de loisirs, chasse y compris, ou abreuvement du bétail) soit à une **production occasionnelle** ou de **type traditionnel** (productivité « naturelle » de l'étang) (typologie : Anonyme 1998).

2. Le second type rassemble une partie des étangs des groupes issus des typologies suivantes :

- « caractéristiques des étangs » : G3
- « facteurs anthropiques » : G3, G4 et G5
- « physico-chimie de l'eau » : G2 et G7
- « groupements végétaux » : G2, G6, G7 et G8

Il s'agit des étangs suivants : d, e, i, k, K, L, T, Y, a, D, J, S, X.

Ces étangs ont les caractéristiques communes suivantes :

Le recouvrement des algues (12 %), de la surface en eau libre (75 %) et du sol nu est important (65 %). La superficie est importante (52 ha en eau en moyenne). Inversement, la végétation hydrophytique, hélrophytique et amphibie est très peu abondante (respectivement 12, 16 et 4 %).

La production piscicole et l'empoissonnement moyens sont 2 fois plus importants que dans le 1^{er} groupe avec, respectivement 250 kg/ha et 67 kg/ha. La plupart des étangs est régulièrement chaulée en eau et fertilisée en azote liquide (11 à 38 l/ha, l'un des étangs reçoit 250 l/ha). Ces étangs sont également fertilisés avec

du 14/48 (20 à 48 kg/ha en moyenne). L'un des étangs est chaulé en assec (80 à 350 kg/ha), certains ne reçoivent pas de scories tandis que d'autres en reçoivent des quantités importantes (135 kg/ha). Quatre étangs ont reçu des herbicides (0,04 à 2 l/ha) et quatre autres font l'objet d'un nourrissage important (10 à 500 kg/ha/an).

Les valeurs moyennes en azote total et phosphore total dans l'eau sont importantes (respectivement 5 mg/l et 0,33 mg/l). À l'inverse, la transparence est relativement faible (47 cm).

Ces étangs abritent des associations végétales à caractère eutrophique et d'alcalinité faible à moyenne (ex : *Lemnetum gibbae* (W Koch 1954) Miyawaki & J. Tüxen 1960 em., *Glycerietum maximae* Hueck 1931, *Ceratophylletum demersi* Hild 56,) ou des communautés de milieux alcalins, méso- à eutrophiques (ex : *Charetum vulgaris* Corillion 1957, *Potametum lucentis* Hueck 1931, *Charetum fragilis* Corillion 1957, *Hydrocharitetum morsi-ranae* van Langendonck 1935).

Ce groupe correspond à des étangs dont la production est dite « **rationnelle** (fertilisation minérale et organique, céréales, polyculture, aération de secours) » selon la typologie de Martin (1993-1994b) ou de type traditionnel mais de production dite « **naturelle stimulée** (chaulage, fertilisation minérale et organique) » selon la typologie du groupe de travail « étangs piscicoles » (Anonyme 1998), avec nourrissage complémentaire des poissons. Notons que les étangs de ce groupe peuvent être voués à la chasse comme au pâturage par le bétail.

3. Le troisième type correspond aux étangs de catégories intermédiaires qui font partie des groupes issus des typologies suivantes :

- « caractéristiques des étangs » : G2
- « facteurs anthropiques » : G2
- « physico-chimie de l'eau » : G1
- « groupements végétaux » : G3, G4

Il s'agit des étangs suivants : B, c, C, E, g, I, l, N, O, o, P, Q, R.

Ces étangs de catégorie intermédiaire partagent les caractéristiques suivantes :

Le recouvrement de sol nu (46 %) et en eau libre (61 %) sont importants. Le recouvrement en végétaux est plus faible que dans le premier groupe (ex : hydrophytes : 20 %), par contre, le recouvrement en algues est très important (13 %).

Ces étangs sont chaulés lors de l'assec (jusqu'à 175 kg/ha de chaux) ainsi qu'en eau (jusqu'à 280 kg/ha) et reçoivent une fertilisation organique importante (225 kg/ha en moyenne), mais pas de scories. La fertilisation azotée est faible (7 l/ha d'azote liquide en moyenne, pas de 14/48) ; l'empoisonnement (75 kg/ha) est très important tandis que la production piscicole (163 kg/ha) est moyenne. L'un des étangs a reçu des herbicides en faible quantité (0,07 l/ha) et six étangs de ce groupe reçoivent un nourrissage important (200 à 500 kg/ha).

La transparence de l'eau est moyenne (65 cm) ainsi que la teneur en azote total (3,2 mg/l) et phosphore total (0,22 mg/l).

Les communautés associées à ces étangs sont soit typiques de milieux alcalins, oligo-mésotrophiques (ex : groupement à *Chara aspera*, groupement à *Cladium mariscus*), soit, au contraire, de milieux non alcalins oligo-mésotrophiques (ex : *Nitelletum syncarpae* Corillion 1957, *Nitelletum translucentis* Corillion 1957).

Le groupe rassemble des étangs dont la production de poissons est dite « **rationnelle** » selon la typologie de Martin (1993-1994b) ou de **type traditionnel** avec une productivité « **naturelle** » à « **naturelle stimulée** » d'après la typologie du groupe de travail « étangs piscicoles » (Anonyme 1998). Les typologies proposées dans la littérature ne sont, en fait, pas adaptées dans ce cas car elles ne proposent pas de groupe intermédiaire entre les deux précédents. Ces étangs peuvent être également à vocation cynégétique ou destinés au pâturage.

Notons que cette typologie ne comprend pas les étangs dont la production est dite intensive décrite par Martin (1993-1994b) (production entre 0,5 à plus de 1 tonne/ha/an) ou « optimisée » (1 tonne/ha/an) définie par le groupe de travail « étangs piscicoles » (Anonyme 1998). Une gestion est dite intensive dès lors que les paramètres physico-chimiques de l'eau sont contrôlés de façon permanente (Servan comm. pers.) : oxygénation artificielle, nourrissage, mesures physico-chimiques de l'eau régulières... Ce type de gestion, applicable en bassin piscicole (petite superficie, matériels techniques, absence de végétation...), n'est pas maîtrisable en écosystème étang de par sa complexité.

Les résultats des typologies indépendantes sont synthétisés dans le tableau 23. La profondeur moyenne, le boisement périphérique des rives, l'alcalinité et la dureté ne sont pas des critères qui permettent de distinguer les groupes : les valeurs sont à peu près identiques dans les trois types. Il existe une progression croissante des valeurs des caractéristiques du groupe 1 jusqu'au type 2 via le type 3 qui est intermédiaire (tableau 23). Des tests statistiques auraient pu être pratiqués mais l'hétérogénéité au sein des groupes est importante (écart-type du tableau 23) de sorte qu'il est probable que ces tests ne sont pas significatifs.

Cette typologie est en accord avec celle établie par Aubron *et al.* (1989) qui ont confronté deux typologies en fonction des zones humides de Bretagne : typologies physico-chimique et phytocénotique. Les auteurs ont distingué notamment un groupe d'étangs eutrophes se rapportant à notre second groupe, un groupe oligo-mésotrophe, correspondant à notre premier groupe et un groupe méso-eutrophe, auquel notre troisième groupe peut être rattaché.

Tab. 23- Typologie des 42 étangs de la Brenne étudiés en fonction de quatre critères : caractéristiques générales, gestion piscicole, qualité de l'eau et communautés végétales. (légende : + : faible ; ++ : moyen ; +++ : fort ; * : nombre d'étangs concernés par la pratique)

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Moyenne des 42 étangs
Nombre d'étangs	16	13	13	
Caractéristiques générales	<i>Moyennes des caractéristiques</i>			
Surface en eau (ha)	17 ± 15	52 ± 40	21 ± 24	25
Profondeur (m)	2,3 ± 0,7	2,2 ± 1	2,2 ± 0,8	2,3
Recouvrement en hydrophytes (%)	44 ± 19	12 ± 8	20 ± 14	27
Recouvrement en hélophytes (%)	23 ± 11	16 ± 8	21 ± 8	20
Recouvrement en amphiphytes (%)	6 ± 8	4 ± 5	5 ± 5	6
Recouvrement algal (%)	8 ± 9	12 ± 14	13 ± 15	11
Recouvrement arbustif autour de l'étang (%)	37 ± 28	32 ± 27	36 ± 32	37
Gestion piscicole				
Production piscicole (kg/ha/an)	105 ± 66	250 ± 50	163 ± 87	166
Empoisonnement (kg/ha/an)	33 ± 20	67 ± 28	75 ± 105	57
Fertilisation minérale (l/ha ou kg/ha)	0	45 ± 40	5 ± 8	50 (18*)
Fertilisation organique (kg/ha)	15 ± 42	0	225 ± 370	75 (6*)
Nourrissage (kg/ha)	0	90 ± 20	170 ± 30	140 (12*)
Scories (kg/ha)	0	104 ± 100	0	32 (7*)
Chaulage (kg/ha)	38 ± 15	70 ± 110	115 ± 160	93 (14*)
Herbicide (l/ha)	0	parfois	parfois	0,07 à 2 (5*)
Qualité de l'eau				
Transparence (cm)	80 ± 39	47 ± 36	65 ± 32	61
Conductivité (µS/cm)	185 ± 103	200 ± 65	175 ± 75	190
Dureté (TH)	10,5 ± 5,5	11,5 ± 4	10 ± 4	10,5
Alcalinité (mg/l CaCO ₃)	76 ± 51	78 ± 33	71 ± 40	76
Azote total (mg/l)	3 ± 2,3	5 ± 2,9	3,2 ± 1,7	3,5
Phosphore total (mg/l)	0,19 ± 0,15	0,33 ± 0,15	0,22 ± 0,12	0,25
Recouvrement des communautés végétales				
Communautés oligo-mésotrophiques	+++	+	+++	
Communautés méso- eutrophiques	+	+++	++	
Communautés eutrophiques	+	+++	+	

II. POSITION DE *CALDESIA PARNASSIFOLIA* AU SEIN DE LA TYPOLOGIE

Caldesia parnassifolia est présente dans 8 étangs du premier groupe, 3 du second et 8 du troisième avec les moyennes des effectifs par unité de surface en eau d'étang respectivement de 66 individus par ha, 1,5 individus par ha et 17 individus par ha. Ainsi, les plus abondantes populations pondérées par rapport à la superficie de l'étang sont situées dans des étangs du groupe 1, dont la gestion n'est pas à finalité piscicole (loisirs, abreuvement du bétail, réserve fédérale de chasse) ou bien dont la production piscicole est occasionnelle ou de type traditionnel, qui présentent une eau claire, pauvre en éléments nutritifs (azote total et

phosphore total) et qui abritent des communautés végétales oligo-mésotrophes, associées à des substrats acides à faiblement alcalins avec un fort recouvrement végétal. Ces résultats sont en accord avec ceux exposés dans la troisième partie de ce travail. On peut s'interroger sur l'importance de *Caldesia parnassifolia* dans le troisième groupe en terme de présence statistique (8 étangs sur 13) : on peut supposer que les modalités de gestion effectuées dans ce groupe (nourrissage, chaulage et fertilisation organique essentiellement) ne sont pas défavorables à cette espèce ou que le temps de réponse de l'espèce à ces pratiques est très long et que l'on ne constate pas encore les effets sur elle ; par ailleurs, on rencontre très souvent l'espèce en arrière d'hélophytes qui contribuent probablement à modifier la qualité de l'eau dans les secteurs à *Caldesia parnassifolia* dans le sens d'une oligotrophisation. Cette dernière remarque est également valable pour expliquer la présence de l'espèce dans le groupe 2 (3 étangs sur 13).

Chapitre IX. CROISEMENT DES DONNEES PHYTOSOCIOLOGIQUES ET ENVIRONNEMENTALES (ACC)

Pour connaître la sensibilité de la végétation des étangs aux activités humaines, l'ACC est apparue comme étant la méthode informatique la plus fine ; elle constitue une méthode beaucoup plus précise que le croisement de typologies évoqué plus haut dans la mesure où elle met en relation, non pas les communautés végétales, mais les espèces. Elle met, en effet, en relation un ensemble de relevés phytosociologiques (tableau des individus « relevés ») et les facteurs supposés influencer leur distribution, les paramètres environnementaux (tableaux de 81 variables environnementales sélectionnées par rapport aux hypothèses de travail et à leur pertinence pour expliquer la composition floristique du milieu).

Contrairement à la méthode précédente, la sélection des variables du jeu de données est automatique (et non basée sur notre expertise) : les variables incluses ont toutes un sens identifiable et seules sont sélectionnées celles qui expliquent, statistiquement, le mieux la composition de la végétation.

L'interprétation des représentations graphiques des ACC est réalisée à partir de la méthode décrite par Ter Braak & Verdonschot (1995). Ainsi, la flèche, représentant le vecteur d'une variable environnementale quantitative, est dirigée dans la direction du changement maximale de la valeur associée à la variable et la longueur des flèches est proportionnelle au taux de changement maximal. Dans la direction perpendiculaire de la flèche, la variable ne change pas de valeur et la longueur d'une flèche indique l'importance de la variable. Si l'angle entre deux flèches est aigu, la corrélation entre les deux variables associées est positive, par contre, si l'angle est obtus, la corrélation est négative. Enfin, les variables environnementales nominales (qualitatives) sont représentées par des symboles (carrés) et non par des flèches.

Afin de faciliter la lecture de certains graphiques, une option du logiciel Canodraw a été utilisée permettant de réduire le nombre d'espèces, de variables ou de relevés affichés en fonction du poids qu'elles représentent ou de leur importance dans le jeu de données. De même, au vu des résultats des valeurs propres, nous limiterons l'interprétation graphique au plan factoriel défini par les deux premiers facteurs (F1 et F2).

I. ANALYSE SUR L'ENSEMBLE DES VARIABLES ENVIRONNEMENTALES

Parmi les 81 variables soumises (annexe 5), la sélection pas à pas a permis de retenir 5 variables significatives énoncées dans l'ordre dans lequel elles sont sélectionnées ($p < 0,01$) : « alcalinité (mars 2000) », « surface en eau de l'étang », « pâturage des bords d'étang », « fréquence de l'assec (7-10 ans) » et « pentes douces de l'étang ». Elles expliquent à elles toutes 2,3 % de l'inertie ce qui est faible mais significatif d'un point de vue statistique.

L'analyse (figure 53), dans le plan factoriel défini par les deux premiers axes, de la position relative des vecteurs, représentant les variables, et des espèces montre que :

- Les variables « pâturage des bords d'étang » et « surface en eau de l'étang » sont corrélées positivement avec les axes 1 et 2. Les variables « alcalinité (mars 2000) » et « fréquence de l'assec (7-10 ans) » sont corrélées positivement avec le premier axe et négativement avec le second. Enfin, la variable « pentes douces de l'étang » est corrélée négativement avec le premier axe et positivement avec le second (figure 53).

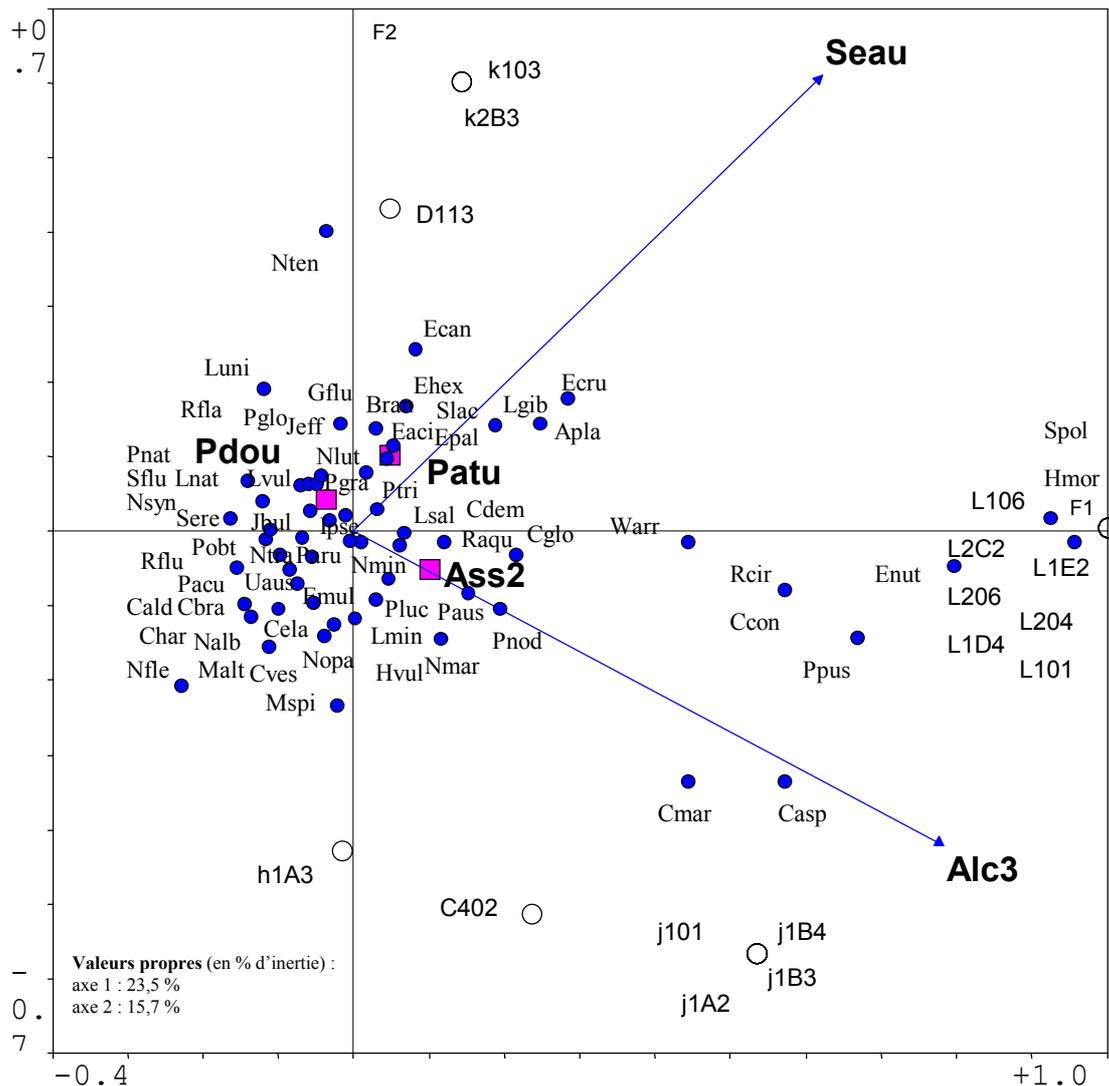


Fig. 53.-Représentation graphique, dans le plan factoriel défini par les deux premiers axes de l'ACC, des espèces, des relevés phytosociologiques et des variables environnementales. (légende : annexe 20 pour les espèces, feuille hors texte ou annexe 5 pour les variables environnementales).

- *Hydrocharis morsus-ranae*, *Spirodela polyrhiza*, *Elodea nuttallii*, sont associées à de très fortes valeurs de l'**alcalinité** et de la **surface en eau** (figure 53). *Potamogeton pusillus*, *Ranunculus circinatus*, *Chara connivens* et *Wolffia arrhiza* sont liées à des valeurs conséquentes mais moins importantes de ces variables. Ces

espèces sont, comme nous l'avons mentionné dans le chapitre V, presque toutes associées à des milieux alcalins.

- *Echinochloa crus-galli*, *Lemna gibba*, *Alisma plantago-aquatica*, *Scirpus lacustris*, *Elodea canadensis*, *Nitella tenuissima*, *Elatine hexandra*, *Eleocharis palustris* et *Wolffia arrhiza* sont notamment associées à des valeurs moyennes de **la surface en eau**. Certaines de ces espèces ont été essentiellement rencontrées dans de grands étangs ce qui permet d'expliquer ces résultats.
- *Cladium mariscus* et *Chara aspera* sont étroitement liées à de fortes valeurs de **l'alcalinité** ce qui correspond à nos observations de terrain et aux données de la littérature décrites dans le chapitre V.
- *Potamogeton nodosus*, *Phragmites australis*, *Potamogeton lucens*, *Chara globularis* (*Chara fragilis*), *Najas marina* sont entre autres associées à des valeurs moyennes de **l'alcalinité** ce qui est en accord avec la description des conditions écologiques décrites dans le chapitre V. Elles sont également très proches de la variable **fréquence de l'assec tous les 7 à 10 ans**. Ces hydrophytes semblent mieux résister que d'autres espèces à l'état de graines (ou d'oospores) durant cette période défavorable. Cette pratique de l'assec n'apparaît pas défavorable à *Phragmites australis* contrairement à ce qu'indiquaient Lebreton (1982) et Bolomier (1994) : la fréquence est peut-être insuffisante pour qu'un impact fort puisse être observé.
- *Eleocharis palustris*, *Eleocharis acicularis*, *Eleocharis ovata*, *Baldellia ranunculoides*, *Scirpus lacustris*, *Juncus effusus* sont proches de la variable « **pâturage des rives d'étang** ». Cette pratique favorise donc certaines hémicryptophytes et thérophytes et ces résultats confirment l'effet du pâturage sur *Juncus effusus* constaté notamment par Felzines (1977) et Le Neveu (1986).
- *Iris pseudacorus*, *Sparganium erectum*, *Lysimachia vulgaris*, *Juncus bulbosus*, *Potamogeton gramineus* sont proches de la variable « **pentés douces de l'étang** ». Il s'agit en effet, pour la plupart, d'espèces localisées en bordure de plan d'eau et supportant une émergence ou une submersion temporaire (les 3 premières espèces sont des hémicryptophytes, *Juncus bulbosus* est une amphiphyte).
- *Caldesia parnassifolia*, *Nitella flexilis*, *Chara* sp., *Charopsis braunii*, *Nymphaea alba*, *Potamogeton acutifolius*, *Myriophyllum alterniflorum* sont associées à de très faibles valeurs de **l'alcalinité** et de la **surface en eau** et sont assez éloignées des autres variables. Ces espèces se rencontrent donc statistiquement plus souvent dans de petits étangs non pâturés, reposant sur un substrat siliceux et qui ne sont pas mis en assec tous les 7 à 10 ans.

II. ANALYSE PAR TYPES DE VARIABLES ENVIRONNEMENTALES

L'analyse sur l'ensemble des variables environnementales permet d'obtenir une approche globale prenant en compte les facteurs susceptibles d'influencer la composition floristique des étangs parmi ceux qui ont été mesurés. Toutefois, une approche plus fine mérite d'être abordée de façon à cerner, pour chaque type de variables environnementales, celles qui ont le plus de signification. Ainsi, des ACC ont été réalisées à partir de plusieurs lots de variables afin d'étudier isolément les caractéristiques des étangs (physico-chimie, gestion et caractéristiques générales).

II.1. VARIABLES RELATIVES A LA QUALITE DE L'EAU

Les variables d'analyses d'eau correspondent aux résultats obtenus au cours de chaque campagne d'analyse en 1998, 1999 et 2000. En effet, par souci de précision, nous avons jugé préférable de conserver les résultats par campagne plutôt que d'effectuer des moyennes.

Parmi un premier lot de 22 variables soumises (annexe 21), relatives aux analyses d'eau, la sélection pas à pas a permis de retenir 5 variables significatives énoncées dans l'ordre dans lequel elles sont sélectionnées ($p < 0,01$) : « alcalinité (mars 2000) », « transparence (2^e campagne 1998-1999) », « conductivité (2^e campagne 1998-1999) », « alcalinité (2^e campagne 1998-1999) » et « conductivité (1^{ere} campagne 1998-1999) ». Elles expliquent à elles toutes 2,23 % de l'inertie.

L'analyse, dans le plan factoriel défini par les deux premiers axes, de la position relative des vecteurs, représentant les variables, et des espèces montre que (figure 54) :

- Les variables « alcalinité (mars 2000) », « conductivité (2^e campagne 1998-1999) », « alcalinité (2^e campagne 1998-1999) » et « conductivité (1^{ere} campagne 1998-1999) » sont positivement corrélées avec les deux premiers axes. La variable « transparence (2^e campagne 1998-1999) » est au contraire, négativement corrélée avec les premier et second axe.
- *Cladium mariscus*, *Elodea nuttallii*, *Hydrocharis morsus-ranae* sont associées à de très fortes valeurs de la **conductivité** (1^{ere} et 2^e campagne 1998-1999), et de l'**alcalinité** (2^e campagne 1998-1999, mars 2000). *Wolffia arrhiza*, *Ranunculus circinatus*, *Lemna gibba* et *Lycopus europaeus* sont associées à des valeurs moyennes de ces vecteurs. Ces résultats sont en accord avec les nôtres et les éléments de la bibliographie (les espèces étant rencontrées dans des associations aux conditions écologiques similaires). Nous avons observé en Brenne la roselière à *Cladium mariscus* en bordure de trois étangs très alcalins ; de même, *Hydrocharis morsus-ranae* a été observée en étang très alcalin eutrophique confirmant les observations de la littérature (Chaïb 1992, Den Hartog & Segal 1964, Rodwell *et al.* 1995) ; enfin, *Ranunculus circinatus* a été rencontrée en Brenne dans deux étangs, aux eaux nettement alcalines et eutrophiques.

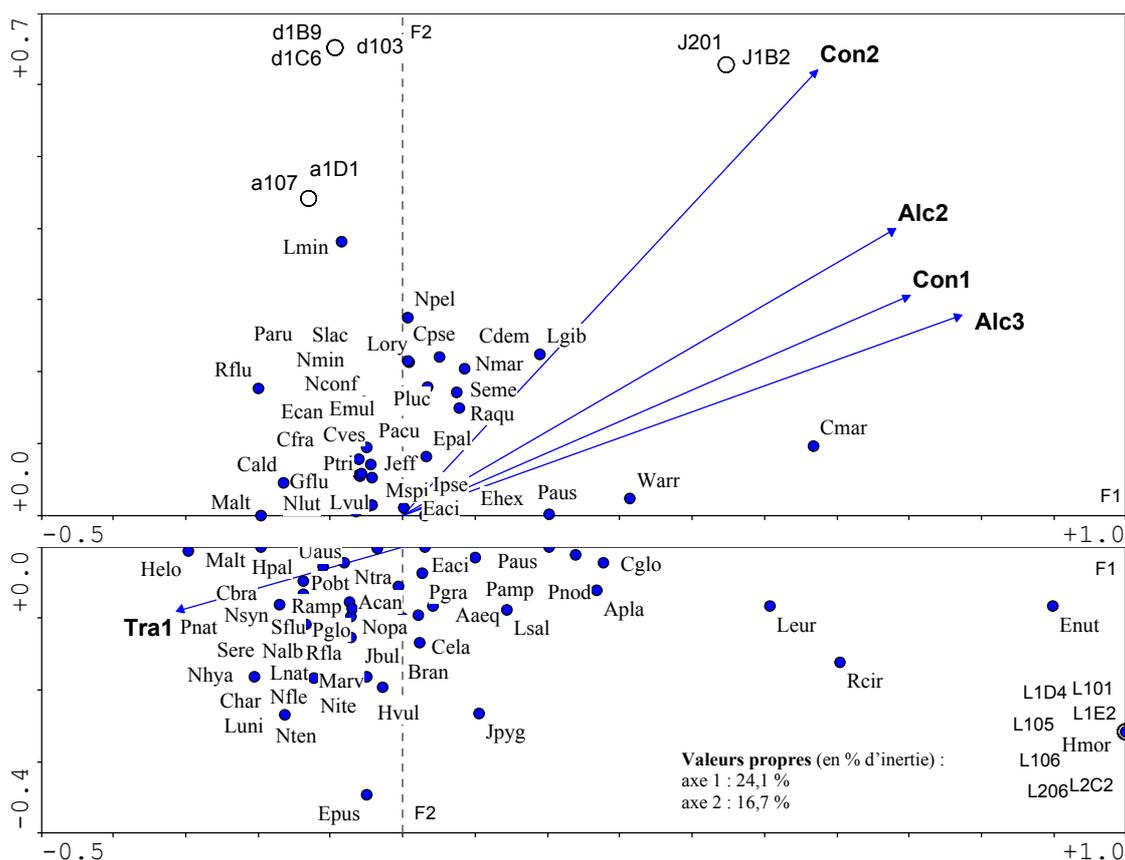


Fig.54.-Représentation graphique, dans le plan factoriel défini par les deux premiers axes de l'ACC, des espèces, des relevés phytosociologiques et des variables d'analyse d'eau. (légende : annexe 20 pour les espèces, feuille hors texte ou annexe 5 pour les variables environnementales).

- Littorella uniflora*, *Nitella tenuissima*, *Nitella* sp., *Nitella hyalina*, *Nitella flexilis*, *Luronium natans*, *Charopsis braunii*, *Hottonia palustris*, *Nitella syncarpa*, *Potamogeton natans*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Scirpus fluitans*, *Sparganium erectum*, *Nymphaea alba*, *Potamogeton obtusifolius*, ***Caldesia parnassifolia*** sont, entre autres espèces, associées à des valeurs importantes de la « **transparence** (2^e campagne 1998-1999) » et à de très faibles valeurs de la **conductivité** et de l'**alcalinité**. Ces résultats sont en accord avec ceux décrits dans la revue bibliographique. En effet, Van den Berg *et al.* (1998) ont montré que les characées contribuent à augmenter la transparence de l'eau. D'après Krause (1981) et Mériaux (1982), les characées sont sensibles aux pollutions et Kölher (1975) indique qu'elles sont indicatrices d'une bonne qualité de l'eau. Enfin, Schwarz & Hawes (1997) ont constaté les effets néfastes d'une réduction de la transparence sur ces espèces ainsi que sur les hydrophytes en général (*Potamogeton* sp., *Nymphaea alba*...). Dans la troisième partie de ce travail, nous avons également montré que *Caldesia parnassifolia* est associée à une eau transparente. Par ailleurs, *Littorella uniflora*, qui peut vivre submergée une grande partie de l'année, est favorisée par une forte transparence de l'eau.

II.2. VARIABLES RELATIVES A LA GESTION PISCICOLE DES ETANGS

Parmi un lot de 14 variables soumises (annexe 21), relatives à la gestion piscicole des étangs, la sélection pas à pas a permis de retenir 2 variables significatives énoncées dans l'ordre dans lequel elles sont sélectionnées ($p < 0,05$) : « fertilisation en phosphate ammoniacal » (14/48) et « chaulage en assec ». Les variables expliquent à elles deux 0,88 % de l'inertie.

L'analyse, dans le plan factoriel défini par les deux premiers axes, de la position relative des vecteurs, représentant les variables, et des espèces montre que (figure 55) :

- La variable « chaulage en assec » est positivement corrélée avec les deux premiers axes, et plus particulièrement avec le second. La variable « **fertilisation en phosphate ammoniacal** » est positivement, fortement corrélée avec le premier axe et négativement avec le second.

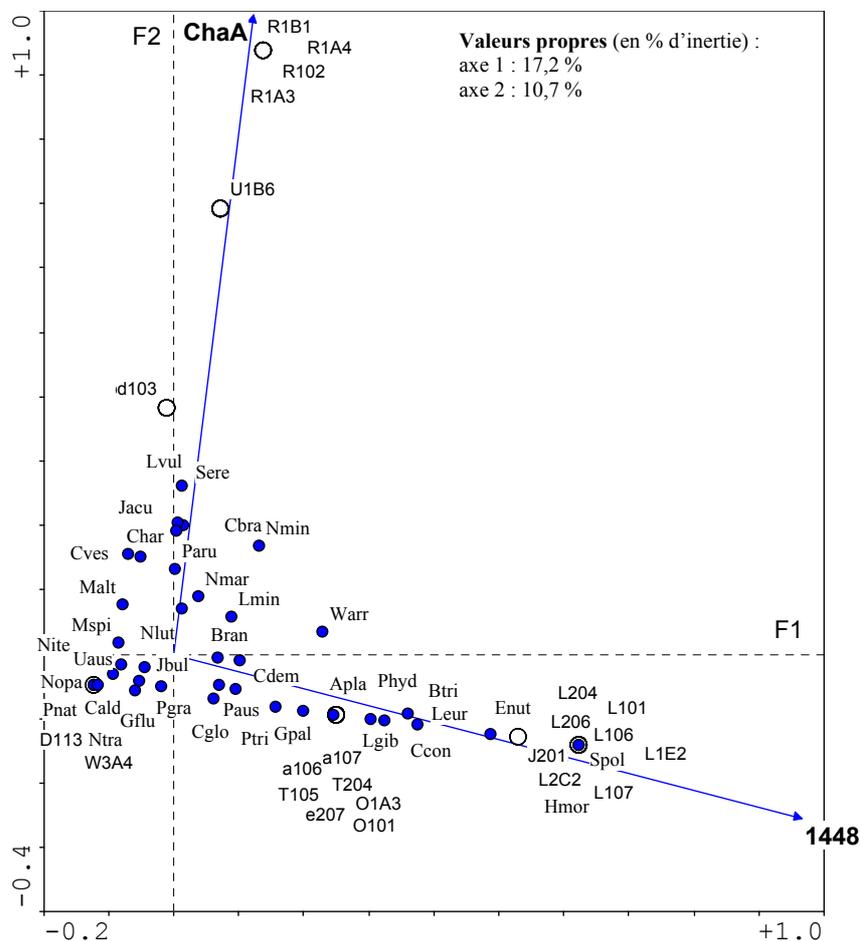


Fig. 55.-Représentation graphique, dans le plan factoriel défini par les deux premiers axes de l'ACC, des espèces, des relevés phytosociologiques et des variables de gestion piscicole. (légende :. Annexe 20 pour les espèces, feuille hors texte ou annexe 5 pour les variables environnementales).

- *Lysimachia vulgaris*, *Sparganium erectum*, *Juncus acutiflorus*, *Phalaris arundinacea*, *Najas marina*, *Nuphar lutea*, *Chara* sp., sont entre autres espèces,

associées au vecteur du « **chaulage en assec** ». Les 2 premières espèces sont des héliophytes et les deux suivantes sont des plantes terrestres qui ne sont pas concernées directement par cette pratique généralement exercée dans la partie centrale de l'étang. En revanche, les hydrophytes telles *Chara* sp., *Najas marina* et *Nuphar lutea* semblent être favorisées par le chaulage en assec.

- *Spirodela polyrhiza*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Elodea nuttallii*, *Lycopus europaeus*, *Bidens tripartita*, *Chara connivens*, *Lemna gibba*, *Polygonum hydropiper*, *Alisma plantago-aquatica*, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton trichoides*, *Phragmites australis* sont notamment associées à des valeurs importantes de la « **fertilisation en phosphate ammoniacal** ». Ces espèces possèdent un caractère eutrophique et la plupart sont inféodées à des milieux alcalins comme nous l'avons décrit dans le chapitre V. Par ailleurs, Krause (1981) et Mériaux (1982) ont montré que certaines espèces telles *Ceratophyllum demersum* et *Lemna gibba* sont résistantes aux pollutions organiques et minérales. Il semble que la fertilisation en composé azote-phosphore a pour effet d'augmenter la trophie du milieu favorisant certaines espèces au détriment d'autres.
- *Caldesia parnassifolia*, *Nitella* sp., *Nitella opaca*, *Potamogeton natans*, *Utricularia australis*, *Nitella translucens*, *Glyceria fluitans*, *Potamogeton gramineus*, *Juncus bulbosus*, etc., situées dans la partie inférieure gauche du graphique, ne sont pas associées à ces deux variables. Ces espèces semblent défavorisées par les pratiques du chaulage en assec et par la fertilisation en composé azote-phosphore (14/48) : on peut supposer que ces espèces ne supportent pas une augmentation du pH ou de la trophie du milieu, ou bien que les graines (ou turions) stockées dans le sédiment sont altérées par l'action caustique de la chaux vive.

II.3. VARIABLES RELATIVES A D'AUTRES FACTEURS DE GESTION

Parmi un lot de 26 variables soumises (annexe 21), relatives à d'autres facteurs de gestion des étangs, la sélection pas à pas a permis de retenir 5 variables significatives énoncées dans l'ordre dans lequel elles sont sélectionnées ($p < 0,01$) : « pâturage des bords d'étang », « fréquence de l'assec (7-10 ans) », « faucardage récent », « culture totale de fond d'étang » et « gyrobroyage des berges ». Les 5 variables expliquent à elles toutes 1,9 % de l'inertie.

L'analyse, dans le plan factoriel défini par les deux premiers axes, de la position relative des vecteurs, représentant les variables, et des espèces montre que (figure 56) :

- Les variables « fréquence de l'assec (7-10 ans) », « gyrobroyage des berges » et « pâturage des bords d'étang » sont positivement corrélées aux deux premiers axes. La variable « fréquence de l'assec (7-10 ans) » est étroitement corrélée au second axe. La variable « culture totale de fond d'étang » est négativement corrélée au premier axe et positivement au second. La variable « faucardage récent » est positivement corrélée à l'axe 1 et négativement à l'axe 2 (figure 56). Les variables « gyrobroyage des berges » et « pâturage des bords d'étang » sont

très étroitement corrélées. L'axe F1 semble correspondre à un axe de perturbation par entretien des rives d'étangs tandis que l'axe F2 se rapporterait à la pratique de l'assec.

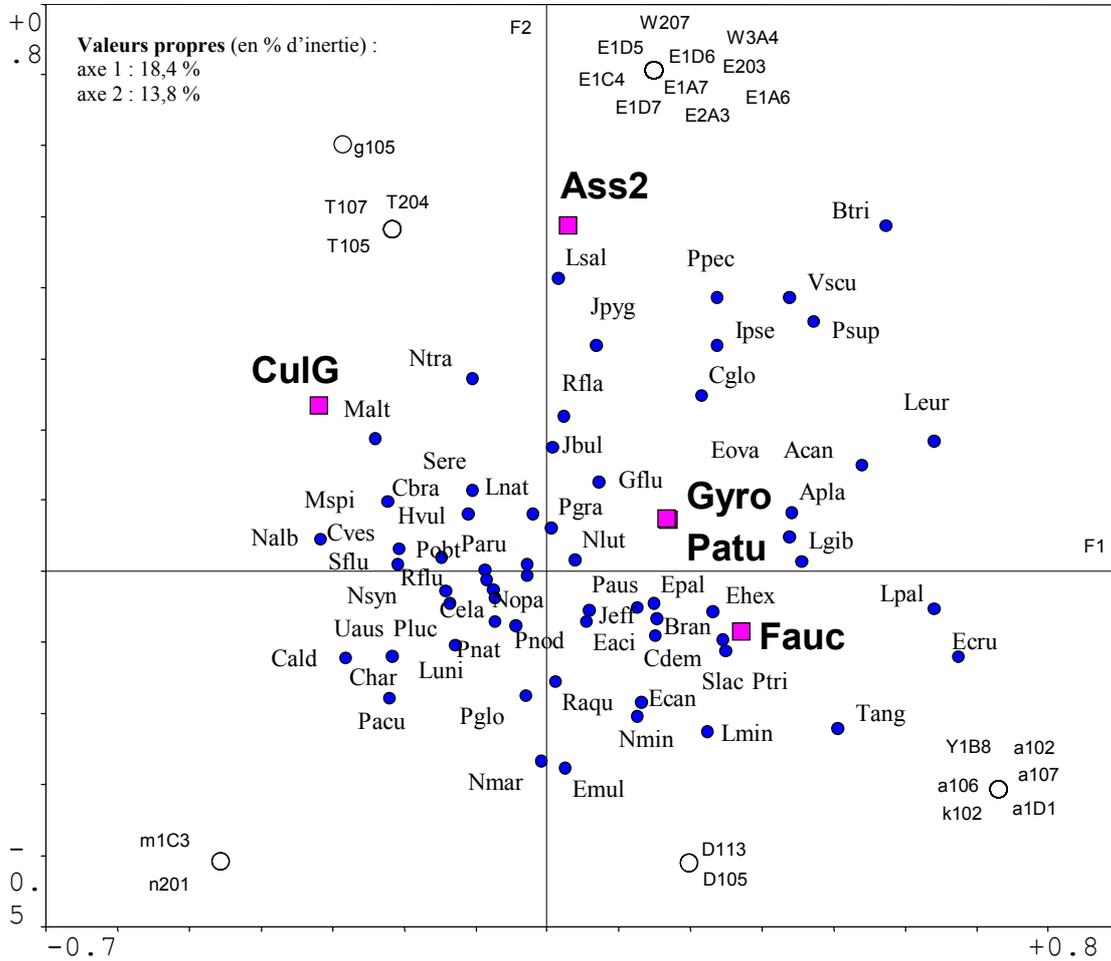


Fig. 56.-Représentation graphique, dans le plan factoriel défini par les deux premiers axes de l'ACC, des espèces, des relevés phytosociologiques et d'autres variables de gestion piscicole. (légende : annexe 20 pour les espèces, feuille hors texte ou annexe 5 pour les variables environnementales).

- *Lythrum salicaria*, *Potamogeton pectinatus*, *Veronica scutellata*, *Bidens tripartita*, *Potentilla supina*, *Juncus pygmaeus*, *Ranunculus flammula*, *Nitella translucens* et *Juncus bulbosus* sont les espèces les plus proches de la variable « **fréquence de l'assec (7-10 ans)** ». On peut supposer que cette pratique permet de limiter la colonisation de certaines espèces « envahissantes » (ex : *Typha* sp., *Scirpus lacustris*) au profit d'espèces de milieu ouvert comme les characées (Corillon 1957). L'assec permet peut-être également de limiter l'envasement progressif de l'étang favorisant ainsi les espèces qui ne supportent pas l'excès de vase (notamment les characées, Corillon 1957). Par ailleurs, l'assec offre des conditions idéales pour des petites espèces thérophytiques qui croissent, soit sur des rives d'étangs exondés, soit dans des étangs en assec, comme *Bidens tripartita*, *Potentilla supina* ou *Juncus pygmaeus*.

- *Eleocharis ovata*, *Lycopus europaeus*, *Nuphar lutea*, *Glyceria fluitans*, *Alisma plantago-aquatica*, *Lemna gibba*, *Eleocharis palustris*, *Juncus effusus*, *Phragmites australis*, sont liées au « **gyrobroyage des berges** » et au « **pâturage des bords d'étang** ». Ces deux pratiques sont susceptibles d'augmenter la trophie du milieu (dépôt de débris végétaux dans l'étang, enrichissement par les déjections du bétail) expliquant peut-être la présence de *Lemna gibba*, espèce à caractère eutrophique (Mériaux 1982...). *Glyceria fluitans*, *Alisma plantago-aquatica*, *Eleocharis palustris* sont toutes trois consommées par le bétail, la première espèce étant de grande appétence pour le bétail (Daudon 1992) : ces espèces situées dans une ceinture plus interne, ne sont pas concernées par le gyrobroyage des berges ; par contre, on peut supposer que, paradoxalement à leur consommation, le pâturage favorise leur développement, peut-être notamment en ouvrant le tapis végétal. Par ailleurs, *Juncus effusus* n'est pas consommée par le bétail mais est, au contraire, favorisée par le piétinement (Felzines 1977, Le Neveu 1986). Enfin, ces deux pratiques semblent favoriser *Eleocharis ovata*, espèce annuelle de milieux ouverts, en limitant peut-être la colonisation d'espèces concurrentielles. Par ailleurs, Codhant *et al.* (1998) indiquent que les espèces pionnières peuvent être favorisées par la remise à jour des graines dans les sédiments (ex : via le pâturage en l'occurrence).
- *Ludwigia palustris*, *Typha angustifolia*, *Echinochloa crus-galli*, *Potamogeton trichoides*, *Scirpus lacustris*, *Elatine hexandra*, *Ceratophyllum demersum*, *Eleocharis palustris*, *Lemna gibba*, *Phragmites australis*, *Baldellia ranunculoides*, *Lemna minor*, *Najas minor*, *Elodea canadensis*, sont associées au « **faucardage récent** ». On peut supposer que les espèces à caractère eutrophique (*Potamogeton trichoides*, *Ceratophyllum demersum*, *Lemna gibba*) sont favorisées par une augmentation trophique du milieu engendrée par les débris végétaux laissés sur place lors du faucardage ou par l'ouverture du milieu. On peut supposer également que certaines héliophytes (*Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris*, *Eleocharis palustris*) sont associées à cette pratique, non pas parce qu'elles sont favorisées, mais parce qu'elles constituent justement les espèces « cibles » du faucardage tout en y résistant bien. Par ailleurs, cette pratique est peut-être suffisamment peu fréquente pour que ces héliophytes se maintiennent en place. Enfin, *Elatine hexandra*, *Echinochloa crus-galli*, *Ludwigia palustris*, *Baldellia ranunculoides* dont des espèces de petites taille, se développant sur les rives des pentes douces d'étangs (dans la zone de marnage), qui peuvent être favorisées par l'ouverture du milieu occasionnée par le faucardage.
- *Caldesia parnassifolia*, *Chara* sp., *Potamogeton acutifolius*, *Utricularia australis*, *Littorella uniflora*, *Potamogeton natans*, *Carex elata*, *Pilularia globulifera* etc. ne sont pas associées à ces variables. Il semble que ces espèces sont défavorisées par les pratiques d'entretien des bords d'étangs, la culture du fond d'étang et par la fréquence de l'assec tous les 7 à 10 ans. La culture de fond d'étang est défavorable à certaines espèces comme les characées (Corillion 1957). Le pâturage est probablement défavorable à *Caldesia parnassifolia*, *Potamogeton natans*, *Pilularia globulifera* et *Littorella uniflora* par le piétinement qui peut concerner tant les rives que le milieu aquatique, jusqu'à la profondeur d'accès des animaux dans l'eau. L'eutrophisation du milieu par les déjections animales peut également

être défavorable à ces espèces plutôt associées à des milieux oligo- à mésotrophiques (voir deuxième et troisième partie). La mise en assec tous les 7 à 10 ans apparaît défavorable notamment à *Caldesia parnassifolia* dont les diaspores (graines et turions) ne résistent peut-être pas à l'assèchement pendant un an (surtout les turions).

- *Myriophyllum alterniflorum*, *Nitella translucens*, *Myriophyllum spicatum*, *Charopsis braunii*, *Sparganium erectum*, *Nymphaea alba*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Nitella syncarpa*, sont, entre autres, associées à la **culture totale de fond d'étang**. Ces résultats sont, en partie, en accord avec ceux de Corillion (1957) qui indiquait que la majorité des characées est défavorisée par la culture du fond d'étang sauf *Charopsis braunii* et *Nitella syncarpa*. Nos résultats permettent de supposer que *Nitella translucens* supporte également bien cette pratique. *Nymphaea alba* ne semble pas affectée par la culture de l'assec (la culture ne s'accompagne pas d'un labour). Lebreton (1982) et Bolomier (1994) indiquaient pourtant que la pratique de l'assec est défavorable à cette espèce. Notons cependant que cette pratique a eu lieu, pour l'ensemble des étangs concernés, il y a plus de 20 ans, ce qui pourrait expliquer le peu d'impact sur *Nymphaea alba*. La culture générale du fond d'étang semble par contre défavorable à certaines hélrophytes (*Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris*, *Typha angustifolia*) qui sont graphiquement très éloignées de la variable en question (situation dans la partie inférieure droite du graphique). Codhant *et al* (1998) ont observé le même phénomène dans les étangs de la plaine du Forez ; les auteurs ont supposé que cette pratique limite l'extension de ces végétaux dans l'étang.

II.4. VARIABLES RELATIVES AUX CARACTERISTIQUES GENERALES DES ETANGS

Parmi un lot de 19 variables soumises (annexe 21), relatives aux caractéristiques générales des étangs, la sélection pas à pas a permis de retenir 4 variables significatives énoncées dans l'ordre dans lequel elles sont sélectionnées ($p < 0,01$) : « substrat marneux », « surface en eau de l'étang », « landes autour de l'étang », « cultures autour de l'étang ». Les variables expliquent, à elles quatre, 1,8 % de l'inertie.

L'analyse, dans le plan factoriel défini par les deux premiers axes, de la position relative des vecteurs, représentant les variables, et des espèces montre que (figure 57) :

- La variable « substrat marneux » est étroitement corrélée, positivement, avec le premier axe. La variable « surface en eau de l'étang » est positivement corrélée avec les deux premiers axes. Les variables « cultures autour de l'étang » et « landes autour de l'étang » sont corrélées positivement avec l'axe 1 et négativement avec l'axe 2.
- *Cladium mariscus*, *Elodea nuttallii*, *Chara aspera*, *Ranunculus circinatus* et *Potamogeton pusillus*, localisées dans la partie droite de l'axe des ordonnées, sont associées au « **substrat marneux** ». Ces espèces sont également associées à de très fortes valeurs de la « **surface en eau** » des étangs.

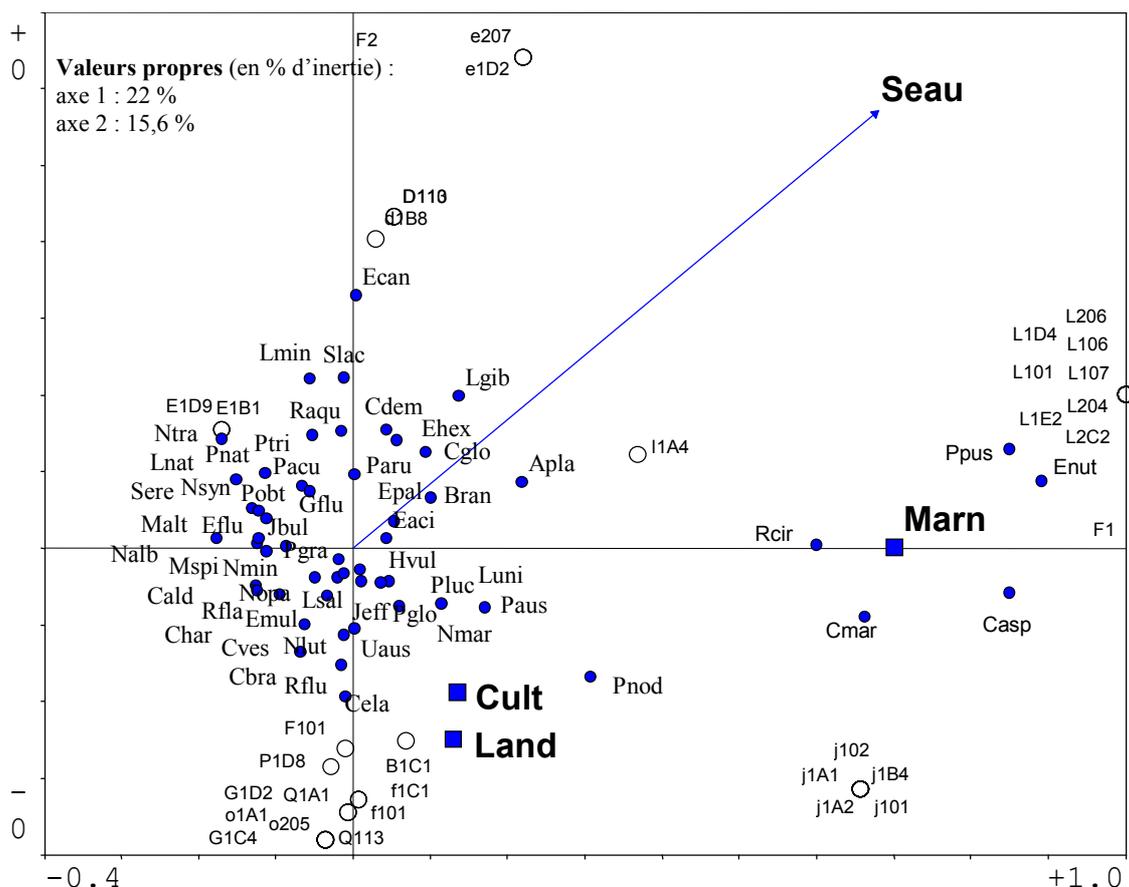


Fig.57 .-Représentation graphique, dans le plan factoriel défini par les deux premiers axes de l'ACC, des espèces, des relevés phytosociologiques et des caractéristiques générales des étangs. (légende : annexe 20 pour les espèces, feuille hors texte ou annexe 5 pour les variables environnementales).

Lemna gibba, *Elatine hexandra*, *Chara globularis*, *Alisma plantago-aquatica*, *Elodea canadensis*, *Ceratophyllum demersum* sont associées à des valeurs moyennes de la « surface en eau » de l'étang. Ces espèces sont statistiquement plus fréquentes dans de grands étangs au sein de notre échantillon. Or les grands étangs sont majoritairement à caractère eutrophique, ce qui expliquerait la présence d'espèces telles *Lemna gibba* et *Ceratophyllum demersum*. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus dans la deuxième partie de ce travail et les données de la bibliographie.

- *Potamogeton nodosus*, *Carex elata*, *Najas marina*, *Potamogeton lucens*, *Phragmites australis*, sont, entre autres, liées à la variable « culture autour de l'étang ». On peut supposer que la présence de cultures provoque, par ruissellement d'engrais depuis le bassin versant, une augmentation de la trophie du milieu aquatique favorisant des espèces à caractère plutôt méso- à eutrophique (nos résultats, Spence 1967, Oberdorfer 1977, Felzines 1982, Mériaux 1978, 1982...).
- *Caldesia parnassifolia*, *Chara* sp., *Nitella opaca*, *Eleocharis multicaulis*, *Ranunculus flammula*, *Nymphaea alba*, *Myriophyllum spicatum*, *M. alterniflorum*,

Nitella translucens, *Potamogeton natans*, *Luronium natans*, *Nitella syncarpa*, *Potamogeton obtusifolius*, *Juncus bulbosus*, *Nitella syncarpa*, *Glyceria fluitans* etc. ne sont associées à aucune des variables : ces espèces n'ont pas été trouvées, statistiquement parlant, dans de grands étangs sur substrat marneux, ni dans des étangs entourés de cultures ou de landes. Elles semblent être plutôt favorisées par des étangs de nature siliceuse.

CONCLUSION DE LA QUATRIEME PARTIE

Les croisements des typologies indépendantes d'une part et des données phytosociologiques avec les données environnementales d'autre part, ont permis de dégager les points suivants :

- Trois principaux groupes d'étangs ont été mis en évidence en fonction des caractéristiques générales, anthropiques, physico-chimiques et phytosociologiques, parmi les 42 plans d'eau étudiés. Cette typologie a été comparée à celles données par Martin (1993-1994b) et le groupe de travail « étangs piscicoles » (Anonyme 1998).
- Les plus abondantes populations de *Caldesia parnassifolia* pondérées par rapport à la superficie de l'étang sont situées dans des étangs, dont la gestion n'est pas à finalité piscicole (loisirs, réserve fédérale de chasse) ou bien dont la production piscicole est occasionnelle ou de type traditionnel qui présentent une eau claire, pauvre en éléments nutritifs (azote total et phosphore total) et qui abritent des communautés végétales oligo-mésotrophes, associées à des substrats acides à faiblement alcalins avec un fort recouvrement végétal.
- Le croisement de données phytosociologiques et environnementales, en recourant à des analyses canoniques des correspondances, a permis d'obtenir les principaux résultats suivants :
 - Les variables les plus pertinentes pour expliquer la composition floristique de la végétation des étangs parmi les 81 variables environnementales soumises sont :
 - La qualité de l'eau : alcalinité. L'hypothèse 1g peut être validée : **la qualité de l'eau influence la distribution et la nature des communautés végétales d'un étang.**
 - La gestion des étangs : pâturage des bords d'étang et fréquence de l'assec (7-10 ans). L'hypothèse 1h est validée : **les activités humaines influencent la distribution et la nature des communautés végétales d'un étang.**
 - Les caractéristiques physiques des plans d'eau : surface en eau et présence de pentes douces. Les hypothèses 1c et 2a peuvent être acceptées : **les caractéristiques physiques influencent la distribution et la nature des communautés végétales d'un étang** ; les pentes douces favorisent l'implantation de certaines espèces, notamment des amphiphytes et héliophytes.

- Les variables les plus pertinentes pour expliquer la composition floristique de la végétation des étangs parmi les variables relatives à la qualité de l'eau se rapportent à :
 - L'alcalinité
 - La transparence
 - La conductivité

Caldesia parnassifolia et, entre autres, de nombreuses espèces de Characées sont associées à de fortes valeurs de la transparence et à de très faibles valeurs de la conductivité et de l'alcalinité. Inversement, des espèces telles *Spirodela polyrhiza* et *Hydrocharis morsus-ranae* sont associées à de fortes valeurs de l'alcalinité et de la conductivité.

- Les variables les plus pertinentes pour expliquer la composition floristique de la végétation des étangs parmi les variables relatives aux pratiques piscicoles des étangs se rapportent à :
 - La fertilisation en phosphate ammoniacal (complexe azote/phosphore). L'hypothèse 11a peut être acceptée : **les apports d'engrais (fertilisation organique et/ou minérale), en augmentant la trophie du milieu aquatique et en diminuant indirectement la transparence de l'eau (développement intense du phytoplancton), favorisent le développement de certaines espèces (ex : *Ceratophyllum demersum*, *Lemna gibba*) au détriment d'espèces moins tolérantes (ex : les characées, espèces des *Littorelletea*).**
 - Le chaulage en assec. L'hypothèse 11b est validée : **l'amendement calcique (chaulage en eau ou en assec) influence la composition floristique des étangs.**
- Les variables les plus pertinentes pour expliquer la composition floristique de la végétation des étangs parmi les variables relatives à d'autres facteurs de gestion des étangs sont :
 - Le pâturage des bords d'étang. L'hypothèse 11h est acceptée : **par piétinement, le pâturage élimine certaines espèces tandis que d'autres sont, au contraire, favorisées (ex : *Juncus effusus*).** L'hypothèse 11i est vérifiée : **en ouvrant le milieu, le pâturage de la berge favorise certaines espèces de thérophytes ou d'hémicryptophytes au détriment d'espèces plus compétitives (ex : héliophytes) dont les parties aériennes sont supprimées.**
 - La fréquence de l'assec (7-10 ans). Par contre, l'absence de mise en assec ou la faible fréquence de celle-ci (plus de 15 ans) ne constitue pas un critère significatif pour expliquer la composition floristique : l'hypothèse 11g (l'absence de mise en assec ou une faible fréquence de mise en assec peut entraîner des dépôts de matière organique peu propices au développement de certaines espèces) ne peut être validée.

- Le faucardage récent. L'hypothèse 11k est vérifiée : **le faucardage des plantes aquatiques et amphibies peut, de la même façon, provoquer une augmentation du niveau trophique du milieu.**
 - La culture totale du fond d'étang. L'hypothèse 11f peut être validée : **la culture de l'assec est défavorable à certaines espèces (ex : la plupart des characées exceptées *Charopsis braunii* et *Nitella syncarpa*).**
 - Le gyrobroyage des berges. L'hypothèse 11j est acceptée : **la fauche ou le gyrobroyage, par abandon des débris végétaux laissés sur place, peut engendrer un enrichissement du sol qui peut se traduire par un développement d'espèces nitrophiles.**
- Les variables les plus pertinentes pour expliquer la composition floristique de la végétation des étangs parmi les variables relatives aux caractéristiques des étangs sont :
- Le substrat marneux des étangs. L'hypothèse 1d est vérifiée : **la distribution et la nature des communautés végétales d'un étang dépendent des facteurs édaphiques.**
 - La surface en eau des étangs. L'hypothèse 2d est vérifiée : **la superficie d'un étang influence sa composition floristique.**
 - La présence de cultures et de landes autour de l'étang. L'hypothèse 1b est partiellement acceptée : **la distribution et la nature des communautés végétales d'un étang dépendent de la nature et de l'occupation du sol du bassin versant.**

La prise en compte de l'ensemble des variables environnementales testées dans l'analyse canonique des correspondances nous montre que **l'alcalinité, le pâturage, la fréquence de l'assec (7-10 ans), la surface en eau et la présence de pentes douces de l'étang sont les critères les plus pertinents pour expliquer la composition floristique des étangs.** Il convient toutefois de nuancer ces propos en rappelant que toutes les variables environnementales susceptibles d'influencer la végétation n'ont pas été prises en compte (ex : occupation et nature géologique du bassin versant, dynamique de la l'eau...). De plus, l'échantillon est de petite taille (2 % des étangs de la Brenne), il convient donc de rester prudent quant à la validité des résultats. Par ailleurs, il faut garder à l'esprit que les variables significatives retenues lors des analyses par type de variables sont moins pertinentes que celles retenues au cours de l'analyse de l'ensemble des variables dans la mesure où elles ne prennent pas en compte l'ensemble des variables supposés influencer la végétation.

Cinquième partie
FACTEURS ANTHROPIQUES ET VEGETATION
DES ETANGS DE LA BRENNE :
DISCUSSION ET CONCLUSION



Chapitre X : APPORTS ET LIMITES DES METHODES D'ETUDE



**Chapitre XI : DETERMINISME DE LA COMPOSITION FLORISTIQUE
DES ETANGS**

Les approches compartimentale et multi-critères ont-t-elle permis de répondre aux hypothèses de travail et aux questions de la problématique ? L'approche fonctionnelle a-t-elle réellement été adoptée ? En comparant les résultats précédents avec les données de la littérature présentées dans la revue bibliographique (chapitre 1), l'objectif de cette partie est de préciser les apports de ce travail à la connaissance de l'influence des activités humaines sur la végétation des étangs.

Le chapitre X sera consacré à une synthèse des principaux résultats en reprenant les hypothèses testées. Les apports et les limites des méthodes utilisées seront également discutés avant de proposer des perspectives de recherches. Le chapitre XI sera l'occasion de discuter du déterminisme de la végétation des étangs. Les hypothèses non testées, ou non vérifiées, dans le cadre de cette étude mais qui présentent néanmoins un intérêt dans la compréhension des phénomènes intervenant dans la composition de la végétation, seront également discutées dans le chapitre XI.

CHAPITRE X. APPORTS ET LIMITES DES METHODES D'ETUDE

I. L'APPROCHE COMPARTIMENTALE

I.1. CONNAISSANCE DES MODES DE GESTION EXERCES SUR LES PLANS D'EAU

L'enquête menée auprès des gestionnaires et propriétaires d'étang a montré que les modalités de gestion exercées sur les étangs sont assez représentatives de celles pratiquées à l'échelle de la Brenne. De plus, la gestion est constante sur une durée suffisamment grande pour asseoir la validité des résultats. Enfin, les données manquantes ont pu être complétées de sorte que l'ensemble des pratiques a pu être identifié. Toutefois, compte tenu de la variabilité des pratiques selon les étangs, l'augmentation de l'échantillon serait souhaitable pour une recherche ultérieure.

Par ailleurs, on peut considérer **qu'à chaque communauté végétale d'un même étang correspondent approximativement les mêmes modalités de gestion** dirigées sur ce plan d'eau. Il convient, toutefois, **d'étudier au cas par cas, l'influence des modalités de gestion ponctuelles, sur la végétation** (rechercher les pratiques localisées lors des relevés de terrain). L'hypothèse 10 est acceptée.

L'objectif de connaissance des pratiques piscicoles sur les étangs a été rempli.

I.2. ESTIMATION DE LA QUALITE DE L'EAU ET DU SEDIMENT

Bien que la disposition en chaîne des étangs entraîne une homogénéisation partielle de la qualité de l'eau sur l'ensemble des plans d'eau, nos résultats montrent des différences inter-étangs importantes. L'hypothèse 6 a été validée : **on peut considérer que durant l'année d'évolage, l'étang est partiellement isolé des autres de sorte qu'il présente une qualité d'eau qui lui est propre** (en fonction de la nature géologique ou des apports éventuels d'intrants...). Néanmoins, il est possible que l'eau de l'étang est influencée par la qualité de l'eau de l'étang situé en amont dans la chaîne dans le cas de fortes précipitations pendant l'évolage (débordement de l'étang ; eau plus ou moins chargée en éléments nutritifs suite à une fertilisation par exemple).

Nous avons montré que les variations de la qualité de l'eau intra-étang tant spatiales (zones latérales et secteur de la bonde) que temporelles (saisons et années) sont importantes pour l'ensemble des paramètres étudiés.

❖ *Variations temporelles*

Les résultats de cette étude ont montré que **les variations des valeurs des paramètres physico-chimiques peuvent être importantes**. Ces variations sont fonctions des conditions climatiques (température, précipitations, ensoleillement...) et de la présence-abondance de la végétation, plus importante par exemple en été (Masson comm. pers.).

Néanmoins, la périodicité des campagnes de mesures (6 campagnes échelonnées sur 3 années) apparaît satisfaisante pour certains paramètres. En effet, pour la conductivité, l'alcalinité et la dureté, qui sont relativement stables dans le temps (Banas comm. pers., Martin comm. pers.), les variations inter-annuelles sont suffisamment faibles pour considérer que les résultats suffisent à estimer la qualité de l'eau. Par contre, les paramètres azote total et phosphore total n'ont donné lieu qu'à 2 campagnes de mesures (mars et juillet 2000) ; or, les variations peuvent être très importantes au cours de l'année (Banas comm. pers., Martin comm. pers.).

L'hypothèse 5 n'a donc pu être que partiellement retenue. Les résultats d'analyses d'eau obtenus au niveau de la bonde durant trois années permettent **d'évaluer la qualité de l'eau** des étangs pour des paramètres **conductivité, dureté et alcalinité** de manière suffisante par rapport à notre **objectif d'estimation de la qualité de l'eau**. En revanche, l'objectif d'estimation **du degré trophique** de l'eau **n'a pu être atteint avec certitude** : les mesures des teneurs en **azote total et phosphore total** au cours de 2 campagnes **ne suffisent pas à apprécier le degré trophique de l'eau**.

Des analyses réalisées, pour l'ensemble des paramètres, **au moins une fois par saison** (et tous les mois au cours de l'été, Martin comm. pers.) et en divers points du plan d'eau (secteur de la bonde, zones latérales et zone centrale), avec de nombreux duplicata pour limiter le risque d'erreur permettraient d'obtenir des résultats plus fiables (Banas comm. pers.). Ce sujet nécessiterait une recherche approfondie faisant intervenir un hydrobiologiste sur un nombre plus limité d'étang.

❖ *Variations spatiales*

Les analyses effectuées quasi-simultanément au niveau des zones latérales et de la bonde des étangs ont montré une forte hétérogénéité spatiale intra-étang. Cette complexité est principalement due à la présence-abondance de macrophytes (Géhu 1969, Masson comm. pers.) mais aussi à la hauteur de la lame d'eau intra-étang (Banas comm. pers.). En revanche, nos résultats ne nous permettent pas de préciser si cette hétérogénéité est valable à l'échelle de toute la surface de l'étang. Or, les différences de qualité d'eau entre la bonde et la zone centrale de l'étang peuvent, selon Banas et Masson (comm. pers.) être très importantes en été (ex : pour une étude réalisée en Lorraine sur 2 étangs en juillet et août 2000, le paramètre le moins fluctuant est la conductivité avec des variations de 2 à 20 % ; pour l'azote total et le phosphore total, les variations oscillent respectivement entre un facteur de 1 à 4 et de 1 à 3, Banas comm. pers.).

Toutefois, nos analyses effectuées en septembre ou en mars (1998, 1999 ou 2000) au niveau de la bonde, soit en dehors de la période de développement des macrophytes, peuvent être considérées comme représentatives de la zone centrale de l'étang (Masson comm. pers.). Ainsi, **les analyses réalisées à la bonde des étangs en mars et en septembre suffisent à apprécier la qualité de l'eau à l'échelle de toute la surface de l'étang, à l'exception des zones de côtés, pour lesquelles nos résultats montrent des différences de qualité d'eau importantes.**

Par ailleurs, les différences de qualité d'eau observées entre la **bonde** et les **côtés** de l'étang nous conduit à ne pas retenir l'hypothèse 8 : **bien que la qualité de l'eau soit hétérogène au sein d'un même étang, on ne peut pas supposer que les différences intra-étang sont suffisamment faibles pour considérer qu'à chaque communauté végétale correspond une même qualité d'eau mesurée à la bonde.**

Par contre, les résultats obtenus à partir des analyses effectuées à la bonde en mars et en septembre permettent d'obtenir une bonne **estimation** de l'écologie des communautés végétales situées **en zone centrale** du plan d'eau (et non sur les côtés) (Masson comm. pers.). D'ailleurs, les conditions écologiques décrites sont en accord avec les données de la littérature.

❖ *Relation apports d'engrais / qualité d'eau*

Les mesures effectuées en été témoignent, pour partie, des apports d'engrais à des fins piscicoles (hausse des teneurs en azote total et phosphore total entre mars et juillet 2000). L'hypothèse 4 peut être validée : **les apports d'intrants influencent la qualité de l'eau de manière directe ou indirecte (relargage d'éléments minéraux par le sédiment). Par contre, les analyses de la teneur en calcium (dureté et alcalinité) ne permettent pas de mesurer les effets d'éventuels apports de chaux dans l'étang.** Il s'établit rapidement un équilibre entre l'eau et le sédiment (piégeage/relargage du calcium).

Comme nous l'avons précisé, la hausse des teneurs en éléments nutritifs observée n'est pas uniquement due à la fertilisation. D'autres facteurs peuvent éventuellement intervenir, notamment l'apport d'éléments nutritifs depuis le bassin versant. L'hypothèse 3, à savoir, **la qualité des eaux d'un étang est influencée par la nature du bassin versant, les intrants**

(engrais, chaux...), la qualité de l'eau de l'étang située en amont et les facteurs édaphiques, est envisagée comme un **postulat** fondé sur les éléments de la bibliographie (Martin 1986).

Notons cependant que les étangs de la Brenne sont essentiellement entourés de prairies naturelles, de bois ou de friches : même si certaines prairies naturelles sont fertilisées et que des cultures sont parfois présentes autour des étangs, la probabilité de lessivage d'engrais depuis le bassin versant est plus faible que dans d'autres régions d'étangs très cultivées (ex : la Dombes). Par ailleurs, les éventuels apports du bassin versant peuvent être considérés comme relativement homogènes d'un étang à l'autre, rapportés à l'unité de surface de bassin versant.

Des mesures de la qualité de l'eau effectuées la veille et le lendemain de la fertilisation et de l'amendement de chaque étang auraient permis de mesurer plus précisément l'influence de telles pratiques sur la qualité de l'eau (Banas comm. pers.). Cependant, un tel protocole n'est pas envisageable pour un si grand nombre d'étangs : les étangs n'étant pas fertilisés au même moment de l'année (de fin mars au mois de juin, parfois jusqu'en juillet) empêchant toute comparaison ultérieure entre étangs.

Par ailleurs, la prise en compte du postulat 7 est fondamentale car l'influence des activités humaines est estimée en fonction de leurs effets sur la qualité de l'eau : **du fait de la capacité de piégeage puis de relargage d'éléments minéraux par le sédiment, l'eau des étangs régulièrement fertilisés présente un niveau trophique plus élevé que des étangs non fertilisés, comparables d'un point de vue géologique et environnemental**. Les étangs situés en contexte siliceux sont globalement comparables entre eux de même que les étangs sur substrat marneux : dans ce cas, on peut supposer qu'il est possible de distinguer les étangs régulièrement fertilisés des non-fertilisés à partir de leur degré trophique. Il faudrait cependant étudier de manière plus approfondie afin de s'en assurer (étude du bassin versant, pédologie...)

❖ *Compartiment sédimentaire*

Contrairement au milieu aquatique, le sédiment est un élément « intégrateur » : les variations temporelles des valeurs des paramètres physico-chimiques sont donc moins importantes (Banas comm. pers.). Cependant, les résultats ont montré les limites de l'échantillonnage : des analyses effectuées sur le côté des étangs (1 à 3 échantillons) ne suffisent pas à estimer la qualité du sédiment. En revanche, des analyses de sédiment réalisées après la vidange de chaque plan d'eau avec prélèvement de 5 sous-échantillons par étang, d'une part au niveau de la zone centrale (en dehors du chenal et de la zone de pêche, Banas comm. pers.) et d'autre part sur les côtés de chaque étang permettraient peut-être d'obtenir des résultats plus fiables (Martin comm. pers.).

I.3. CONNAISSANCE DES COMMUNAUTES VEGETALES

L'objectif initial de ce travail était de décrire les communautés végétales des étangs de la Brenne correspondant aux Habitats de la Directive européenne « Habitats » (92/43/CEE), à partir du manuel d'interprétation des habitats de l'Union Européenne (Version Eur 15.). Or,

les habitats cités dans ce manuel sont essentiellement définis à partir de la typologie phytosociologique sigmatiste. Nous avons donc tout naturellement privilégié cette approche afin d'obtenir une description des communautés végétales. Cet objectif initial a ensuite peu à peu évolué vers l'étude de l'ensemble des communautés présentes sur les étangs étudiés et non pas seulement les communautés de la Directive, de manière à obtenir une image plus exhaustive de l'influence des pratiques piscicoles sur la végétation des étangs.

L'objectif de description des communautés végétales selon la méthode phytosociologique sigmatiste a été rempli : les analyses ont mis en évidence 89 associations ou groupements végétaux appartenant à 26 alliances au sein de 12 classes phytosociologiques. Si la liste n'est pas exhaustive (faible représentativité de 42 étangs par rapport aux 2000 plans d'eau présents en Brenne), la diversité des étangs (caractéristiques physiques, géologiques, vocations des étangs ...) assure la prise en compte d'un grand nombre de groupements.

Les résultats ont également montré une forte correspondance entre les conditions écologiques décrites dans la littérature et celles obtenues lors de cette étude. Ces résultats sont toutefois à nuancer : les espèces possèdent parfois une très large amplitude écologique ; or, les conditions sont décrites à partir de moyennes et ne prennent, par conséquent, pas en compte ces variations. Les descriptions des conditions écologiques des groupements ne sont donc que des approximations ; notons d'ailleurs que les qualificatifs utilisés ne sont pas précis (ex : oligo-mésotrophique, méso-eutrophique...).

Par ailleurs, nous avons mis en évidence l'absence de références en matière de classification du degré trophique spécifique aux étangs (notamment en fonction des concentrations en azote total et phosphore total). Des références propres aux étangs comme celles données par Felzines (1977, 1982) et Mériaux (1982) fondées sur la conductivité, nous ont permis de qualifier le degré trophique des milieux abritant les communautés végétales. La faible variabilité du paramètre conductivité à l'échelle temporelle et spatiale (Banas comm. pers., nos résultats) est en effet gage d'une certaine fiabilité des résultats. Cependant ces classifications ne sont pas très précises : la prise en compte simultanée de plusieurs critères (phytoplancton, azote total, phosphore total...) permettrait d'obtenir une vision plus fine du degré trophique d'un plan d'eau mais, il reste qu'une classification spécifique aux étangs fait manifestement défaut.

La description d'associations caractérisées par une seule espèce est très fréquente en milieu aquatique (ex : *Glycerietum maximae* Hueck 1932, *Lemnetum gibbae* (W Koch 1954) Miyawaki & J. Tüxen, *Nitelletum translucens* Corillion 1957...). Or, à l'instar de G. Pautou dans la discussion d'un article de Felzines (1981), on peut s'interroger sur la signification et la pertinence de décrire une association à partir d'une seule espèce. De plus, l'homogénéité physionomique, pour les espèces à fort recouvrement, peut masquer une grande variabilité des conditions écologiques.

Felzines (1982) explique ce phénomène par le jeu de la concurrence inter-spécifique particulièrement importante en milieu aquatique, entraînant l'élimination d'espèces de même type biologique. Felzines (1981) indique également que l'espèce caractéristique d'un groupement est, en fait, accompagnée d'un cortège caractéristique d'espèces mais dont l'abondance est limitée par la compétition. L'auteur ajoute que, « l'abondance-dominance s'exprime fortement au niveau de l'espèce caractéristique », mais que « ce n'est pas l'abondance-dominance qui est utilisée pour établir *a priori* un relevé, c'est une constatation *a posteriori* ».

Par ailleurs, l'analyse détaillée de nos tableaux phytosociologiques fait apparaître des mélanges d'espèces appartenant à des syntaxons très différents : on peut supposer que les groupements aquatiques subissent des processus de compétition entraînant une structure relativement peu constante dans l'espace et/ou dans le temps.

Ces questionnements soulèvent toutefois des problèmes de fond liés à la difficulté d'application de la méthode phytosociologique, notamment, en milieu aquatique qu'il conviendrait d'étudier plus en détail dans le cadre d'une autre recherche : il serait, par exemple, intéressant de comparer la phytosociologie avec d'autres méthodes (ex : méthode PLOCH d'évaluation écologique des étangs et petits lacs suisses réalisée à partir de quadrats, d'une surface donnée, répartis le long de transects parallèles dont le nombre est calculé en fonction de la superficie de l'étang, Oertli *et al.* 2000).

II. L'APPROCHE SPECIFIQUE : *CALDESIA PARNASSIFOLIA*

Cette étude a permis d'améliorer les connaissances sur la biologie et l'écologie de l'espèce même si de nombreuses recherches sont à poursuivre comme nous l'avons présenté dans la troisième partie de ce travail (voir tableau 22 p. 229). Rappelons succinctement les principaux résultats obtenus :

- *Caldesia parnassifolia* est une plante pérenne (présence de turions), sans rhizome, dont les organes en végétation disparaissent durant l'hiver et qui se reproduit via les **graines**, les **turions** (seuls organes végétatifs à hiverner) ou les **talles** (pendant la saison de végétation).
- La plante est une **hydrophyte intermédiaire** mais parfois également une **amphiphyte**.
- Bien qu'elle se développe sur un **substrat pauvre en éléments nutritifs**, l'espèce apparaît relativement **indifférente à la qualité trophique des sédiments en bordure d'étangs**.
- Les plus importants effectifs de *Caldesia parnassifolia* par unité de surface en eau des étangs sont associés à des plans d'eau présentant **une eau très claire à tendance mésotrophique**.
- *Caldesia parnassifolia* **ne semble pas caractériser un syntaxon particulier** et elle est associée à des groupements végétaux de nature **oligo-mésotrophique à mésotrophique**, ce qui corrobore les résultats d'analyses d'eau.
- Il est probable que l'espèce trouve dans des secteurs abrités une qualité d'eau qui lui soit plus favorable, en l'occurrence plus **oligotrophique** qu'en zone de pleine eau qui est parfois directement concernée par les apports d'engrais.
- **La qualité de l'eau des étangs qui n'abritent plus l'espèce est plus eutrophique que celles des étangs qui l'hébergent encore.**

- Les **variations estivales des populations sont peu importantes contrairement aux variations inter-annuelles** (facteur de variation compris entre 2 à 50). Toutefois, **la stabilité des effectifs apparaît mieux assurée lorsque les populations sont supérieures ou égales à 200 individus.**
- Bien que de nombreux éléments laissent supposer la régression de l'espèce en Brenne, il est difficile d'affirmer que la situation actuelle de *Caldesia parnassifolia* est préoccupante au niveau local : les importantes variations inter-annuelles des populations et le nombre insuffisant de données intermédiaires sont autant de limites à l'interprétation des résultats. Quoi qu'il en soit, l'espèce est rare tant à l'échelle de la Brenne que de l'Europe ; il est ainsi indispensable de surveiller les populations dans la mesure où la survie de l'espèce en France dépend de sa conservation en Brenne.

Les résultats, conjugués aux éléments bibliographiques, ont permis de discuter des causes possibles de régression supposée de l'espèce en Brenne :

- Destruction de la plante par des rongeurs
- Concurrence végétale
- Dynamique naturelle de l'étang
- Dynamiques synchronisées des populations
- Inadaptations climatiques et écologiques
- Problèmes de dissémination des diaspores
- Influence des activités humaines : cette dernière hypothèse correspondant à l'hypothèse 12 peut être acceptée. **L'espèce semble défavorisée par la fertilisation, le chaulage en assec, le pâturage, le gyrobroyage, la culture de l'assec.**

En effet, *Caldesia parnassifolia* est localisée dans des étangs pour lesquels la fertilisation en phosphate ammoniacal et le chaulage en assec ne sont pas pratiqués. L'hypothèse 11c peut être validée : **les apports d'engrais, en augmentant la trophie du milieu aquatique, sont défavorables à *Caldesia parnassifolia*.**

Enfin, *Caldesia parnassifolia* n'est pas associée à des étangs pâturés, régulièrement faucardés, cultivés lors de l'assec, dont l'assec a lieu tous les 7 à 10 ans ni dont les berges sont gyrobroyées. En effet, la mise en assec apparaît défavorable à *Caldesia parnassifolia*, avec une chute des effectifs l'année de l'assec. Cette pratique semble toutefois défavorable de manière temporaire : on observe en effet une augmentation progressive des effectifs les années qui suivent l'assec (3 ou 4 ans après).

Cette observation permettrait d'expliquer la rareté de l'espèce en Dombes (dernière station observée en 1989) où l'assec est pratiqué tous les 3 ans. De même, on peut supposer que les pratiques de faucardage, de gyrobroyage et de pâturage induisent une augmentation de la trophie du milieu qui est défavorable à l'espèce. Le pâturage peut également être défavorable à l'espèce par piétinement, la majorité des effectifs de *Caldesia parnassifolia* étudiés étant située en bordure d'étang, dans une hauteur d'eau inférieure ou égale à 35 cm.

De plus, les plus abondantes populations de *Caldesia parnassifolia* pondérées par rapport à la superficie de l'étang sont situées dans des étangs, dont la gestion n'est pas à finalité piscicole (loisirs, réserve de chasse) ou bien à gestion piscicole de type traditionnel

(production naturelle), qui présentent une eau claire, pauvre en éléments nutritifs (azote total et phosphore total) et qui abritent des communautés végétales oligo-mésotrophes, associées à des substrats acides à faiblement alcalins avec un fort recouvrement végétal.

III. L'APPROCHE FONCTIONNELLE DE L'ECOSYSTEME « ETANG »

Deux méthodes ont été utilisées pour étudier la sensibilité des communautés végétales aux activités humaines et permettant d'adopter une approche fonctionnelle :

- 1) le croisement manuel des typologies indépendantes réalisées en fonction de la gestion, de la qualité de l'eau, de la végétation et des caractéristiques physiques des étangs,
- 2) l'Analyse Canonique des Correspondances permettant de croiser les données floristiques (relevés phytosociologiques) avec les données environnementales (gestion, analyses d'eau, caractéristiques physiques des étangs).

Ces deux méthodes sont comparées afin de dégager les atouts et les limites de chacune d'elles.

III.1. LA METHODE DU CROISEMENT DES TYPOLOGIES INDEPENDANTES

Cette méthode a permis de mettre en évidence des groupes d'étangs ayant des caractéristiques communes. Trois groupes principaux ont pu ainsi être décrits mettant en relation la qualité de l'eau, la gestion piscicole, la présence des communautés végétales et le recouvrement de la végétation sur les étangs. Ces groupes ont été confrontés à ceux décrits par Martin (1993-1994b) et le groupe de travail « étangs piscicoles » (Anonyme 1998) :

- **le premier groupe** rassemble des étangs soit **inexploités** pour la pisciculture (étangs de loisirs, chasse incluse, ou abreuvement du bétail, fréquence de la vidange supérieure à 2 ans) soit à **production occasionnelle** (productivité « naturelle » de l'étang, vidange bisannuelle) ou de **type traditionnel** (production « naturelle » de l'étang, vidange annuelle de l'étang). Ils ont en commun une forte transparence de l'eau et de faibles teneurs en éléments nutritifs, la présence de communautés végétales oligo-mésotrophiques, un fort recouvrement végétal, une faible superficie en eau des étangs (surface hors hélophytes terrestres).
- **le deuxième groupe** se détache nettement des autres groupes : il correspond à des étangs dont la production est dite « **rationnelle** » ou de type traditionnelle mais dite « **naturelle stimulée** » (chasse et pâturage inclus). Tous ces étangs partagent les caractéristiques suivantes : une faible transparence de l'eau et de fortes teneurs en éléments nutritifs, la présence de communautés végétales méso-eutrophiques à eutrophiques, un fort recouvrement en sol nu et en eau libre et donc un faible recouvrement végétal, enfin, une importante superficie en eau.
- **le troisième groupe** rassemble des étangs dont la production de poissons est dite **rationnelle** ou de **type traditionnel** avec une **productivité « naturelle » à « stimulée »** (chasse et pâturage inclus). Il s'agit d'un groupe intermédiaire entre les deux premiers.

Les étangs ont en commun : de fortes valeurs du chaulage en assec et de la fertilisation organique, des valeurs moyennes de la transparence de l'eau et de l'azote total et faibles valeurs de l'alcalinité et de la dureté, la présence de communautés végétales oligo-mésotrophiques à méso-eutrophiques, des valeurs moyennes du recouvrement en sol nu, en eau libre et de surface en eau des étangs.

On constate une progression du groupe 1 au groupe 2, via le troisième groupe intermédiaire, qui va dans le sens d'une augmentation de la production piscicole, des apports d'intrants et des teneurs en éléments nutritifs dans l'eau et une diminution du recouvrement de la végétation et de la transparence. On peut s'interroger sur la rentabilité de la gestion du groupe 3, étant donnée la production obtenue, relativement faible par rapport au premier groupe (respectivement 163 et 105 kg/ha) dont les frais de gestion sont très faibles (pas d'achats de céréales, de scories, d'engrais minéraux...). Ainsi, les enjeux de conservation de la végétation des étangs portent surtout sur ce troisième groupe, correspondant à des étangs en pleine mutation, qui tendent à se rapprocher du groupe 2.

La prise en compte du postulat 15⁵² implique qu'une pratique de la pisciculture de manière traditionnelle à stimulée (groupe 3) n'est pas incompatible avec la préservation de la biodiversité. Seule une pisciculture intensifiée correspondant à notre deuxième groupe pourrait être dommageable à la végétation. Cependant, le postulat 14⁵³ nuance les propos précédents dans la mesure où la relation entre la gestion des étangs et la présence-abondance de la végétation n'a été établie qu'à l'instant t de notre étude et ne prend pas en compte un éventuel temps de réponse à long terme d'une espèce à une modalité de gestion passée.

On remarque que les résultats permettent de distinguer les étangs de petite taille de ceux de grande superficie. Deux hypothèses non exclusives, permettant peut-être d'expliquer cette typologie, peuvent être formulées :

- Les étangs de grande taille sont, au sein de l'échantillon, des étangs préférentiellement gérés pour la pisciculture à production « stimulée » tandis que les petits sont réservés à la production de type traditionnel ou aux loisirs.
- À surface égale, une collection d'étangs de petite taille est plus favorable à la richesse biologique qu'un ou plusieurs grands étangs (Oertli *et al.* 2000).

Aucun élément ne nous permet d'établir un lien de cause à effet entre pisciculture et recouvrement de la végétation (aquatique, amphibie ou héliophytique) : même si les étangs de Brenne sont essentiellement entourés de prairies naturelles peu fertilisées, l'influence et la nature géologique du bassin versant n'a pas été étudiée. Toutefois, on peut supposer que la pisciculture, dont la production est optimisée, est à l'origine du faible recouvrement de la végétation observé dans les étangs de cette catégorie par rapport aux étangs gérés de manière traditionnelle. L'influence des pratiques piscicoles pourrait se faire de manière directe (ex : faucardage) ou indirecte (via la qualité de l'eau : impact de fertilisation sur la transparence).

⁵² Lorsqu'un étang présente une diversité floristique importante, on peut considérer que la gestion actuelle et passée est compatible avec le maintien de cette diversité. Par contre, lorsqu'un étang présente une diversité floristique faible, la gestion n'est pas nécessairement le paramètre en cause : des facteurs biologiques (nature du substrat, présence de rongeurs, compétition interspécifique...) peuvent également intervenir.

⁵³ Le temps de réponse de la végétation aux modalités de gestion des étangs est fonction de la capacité de résilience propre à chaque espèce végétale et des relations interspécifiques au sein des communautés végétales.

Par ailleurs, la typologie des étangs basée sur le seul critère des associations végétales n'apparaît pas très précise au vu des résultats. En effet, la caractérisation de l'écologie des communautés végétales n'est pas suffisamment précise (oligo-mésotrophique, méso-eutrophique...) par rapport à l'amplitude écologique des espèces qui peut être très importante.

De même, cette méthode de croisement typologique permet de dégager des groupes d'étangs ayant globalement les mêmes caractéristiques mais ne permet pas de mettre en relation des données précises entre les espèces et la gestion des étangs. De plus, ce croisement de typologie effectué manuellement n'a aucune signification statistique. Il n'est donc pas possible de valider les hypothèses de travail mettant en relation les pratiques piscicoles avec la végétation en se contentant d'utiliser un croisement manuel de typologies.

En revanche, contrairement à l'ACC, cette méthode permet de considérer les communautés végétales décrites dans les étangs. L'estimation de la superficie en eau libre des étangs et du recouvrement végétal (hydrophytes, amphiphytes et hélophytes), du sol nu et des algues par étang, sont également pris en compte. Il est ainsi possible d'établir des liens entre le recouvrement, les communautés végétales et l'existence ou non de modalité de gestion piscicole sans toutefois pouvoir établir avec certitude de relation de cause à effets.

III.2. LA METHODE DU CROISEMENT DES DONNEES PHYTOSOCIOLOGIQUES ET ENVIRONNEMENTALES (ACC)

Cette méthode, mettant en relation les relevés phytosociologiques bruts avec les données environnementales (gestion, qualité de l'eau et caractéristiques physiques des étangs), permet d'établir des relations précises entre les espèces végétales et les facteurs supposés influencer leur distribution. De plus, l'ACC est couplée au test statistique de Monte Carlo : seuls les variables pertinentes d'un point de vue statistique sont retenues. En revanche, étant donné la capacité limitée du logiciel Canoco, tous les relevés phytosociologiques n'ont pu être retenus dans la base de données : un tri indispensable a du être opéré permettant de réduire la quantité à 134 relevés « synthétiques » les plus représentatifs des espèces présentes sur les étangs. Cette méthode, permettant d'obtenir la signification statistique des variables, est une aide précieuse quant à la validation des hypothèses de travail.

Les résultats obtenus indiquent que les facteurs significatifs influençant la composition de la végétation, **parmi l'ensemble des variables soumises**, sont liés à :

- La qualité de l'eau : *alcalinité*. L'hypothèse 1g peut être validée : **la qualité de l'eau influence la nature des communautés végétales d'un étang**. Plus que la trophie, c'est la minéralisation qui explique le mieux la distribution de la végétation au sein de notre échantillon. Un travail complémentaire sur les étangs situés sur un même substrat géologique serait à entreprendre : par exemple, en étudiant uniquement des étangs situés sur substrat siliceux, il est probable que ce soit la trophie et non l'alcalinité qui joue un rôle dans la composition floristique des étangs.
- La gestion des étangs : *pâturage des bords d'étang et fréquence de l'assec (7-10 ans)*. L'hypothèse 1h est validée : **les activités humaines influencent la nature des communautés végétales d'un étang**.

- Les caractéristiques physiques des plans d'eau : surface en eau et présence de pentes douces. Les hypothèses 1c et 2a peuvent être acceptées : les **caractéristiques physiques influencent la nature des communautés végétales d'un étang** ; les pentes douces favorisent l'implantation de certaines espèces, notamment des amphiphytes et hélrophytes.

La surface en eau est un critère pertinent pour expliquer la composition floristique. De nombreuses espèces à caractère eutrophique (ex : *Lemna gibba*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Spirodela polyrhiza*, *Ceratophyllum demersum*) sont associées aux fortes valeurs de la surface en eau et de l'alcalinité. Inversement, des espèces à caractère oligo-mésotrophique (ex : *Nitella syncarpa*, *Nitella opaca*, *Scirpus fluitans*) sont liées à de petits étangs non alcalins. Parmi 9 étangs étudiés de grande superficie, deux de plus de 100 ha sont essentiellement localisés sur un substrat marneux en Brenne. Ce constat permet d'expliquer la forte corrélation entre les variables surface en eau et alcalinité.

Ces résultats soulèvent toutefois la question d'une taille minimale qui soit intéressante du point de vue de la richesse spécifique : est-il possible d'augmenter la biodiversité par un reprofilage des berges ? Oertli *et al* (2000) ont montré à ce sujet que la richesse floristique est dépendante de la surface des plans d'eau : plus cette dernière est grande, plus la richesse est élevée. Cependant, les auteurs ajoutent qu'à surface égale, une collection d'étangs de petite taille est plus favorable à la richesse biologique qu'un ou plusieurs grands étangs.

Ces résultats sont en accord avec les données de la bibliographie : la revue bibliographique a permis, en effet, de recenser de nombreux auteurs qui ont montré l'étroite relation entre la végétation et l'alcalinité (Spence 1967, Wiegleb 1976, 1978, Pip 1979, Hellquist 1980, Kadono 1982, Jackson & Charles 1988, Vestergaard & Sand-Jensen 2000). De même, les données de la littérature ont permis de montrer l'importance, pour la richesse floristique, de l'existence de pentes douces s'exondant progressivement en été (Lebreton 1982, Duvigneaud 1986ab, Schaefer 1986, Géhu & de Foucault 1988).

En revanche, le postulat 2b, à savoir, les pentes abruptes présentent une faible diversité végétale, contrairement aux pentes douces, n'a pas été testé en Brenne (Géhu & de Foucault 1988 et Trotignon 2000, ont notamment indiqué que, contrairement aux pentes douces, les pentes abruptes présentent une faible diversité végétale). Dans cette région, les étangs sont majoritairement à pentes douces de sorte qu'il est difficile de tester ce postulat. Notons, cependant, que les nouveaux étangs créés peuvent présenter jusqu'à quatre digues, se démarquant ainsi des étangs traditionnels qui n'en possèdent généralement qu'une (notre échantillon ne prend pas en compte ce type d'étangs).

III.2.1. Relation entre la qualité de l'eau et la végétation

Parmi un lot de variables relatives aux analyses d'eau, la sélection pas à pas a permis de retenir les variables suivantes :

- l'alcalinité,
- la transparence,
- la conductivité.

Les résultats ont montré que certaines espèces étaient associées à de fortes valeurs de la transparence et à de très faibles valeurs de la conductivité et de l'alcalinité (ex : *Caldesia parnassifolia*, des characées). Inversement, des espèces telles *Spirodela polyrhiza*, *Hydrocharis morsus-ranae* sont associées à de fortes valeurs de l'alcalinité et de la conductivité.

Toutefois, l'hypothèse 11d, à savoir, puisqu'elles sont totalement immergées, les espèces aquatiques (ex : characées) sont plus sensibles à la qualité de l'eau que les espèces amphibies (ex : hélrophytes), n'a pas été testée au cours de ce travail. D'après Toivonen & Huttunen (1995), les hydrophytes seraient favorisées par une forte transparence de l'eau contrairement aux hélrophytes : on peut supposer que l'hypothèse 11d est valide. En revanche, notre étude a montré que **certaines espèces apparaissent plus sensibles à la qualité du sédiment qu'à celle de l'eau** : ces résultats ont permis de valider l'hypothèse 9. De même, Clément (1986), Clément & Touffet (1988) et Vestergaard & Sand-Jensen (2000) ont constaté que, lorsque les isoétides, telle *Littorella uniflora*, occupent des eaux alcalines, ils sont souvent restreints à des zones peu profondes, exposées aux vagues et sur un sédiment grossier. La qualité du sédiment (nature et granulométrie), la minéralisation (étroitement corrélée à la conductivité, voir chapitre IV) et la transparence de l'eau semblent être les facteurs les plus pertinents influençant l'installation des groupements à *Littorella uniflora*.

III.2.2. Relation entre les pratiques piscicoles et la végétation

Parmi un lot de variables relatives aux pratiques piscicoles, la sélection pas à pas a permis de retenir les variables suivantes :

- La fertilisation en phosphate ammoniacal (complexe azote/phosphore). L'hypothèse 11a peut être acceptée : **les apports d'engrais** (fertilisation organique et/ou minérale), en augmentant la trophie du milieu aquatique et en diminuant indirectement la transparence de l'eau (développement intense du phytoplancton), **favorisent le développement de certaines espèces** (ex : *Ceratophyllum demersum*, *Lemna gibba*) **au détriment d'espèces moins tolérantes** (ex : les characées, les espèces des *Littorelletea*, *Caldesia parnassifolia*).

Si l'on souhaite préserver les espèces oligotrophiques des étangs, de fort intérêt patrimonial, il convient de limiter les apports d'engrais.

Ainsi, **l'eutrophisation**, en l'occurrence via une fertilisation en phosphate ammoniacal, **semble favoriser les espèces végétales à caractère méso- à eutrophique et, à l'inverse, défavoriser les espèces oligo-mésotrophiques**. Nos résultats coïncident avec ceux obtenus par Oertli *et al.* (2000). Les auteurs ont montré que dans les étangs de Suisse, la teneur en nutriments dans l'eau constitue une variable majeure expliquant la diversité floristique : cette dernière apparaît ainsi très sensible à l'eutrophisation par les nutriments azotés. Notons cependant que, comme le notent Oertli *et al.* (2000), l'eutrophisation en phosphore total peut être favorable à d'autres groupes biologiques tels les Gastéropodes ou les Amphibiens.

- Le chaulage en assec. L'hypothèse 11b est validée : **l'amendement calcique (chaulage en eau ou en assec) influence la composition floristique des étangs**.

Certaines hydrophytes telles *Chara sp.*, *Najas marina* et *Nuphar lutea* semblent favorisées par cette pratique : peut-être ces espèces résistent-elles mieux que les autres à l'action caustique de la chaux (par exemple les oospores et les rhizomes sont soit plus résistants soit mieux protégés par le sédiment).

L'hypothèse 11e ne peut être acceptée (un empoisonnement trop important peut, en augmentant la turbidité de l'eau (remise en suspension de la vase par les poissons fouisseurs), être défavorable aux hydrophytes). L'empoisonnement ne constitue pas une variable significative influençant la composition floristique des étangs au sein de l'échantillon. De même, l'empoisonnement en poissons herbivores n'a pas été retenu comme une variable significative (faible quantité de poissons herbivores apportée, voir chapitre III).

Le paramètre herbicide n'a pas été retenu comme étant significatif d'un point de vue statistique : l'impact des herbicides n'a pas pu être vérifié car les apports étaient trop anciens (plus de 2 ans).

En revanche, l'un des étangs étudiés a reçu un apport de Zéphir en l'an 2000 ce qui a permis de constater *de visu* un impact très fort sur la végétation : un mois et demi après le traitement de l'étang à l'herbicide, près des deux tiers des groupements aquatiques et des espèces végétales remarquables, observés en 1998 et 1999, n'ont plus été observés. En particulier, les populations de *Caldesia parnassifolia* ont très nettement régressé par rapport aux années précédentes (de 1500 à moins de 100 individus). Il faudrait étudier cette pratique sur un échantillon plus important ou bien faire l'expérimentation pour tester cette hypothèse.

Néanmoins, l'impact du désherbant sur la végétation de l'étang concerné est très difficile à évaluer, dans la mesure où le plan d'eau n'a pas fait l'objet de prospection juste avant l'épandage du produit. Aussi, bien que l'emploi d'un herbicide ait certainement eu un impact très important sur la végétation, il est difficile de dissocier l'influence du désherbant de celle de facteurs d'origine naturelle. Seule la présence de Nénuphars blancs (*Nymphaea alba*) a pu être confirmée sur l'étang juste avant le traitement. L'herbicide était d'ailleurs dirigé contre ces espèces, recouvrant près de 60 % de la superficie du plan d'eau.

De même, le postulat 13 doit être pris en compte car il conditionne le raisonnement de ce travail: **la disparition d'une espèce observée sur un étang peut être causée, de façon directe ou indirecte, par une modalité de gestion (ex : une forte turbidité induite par un apport d'engrais inhibe la croissance des plantes immergées).**

III.2.3. Relation entre d'autres facteurs de gestion et la végétation

Parmi un lot de variables relatives à d'autres facteurs de gestion, la sélection pas à pas a permis de retenir les variables suivantes :

- **Le pâturage des bords d'étang.** L'hypothèse 11h est acceptée : **par piétinement, le pâturage élimine certaines espèces tandis que d'autres sont, au contraire, favorisées (ex : *Juncus effusus*).** L'hypothèse 11i est vérifiée : **en ouvrant le milieu, le pâturage de la berge favorise certaines espèces de thérophytes ou d'hémicryptophytes au détriment d'espèces plus compétitives (ex : héliophytes) dont les parties aériennes sont supprimées.**

Le pâturage des bords d'étang est associé à des espèces thérophytiques (ex : *Eleocharis ovata*, *Echinochloa crus-galli*).

Il est donc envisageable d'adopter une gestion du pâturage compatible avec le maintien ou le renforcement de l'intérêt patrimonial de certains étangs. Les questions de la charge et des modalités de pâturage restent toutefois à préciser.

- La fréquence de l'assec (7-10 ans). La pratique de l'assec influence donc la composition floristique de l'étang. **Par contre, l'absence de mise en assec ou la faible fréquence de celle-ci (plus de 15 ans) ne constitue pas un critère significatif pour expliquer la composition floristique** : l'hypothèse 11g (l'absence de mise en assec ou une faible fréquence de mise en assec peut entraîner des dépôts de matière organique peu propice au développement de certaines espèces) ne peut être validée.
L'absence de mise en assec, donc de perturbation, ne contribuerait donc pas plus à être favorable que défavorable à certaines espèces, au sein de l'échantillon.
- Le faucardage récent. L'hypothèse 11k est vérifiée : **le faucardage des plantes aquatiques et amphibies peut, de la même façon, provoquer une augmentation du niveau trophique du milieu.**
- Le gyrobroyage des berges. L'hypothèse 11j est acceptée : **la fauche ou le gyrobroyage (sans exportation de la biomasse), par abandon des débris végétaux laissés sur place, peut engendrer un enrichissement du sol qui peut se traduire par un développement d'espèces nitrophiles.**

Le faucardage et le gyrobroyage des berges (avec abandon des débris végétaux) semblent favoriser des espèces nitrophiles (ex : *Lemna gibba*), en augmentant le degré trophique du milieu ou la quantité de lumière par ouverture du milieu.

- La culture totale du fond d'étang. L'hypothèse 11f peut être validée : **la culture de l'assec est défavorable à certaines espèces (ex : la plupart des characées exceptées *Charopsis braunii* et *Nitella syncarpa*).**
La culture totale du fond d'étang lors de l'assec est associée aux espèces suivantes : *Myriophyllum alterniflorum*, *Myriophyllum spicatum*, *Charopsis braunii*, *Nitella syncarpa*, *N. translucens* et *Luronium natans*. Ces résultats sont partiellement en accord avec les propos de Corillion (1957) qui indiquait que la culture de l'assec entraîne la réduction du nombre d'espèces de Characées (enfouissement des oospores à trop grande profondeur lors des remaniements), exceptées *Charopsis braunii* et *Nitella syncarpa*, qui sont mieux adaptées (plantes très fertiles).

III.2.4. Relations entre les caractéristiques générales des étangs et la végétation

Parmi un lot de variables relatives aux caractéristiques générales des étangs, la sélection pas à pas a permis de retenir les variables suivantes :

- Le substrat marneux des étangs. L'hypothèse 1d est vérifiée : **la distribution et la nature des communautés végétales d'un étang dépendent des facteurs édaphiques**. À un substrat marneux sont en effet associées des espèces à

tendance calcicole (ex : *Cladium mariscus*, *Elodea nuttallii*, *Chara aspera*, *Ranunculus circinatus*...).

- La surface en eau des étangs. L'hypothèse 2d est vérifiée : **la superficie d'un étang influence sa composition floristique**.
- La présence de cultures et de landes autour de l'étang. L'hypothèse 1b est partiellement acceptée (prise en compte de l'environnement proche de l'étang et non du bassin versant) : **la distribution et la nature des communautés végétales d'un étang dépendent de la nature et de l'occupation du sol du bassin versant**. Les éléments minéraux apportés en cultures peuvent ruisseler jusqu'à l'étang enrichissant ainsi le milieu aquatique.

Par contre, **la profondeur des étangs n'apparaît pas comme étant un paramètre significatif** : l'hypothèse 2c n'est pas acceptée. Ceci peut être expliqué par la faible profondeur moyenne des étangs (autour de 2,30 m). Oertli *et al.* (2000) ont également montré que la profondeur ne constituait pas un facteur essentiel de régulation de la biodiversité dans les étangs et petits lacs de Suisse. Comme le soulignent ces auteurs, une profondeur plus importante (plus de 3 mètres) aurait peut être eu un effet négatif sur la végétation (la lumière n'atteignant pas le fond de l'étang).

CHAPITRE XI. DETERMINISME DE LA COMPOSITION FLORISTIQUE DES ETANGS

L'étude à l'échelle spécifique, notamment avec *Caldesia parnassifolia* (analyse canonique des correspondances) a permis d'obtenir des résultats plus précis qu'à l'échelle des communautés végétales (croisement manuel des typologies).

Cette étude permet d'établir d'ores et déjà des mesures de gestion en faveur d'une gestion durable des étangs piscicoles de la Brenne. Les résultats obtenus ont mis en évidence l'influence de certaines activités humaines sur la végétation. Ainsi, le **pâturage**, la **mise en assec**, la **fertilisation** et le **chaulage en assec** de l'étang semblent favoriser certaines espèces au détriment d'autres : on ne peut néanmoins pas affirmer que ces pratiques sont favorables ou défavorables à la diversité floristique de l'étang. Cette question, issue d'une autre problématique, mériterait de faire l'objet d'une étude approfondie, à partir des enseignements tirés de ce travail.

Néanmoins, on peut supposer que certaines pratiques exercées de manière raisonnée (ex : pâturage extensif, mise en assec régulière mais pas trop fréquente (supérieure à 7 ans)), favorisent la diversité des espèces végétales : richesse en thérophytes ou hémicryptophytes, espèces favorisées par la mise en assec (ex : *Bidens* sp., *Polygonum* sp., *Rumex* sp., etc.)... En revanche, la fertilisation des étangs contribue à favoriser les espèces eutrophiques au détriment d'espèces oligo-à méso-trophiques : il conviendrait de limiter les apports d'engrais dans certains étangs de manière à assurer le maintien des communautés oligo-mésotrophiques qui apparaissent, d'après nos résultats (chapitre V), en régression en Brenne.

Les activités humaines, en particulier, les pratiques piscicoles, ne constituent pas le seul facteur pertinent expliquant la composition floristique des étangs : la **qualité de l'eau** (en particulier l'alcalinité), les **caractéristiques physiques** (surface en eau et pentes douces) **et édaphiques** (substrat marneux), **l'environnement proche des étangs** (cultures et landes) jouent également un rôle important. Notons que les activités humaines peuvent intervenir sur chacun de ces facteurs.

Cependant, il faut garder à l'esprit que la surface moyenne des étangs de notre échantillon (25 ha) ne reflète pas celle des 2000 plans d'eau de la Brenne (5,5 ha) : il est possible que les résultats obtenus dans de plus petits étangs diffèrent de ceux obtenus avec cet échantillon. D'autres facteurs, qui n'ont pas été testés dans le cadre de ce travail, peuvent également intervenir dans la composition de la végétation :

- Les conditions climatiques (hypothèse 1a).

La présente étude est de trop courte durée (3 années) pour pouvoir tester l'influence des conditions climatiques sur la végétation, hormis la baisse estivale de niveau d'eau. L'apparition de certaines espèces est dépendante de la baisse de niveau d'eau, elle même due à une hausse des températures en été (exondation des bords d'étangs en fin d'été, Lebreton 1982, Duvigneaud 1986ab, Schaefer 1986, Géhu & de Foucault 1988). De plus, les conditions climatiques rencontrées au cours de ces 3 années correspondent à des conditions

« moyennes » en Brenne (absence de sécheresse impliquant une baisse exceptionnelle de niveau d'eau ou, au contraire, absence de fortes précipitations susceptibles de faire déborder les étangs) de sorte que les analyses d'eau d'une année à l'autre sont comparables.

- Les variations du niveau de l'eau (hypothèse 1e).

Les effets des variations du niveau de l'eau sur la végétation n'ont pas pu être étudiés sur le long terme, étant donné la courte durée de cette étude : ces variations dépendent des conditions climatiques. Seule l'apparition estivale d'espèces annuelles lors de l'exondation des bords d'étang (évaporation naturelle de l'eau) a pu être prise en compte. Ces effets ont cependant été observés, entre autres, par Duvigneaud (1986b) qui a souligné l'importance du maintien du battement des eaux au cours de l'année, selon un rythme naturel saisonnier. Ce facteur est donc à prendre en compte pour comprendre la nature et la répartition des végétaux dans les étangs.

- La nature et l'occupation du sol du bassin versant (hypothèse 1b).

Une étude à l'échelle du bassin versant (et non pas seulement de l'environnement proche de l'étang) est difficilement réalisable dans la mesure où le système de chaîne d'étangs est très complexe en Brenne et les bassins versants, très vastes. Cependant, l'environnement proche des étangs a pu être pris en compte lors de cette étude. La rareté de sources de pollutions ponctuelles en Centre-Brenne permet de limiter l'influence de la nature du bassin versant à d'éventuelles pollutions diffuses d'origine agricole (ruissellement superficiel des eaux depuis des secteurs cultivés par exemple). Dans d'autres secteurs de la Brenne (ex : Petite Brenne) où la densité d'étangs est moins grande, les zones de cultures sont par contre plus importantes.

- La dynamique de la végétation (hypothèse 1f)

L'étude de la dynamique de la végétation n'était pas envisageable sur deux années. Des transects continus (avec placettes de surface équivalente) dont les relevés sont suivis sur de nombreuses années permettrait de préciser comment la dynamique influence la nature et la structure de la végétation. Ce facteur doit être pris en compte dans l'interprétation des résultats car son influence sur la végétation est difficilement distinguable de celles des activités humaines.

Ainsi, nous ne maîtrisons pas tous les facteurs susceptibles d'influencer la composition floristique des étangs. Par ailleurs, notre étude a montré les limites des méthodes employées tant au niveau de l'estimation de la qualité de l'eau, de la prise en compte d'un grand nombre de variables à plusieurs échelles spatio-temporelles (ex : bassin versant, dynamique de la végétation...) que de la durée même de l'étude. Ainsi, différents points ont pu être dégagés :

- Le bassin versant (nature et occupation du sol) parfois difficile à délimiter dans un contexte de chaîne d'étang, doit être pris en compte,
- Bien que maîtrisable, la connaissance des mesures de gestion est toujours limitée par la mémoire de l'homme,
- La gestion de l'étang situé en amont du plan d'eau étudié est également à prendre en considération (eau de vidange plus ou moins chargée en éléments nutritifs notamment),

- La qualité trophique de l'eau est difficilement appréciable (variabilités spatio-temporelles importantes) ; son étude nécessite un suivi à long terme avec des moyens techniques et financiers lourds.
- La qualité des sédiments est aussi un facteur qu'il faudrait mieux connaître.

L'approche fonctionnelle n'a donc pas pu être complètement atteinte même si de nombreux compartiments de l'écosystème étang ont été étudiés. La difficulté réside dans le manque de connaissance et de recul sur le fonctionnement de cet écosystème : les recherches en ce domaine sont, comme nous l'avons montré dans le premier chapitre, encore très fragmentaires. Or, la connaissance du fonctionnement d'un écosystème est un préalable indispensable à la définition de toute gestion visant la conservation du patrimoine naturel. Pour reprendre la formule utilisée en 1985 par le Comité scientifique « Ecologie et Gestion du Patrimoine Naturel », il est primordial de « connaître pour mieux gérer ».

Seul un programme de recherche interdisciplinaire avec la participation de nombreux experts de diverses disciplines scientifiques, en collaboration avec les gestionnaires d'étang (pisciculteurs, propriétaires...), devrait permettre d'adopter plus précisément une approche fonctionnelle de l'écosystème étang : approche à plusieurs échelles spatio-temporelles et prenant en compte différents critères (scientifiques, sociaux-économiques).

De même, toute définition de mesures de gestion doit prendre en compte les échelles spatiales d'étude (région, chaîne d'étang, étang, peuplement, espèce, population...). À l'échelle d'une région par exemple, l'hétérogénéité des étangs (géologie, morphologie, vocations diversifiées...) doit être privilégiée ce qui n'est pas forcément compatible avec le maintien de certaines espèces au sein d'un étang dont la survie dépend d'un territoire homogène. Aussi, comme le remarque Oertli *et al.* (2000), l'objectif n'est pas de rechercher une biodiversité maximale dans chaque étang. L'étude à l'échelle spécifique, notamment de *Caldesia parnassifolia*, a permis de montrer que les mesures de gestion appropriées pour la sauvegarde d'une espèce donnée ne le seront pas forcément pour celle d'autres espèces. Ainsi, toute mesure proposée en faveur de *Caldesia parnassifolia* pourra aller à l'encontre du maintien d'autres espèces du même étang.

Il faut également tenir compte de la diversité des différents groupes taxonomiques (Amphibiens, Insectes, Oiseaux, Mollusques...) potentiellement présents dans un plan d'eau. Oertli *et al.* (2000) ont montré à ce sujet que des conditions de milieu idéales pour un groupe donné sont parfois défavorables pour d'autres groupes (ex : l'eutrophisation en phosphore total peut être favorable aux Gastéropodes et aux Amphibiens, tandis qu'elle est défavorable à la flore). Ainsi, une expérience de pastoralisme dans le marais de Lavours (Ain), dans le but de maintenir la biodiversité d'un type de milieu, a fait disparaître *Sanguisorba officinalis*, espèce végétale indispensable à la survie de deux lépidoptères menacés (Morand *et al.* 1994).

L'objectif est donc de garantir la diversité des milieux et des écosystèmes.

Par ailleurs, Chicouène (1997) s'interroge sur la stratégie conservatoire à adopter pour assurer la pérennité de la station d'un taxon à protéger, telle *Caldesia parnassifolia* : la conservation du milieu ou l'intégrité des individus ? Pour conserver un milieu, on peut envisager de détruire partiellement des individus afin de maintenir un milieu ouvert favorable à l'installation d'autres individus de la même espèce. Par contre, si on souhaite conserver des espèces pérennes dont la production de diaspores est limitée (cas de taxons aux organes fragiles sensibles au piétinement par exemple), il faudra plutôt privilégier l'intégrité des

individus des espèces en question. Une approche mixte est enfin proposée par Chicouène (1997) dans le cas d'une espèce « ne supportant pas le changement de formation végétale et ayant une propagation réduite par diaspores ». Selon cet auteur (Chicouène comm. pers.), il faut souvent viser davantage la conservation du milieu que l'intégrité des individus : l'objectif est de maintenir un équilibre biologique entre l'espèce à protéger et les autres taxons présents dans la station et non d'obtenir un peuplement monospécifique.

Comme l'indique Bridgewater 1999 (*in* Génot 2000), « il est urgent de penser la conservation de la nature à une échelle plus globale, de raisonner en terme de fonctionnalité des populations et des écosystèmes, d'éviter les actions au coup par coup et de prendre en compte, dans la gestion de la nature, le fait que le changement est inévitable ».

Enfin, il est également urgent d'assurer le maintien et la valorisation d'une gestion durable et multiusages de l'étang piscicole en conciliant notamment la biodiversité des étangs avec la production piscicole.

« Le groupe étangs piscicoles » vise précisément à conforter la filière économique piscicole en étangs tout en favorisant la vocation multiusages et patrimoniale des étangs français. Créé en 1994, il regroupe différents acteurs concernés par la gestion des étangs piscicoles à l'échelle de la France (pisciculteurs, administrations, propriétaires, chasseurs, pêcheurs, organismes techniques aquacoles, associations naturalistes) (Anonyme 1998). La création de ce groupe permet d'échanger les expériences acquises dans les différentes régions d'étangs, notamment en matière de gestion et de conservation des milieux.

De même, sous l'impulsion du Ministère de l'Environnement, un Plan d'action national mettant en place six pôles-relais « zones humides » en France a été lancé en 2001 : l'un de ces pôles concerne les zones humides continentales, comprenant essentiellement les grandes régions d'étangs (Thibault 2001). La mise en place d'un tel réseau permettra de mettre en commun les connaissances et de dynamiser les actions en matière de gestion à l'échelle du territoire français, étapes indispensables pour valoriser une gestion durable des étangs piscicoles.

BIBLIOGRAPHIE

384 références

- Aberg B., Rhode W.**, 1942.- Über die Milieufaktoren in einigen südschwedischen Seen. *Symbolae Bot. Upsal.*, **5** : 1-256.
- Allaby M.**, 1977.- A dictionary of the environment. The Camelot Press Ltd, Southampton, p. 300.
- Allorge P.**, 1922.- Les associations végétales du Vexin français. Thèse, Lesot, Nemours, 307 p.
- Amicale phytosociologique**, 1969.- Aperçu synoptique des unités phytosociologiques supérieures de la Brenne. *Bull. Soc. bot. Fr.*, **116**, 97^e sess. extr. : 57-68.
- Anonyme**, 1996.- Présentation des études scientifiques du programme Life Petite Woëvre. Programme « Life-sauvegarde des zones humides de la petite Woëvre ». Parc naturel régional de Lorraine, Conservatoire des Sites Lorrains, 10 p.
- Anonyme**, 1998.- Zones Humides Infos. N° 21, 20 p.
- Arber A.**, 1920.- Water plants: a study of aquatic angiosperm. Cambridge University Press, Cambridge, 436 p.
- Aristobile**, 1909-1910.- Planche d'herbier de *Caldesia parnassifolia* du Muséum National d'Histoire Naturelle, Laboratoire de Phanérogamie, Paris.
- Arrignon J.**, 1976.- Aménagement écologique et piscicole des eaux douces. Gauthier-Villars, Paris, 320 p.
- Aston H.I.**, 1973.- Aquatic plants of Australia. Melbourne University Press, Melbourne, 368 p.
- Aubron G., Clément B., Touffet J.**, 1989.- Typologie physico-chimique des zones humides de Bretagne (France). *Bull. Soc. sci. Bretagne*, **60** (1-4) : 33-54.
- Auderset Joye D.**, 1993.- Contribution à l'écologie des Characées de Suisse. Thèse de doctorat n° 2580, Université de Genève, 273 p.
- Aymonin G.G.**, 1973.- Quelques raréfactions et disparitions d'espèces végétales en France. Causes possibles et espèces chorologiques. *Compte Rendu « Séances Soc. Biogéogr. »*, **430** : 49-64.
- Aymonin G.G.**, 1980.- Une estimation du degré de modification des milieux naturels : l'analyse des régressions dans la flore. *Bull. Soc. Bot. Fr., Lettres bot.*, **127** (2) : 187-195.
- Aymonin G.G.**, 1982.- Phénomène de déséquilibres et appauvrissements floristiques dans les végétations hygrophiles en France. In « Studies on Aquatic Vascular Plants ». Royal Botanical Society of Belgium. Symoens J.J., S.S. Hooper. & P. Compère (ed.), Brussels, 377-389.
- Bachasson B.**, 1987.- Mise en valeur des étangs. Institut de Formation Technique et d'Economie Rurale et Montagnarde, La Balme de Sillingy, 169 p.
- Bailly R., Dubois G.**, 1981.- Index phytosanitaire. Association de Coordination Technique Agricole, Paris, 17^e éd., 479 p.
- Balvay G.**, 1980.- Fonctionnement et contrôle du réseau trophique en étang. In Billard, « La pisciculture en étang ». INRA, Paris, 47-79.
- Barbe J., Camus J.C., Schlumberger O.**, 1991.- Facteurs de production piscicole en étang et gestion. Cemagref, Lyon, Montpellier, 14 p. + annexes.

- Barbe J., Lavergne E., Rofes G., Lascombe M., Rivas J., Bornard C., De Benedetis J.,** 1990.- Diagnose rapide des plans d'eau. Informations techniques du Cemagref Lyon, N°79, note 2 : 1-8.
- Barbe J., Schlumberger O., Bouretz N.,** 1999.- Utilisation du phytoplancton pour estimer la production piscicole potentielle des étangs. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, **355** : 387-402.
- Bardat J., Bioret F., Botineau M., Boulet V., Delpech R., Géhu J.M., Haury J., Lacoste A., Rameau J.C., Royer J.M., Roux G., Touffet J.,** 1999.- Prodrome des végétations de France. Document provisoire, 66 p.
- Bareau H.,** 1982.- Contribution à l'étude phytosociologique des étangs de Dombes. Essai de synthèse des groupements aquatiques et sub-aquatiques au niveau européen. Thèse de l'université de Paris-Sud Orsay, tome 1 + annexes, 98 p.
- Barnaud G.,** 1998.- Conservation des zones humides. Concepts et méthodes appliqués à leur caractérisation. Thèse du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 451 p.
- Barrat-Segretain M.H.,** 1996.- Strategies of reproduction, dispersion, and competition in river plants: a review. *Vegetatio*, **123** : 13-37.
- Barrère E.,** 1983.- Approches de la pisciculture en Brenne (Indre). Ministère de l'Environnement, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 86 p.
- Bartley M.R., Spence D.H.N.,** 1987.- Dormancy and propagation in helophytes and hydrophytes. *Arch. Hydrobiol. Ergebn. Limnol.*, **27** : 139-155.
- Bau M.,** 1953.- Notes sur la Flore du Centre (Bas Berry, Petite Brenne, Marche). *Monde des Pl.*, **14** : 293-297.
- Bédoucha G.,** 2000.- Autour des étangs, la société brennouse. *Aestuaria*, **1** : 89-112.
- Bentham G.,** 1878.- Flora australiensis. A description of the Australian territory. L. Reeve et Co., London, VII, 806 p.
- Benzécri J.P.,** 1973.- L'analyse des données. L'analyse des correspondances. Dunod, Paris, tome 2, 619 p.
- Bérard A.,** 1993.- Effets d'une fertilisation riche en matières organiques azotées sur les relations trophiques (bactéries, phytoplancton, zooplancton) dans un étang de pisciculture. Thèse Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 215 p.
- Bérard L., Marchenay P.,** 1982.- Analyse ethnoscientifique d'un système hydraulique : les étangs de la Dombes (Ain). Ministère de la culture, Mission de patrimoine ethnologique, Association internationale des entretiens écologiques, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 231 p.
- Bernard C., Gavazzi E.,** 1993.- Espèces végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation. Annexe II de la Directive Communautaire habitats faune flore. Secrétariat de la faune et de la flore, Muséum National d'Histoire Naturelle Paris, 124 p.
- Bernard P.,** 1994.- Les zones humides. Rapport d'évaluation. Comité interministériel de l'évaluation des politiques publiques, Premier Ministre, Commissariat général du Plan, La documentation française, Paris, 391 p.
- Bertru G.,** 1975.- Etude physico-chimique et microbiologique des échanges sédiment-eau : influence sur la trophie du système et la périodicité du phytoplancton. Thèse de doctorat d'Etat, université de Rennes, 243 p.
- Bertru G.,** 1980.- Les échanges sédiments-eau dans les étangs. In Billard, « la pisciculture en étang ». INRA, Paris, 37-46.
- Biggs J., Corfield A., Walker D., Whitfield M., Williams P.,** 1994.- New approaches to the management of ponds. *British Wildlife* **5** : 273-287.
- Biggs J., Williams P.J., Corfield A., Whitfield M.A., Barr C.J., Cummins C.P.,** 1996.- Pond survey 1996. Stage 1. Scoping study, 99 p. Oxford: Pond Action.

- Billard R.**, 1980.- La pisciculture en étang. INRA, Paris, 430 p.
- Billard R.**, 1990.- Pisciculture et aménagement rural. *Piscic. Fr.*, **99** : 5-12.
- Bjørn A., Mjelde M.**, 1998.- Clear and turbid water in shallow Norwegian lakes related to submerged vegetation. In "The structuring role of submerged macrophytes in lakes", Jeppesen E., Søndergaard M., Søndergaard M., Christoffersen K., 1998. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, *Ecological Studies* : 361-368.
- Blake G., Dubois J.P.**, 1982.- Epuration des eaux : rôles des macrophytes aquatiques dans l'élimination des éléments minéraux. In « Studies on Aquatic Vascular Plants ». Royal Botanical Society of Belgium. Symoens J.J., S.S. Hooper & P. Compère (éd.), Brussels, 315-323.
- Boiron B.**, 1989.- L'intégration agro-piscicole : étude technico-économique en Dombes et Sologne. Analyse des perspectives et limites. Diplôme d'agronomie approfondie, INA Paris-Grignon, 2 vol., 127 et 100 p.
- Bolomier A.C.**, 1994.- Flore des étangs de la Dombes liés à la tradition agricole. *Société Botanique de Genève*, **25** : 13-23.
- Bonnier G.**, 1911-1935.- Flore complète illustrée en couleurs de France, Suisse et Belgique comprenant la plupart des plantes d'Europe. E. Orlhac, Paris, Neuchâtel, Bruxelles, 13 vol.
- Bonnier G., Douin R.**, 1912-1934.- Flore complète illustrée en couleurs de France, Suisse et Belgique (comprenant la plupart des plantes d'Europe). E. Orlhac, Paris, Neuchâtel, Bruxelles. 13 vol.
- Botineau M., Ghestem A.**, 1995.- Caractérisation des communautés de macrophytes aquatiques (plantes vasculaires, bryophytes, lichen) en Limousin. Leurs relations avec la qualité de l'eau. *Acta bot. Gallica*, **142** (6) : 585-594.
- Bouby**, 1968.- Planche d'herbier de *Caldesia parnassifolia* du Muséum National d'Histoire Naturelle, Laboratoire de Phanérogamie, Paris.
- Boyd C.E.**, 1981.- Water quality in warmwater fish ponds. Auburn university, Alabama, 359 p.
- Boyd C.E.**, 1995.- Bottom Soils, Sediment, and Pond Aquaculture. Chapman & Hall, New-York, 348 p.
- Braun-Blanquet J.**, 1928.- Pflanzensoziologie. Grundzüge Vegetationskunde. J. Springer, Berlin, 330 p.
- Braun-Blanquet J., Pavillard J.**, 1928.- Vocabulaire de sociologie végétale. SIGMA, Montpellier, 3^e éd., 23 p.
- Breton B.**, 1991.- Pratiquer la pisciculture. Gisserot (éd.), Paris, 174 p.
- Bridgewater P.**, 1999.- Les réserves de biosphère et la convention de la biodiversité. *La lettre de la Biosphère*, **50** : 5-7.
- Broyer J., Curtet L., Maillier S., Bove J.J.**, 1997.- Incidence de la gestion écologique des étangs piscicoles de la Dombes sur la flore aquatique remarquable. *Ecologie*, **28** (4) : 323-336.
- Buchenau F.**, 1903.- Alismataceae. In « Das Pflanzenreich. Regni vegetabilis conspectus ». Engler A. et W. Engelmann (éd.), Leipzig, IV, 66 p.
- Burgermeister G., Lachavanne J.B.**, 1978.- Les macrophytes du Pfäffikersee. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.*, **90** (3/4) : 213-243.
- Burgermeister G., Lachavanne J.B.**, 1984.- Caractérisation de la végétation macrophytique d'un lac hautement eutrophe : le Greifensee (Suisse). *Schweiz. Z. Hydrol.*, **46** (1) : 117-137.

- Bůžek C., Kvaček Z., Hóly F., 1985.-** Late Pliocene paleoenvironment and correlation of the Vidstejn floristic complex within Central Europe. *Rozpravy Československé Akademie věd. Řada Matematických Přírodních věd.*, **95** (7) : 1-72.
- Carbiener R., Trémolières M., Mercier J.L., Ortscheit A., 1990.-** Aquatic macrophyte communities as bioindicators of eutrophication in calcareous oligosaprobe stream waters (Upper Rhine plain, Alsace). *Vegetatio*, **86** : 71-88.
- Carter S., 1960.-** Flora of Tropical East Africa. Alismataceae. Published under the authority of the Secretary of State for the Colonies by the Crown Agents for Overseas Governments and Administration. London, 16 p.
- Cernohous F., Husák S., 1986.-** Macrophyte vegetation of Eastern and North-eastern Bohemia. *Folia Geobot. Phytotax.*, Praha, **21**: 113-161.
- Chaïb J., 1992.-** Flore et végétation des milieux aquatiques et amphibies de Haute-Normandie (Chorologie, phytosociologie, écologie, gestion). Thèse d'écologie végétale, Université de Rouen Haute-Normandie. 501 p. + annexes.
- Chatenet P., 2000.-** Végétation macrophytique et qualité des cours d'eau en Limousin : relations milieu – phytocénoses et impact éco-physiologique. Thèse, Université de Limoges, 260 p.
- Chicouène D., 1997.-** Paramètres de suivis biologiques et typologie de la colonisation d'une station chez les cormophytes. *E.R.I.C.A.*, **9** : 17-49.
- Chicouène D., 1999.-** Evaluation du peuplement des mauvaises herbes en végétation dans une parcelle. I.- Aperçu des méthodes utilisables. *Phytoma, La défense des végétaux*, **522** : 22-24.
- Clément B., 1986.-** Typologie des zones humides de Bretagne. Recherche de bio-indicateurs. Université de Rennes I, Ministère de l'environnement, S.R.E.T.I.E., 151 p.
- Clément B., Roze F., Touffet J., 1982.-** Contribution à l'étude de la végétation de Brière : l'analyse phytosociologique. *Botanica Rhedonica*, **17** : 105-148.
- Clément B., Touffet J., 1983a.-** Contribution à l'étude des groupements préforestiers issus des landes méso-hygrophiles, des tourbières et des prairies marécageuses de Bretagne. *Colloques phytosociologiques*, **VIII** : « La végétation des lisières forestières », Lille 1979 : 229-239.
- Clément B., Touffet J., 1983b.-** Des éléments de la classe des *Littorelletea* en Bretagne. *Colloques phytosociologiques*, **X** : « Végétations aquatiques », Lille 1981 : 295-317.
- Clément B., Touffet J., 1988.-** Typologie et diagnostic phyto-écologique des zones humides de Bretagne. *Colloques phytosociologiques*, **XV** : « Phytosociologie et conservation de la nature », Strasbourg 1987 : 317-347.
- Cluzeau C., 1996.-** Etude phytosociologique des étangs de Lachaussée, Amel, Neuf Etang et Gérard Sas. Etudes scientifiques du programme LIFE « Sauvegarde des Zones Humides de la Petite Woëvre ». Conservatoire des Sites Lorrains, Parc naturel Régional de Lorraine, 17 p. + annexes.
- Codhant H., Galtier J., Maret G., 1998.-** Contribution à la connaissance de la flore des zones humides de la plaine du Forez (Loire). *Bulletin mensuel de la Société Linnéenne de Lyon*, **67** (9) : 251-264.
- Comité scientifique "Écologie et Gestion du Patrimoine Naturel", 1985.-** Connaître pour mieux gérer. Programme de recherche 1985-1989. Ministère de l'Environnement, Service de la Recherche, des Études et du Traitement de l'Information sur l'Environnement, Neuilly-sur-Seine, 46 p.
- Conti F., Manzi A., Pedrotti F., 1992.-** Libro rosso delle piante d'Italia. Associazione Italiana per il World Wildlife Fund, Societa Botanica Italiana, Ministero dell'Ambiente Direzione Generale per la Valutazione dell'Impatto Ambientale, Roma, 637 p.

- Cook C.D.K.**, 1983.- Aquatic plants endemic to Europe and the Mediterranean. *Botanische Jahrbücher*, **103** (4) : 539-582.
- Cook C.D.K.**, 1996.- Aquatic Plant Book. SPB Academic Publishing, Amsterdam, New-York, p. 24-30, 228 p.
- Cook C.D.K., Gut B.J., Rix E.M., Schneller J., Seitz M.**, 1974.- Water plants of the World. A manual for the identification of the genera of freshwater macrophytes. Dr W. Junk Publishers, The Hague, 561 p.
- Corillion R.**, 1948a.- Les associations des étangs et de leurs ceintures dans le Bas-Maine armoricain. *Bull. Soc. Mayenne-Science* : 100-126.
- Corillion R.**, 1948b.- Contribution à l'étude de la végétation hydrophile et hygrophile du Centre oriental armoricain. Thèse, Université de Toulouse, 404 p.
- Corillion R.**, 1957.- Les Charophycées de France et d'Europe occidentale. *Bulletin de la Société Scientifique de Bretagne*, tome **32**, fascicules hors série n° 1 et 2 : 5-499.
- Corillion R.**, 1975.- Flore des Charophytes (Characées) du Massif Armoricain et des contrées voisines d'Europe occidentale. Jouve, Paris, 214 p.
- Corillion R.**, 1981-1983.- Flore et végétation de la vallée de la Loire (cours occidental : de l'Orléanais à l'estuaire). Jouve, Paris, 2 tomes : 1. texte, 736 p, 2. illustrations, 354 p.
- Corillion R., Guerlesquin M.**, 1969.- Les Charophycées de la Brenne. *Bulletin de la Société Botanique Française*, 97^e session extr., **116** : 81-102.
- Coste H.**, 1906.- Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes. Librairie des sciences et des arts, Paris, tome 3, p. 294, 807 p.
- Daget P., Godron M.**, 1977.- Vocabulaire d'écologie. Hachette, Paris, p. 144.
- Da Lage A.**, 1996a.- Principes rédactionnels du dictionnaire de biogéographie végétale. *Biogeographica*, **72** (2) : 57-66.
- Da Lage A.**, 1996b.- De l'intérêt de procéder par champs sémantiques pour élaborer le dictionnaire de biogéographie végétale. *Biogeographica*, **72** (2) : 81-86.
- Dalphonse** (Préfet), 1804.- Mémoire statistique du département de l'Indre. Imprimerie de la République An XIII, Paris, 367 p.
- Daniel H.**, 1998.- Evaluation de la qualité des cours d'eau par la végétation macrophytique. Travail *in situ* et expérimental dans le Massif armoricain sur les pollutions par les macronutriments. Sciences de l'environnement. Rennes, Thèse de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes, 150 p. + annexes.
- Daniel H., Haury J.**, 1996.- Ecologie des macrophytes aquatiques d'une rivière armoricaine (Le Scorff, Bretagne sud, France), application à la bioindication. *Ecologie*, **27** (4) : 245-256.
- Danton P., Baffray M.**, 1995.- Inventaire des plantes protégées de France. Nathan, Paris ; AFCEV, Mulhouse, 293 p.
- Daudon M.**, 1992.- Etude des communautés à hélrophytes de la réserve naturelle de Chérine (Brenne) : impact du pâturage extensif et d'autres modes de gestion. Thèse de l'université de Paris-sud Orsay, 181 p. + annexes.
- Daudon M.**, 1997a.- Contribution à la connaissance de *Caldesia parnassifolia* en Brenne (Indre). *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest, N.S.*, **28**, 47-60.
- Daudon M.**, 1997b.- Programme de sauvegarde du patrimoine naturel de la Brenne ACNAT/LIFE (seconde tranche) : inventaire patrimonial (compléments et nouveaux sites) et suivi intermédiaire botanique. LPO, 232 p.
- Deléage J.P.**, 1991.- Une histoire de l'écologie. La découverte, Paris, 326 p.
- Delescaillies L.M.**, 1990.- L'influence du fauchage sur la physionomie d'une roselière à *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel. Actes du Colloque « Gérer la nature », *Trav. Cons. de la Nat.*, **15** (2) : 623-646.

- Delpech R.**, 1996.- Vocabulaire de phytosociologie et de synécologie végétale. In « La banque des mots », n°91. Conseil International de la Langue Française, Paris, 87 p.
- Dethioux M.**, 1983.- Les reliques du Phragmition en Belgique. *Colloques phytosociologiques X* : « Végétations aquatiques », Lille 1981 : 352-368.
- Dierssen K.**, 1983.- Littorelletea communities and problems of their conservation in western Germany. *Colloques phytosociologiques, X* : « Végétations aquatiques », Lille 1981 : 319-332.
- Don D., Hamilton F., Wallich N.**, 1825.- Prodrromus Florae Nepalensis. J. Gale, Londoni, 256 p.
- Drouin J.M.**, 1991.- L'écologie et son histoire. Desclée de Brouwer, Paris, 213 p.
- Dumont J.M.**, 1983.- Les végétations aquatiques et ripicoles des étangs de la moyenne Ardenne centrale et méridionale (Ardenne Belge). *Colloques phytosociologiques, X* : « Végétations aquatiques », Lille 1981 : 183-211.
- Dupuis M.F.**, 1981.- Impacts en zones humides. CEMAGREF, Grenoble, 2 vol., 103 p et 106 p.
- Dussart B.**, 1992.- Limnologie : l'étude des eaux continentales. N. Boubée et Cie (2^e éd.), Paris, 680 p.
- Dutartre A., Haury J., Planty-Tabacchi A.M.**, 1997.- Introduction de macrophytes aquatiques et riverains dans les hydrosystèmes français métropolitains : essai de bilan. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, **344, 345** : 407-426.
- Duvigneaud J.**, 1986a.- La végétation des rives exondées de l'étang de Bairon (Le Chesne, département des Ardennes, France). Influence de la topographie sur la durée de l'exondation et sur la zonation des groupements végétaux. *Colloques phytosociologiques, XIII*, « Végétation et géomorphologie », Bailleul 1985 : 729-748.
- Duvigneaud J.**, 1986b.- La gestion écologique et traditionnelle de nos étangs. Pour la coexistence de deux écosystèmes « étang » et « étang mis en assec ». *Les Naturalistes Belges*, **67** (3) : 65-94.
- Duvigneaud J.**, 1988.- Gestion écologique de nos étangs et cours d'eau. *Probio-revue*, **11** (1-2) : 71-79.
- Duvigneaud J., Coppa G.**, 1993.- Un étang mis en assec : l'étang des Viraubières à Omont (Département des Ardennes, France). *Bull. Soc. Nat. Ardennes*, **82** : 34-40.
- Duvigneaud J., Havrenne A.**, 1985.- La colonisation végétale des lacs de l'eau d'Heure (Entre-Sambre-et-Meuse, Belgique). *Natura Mosana*, **38** : 4-10.
- Duvigneaud J., Sotiaux A., Sotiaux O.**, 1986.- Végétation et flore d'un étang ardennais mis en assec : l'étang de la Motte à Signy-le-Petit (Département des Ardennes, France). *Bull. Soc. Roy. Belg.*, **119** : 35-46.
- Ellenberg H.**, 1977.- Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen: in ökologischer Sicht. Ulmer, Stuttgart, 981 p.
- Ellenberg H.**, 1991.- Indicator values of plants in Central Europe. *Scripta Geobotanica*, **18** : 76-248.
- Empain A., Lambinon J., Mouvet C., Kirchman R.**, 1980.- Utilisation des bryophytes aquatiques comme indicateurs biologiques de la qualité des eaux courantes. In Pesson, « La pollution des eaux continentales ». 2^e éd., Gauthier-Villars, Paris, p. 195-223, 345 p.
- Escoffier B., Pagès J.**, 1990.- Analyses factorielles simples et multiples - objectifs, méthodes et interprétation. Dunod, Paris, 267 p.
- Felzines J.C.**, 1977.- Analyse des relations entre la minéralisation des eaux douces stagnantes et la distribution des végétaux qui les peuplent. *Annales des Sciences Naturelles, Botanique et Biologie Végétale*, **18** : 221-250.

- Felzines J.C.**, 1982.- Etude dynamique, sociologique et écologique de la végétation des étangs du Centre-Est de la France. Importance de la compétition interspécifique dans l'organisation de la végétation et la distribution des espèces et des associations. Thèse. Université des Sciences et Techniques de Lille, 514 p.+ annexes.
- Felzines J.C.**, 1997.- Le peuplement végétal des étangs. *J. Bot. Soc. Bot. Fr.*, **2** : 45-68.
- Felzines J.C.**, 1998.- Etangs et bois tourbeux de la Puisaye. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, N.S., **29** : 363-370.
- Fischesser B., Dupuis-Tate M.F.**, 1996.- Le guide illustré de l'écologie. La Martinière (éd.), Cemagref (éd.), 319 p.
- Forbes S.A.**, 1925.- The lake as a Microcosm. *Illinois Natural History Survey Bulletin*, **15** : 537-550. Lu le 25 février 1887 devant l'Association scientifique de Peoria.
- Forel F.A.**, 1892.- Le Léman : monographie limnologique. Librairie de l'Université, Lausanne, Lausanne, 3 vol.
- Foucault B. (de)**, 1986a.- La phytosociologie sigmatiste : une morphophysique. Laboratoire de Botanique de la Faculté de Pharmacie. Université de Lille II, 147 p.
- Foucault B. (de)**, 1986b.- Petit manuel d'initiation à la phytosociologie. *Soc. Linn. N. Fr.*, Amiens, mémoire **1** : 1-51.
- Foucault B. (de)**, 1988.- Les végétations herbacées bases amphibies : systématique, structuralisme, synsystématique. *Dissertationes botanicae*, J. Cramer, Berlin, Stuttgart, Band **121** : 1-150.
- Fournier P.**, 1946.- Les quatre flores de France. Lechevallier, Paris, p. 131, 1093 p.
- Franchet A.**, 1885.- Flore de Loir-et-Cher (Perche, Beauce, Sologne). Constant, Blois, 792 p.
- Frankland B., Bartley M., Spence D.**, 1987.- Germination under water. In Crawford, "plant life in aquatic and amphibious habitats". Blackwell, Oxford, 167-177, 452 p.
- Frileux P.N.**, 1977.- Les groupements végétaux du Pays de Bray (Seine-Maritime et Oise, France). Caractérisation, écologie, dynamique. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Rouen, 2 volumes : 1. *texte*, 209 p., 2. *tableaux*.
- Frontier S., Pichod-Viale D.**, 1993.- Ecosystèmes-Structures-Fonctionnement-Evolution. Masson, Paris, Milan, Barcelone (2^e éd.). Collection d'écologie 21, 447 p.
- Gacia E., Ballesteros E., Camarero L., Delgado O., Palau A., Riera J.L., Catalan J.**, 1994.- Macrophytes from lakes in the eastern Pyrenees: community composition and ordination in relation to environmental factors. *Freshwater Biology*, **32** : 73-81.
- Galemoni F., Ngokaka C.**, 1989.- Évolution de trois facteurs environnementaux (oxygène, température, pH) dans un étang de pisciculture intensive sous fumure animale à la station piscicole de Djoumouna. *Pisci. Fr.*, **98** : 27-31.
- Galtier J., Guillerme N., Maret G.**, 2000.- *Caldesia parnassifolia* (L.) Parl. dans la plaine du Forez (Loire). *Bull. mens. Soc. linn. Lyon*, **69** (10) : 229-232.
- Gaudillat V.**, 1997.- Synopsis phytosociologique de la Brenne : synthèse et actualisation, essai de synsystème. Parc Naturel Régional de la Brenne, 17 p.
- Gaume F.**, 1926.- Planche d'herbier de *Caldesia parnassifolia* du Muséum National d'Histoire Naturelle, Laboratoire de Phanérogamie, Paris.
- Géhu J.M.**, 1959.- Les groupements végétaux du Bassin de la Sambre française (Avesnois, Département du Nord, France). Thèse de Doctorat d'état, université de Lille II, *Vegetatio*, **10** : 69-148, 161-208, 257-372.
- Géhu J.M.**, 1963.- Note sur la conductivité électrique des eaux du S.E. du département du Nord et de ses corrélations avec la végétation aquatique. *Bulletin de la Société Botanique du Nord de la France*, **16** : 77-89.

- Géhu J.M., Bournique C.P.**, 1987.- Schéma synsystématique des associations aquatiques et amphibies du Nord de la France. *V. Jornadas de Fiosociologia. Vegetacion de Riberas de Agua Dulce*. Ténérife, Ser. Informes **22** : 321-326.
- Géhu J.M., Foucault B. (de)**, 1988.- La végétation aquatique et amphibie des étangs de la Brenne. Originalité, problèmes de gestion et de conservation. *Coll. Phytosoc.*, **XV** : " Phytosociologie et conservation de la nature ", Strasbourg 1987 : 635-666.
- Géhu J.M., Mériaux J.L.**, 1981- Distribution et synécologie des renoncules du sous-genre *Batrachium* dans le Nord de la France. *Coll. Phytosoc.*, **X** : « végétations aquatiques », Lille 1981 : 15-43.
- Génot J.C.**, 2000.- Conservation de la nature : gérer les espèces ou les habitats ? Le cas du parc naturel régional des Vosges du Nord, réserve de la biosphère. *Le courrier de l'environnement de l'INRA*, **39** : 5-18.
- Gesan M.**, 1978.- Compte-rendu de l'excursion du 25 juin 1978. Brande, étangs et tourbières du Montmorillonnais (Vienne). *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, N.S., **9** : 261-267.
- Ghafoor A.**, 1974.- Alismataceae. *Flora of West Pakistan*, **68** : 1-12.
- Gillet F.**, 1986.- Analyse concrète et théorique des relations à différents niveaux de perception phytoécologique entre végétation forestière et géomorphologie dans le Jura nord-occidental. *Coll. Phytosoc.*, **XIII** : « Végétation et Géomorphologie », Bailleul 1985 : 101-131.
- Gillet F.**, 1998.- La phytosociologie synusiale intégrée. Guide méthodologique. Document 1, Université de Neuchâtel, Institut de Botanique, Laboratoire d'écologie végétale et de phytosociologie, 68 p.
- Gillet F., Foucault B. (de), Julve P.**, 1991.- La phytosociologie synusiale intégrée : objets et concepts. *Candollea*, **46** : 315-340.
- Goubier V.**, 1989.- Influence de la fertilisation sur certains compartiments de l'étang à pisciculture. Institut régional de recherches appliquées en aquaculture, Lyon. Thèse, Lyon I, 240 p.
- Grasmück N., Haury J., Léglize L., Muller S.**, 1993.- Analyse de la végétation aquatique fixée des cours d'eau lorrains en relation avec les paramètres d'environnement. *Annls Limnol.*, **29** (3-4) : 223-237.
- Gryseels M.**, 1983.- L'influence du fauchage hivernal sur la végétation des roselières du « Blankaart » (Woumen, Prov. Flandres-occ., Belgique) : quelques résultats préliminaires. *Coll. Phytosoc.*, **X** : « Végétations aquatiques », Lille 1981 : 471-497.
- Guerlesquin M.**, 1967.- 1er sujet : Recherches caryotypiques et cytotaxinomiques chez les Charophycées d'Europe occidentale et d'Afrique du Nord. 2ème sujet : Phylogénie des Charophytes. Thèses, Université de Toulouse. Éd. Jouve, Paris, 265 p et 99 p.
- Guerlesquin J., Mériaux J.L.**, 1983.- Characées et végétations associées des milieux aquatiques du nord de la France. *Coll. Phytosoc.*, **X** : « Végétations aquatiques », Lille 1981 : 415-444.
- Guerlesquin J., Wattez J.R.**, 1979.- Flore et groupements végétaux des milieux aquatiques sub-littoraux dans les bas-champs de Cayeux-Onival (Somme) ; phanérogames et cryptogames. *Documents phytosociologiques*, N.S., Lille, volume **IV** : 397-421.
- Guinochet M.**, 1973.- Phytosociologie. Masson, Paris, 275 p.
- Guinochet M., Vilmorin R. (de)**, 1978.- Flore de France. C.N.R.S., Paris, volume 3, p. 866, 1199 p.
- Haggard K.K., Tiffney B.H.**, 1997.- The Flora of the Early Miocene Brandon Lignite, Vermont, USA. VIII. *Caldesia*. *Am. J. bot.*, **84** (2) : 239-252.
- Hanski I.A., Gilpin M.E.**, 1997.- Metapopulation biology. Ecology genetics, and evolution. Academic Press, San Diego, 512 p.

- Hanson H.C.**, 1962.- Dictionary of ecology. The Catholic University of America, Washington, Philosophical Library, New-York, p. 212.
- Harper D.**, 1992.- Eutrophication of freshwaters. Principles, problems and restoration. Chapman et Hall, London, New York, Tokyo, Melbourne, Madras, 327 p.
- Hartog (Den) C.**, 1957.- Alismataceae. *Flora Malesiana*, I, **5** (3) : 317-334.
- Hartog (Den) C., Segal S.**, 1964.- A new classification of the water-plant communities. *Acta Bot. Neerlandica*, **13** : 367-393.
- Hartog (Den) C., Van Der Velde G.**, 1988.- Structural aspects of aquatic plant communities. In Symoens J.J. (ed.), Handbook of vegetation science, vol. 15/1. Vegetation of inland waters. *Kluwer Acad. Publ.*, Dordrecht: 113-153.
- Hartog (Den) C., Květ J., Sukopp H.**, 1989.- Reed. A common species in decline. *Aquatic botany*, **35** : 1-4.
- Haslam S.M.**, 1989.- Early decay of *Phragmites* thatch: an outline on the problem. *Aquatic Botany*, **35** : 129-132.
- Haury J., Muller S.**, 1991.- Variations écologiques et chorologiques de la végétation macrophytique des rivières acides du Massif Armoricaïn et des Vosges du Nord (France). *Rev. Sc. Eau*, **4** : 463-482.
- Haury J., Peltre M.C., Müller S., Trémolières M., Barbe J., Dutartre A., Guerlesquin M.**, 1996.- Des indices macrophytiques pour estimer la qualité des cours d'eau français : premières propositions. *Ecologie*, **27** (4) : 233-244.
- Hegi G.**, 1906.- Illustrierte Flora von Mittel-Europa. Carl Hanser Verlag, München, Band I, 1^{er} éd., 528 p.
- Hegi G.**, 1981.- Illustrierte Flora von Mittel-Europa : Pteridophyta, Spermatophyta. P. Parey, Berlin, Hamburg, Band I, Teil 2 : Gymnospermae, Angiospermae, Monocotyledoneae, 2^e éd., 269 p.
- Hellquist C.B.**, 1980.- Correlation of alkalinity and the distribution of *Potamogeton* in New England. *Rhodora*, **82** : 331-344.
- Henderson I.F., Henderson W.D.**, 1957.- A dictionary of scientific terms. Pronunciation, derivation, and definition of terms in biology, botany, zoology, anatomy, cytology, genetics, embryology, physiology. J.H. Kenneth, Edinburgh, London, 6^e ed. p.19, p. 217.
- Hess H.E., Landolt E., Hirzel R.**, 1967.- Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete. Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart, Band I : "Pteridophyta bis Caryophyllaceae", 858 p.
- Holmes N.T.H., Witthon B.A.**, 1977.- The macrophyte vegetation of the River Tees in 1975: observed and predicted changes. *Freshw. Biol.*, **7** : 43-60.
- Hubac J.M., Beuffe H., Blake G., Corradi M., Dutartre A., Vaucouloux M., Vuillot M.**, 1984.- Les plantes aquatiques utiles : les lentilles d'eau ou lemnacées. Utilisation en phyto-épuration et valorisation. Association française pour l'étude des eaux, 115 p.
- Huet M.**, 1970.- Traité de pisciculture. De Wyngaert (4^e éd.), Bruxelles, 718 p.
- Humbert G.**, 1995.- Principaux textes internationaux relatifs à la protection de la nature. Ministère de l'Environnement, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 84 p.
- Husak S., Sladeczek V., Sladeczkova A.**, 1989.- Freshwater macrophytes as indicator of organic pollution. *Acta Hydrochim. Hydrobiol.*, **17** : 731-735.
- Ingremeau D.**, 1992.- Essai d'analyse de l'impact des méthodes piscicoles actuelles sur l'avifaune nicheuse en Brenne. *Le G.E.A.I.*, Bulletin Scientifique d'Indre Nature, **15-16** : 99-118.
- Issler E., Walter E., Loyson E.**, 1965.- Flore d'Alsace. Société d'étude de la flore d'Alsace, Institut de Botanique, Strasbourg, 636 p.

- Iversen J., Olsen S., 1943.- Die Verbreitung der Wasserpflanzen in Relation zur Chemie des Wassers. *Bot. Tidsskr.*, **46** : 136-145.
- Jackson S.T., Charles D.F., 1988.- Aquatic macrophytes in Adirondack (New York) lakes: Patterns of species composition in relation to environment. *Can J. Bot.*, **66** : 1449-1460.
- Jeppesen E., Søndergaard M., Søndergaard M., Christoffersen K., 1998a.- The structuring role of submerged macrophytes in lakes. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, *Ecological Studies* : 1-423.
- Jeppesen E., Søndergaard M., Jensen J.P., Kanstrup E., Petersen B., 1998b.- Macrophytes and turbidity in Brackish lakes with special emphasis on the role of top-down control. In "The structuring role of submerged macrophytes in lakes". Jeppesen *et al.* 1998 : 1-423. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, *Ecological Studies* . 369-377.
- Juge R., Lods-Crozet B., Noetzelin A., Perfetta J., Lachavanne J.B., 1985.- La végétation d'un lac hautement eutrophe du Plateau suisse. Le Baldegger See. *Schweiz. Z. Hydrol.*, **47** (1) : 65-75.
- Julve P., 1983.- Les groupements de prairies humides et de bas-marais : étude régionale et essai de synthèse à l'échelle de l'Europe occidentale. Thèse de l'Université de Paris-Sud, Centre d'Orsay, 224 p.
- Julve P., 1986.- Problèmes conceptuels dans la définition des unités de perception du paysage végétal en rapport avec la géomorphologie. *Coll. Phytosoc.* **XIII** : « Végétation et Géomorphologie », Bailleul 1985 : 65-84.
- Julve P., 1993.- Synopsis phytosociologique de la France (communautés de plantes vasculaires). *Lejeunia*, **140** : 1-160.
- Julve P., Foucault B. (de), 1997.- Végétations aquatiques et bioindication. *J. Soc. Bot. Fr.*, **1** : 19-23.
- Jupp B.P., Spence D.H.N., 1977.- Limitation on macrophytes in a eutrophic lake, Loch Leven. I. Effects of phytoplankton. *J. Ecol.*, **65** : 175-186.
- Kadono Y., 1982.- Occurrence of aquatic macrophytes in relation to pH, alkalinity, Ca⁺⁺, Cl⁻, and conductivity. *Jap. J. Ecol.*, **32** : 39-44.
- Käsermann C., 1999.- *Caldesia parnassifolia* (L.) Parl. Fiches pratiques pour la conservation. Plantes à fleurs et fougères. OFEFP, CPS, CRSF, PRONATURA, 2 p.
- Kerguelen H., 1993.- Index synonymique de la flore de France. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 196 p.
- Köhler A., 1971.- Zur Ökologie sübmerser Gefäss-Makrophyten in Fliessgewässern. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.*, **84** : 713-720.
- Köhler A., 1975.- Submersed macrophytes and their communities as indicators of water contamination. *Beitr. Naturkd. Forsch. Südwestdtsch.*, **34** : 149-159.
- Köhler A., Janauer G.A., 1996.- Zur Methodik des Untersuchung von aquatischen Macrophyten in Fliessgewässern. Handbuch Angewandte Limnologie, Steinberg, 19 p.
- Komarov V.L., 1934.- Flore de l'URSS. Institut Botanique de l'Académie des Sciences de l'URSS, Leningrad., volume 1, 351 p.
- Krause W., 1981.- Characeen als Bioindikatoren für den Gewässerzustand. *Limnologica*, **13** : 399-418.
- Labrique J.P., 1960.- La mesure en courant continu de la conductivité électrique des eaux. *Vegetatio*, **11** : 42-52.
- Lacaze J.C., 1996.- L'eutrophisation des eaux marines et continentales. Marketing S.A., Paris, 191 p.
- Lachavanne J.B., 1976.- Contribution à l'étude des macrophytes du Léman. Thèse, Université des Sciences. Université de Genève, 409 p.

- Lachavanne J.B.**, 1979.- Les macrophytes du lac de Morat. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.*, **89** (1/2) : 92-104.
- Lachavanne J.B.**, 1982.- Influence de l'eutrophisation des eaux sur les macrophytes des lacs suisses : résultats préliminaires. In « Studies on Aquatic Vascular Plants ». Royal Botanical Society of Belgium. Symoens J.J., S.S. Hooper. & P. Compère (éd.), Brussels, p. 333-339.
- Lachavanne J.B., Jaquet J.M., Juge R., Perfetta J.**, 1987.- État des rives du lac des Quatre-Cantons. Qualification et conservation. Office fédéral des forêts et de la protection du paysage, Office fédéral de la protection de l'environnement, Commission de surveillance du lac des Quatre-Cantons, Université de Genève, 114 p.
- Lachavanne J.B., Juge R., Noetzlin A., Perfetta J.**, 1985.- Ecological and chorological study of Swiss lake aquatic plants: a basic method to determine the bioindicator value of species. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, **22** : 2947-2949.
- Lachavanne J.B., Juge R., Perfetta J.**, 1991.- The consequences of water oligotrophication on macrophytic vegetation of Swiss lakes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, **24** : 943-948.
- Lachavanne J.B., Wattenhofer R.**, 1975.- Contribution à l'étude des macrophytes du Léman. Conserv. Bot. Genève et Comm. internat. du Léman, 147 p.
- Lahondère C.**, 1997.- Initiation à la phytosociologie sigmatiste. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, N.S., n° spécial **16**, 46 p.
- Lai M.J.**, 1976.- *Caldesia parnassifolia* (Alismataceae), a neglected monocot in Taiwan. *Taiwania*, **21** : 276-278.
- Lamarck (Le chevalier de)**, 1786.- Encyclopédie méthodique. Botanique. Panckoucke Libraire, Liège, tome 2, p. 515, 774 p.
- Lambert-Servien E.**, 1995.- Contribution à l'étude phytoécologique des étangs de l'Anjou et de ses proches limites. Thèse en Sciences de la Vie et de l'Environnement, Université de Rennes I, 127 p. + annexes.
- Lambert-Servien E., Haury J., Guerlesquin M.**, 1998.- Variabilité spatio-temporelle des groupements végétaux d'un étang angevin (France). *Annals Limnologie*, **34** (1) : 23-33.
- Lambinon J., De Langhe J.E., Delvosalle L., Duvigneaud J.**, 1992.- Nouvelle flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du nord de la France et des régions voisines (Ptéridophytes et Spermatophytes), 4^e éd., Édition du patrimoine du jardin botanique national de Belgique, Meise, 1092 p.
- Landolt E.**, 1977.- Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. *Veröffentl. Geobot. Inst. ETH, Stift. Rübel*, **64** : 1-208.
- Langendonck (Van) H.J.**, 1935.- Etude sur la flore et la végétation des environs de Gand. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.* **68** : 117-180.
- Lebreton J.D., Chessel D., Prodon R., Yoccoz N.**, 1987.- L'analyse des relations espèces-milieu par l'Analyse Canonique des Correspondances. I. Variables de milieu quantitatives. II. Variables de milieu qualitatives. *Acta Oecologica, Oecologia Generalis*, **9** : 53-67.
- Lebreton P.**, 1982.- Etude comparative de la végétation des étangs du Forez et de Dombes. *Bulletin de la Société Linnéenne de Lyon*, **51** (6) : 182-203.
- Lebrun P.**, 1933.- Une enquête sur la flore française. *Monde des Pl.*, **199**, 10-11.
- Le Cœur D.**, 1996.- La végétation des éléments linéaires non cultivés des paysages agricoles : identification à plusieurs échelles spatiales, des facteurs de la richesse et de la composition floristiques des peuplements. Sciences biologiques, Thèse de l'Université de Rennes 1, 224 p.
- Lecoq H.**, 1844.- Traité des plantes fourragères, ou flore des prairies naturelles et artificielles de la France. H. Cousin, Paris, 620 p.

- Le Dorze R.**, 1996.- Des étangs des poissons, des hommes. *L'Aurore Paysanne*, 08/08/96, p.12-13.
- Lefeuvre J.C.**, 1986.- Zones humides : espaces en voie de disparition? *In* « Actes du colloques sur les zones humides du littoral aquitain », Le Teich, septembre 1985, DRAE d'Aquitaine, 27 p.
- Lefeuvre J.C.**, 1993.- Les zones humides : espaces multifonctionnels et multiusages à conserver. Un modèle pour la diversification de l'agriculture. *In* « Protection et gestion de la faune sauvage en milieu rural et forestier », Colloque international de Bordeaux, 29-30/09/92, supplément au n° 21 de *Forestier* : 151-176.
- Léglize L., Masson G., Morin S., Joseph D., Leitao M.**, 1997.- Caractérisation des étangs piscicoles en Woëvre : fonctionnement, physico-chimie, plancton. Etudes scientifiques du programme LIFE « Sauvegarde des Zones Humides de la Petite Woëvre ». Centre de Recherches Ecologiques de l'Université de Metz, Ufr Scifa, Laboratoire d'Ecotoxicologie, 39 p + annexes.
- Le Grand A.**, 1894.- Flore analytique du Berry contenant toutes les plantes vasculaires spontanées ou cultivées en grand dans les départements de l'Indre et du Cher. 2^e éd., L. Renaud, Bourges, 431 p.
- Le Neveu C.**, 1986.- Le Marais-Vernier : contribution à l'étude et à la gestion d'une zone humide. Thèse à l'Université de Haute-Normandie, Rouen, 625 p.
- Le Neveu C., Lecomte T.**, 1990.- La gestion des zones humides par le pâturage extensif. L'Atelier Technique des espaces naturels, Ministère de l'Environnement, Direction de la Protection de la Nature, 83 p.
- Lenoir M.**, 1958.- Les ceintures de la végétation vasculaire des étangs de la région de Paimpont (Ille-et-Vilaine). *Bull. Soc. Sc. Bret.*, **33** : 97-133.
- Le Quéré G., Marcel J.**, 1999.- La pisciculture d'étangs française. Institut technique de l'aviculture, Paris, 93 p.
- Lethier H.**, 1995.- Entre terre et eau – Agir pour les zones humides. Ministère de l'environnement, Agences de l'eau.
- Lindeman R.**, 1942.- The Trophic-Dynamic Aspect of Ecology. *Ecology*, **23** : 399-418.
- Linné C. (von)**, 1768.- *Systema naturae per regna tria naturae secundum classes, ordines, genera, specis, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis...* Editio duodecima, reformata-Holmiae, impensis. Laurentii Salvii, 1766-1768. Éd. 12, Tome 3 : Regnum vegetabile, p. 230.
- Linné C. (von)**, 1771.- *Mantissa in volumen primum [tertium] systematis (1707-1778)*. Éd. Stuttgartiae : Sumtibus J.G. Cottae 1822-1827. vol. 2, p. 371.
- Lloyd J.**, 1854.- Flore de l'ouest de la France, ou Description des plantes qui croissent spontanément dans les départements de : Charente-Inférieure, Deux-Sèvres, Vendée, Loire-et-Inférieure, Morbihan, Finistère, Côtes-du-Nord, Ille-et-Vilaine. Ed. J. Forest Aîné, Nantes, 198 p.
- Lohammar G.**, 1938.- Wasserchemie und höhere Vegetation schwedischer Seen. *Symb. Bot. Upsal.*, **3** : 1-254.
- Luther H.**, 1949.- Vorschlag zu einer ökologischen Grundenteilung der Hydrophyten. *Acta Bot. Fennicae*, **44** : 3-15.
- Mäkarinta H.**, 1978.- Ein neues ökomorphologisches Lebensformen-System des aquatischen Makrophyten. *Phytocoenologia*, **4** : 446-470.
- Makino T.**, 1906.- Observations on the flora of Japan. *Bot. Mag. Tokyo*, **20**, 34-35.

- Marciau R.**, 1989.- Les plantes rares et menacées en Région Rhône-Alpes : base de données pour le suivi des espèces végétales sensibles. Liste Rouge. Muséum d'Histoire Naturelle de Grenoble, Ministère de l'Environnement, Conseil Régional Rhône-Alpes, Grenoble, 127 p.
- Marciau R.**, 1992.- Pré-catalogue des espèces végétales rares du département de l'Isère. Contribution de la phytothèque et du fonds bibliographique du Muséum à la connaissance du patrimoine naturel isérois. Muséum d'Histoire Naturelle de Grenoble, Conseil général de l'Isère, 95 p.
- Marion L.**, 1999.- Le lac de Grand-Lieu. Un joyau tropical à préserver. Société Nationale de Protection de la Nature, Paris, 62 p.
- Martin E.**, 1894.- Catalogue des plantes vasculaires et spontanées des environs de Romorantin. 2^e éd., Standachar et Cie, Romorantin, p. 359, 533 p.
- Martin J.F.**, 1985.- Minéralisation des eaux d'étangs. Les apports calciques en étang. *Étangs*, **3** : 23-30.
- Martin J.F.**, 1986.- Pour une meilleure gestion des étangs en Région Centre. *Piscic. fr.*, **83**, 56-61.
- Martin J.F.**, 1987a.- La fertilisation des étangs 1. *Aqua Revue*, **11** : 34-39.
- Martin J.F.**, 1987b.- La fertilisation des étangs 2. *Aqua Revue*, **12** : 35-41.
- Martin J.F.**, 1993-1994a.- Les systèmes de production en région Centre. Histoire de passion, question de raison. *Aqua Revue*, **51** : 21-36.
- Martin J.F.**, 1993-1994b.- Extensif ou intensif : mais enfin, qu'est-ce que la performance ? In « Les systèmes de production en Région Centre. Histoire de passion, question de raison », *Aqua-revue* **51** : 24-25.
- Martin J.F., Gallemard P., Valdeyron A., Caudron G., Pommereau J.C., Reyssac J., Olah J., Billard R.**, 1989.- Production de carpe commune et argentée en petits étangs fertilisés avec des fientes de volailles. *European Aquaculture Society*, **10** : 159-160.
- Mériaux J.L.**, 1978.- Etude analytique et comparative aquatique d'étangs et marais du Nord de la France (Vallée de la Sensée et bassin houiller du Nord-Pas-De-Calais). Aspects physiologique, floristique, systématique, chorologique et écologique. *Documents phytosociologiques*, N.S., Lille, fascicule **III** : 1-244.
- Mériaux J.L.**, 1982.- L'utilisation des macrophytes et des phytocoenoses aquatiques comme indicateurs de la qualité des eaux. *Les Naturalistes Belges*, **63** : 12-28.
- Mériaux J.L., Wattez J.R.**, 1980.- Les végétations aquatiques et sub-aquatiques. Relations avec la qualité des eaux. In « La Pollution des eaux continentales », Pesson. 2^e éd., Gauthier-Villars, Paris, p. 225-242, 345 p.
- Mériaux J.L., Wattez J.R.**, 1983.- Groupements végétaux aquatiques et subaquatiques de la vallée de la Somme. *Coll. Phytosoc.*, **X** : « Végétations aquatiques », Lille 1981 : 369-413.
- Mermet L., Dupuis M.F., Gigan D., Lecomte T., Mustin M., Palachon A., Vuillot M.**, 1986.- Terres et eaux. Approches techniques pour conserver et mettre en valeur les zones humides. Centre d'Etudes des Systèmes et des Technologies Avancées, Paris, 244 p.
- Miki S.**, 1961.- Aquatic floral remains in Japan. *Journal of Biology*. Osaka City University, **12** : 94-96.
- Miyawaki A., Tüxen J.**, 1960.- Über Lemnetae-Gesellschaften in Europa und Japan. *Mitt. Flor. Soz. Arbeitsgem*, N.F., **8** : 127-135.
- Morand A., Majchrzak Y., Manneville O., Beffy J.L.**, 1994.- Papillons du genre *Maculinea* (Lycaenidae) et pastoralisme ; aspects antagonistes d'une gestion conservatoire. *Écologie*, **25** (1) : 9-18.

- Morgan N.C.**, 1970.- Changes in the flora and fauna of a nutrient enriched lake. *Hydrobiologia*, **35** : 545.
- Morgan V., Leon C.**, 1992.- Fiches de données sur les espèces de la flore pour la révision de l'annexe I de la Convention de Berne. Collection Sauvegarde de la nature, n°61, volume II. Conseil de l'Europe, Strasbourg, 160 p.
- Moss B.**, 1990.- Engineering and biological approaches to the restoration from eutrophication in which aquatic plant communities are important components. *Hydrobiologia*, **275-276**: 367-377.
- Murphy J., Riley J.P.**, 1962.- A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta.*, **27** : 31-36.
- Nétien G.**, 1993.- Flore Lyonnaise. Société Linnéenne de Lyon (éd.), Lyon, 623 p.
- Nichols S.A.**, 1991.- The interaction between biology and the management of aquatic macrophytes. *Aquatic Botany*, **41** : 225-252.
- Noirfalise A., Dethioux M.**, 1977.- Synopsis des végétations aquatiques d'eau douce en Belgique. I.R.S.I.A., 14, 25 p.
- Oberdorfer E.**, 1949.- Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland. E. Ulmer, Stuttgart, 983 p.
- Oberdorfer E.**, 1977.- Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Fischer, Stuttgart, Teil I, 311 p.
- Oberdorfer E.**, 1978.- Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Fischer, Stuttgart, Teil II, 355 p.
- Oberdorfer E.**, 1983.- Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Fischer, Stuttgart, Teil III, 455 p.
- OCDE**, 1982.- Eutrophisation des eaux. Méthodes de surveillance, d'évaluation et de lutte. OCDE, Paris, 174 p.
- Oertli B., Auderset Joye D., Castella E., Juge R., Lachavanne J.B.**, 2000.- Diversité biologique et typologie des étangs et petits lacs de Suisse. Université de Genève, Office Fédéral de l'Environnement, des Forêts et du Paysage, 434 p.
- Olivier L., Galland J.P., Maurin H.**, 1995.- Livre rouge de la flore menacée de France. Service du Patrimoine Naturel (IEGB, MNHN), CBN de Porquerolles, Min. Env., Paris, tome 1 : espèces prioritaires, 486 p.
- Olsen S.**, 1950.- Aquatic Plants and Hydrospheric factors. I. Aquatic Plants in SW Jutland, Denmark. II. The hydrospheric types. *Sv. Bot. Tidsskr.*, **44** : 1-34, 332-373.
- Ostendorp W.**, 1989.- "Die-Back" of reeds in Europe - A critical review literature. *Aquatic Botany*, **35** : 5-26.
- Ostendorp W.**, 1990.- Ist die Eutrophieerung am Schilfsterben schuld? In Sukopp und Krauss (ed.), *Ökologie, Gefährdung und Schutz von Röhrichtpflanzen. Landschaftsentwicklung und Umweltforschung* (Berlin), **71**: 123-140.
- Ostendorp W., Iseli C., Krauss M., Krumscheid-Plankert P., Moret J.L., Rollier M., Schanz F.**, 1995.- Lake shore deterioration, reed management and bank restoration in some Central European lakes. *Ecological Engineering*, **5** : 51-75.
- Otto-Bruc C.**, 1997.- L'O.L.A.E. « maintien de la prairie naturelle en zone humide Brenne » : diagnostics phyto-écologique et agricole en vue de contribuer à la redéfinition du cahier des charges. Mémoire de D.E.A., Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 63 p. + annexes.
- Otto-Bruc C., Haury J., Lefeuvre J.C., Dumeige B., Pinet F.**, 2000.- Variations temporelles des populations de *Caldesia parnassifolia* (L.) Parl. dans les étangs de la Brenne (Indre, France). *Acta Bot. Gallica*, **147** (4) : 375-397.
- Otto-Bruc C., Pinet F.**, 2001.- *Caldesia parnassifolia* (L.) Parl. In "Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire", Bensettiti F., Gaudillat V., Quéré E. (coord. ; à paraître), tome 2 : « Espèces végétales », La documentation française, Paris, 4 p.

- Papastergiadou E., Babalonas D.**, 1993a.- The relationships between hydrochemical environmental factors and the aquatic macrophytic vegetation in stagnant and slow flowing waters. I. Water quality and distribution of aquatic associations. *Arch. Hydrobiol.* 4, Suppl. 90 : 475-491.
- Papastergiadou E., Babalonas D.**, 1993b.- The relationships between hydrochemical environmental factors and the aquatic macrophytic vegetation in stagnant and slow flowing waters. II. Evaluation of plant associations indicative value. *Arch. Hydrobiol.* 4, Suppl. 90 : 493-506.
- Parlatore F., Caruel T.**, 1860.- Flora italiana; ossia, Descrizione delle piante che crescono spontanee o vegetano come tali in Italia e nelle isole ad essa aggaicenti; disposta secondo il metodo naturale. Tip. Le Monnier, Firenze, Vol. 3, p. 598-599, 690 p.
- Passarge H.**, 1964.- Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes I. *Pflanzensoziologie*, Veb. Gustav Fischer Verlag, Jena, Band 13, 324 p.
- Pautou G., Girel J.**, 1981.- Les associations végétales à *Cladium mariscus* dominant dans la vallée du Rhône entre Lyon et Genève. *Coll. Phytosoc.*, X : « végétations aquatiques », Lille 1981 : 333-349.
- Pavillard J.**, 1935.- Eléments de sociologie végétale (Phytosociologie). Hermann et Cie, Paris, 102 p.
- Périgaud S.**, 1963.- Contribution agronomique à la mise en valeur de la Brenne (sols hydromorphes). Thèse de l'université de Clermont-Ferrand, 203 p.
- Perrier de la Bathie H.**, 1946.- Alismatacées. In « Flore de Madagascar et des Comores ». Imprimerie officielle, Tananarive, 25, 12 p.
- Philippi G.**, 1973.- Zur Kenntnis einiger Röhrichtgesellschaften des Oberrheingebietes. *Beitr. naturk. Forsch. SüdwDd.*, Karlsruhe, Band 32 : 93 p.
- Pierre D., Albiges C.**, 1991.- La pisciculture d'étang. CEMAGREF, Montpellier, 45 p.
- Pignatti, S.**, 1982.- Flora d'Italia. Edagricole, Bologne, vol. 3, p. 319, 780 p.
- Pinet F.**, 1995-1998.- Inventaire du Patrimoine Naturel en Centre-Brenne, Pnr Brenne par commune. Parc naturel régional de la Brenne, synthèse par année.
- Pip E.**, 1979.- Survey of the ecology of submerged aquatic macrophytes in central Canada. *Aquatic Botany*, 7 : 339-357.
- Plat P., Terrisse J.**, 1991.- Le patrimoine végétal de la Brenne, liste floristique commentée. LPO, Ministère de l'environnement, Réserve Naturelle de Chérine, 11p.
- Plat P., Dumeige B., Viguerard F.**, 1996.- Liste des plantes observées sur le territoire du Parc naturel régional de la Brenne (Ptéridophytes-Spermaphytes). Statut de protection-Valeur patrimoniale. Parc naturel régional de la Brenne, non paginé.
- Pott R.**, 1980.- Die Wasser und Sumpfvvegetation eutropher Gewässer in der Westfälischen Bucht. Pflanzensoziologische und hydrochemische Untersuchungen. *Abh. Landesmus. Naturk., Münster/Westf.*, 42 (2) : 1-156.
- Pourriot R., Meybeck M.**, 1995.- Limnologie générale. Masson, Paris, Milan, Barcelone, 956 p.
- Preston C.D.**, 1995.- Pondweeds of Great Britain and Ireland. Botanical Society of the British Isles, London, Handbook n°8, 352 p.
- Preston C.D., Croft J.M.**, 1997.- Aquatic plants in Britain and Ireland. Harley Books, Colchester, 365 p.
- Prévotiaux J.**, 1971.- Pêche et pisciculture en Brenne. Mémoire de géographie de l'université de Tours, 132 p.
- Qing-Feng W., Jia-Kuan C.**, 1997.- Floral organogenesis of *Caldesia parnassifolia* (Bassi ex L.) Parl. (Alismataceae). *Acta Phytotaxonomica Sinica*, 35 (4) : 289-292.

- Qing-Feng W., Zhi-Yun Z., Jia-Kuan C.**, 1997.- Pollen morphology of the alismataceae. *Acta Phytotaxonomica Sinica*, **35** (3) : 225-235.
- Rallet L.**, 1935.- Etude phytogéographique de la Brenne. *Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest*, 5^e série, V : 1-280.
- Rallet L.**, 1972.- Notice sur la Brenne. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 97^e sess. extr., **116** : 21-26.
- Rallet L., Rouet J.M., Dubois T.**, 1969.- Itinéraires et documents floristiques et phytogéographiques. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 97^e sess. extr., **116** : 106-126.
- Ramade F.**, 1998.- Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. Biogéochimie et écologie des eaux continentales et littorales. Edisciences international, Paris, 786 p.
- Rameau J.C., Mansion D., Dumé G.**, 1989.- Flore forestière française : guide écologique illustré. Vol. 1 : Plaines et collines. Institut pour le développement forestier, Ministère de l'agriculture et de la forêt : Direction de l'espace rural et de la forêt, École nationale du génie rural, Paris, 1785 p.
- Raunkiaer C.**, 1905.- Types biologiques pour la géographie botanique. *D. K. D. Vid. Selsk. Overs.*, **5** : 347-437.
- Raynal A.**, 1959.- Planche d'herbier de *Caldesia parnassifolia* du Muséum National d'Histoire Naturelle, Laboratoire de Phanérogamie, Paris.
- Rich T.C.G., Jermy A.C.**, 1998.- Plant crib. Botanical Society of the British Isles, National Museums et Galleries of Wales, British Pteridological society, London, 391 p.
- Ridge I.**, 1987.- Ethylene and growth control in amphibious plants. In Crawford, "plant life in aquatic and amphibious habitats". Blackwell, Oxford, 53-76, 452 p.
- Ridley H.N.**, 1930.- The dispersal of plants throughout the world. Kent, Reeve & Co., Ashford, 744 p.
- Robach F., Hajnsek I., Eglin I., Trémolières M.**, 1995.- Phosphorus sources for aquatic macrophytes in running waters: water or sediment? *Acta bot. Gallica*, **142** (6) : 719-731.
- Rodwell J.S., Pigott C.D., Ratcliffe D.A., Malloch A.J.C., Birks H.J.B., Proctor M.C.F., Shimwell D.W., Huntley J.P., Radford E., Wigginton M.J., Wilkins P.**, 1995.- British plants communities. Aquatic communities, swamps and tall-herb fens. Cambridge University Press, Cambridge, vol. 4, 281 p.
- Roelofs J.G.M.**, 1983.- Impact of acidification and eutrophication on macrophyte communities in soft waters in the Netherlands. I. Field observations. *Aquat. Bot.*, **17** : 139-155.
- Roelofs J.G.M., Schuurkes J.A.A.R., Smits A.J.M.**, 1984.- Impact of acidification and eutrophication on macrophyte communities in soft waters. II. Experimental studies. *Aquat. Bot.*, **18** : 389-411.
- Rørslett B.**, 1991.- Principal determinants of aquatic macrophyte richness in northern European lakes. *Aquat. Bot.*, **39** : 173-193.
- Rothmaler W.**, 1995.- Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen : Atlasband. Ed. Gustav Fischer, Stuttgart. Band 3, 753 p.
- Roux M.**, 1991.- Basic procedures in hierarchical cluster analysis. In "Applied Multivariate Analysis in SAR and Environmental Studies", J. Devillers & W. Karcher (ed.), Brussels, Luxembourg, 135 p.
- Royer J.M.**, 1974.- Etude phytosociologique des groupements des étangs asséchés de Puisaye. *Documents phytosociologiques*, Lille, fascicule **6** : 1-15, tableaux hors texte.
- Ryding S.O., Rast W.**, 1994.- Le contrôle de l'eutrophisation des lacs et des réservoirs. Sciences de l'environnement, Masson, Unesco (ed.), Paris, 294 p.

- Saint-Pierre (de) E.G.**, 1852.- Guide du botaniste ou conseils pratiques sur l'étude de la botanique. Traité élémentaire des propriétés et usages économiques des plantes qui croissent spontanément en France ou qui sont généralement cultivées. Dictionnaire raisonné des mots techniques français et latins. Masson, Paris, 835 p.
- Schaefer O.**, 1986.- Profils de végétation sur vase exondée dans les étangs de Bresse Comtoise (Jura). *Coll. Phytosoc.*, **XIII** : « Végétation et géomorphologie », Bailleul 1985 : 749-765.
- Schäperclaus W.**, 1962.- Traité de pisciculture en étang. Vigot Frères Editeurs (2^e éd.), Paris, 620 p.
- Scheffer M., Hosper S.H., Meijer M.L., Moss B., Jeppesen E.**, 1993.- Alternative equilibria in shallow lakes. *Trends Ecol. Evol.*, **8** : 276-279.
- Schwartz D.**, 1969.- Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. Flammarion Médecine-Sciences, Paris, 3^e éd., 318 p.
- Schwarz A.M., Hawes I.**, 1997.- Effects of changing water clarity on characean biomass and species composition in a large oligotrophic lake. *Aquat. Bot.*, **56** : 169-181.
- Scoppola A.**, 1982.- Considérations nouvelles sur les végétations des *Lemnetea minoris* (R. Tx. 1955) em. A. Schwabe et R. Tx. 1981 et contribution à l'étude de cette classe en Italie centrale. *Documents phytosociologiques*, N.S., Camerino, volume **VI** : 1-130.
- Sculthorpe C.D.**, 1985.- The biology of Aquatic Vascular Plants. Koeltz Scientific Books, Königstein, 610 p.
- Serbanescu-Jitariu G.**, 1975.- Observations concernant le gynécée, le fruit et la germination chez *Caldesia parnassifolia* (Bassi) Parl. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, **66** (1, 2) : 99-101.
- Servan J.**, 1998.- Ecological study of *Emys orbicularis* in Brenne (Central France). In "Proceedings of the EMYS Symposium Dresden 96", U. Fritz *et al.* (eds.). Deutsche Gesellschaft für Herpetologie und Terrarienkunde e.V., *Mertensiella*, **10** : 245-252.
- Sevrin-Reyssac J.**, 1985.- Bien connaître son étang pour mieux le gérer. Ministère de l'Environnement, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 77 p.
- Sevrin-Reyssac J.**, 1989.- Résultats des travaux effectués dans le cadre de l'action spécifique. Etangs à pisciculture (1987-1988). Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 75 p.
- Sevrin-Reyssac J., Gourmelen J.L.**, 1983.- Le biotope « étang à roselière » en Brenne : qualité des eaux et évolution saisonnière du plancton de quelques étangs de Brenne et de leur roselière. Ministère de l'Environnement, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 72 p.
- Sloover J. (de), Sloover J.L. (de)**, 1977.- La végétation bryophytique des grèves exondées de l'étang de Luchy (Ardennes Belge). *Documents phytosociologiques*, N.S., volume **I**, Lille : 269-276.
- Smith A.J.E.**, 1978.- The moss flora of Britain et Ireland. Cambridge University Press, Cambridge, New York, 706 p.
- Smith A.J.E.**, 1990.- The Liverworts of Britain et Ireland. Cambridge University Press, Cambridge, 362 p.
- Spence D.H.N.**, 1964.- The macrophytic vegetation of freshwater lochs, swamps and associated fens. In Burnett J.H. (ed.) "The vegetation of Scotland". Oliver and Boyd, Edinburgh, London : 306-425.
- Spence D.H.N.**, 1967.- Factors controlling the distribution of freshwater macrophytes with particular reference to the Lochs of Scotland. *J. Ecol.*, **55** : 147-170.
- Spence D.H.N.**, 1982.- The zonation of plants in freshwater lakes. *Adv. Ecol. Res.* **12** : 37-125.

- Studer R.**, 1974.- La qualité des eaux des étangs de la Brenne. Un premier pas vers une étude détaillée de ces étangs en vue de leur mise en valeur et de l'intensification piscicole. Station d'Agronomie, INRA, Châteauroux.
- Symoens J.J.**, 1957.- Les eaux douces de l'Ardenne et des régions voisines, les milieux, leur végétation algale. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, **89** : 111-314.
- Symoens J.J.**, 1984.- Alismataceae. *Flore du Cameroun*, **26** : 3-26.
- Symoens J.J., Billiet F.**, 1975.- Alismataceae. Coll. Flore d'Afrique Centrale (Zaïre, Rwanda, Burundi). Spermatophytes. Jardin botanique national de Belgique, Bruxelles, p. 5-6, 21 p.
- Szmeja J., Clément B.**, 1990.- Comparaison de la structure et du déterminisme des *Littorelletea uniflorae* en Poméranie (Pologne) et en Bretagne (France). *Phytocoenologia*, Berlin-Stuttgart, **19** : 123-148.
- Ter Braak C.J.F.**, 1986.- Canonical correspondence analysis : a new eigenvector technique for multivariate gradient analysis. *Ecology*, **67** : 1167-1179.
- Ter Braak C.J.F.**, 1987.- The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetatio*, **69** : 69-77.
- Ter Braak C.J.F., Smilauer P.**, 1999.- Canoco 4. Canoco Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows : Software for Canonical Community Ordination (version 4). Centre for Biometry, Wageningen, CPRO-DLO, Wageningen, The Netherlands, 351 p.
- Ter Braak C.J.F., Verdonschot P.F.M.**, 1995.- Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology. *Aquatic Sciences*, **57** (3) : 153-187.
- Thibault J.P.**, 2001.- Les pôles-relais, un ressourcement pour les zones humides. *Zones Humides Infos*, **31** : 2-3.
- Thiébaud G.**, 1997.- Effets des perturbations liées à l'eutrophisation et l'acidification des cours d'eau des Vosges du Nord sur les phytocénoses aquatiques – Approches spatio-temporelle et expérimentale. Thèse Univ. Metz, 208 p. + ann.
- Thiébaud 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.
- 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). *Annls Limnol.*, **34** (2) : 141-153.
- Thoen D., Roussel L., Nicolas J.**, 1996.- Etude des groupements de macrophytes vasculaires aquatiques de la Semois en rapport avec la qualité globale des eaux et du milieu. *Ecologie*, **27** (4) : 223-232.
- Thomas E.**, 1953.- Zur Bekämpfung der See-Eutrophierung: Empirische und experimentelle Untersuchungen zur Kenntnis der Minimumstoffe in 46 Seen der Schweiz und angrenzender Gebiete. *Monatsbull. Schweiz. Ver. Gas. Wasserfachmännern* : 25-32, 71-79.
- Thomas E.**, 1969.- The Process of Eutrophication in Central European Lakes. In : Eutrophication Proceedings of a Symposium : 29-49. Nat. Acad. Sci., Washington, D.C.
- Toivonen H., Huttunen P.**, 1995.- Aquatic macrophytes and ecological gradients in 57 small lakes in southern Finland. *Aquat. Bot.*, **51** : 197-221.
- Touffet J.**, 1982.- Contribution à l'étude des zones humides de Bretagne. *Bull. Ecol.*, **13** : 329-338.

- Tourrette (Claret de la)**, 1770.- Voyage au Mont-Pilat dans la province du Lyonnais, contenant des observations sur l'histoire naturelle de cette montagne et des lieux circonvoisins ; suivis du Catalogue raisonné des plantes qui y croissent, « *Botanicon pilatense* ». Éd. Regnault, Avignon, Lyon, 224 p.
- Tourrette (Claret de la)**, 1785.- *Flora Delphinalis sive elenchus generum et specierum plantarum indigenarum*. Joint au « *Chlora lugdunensis* ». Éd. J.E. Gilibert, p. 35, 127 p.
- Tramblais (de la)**, 1852.- Planche d'herbier de *Caldesia parnassifolia* du Muséum National d'Histoire Naturelle, Laboratoire de Phanérogamie, Paris.
- Trotignon J.**, 1987.- Le déclin du Héron pourpré (*Ardea purpurea*) en Brenne. *Le G.E.A.I.*, 11 : 67-71.
- Trotignon J.**, 2000.- Des étangs pour la vie. Améliorer la gestion des étangs. ATEN, Cahiers Techniques n°61, O.N.F., R.N.F., Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 70 p.
- Trotignon J., Williams T.**, 1990.- Favoriser la vie des étangs. L'exemple de la Brenne (Indre). Ministère de l'environnement, La Gabrière, ATEN, 66 p.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burgess N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M., Webb D.A.**, 1980.- *Flora Europaea*. Cambridge University Press, Cambridge, volume 5 : *Alismataceae to Orchidaceae*, p. 3, 452 p.
- Tüxen R.**, 1974.- Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands (*Lemnetea minoris* O. de Bolos 1968). 2^e éd., J. Cramer, Lehre, 207 p.
- Ugolini B.**, 1977.- Echanges du calcium et du phosphore entre l'eau et le sédiment des étangs. Station d'Agronomie, Institut National de la Recherche Agronomique, Châteauroux.
- Valdeyron A.**, 1993.- Fertilisations organiques : augmenter la production piscicole. *Aqua Revue*, 51 : 17.
- Valdeyron A.**, 1994.- Fertilisation minérale : augmenter la production de nourriture naturelle. *Aqua Revue*, 53 : 11.
- Valzelles C. (de), Bachasson B.**, 1987.- L'étang. *Forêt, loisirs et équipements de plein air*. 21 « Exploitation piscicole », 32 p.
- Van den Berg M.S., Coops H., Meijer M.L., Scheffer M., Simons J.**, 1998.- Clear water associated with a dense Chara vegetation in the shallow and turbid lake Veluwemeer, The Netherlands. In "The structuring role of submerged macrophytes in lakes", Jeppesen E., Søndergaard M., Søndergaard M., Christoffersen K., 1998. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, *Ecological Studies* : 339-352.
- Verstergaard O., Sand-Jensen K.**, 2000.- Alkalinity and trophy state regulate aquatic plant distribution in Danish lakes. *Aquatic Botany*, 67 : 85-107.
- Vivier P.**, 1952.- La vie dans les eaux douces. PUF, Paris, 321 p.
- Vollenweider R.A.**, 1968.- Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication. OCDE, Paris, 160 p.
- Wattez J.R.**, 1968.- Contribution à l'étude de la végétation des marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde. Thèse, Université de Lille, 2 vol., 378 p. + tableaux.
- Weigel C.**, 1994a.- Fertilisations organiques. Pour raccourcir la chaîne alimentaire. *Aqua Revue*, 51 : 16-20.
- Weigel C.**, 1994b.- Fertilisation minérale. Des conseils d'application à prendre avec précaution. *Aqua Revue*, 53 : 8-10.
- Westhoff V.**, 1973.- L'évolution de la végétation dans les lacs eutrophes et les bas-marais des Pays-bas. *Natur. Belges*, 54 : 2-58.
- Wetzel R.G.**, 1983.- Limnology. Saunders College Publishing, Philadelphia, 760 p.

- Wiegand G.**, 1976.- Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Chemismus und Makrophytenvegetation stehender Gewässer in Niedersachsen. Diss. Göttingen, 113 p.
- Wiegand G.**, 1978.- Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen hydrochemischen Umweltfaktoren und Makrophytenvegetation in stehenden Gewässern. *Arch. Hydrobiol.*, **83** : 443-484.
- Williams P.J., Biggs J., Whitfield M., Thorne A., Bryant S., Fox G., Nicolet P.**, 1999.- The Pond book: a guide to the management and creation of ponds. Oxford: Ponds Conservation Trust, 105 p.
- Wunder W.**, 1956.- Düngung in der Teichwirtschaft. Tellus Verlag, Essen, 75 p.
- Wurtz A.**, 1958.- Peut-on concevoir la typification des étangs sur les mêmes bases que celles des lacs ? *Verh. Internat. Ver. Limnol.*, **13** : 381-393.
- Wurtz A.**, 1962.- Mesures physico-chimiques ou chimiques dans la vase et dans l'eau des étangs. *Ann. stat. cent. Hydrob. Appl.*, **9** : 247-267.
- Wurtz-Arlet J.**, 1980.- La fertilisation des étangs. In Billard, « La pisciculture en étang », INRA, Paris, 99-106.
- Zuttere (de) P.**, 1981.- La végétation aquatique et riveraine de quelques étangs du Brabant wallon (Belgique). *Coll. Phytosoc.*, **X** : « Végétations aquatiques », Lille 1981 : 445-470.

ANNEXES

ANNEXE 1

Liste et codes des 42 étangs étudiés (1998-1999-2000)

CODE	ETANG	COMMUNE	SURFACE CADASTRALE
A	ARDENNES	MEZIERES-EN-BRENNE	21
a	PIED-DU-TOUR	MIGNE	27
B	ARDONNIERE	ST MICHEL EN BRENNE	28
b	PISSELOUP	VENDOEUVRES	13
C	BENOÎT	ST MICHEL EN BRENNE	9,6
c	PRE BLANC	DOUADIC	6,5
D	BIGNOTOI	MIGNE	72
d	RENARD	MEZIERES-EN-BRENNE	64
E	CHARPENTESSE	MIGNE	20,2
e	SAULT	MIGNE	110
F	CURE	LUZERET	15
f	THOMAS	ROSNAY	15
G	DAMES	CHITRAY	7,4
g	TRAVERSERIE	VENDOEUVRES	3,75
H	FOLIE	MIGNE	30
h	TROUILLE PART (Fromager 4)	MEZIERES-EN-BRENNE	3,1
I	FONTENETTE	ROSNAY	11
i	VERRERIE	MIGNE	15,85
J	FOUGERES	LINGE	24
j	VIEUX	SAULNAY / STE GEMME	30
K	GABRIAU	LINGE	145
k	VIGNEAUX	MEZIERES-EN-BRENNE	132
l	BELLEBOUCHE	VENDOEUVRES	100
L	GABRIERE	LINGE	111
M	GAUDIERES	MEOBECQ	24
m	ILE	PAULNAY	22
N	Gd MAITRE GUILLAUME 2	MIGNE	5
n	LA TOUCHE	LINGE	5
O	Gd EPINAY	MEOBECQ	28
o	MOUTON	MIGNE	7
P	Gd FAUVIGET	CIRON	8
p	PURAI	LINGE	55
Q	Gd MAITRE GUILLAUME 1	MIGNE	13
R	LOUIS	NURET LE FERRON	2
S	MASSE	ROSNAY	18
T	MAUGRONIERE	MEZIERES-EN-BRENNE	11
U	MOINE	MIGNE	7,8
V	NEUF	STE GEMME	60
W	NEUF (Du Plessis)	MIGNE	11
X	NURET	ST MICHEL EN BRENNE	32
Y	PIECHEVREAU	ROSNAY	50
Z	PIED BERNARD	MIGNE	6

ANNEXE 2

Liste des 81 étangs de la Brenne où *Caldesia parnassifolia* a été observée depuis le début du XX^e siècle (P : Présence de l'espèce, A : absence de l'espèce)

Nombre	Nom de l'étang	Commune	1998-1999	Rallet (1935)
1	Achet	CHITRAY		
2	Arbres morts	MIGNE & VENDOEUVRES		
3	Ardennes	MEZIERES-EN-BRENNE	P	
4	Ardonnaire	St-MICHEL-EN-BRENNE	A	
5	Barrière	OULCHES		
6	Bellebouche	MEZIERES-EN-BRENNE	P	P
7	Bernardoux	MEZIERES-EN-BRENNE		
8	Bignotoi	MIGNE	P	P
9	Bigot	MIGNE		
10	Blizon	ROSNAY		
11	Boeuf mort	CIRON		
12	Boisdion	MIGNE		
13	Bouiges	MIGNE		
14	Caquignolle	CHALAIS		
15	Charpentesse	MIGNE	P	P
16	Chauveau	LINGE		
17	Cors	NURET-LE-FERRON		
18	Cure	LUZERET	P	
19	Cure	ROSNAY		
20	Des Bordes	LINGE		
21	Des Dames	CHITRAY	P	P
22	Epineau	RUFFEC		
23	Epinière	ROSNAY		
24	Ex-Chèvres	MIGNE		
25	Folie	MIGNE	A	P
26	Fond-Rouge	ROSNAY		
27	Fontenelles	CIRON		
28	Fontenette	ROSNAY	P	
29	Fougères	LINGE	A	
30	Gabriau	LINGE	A	P
31	Gabrière	LINGE	P	P
32	Gaudières	MEOBECQ	A	
33	Gd étang de Gd Effe	LUANT		
34	Gd étang Migné, la Française	MIGNE		
35	Gd M. Guillaume	MIGNE	P	
36	Gd Romond	MIGNE		
37	Gdes Fourdines	MIGNE		
38	Grand Epinay	MEOBECQ	P	
39	Grand Fauviget	CIRON	P	
40	Grand Riau	CIRON		
41	Grand Salvart	MIGNE		
42	Grouseaux	LUREUIL		
43	Hire	DOUADIC		
44	Ile	PAULNAY	A	
45	La Sous	St-MICHEL-EN-BRENNE		
46	Louis	NURET-LE-FERRON	P	
47	Massé	ROSNAY	P	
48	Maugronnière	MEZIERES-EN-BRENNE	A	
49	Mer Rouge	ROSNAY		
50	Montmartin	CIRON		
51	Montiacre	ROSNAY		
52	Mouton	MIGNE	P	
53	Neuf	CIRON		
54	Neuf (du Plessis)	MIGNE	P	
55	Nuret	St-MICHEL-EN-BRENNE	A	
56	Oince	Ste-GEMME		
57	Pennelier	VENDOEUVRES		
58	Perriere	BOSSAY sur CLAISE		
59	Petits étangs	PAULNAY		
60	Petit Riau	CIRON		
61	Philippe 3	St-MICHEL-EN-BRENNE		
62	Philippe 4	St-MICHEL-EN-BRENNE		
63	Pied-Bernard	MIGNE	P	
64	Pied-du-Tour	MIGNE	A	P
65	Pisseloup	VENDOEUVRES	P	P
66	Purais	LINGE	A	P
67	Rebingue	LUZERET		
68	Renard	MEZIERES-EN-BRENNE	A	
69	Ricot	St-MICHEL-EN-BRENNE		
70	Rompu	RUFFEC		
71	Rouère	RUFFEC		
72	Sault	MIGNE	A	P
73	Souvigny	PRISSAC		
74	Terrasson	MIGNE	P	
75	Thomas	ROSNAY	P	
76	Touche	LINGE		
77	Tran	AZAY-LE-FERRON		
78	Traverserie	MEZIERES-EN-BRENNE	A	
79	Vaulniers 4	CIRON		
80	Vigne	MIGNE		
81	Vigneaux	MEZIERES-EN-BRENNE		

ANNEXE 3

Méthodologies utilisées pour l'analyse des échantillons d'eau et de sédiment récoltés durant 1998-1999 et 2000

Eléments mesurés	Unité	Mode opératoire	Appareillage	Erreur	Produits dosés	Formules de calcul
pH	Unité pH		Sonde PH mètre pHep 2	0,1 p H		
Conductivité	µS/cm		Sonde conductimètre DIST WP 3	2%		
Transparence	cm		Disque de Secchi			
Alcalinité	mg/l	Indicateur vert de bromocrésol-rouge de méthyle, indicateur phénolphthaléine, acide sulfurique.	Trousse d'analyse HACH: flacon carré, tube de mesure	5 mg/l	eau brute	alcalinité = nb de gouttes x 20
Dureté	degré français	Univer III en poudre, Réactif Hardness 3	Trousse d'analyse HACH: complé- gouttes, tube de mesure	1,7 degré		Dureté = nb de gouttes x 1,7
Azote total (N)	mg/l	méthode au persulfate				
Phosphate total	mg/l	digestion au persulfate acide avant la réduction à l'acide ascorbique	Spectrophotomètre			
Azote total (sédiment)	mg/100g MS	Greenberg <i>et al.</i> (1980)				
P ₂ O ₅ (sédiment)	mg/100g MS	Murphy & Riley (1962)			Sédiment séché	
Mesure in situ						
Laboratoire						

ANNEXE 4

Questionnaire de l'enquête piscicole

Nom de l'étang :	Nom de l'exploitant :
Commune :	Nom du propriétaire :

Depuis quand exploitez-vous l'étang ?

Quelles sont les activités exercées sur l'étang ? (*pisciculture (P)*, *chasse (C)*, *loisirs (L)*)

.....

Quelle est la principale optique de gestion ?

.....

Caractéristiques de l'étang

Quelle est la date de sa création ? :

Quelle est sa surface cadastrale (ha) ? :

Quelle est sa surface en eau (ha) ? :

Quelle est la profondeur (m)

- à la bonde avec prise en compte du creusement de la pêcherie :

- à la bonde sans prise en compte du creusement de la pêcherie :

Quel(s) est (sont) le(s) mode(s) de remplissage ?:

- bassin versant

- vidange d'étang

- ruisseau

- forage

- autre :

L'étang se remplit-il bien chaque année ? (O/N)

L'étang a t'il été modifié ? (O/N)

Si oui, quand et quelles sont les modifications qui ont été effectuées ? (*localisation sur carte IGN*)

.....

Entretenez-vous les bords de l'étang ? (O/N)

Si oui, comment ? :

Comment le trop-plein s'évacue t'il ?

.....

Y a t'il du bétail qui accède à l'étang ? (O/N)

Si oui, depuis combien de temps ?

				Chargement	
--	--	--	--	-------------------	--

	Période de l'année	Durée	Fréquence interannuelle	(UGB/ha) (approximatif)	Surface/longueur de rive (%)
BOVINS					
CHEVAUX					
OVINS					
CAPRINS					

Les pratiques

L'empoissonnement

L'étang est-il pêché chaque année ? :

En général, à quel mois est-il pêché ?

Quel est l'empoissonnement de l'étang ? :

	Quantité (kg / ha)	Age
CARPES		
GARDONS		
TANCHES		
BROCHETS		
SILURES		
SANDRES		
PERCHES		
AUTRES		

Avez vous déjà introduit des poissons herbivores ? (O/N).....

Si oui, : espèce(s) :

quantité :

Avez-vous effectué des changements dans votre empoissonnement (O/N) ?

Si oui, depuis quand ?

Quels sont vos projets ?

La fertilisation

Apportez-vous des intrants ? (O/N)

(Résultats exprimés en apports annuels approximatifs)

Type	Forme (liquide ou granulé)	Quantité (Kg/ha ou l/ha)	Méthode utilisée (épandeur, bateau, manuel, tracteur, en tas)	Périodes d'épandage	Fréquence annuelle d'épandage
Azote					
Phosphore					
Fumier					

Savez-vous ce qu'on faisait au début du siècle en matière de fertilisation ?

.....

Le chaulage

Pratiquez-vous le chaulage sur votre étang ? (O/N)

Si oui, : (Résultats exprimés en apports annuels approximatifs)

Type	Quantité (Kg/ha)	Méthode utilisée (épandeur, bateau, benne)	Périodes d'épandage	Fréquence d'épandage (+ date)
Chaux	assec			
	en eau			
Scorie	assec			
	en eau			

Savez-vous si l'étang était chaulé au début du siècle ?

.....

Pratiquez-vous des analyses d'eau ? (O/N)

Si oui, quels sont les paramètres mesurés ?

.....

Et dans quelles conditions (période, fréquence, localisation) ces analyses ont-elles été faites ?

.....

Pratiquez-vous des analyses de sédiments ? (O/N)

Pourquoi ?

Et dans quelles conditions ces analyses ont-elles été faites ?

.....

Faites-vous faire ces analyses par un organisme ? (O/N)

Si oui, lequel ?

Comment déterminez-vous la quantité d'apport ?

Le nourrissage

Pratiquez vous le nourrissage des poissons ? (O/N)

Si oui, : (Résultats exprimés en apports annuels approximatifs)

Type	Quantité (Kg/ha)	Méthode utilisée (bateau, manuel, en tas, nourrisseur)	Période (+ date)	Fréquence saisonnaire
Blé				
Maïs				
Blé + maïs				
Autres				

Savez-vous si le nourrissage était pratiqué au début du siècle ?

L'assec

Quelle est la date du dernier assec :

La fréquence de mise en assec est-elle régulière ? (O/N) :

Si oui, quelle est cette fréquence ?

Savez-vous si cette fréquence a varié depuis le début du siècle ?

Pour quelles raisons le mettez-vous en assec ? (minéralisation du fond, travaux, poissons chats ...)

Le fond de l'étang est il cultivé ? (O/N)

Si oui, - quel type de culture :
 - la culture est-elle noyée ou récoltée ?
 - sur quelle partie de l'étang et en quelle proportion environ ?
(localisation sur carte IGN)

Savez-vous si l'étang était cultivé au début du siècle ? (O/N).....

Si oui, à quelle époque et quel type de culture ? :

La limitation de la végétation aquatique

Y a t'il des ragondins sur votre étang ? (O/N)

Si oui, avez vous remarqué une évolution dans la végétation de votre étang ? (O/N)

Si oui, laquelle ?

Est-ce que vous les piègés (O/N) ?

Y a t'il des rats musqués sur votre étang ? (O/N)

Si oui, avez vous remarqué une évolution dans la végétation de votre étang ? (O/N)

Si oui, laquelle ?

Est-ce que vous les piègés (O/N) ?

Avez-vous déjà faucardé votre étang ? (O/N) :

Si non, pour quelles raisons ?

Si oui, (voir tableau ci-dessous)

Avez-vous déjà employé des herbicides ? (O/N) :

Si non, pour quelles raisons ?

Si oui, (voir tableau ci-dessous) :

Moyen	Type d'herbicide (nom du produit)	Type de végétation ciblée	Période de l'année	Quantité d'herbicides	Fréquence	Dates
Faucardage	/			/		
Herbicides						

Localisation sur carte IGN

Avez-vous l'intention d'utiliser des herbicides à nouveau ? (O/N) :

Avez-vous l'intention de faucarder à nouveau ? (O/N) :

A votre connaissance, des herbicides ont-ils déjà été employés dans l'étang (O/N) ?

Si oui, quand ?

Les travaux

Quels travaux effectuez-vous sur votre étang pendant l'assec ?

Type	Objectif (nettoyage de pêcherie, réparation de chaussée, ...)	Moyen	Période	Fréquence et Date

Savez-vous si des travaux ont été effectués sur votre étang auparavant ?

.....

Les produits issus du faucardage sont ils laissés sur place ? (O/N)

Si non, qu'en faites-vous ?

Où sont placés les produits issus du curage ?

.....

Les produits issus du démottage sont ils exportés ? (O/N)

Si non, qu'en faites-vous ?.....

Agrainage des canards

Apportez-vous du grain pour les oiseaux d'eau sur les bords d'étang ?

Si oui, de quelles céréales s'agit-il ?

localisation sur Carte IGN

Oxygénation artificielle

Pratiquez-vous une oxygénation artificielle sur l'étang ? (O/N)

La gestion technique de l'étang
--

La production de poisson est elle relativement constante d'une année à l'autre (O/N) ?

Quelle est cette production, en moyenne (Kg / ha) ?

Depuis combien de temps gérez vous l'étang de cette manière ?

Tenez-vous un cahier de suivi annuel des modes de gestion pratiqués sur l'étang? (O/N)

Que pensez-vous de l'évolution de la gestion piscicole de votre étang ?

.....

Etes-vous conseillé concernant la gestion de votre étang ?

Si oui, par qui ?

.....

ANNEXE 5

Liste des 87 variables environnementales classées par ordre alphabétique

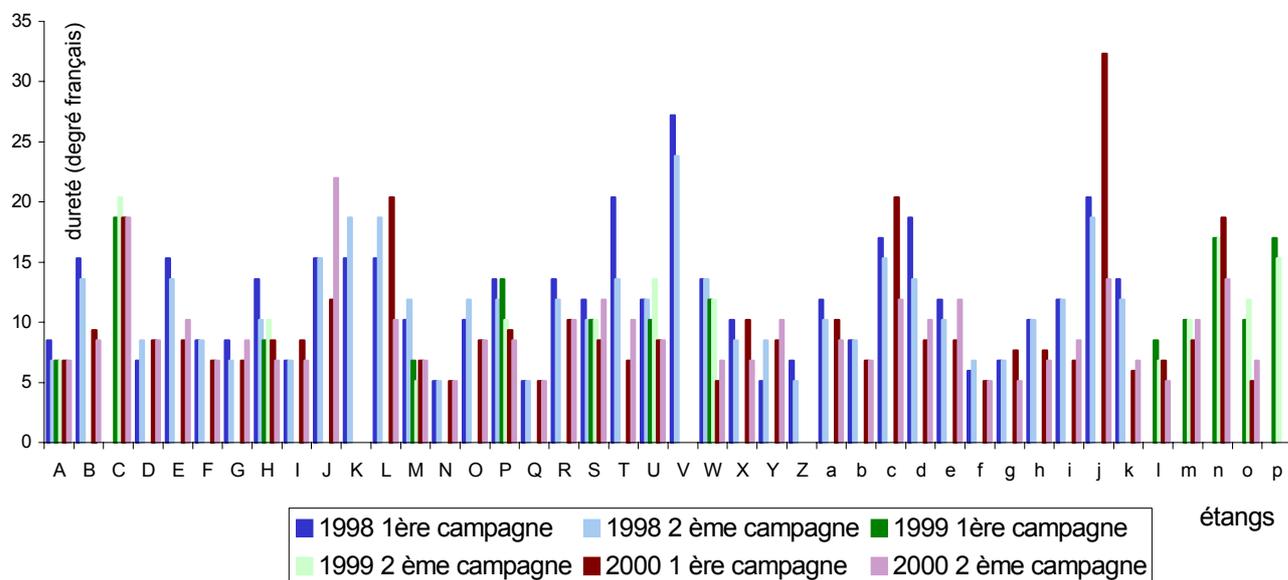
Codes	Catégories	Noms	Description	Expression	Nature
1448	Fertilisation minérale	Fertilisation en phosphate ammoniacal	Apports de phosphate ammoniacal (18/46 ou 14/48)	kg/ha	quantitative
17em	Date de création de l'étang	Création entre le 17e et le 19e siècle	Date de création de l'étang au "17ème", "18ème" ou au "19ème" siècle		nominale
20em	Date de création de l'étang	Création récente de l'étang	Date de création de l'étang au "20ème siècle"		nominale
Agr1	Agrainage des canards	Importance de l'agrainage	Agrainage "pas important/important"		nominale
Agra	Agrainage des canards	Agrainage	Agrainage des oiseaux d'eau "non"/"oui"		nominale
Aic1	Analyses d'eau	Alcalinité (1ere campagne 1998-1999)	Alcalinité de l'eau : valeurs des résultats de juillet 1998 pour 27 étangs / moyenne des résultats de juillet 1998 et 1999 pour 10 étangs / valeurs des résultats de juillet 1999 pour 5 étangs.	mg/l	quantitative
Aic2	Analyses d'eau	Alcalinité (2e campagne 1998-1999)	Alcalinité de l'eau : valeurs des résultats d'octobre 1998 pour 27 étangs / moyenne des résultats d'octobre 1998 et 1999 pour 10 étangs / valeurs des résultats d'octobre 1999 pour 5 étangs.	mg/l	quantitative
Aic3	Analyses d'eau	Alcalinité (mars 2000)		mg/l	quantitative
Aic4	Analyses d'eau	Alcalinité (juillet 2000)		mg/l	quantitative
Alga	Recouvrement de la végétation	Recouvrement algal		%	quantitative
Amph	Recouvrement de la végétation	Recouvrement en amphiphytes		%	quantitative
Aqua	Recouvrement de la végétation	Recouvrement en hydrophytes		%	quantitative
AsRe	Mise en assec	Régularité de l'assec	"irrégulier"/"régulier"		nominale
Ass1	Fréquence de l'assec	Fréquence de l'assec (5-7 ans)	Tous les 5-7 ans		nominale
Ass2	Fréquence de l'assec	Fréquence de l'assec (7-10 ans)	Tous les 7-10 ans		nominale
Ass3	Fréquence de l'assec	Fréquence de l'assec (10-12 ans)	Tous les 10-12 ans		nominale
Ass4	Fréquence de l'assec	Fréquence de l'assec (> 15 ans)	> 15 ans		nominale
Asse	Fréquence de l'assec	Fréquence de l'assec (< 2 ans)	Assec de moins de 2 ans à partir de 1999		nominale
Azo1	Analyses d'eau	Azote total (mars 2000)	Teneurs de l'azote total en mars 2000	mg/l	quantitative
Azo2	Analyses d'eau	Azote total (juillet 2000)	Teneurs de l'azote total en juillet 2000	mg/l	quantitative
Bois	Environnement proche de l'étang	Bois autour de l'étang	Bois		nominale
Cent	Profondeur au centre de l'étang	Profondeur au centre de l'étang		m	quantitative
ChaA	Chaulage	Chaulage en assec		kg/ha/an	quantitative
ChaE	Chaulage	Chaulage en eau		kg/ha/an	quantitative
Chas	Vocation de l'étang	Pratique de la chasse	Chasse		nominale
Con1	Analyses d'eau	Conductivité (1ere campagne 1998-1999)	Conductivité de l'eau (µS/cm) valeurs des résultats de juillet 1998 pour 27 étangs / moyenne des résultats de juillet 1998 et 1999 pour 10 étangs / valeurs des résultats de juillet 1999 pour 5 étangs.	µS/cm	quantitative
Con2	Analyses d'eau	Conductivité (2e campagne 1998-1999)	Conductivité de l'eau : valeurs des résultats d'octobre 1998 pour 27 étangs / moyenne des résultats d'octobre 1998 et 1999 pour 10 étangs / valeurs des résultats d'octobre 1999 pour 5 étangs.	µS/cm	quantitative
Con3	Analyses d'eau	Conductivité juillet 2000		µS/cm	quantitative

CulF	Culture de fond d'étang	Culture de fond d'étang	Non/oui		nominale
CulG	Culture de fond d'étang	Culture totale de fond d'étang	Culture sur 100 % de l'étang		nominale
CulP	Culture de fond d'étang	Culture partielle de fond d'étang	Culture sur une partie de l'étang		nominale
Cult	Environnement proche de l'étang	Cultures autour de l'étang	Cultures		nominale
Demo	Démottage	Démottage récent	Entre 1960 et 1990 "non"/"oui"		nominale
Dur1	Analyses d'eau	Dureté totale (1ere campagne 1998-1999)	Dureté de l'eau : valeurs des résultats de juillet 1998 pour 27 étangs / moyenne des résultats de juillet 1998 et 1999 pour 10 étangs / valeurs des résultats de juillet 1999 pour 5 étangs.	degré français	quantitative
Dur2	Analyses d'eau	Dureté totale (2e campagne 1998-1999)	Dureté de l'eau : valeurs des résultats d'octobre 1998 pour 27 étangs / moyenne des résultats d'octobre 1998 et 1999 pour 10 étangs / valeurs des résultats d'octobre 1999 pour 5 étangs.	degré français ou TH	quantitative
Dur3	Analyses d'eau	Dureté totale (mars 2000)		degré français	quantitative
Dur4	Analyses d'eau	Dureté totale (juillet 2000)		degré français	quantitative
Eaul	Recouvrement en eau libre	Recouvrement en eau hors végétation		%	
Empo	Empoisonnement	Mise en charge à l'empoisonnement	Mise en charge à l'empoisonnement	kg/ha/an	quantitative
F390	Fertilisation minérale	Fertilisation en azote liquide	Apports d'azote liquide 39/0	l/ha/an	quantitative
Fauc	Faucardage	Faucardage récent	Faucardage récent (moins de 5 ans)		nominale
FerM	Fertilisation minérale	Fertilisation minérale	Fertilisation minérale (non/oui)		nominale
FerO	Fertilisation organique	Importance de la fertilisation organique	Fertilisation organique peu importante/ importante		nominale
Fric	Environnement proche de l'étang	Friches autour de l'étang	Friches		nominale
Gyro	Entretien des berges	Gyrobroyage des berges	Gyrobroyage des berges		nominale
Helo	Recouvrement de la végétation	Recouvrement en hélophytes terrestres		‰	quantitative
Herb	Utilisation d'herbicides	Apports d'herbicides récents	Apports d'herbicides" anciens (>2ans)"/"apports récents (<2ans)"		nominale
Labo	Labour du fond d'étang	Labour du fond d'étang	Labour "non"/"oui"		nominale
Land	Environnement proche de l'étang	Landes autour de l'étang	Landes		nominale
Lois	Vocation de l'étang	Vocation de loisirs	loisirs		nominale
Mage	Date de création	Création au Moyen-Âge	Date de création au Moyen-Âge		nominale
Mara	Environnement proche de l'étang	Marais alcalin autour de l'étang	Marais alcalin		nominale
Marn	Type de substrat de l'étang	Substrat marneux	Marneux		nominale
NoRe	Nourrissage des poissons	Régularité du nourrissage des poissons	Irrégulier/régulier		nominale
Nou1	Nourrissage des poissons	Importance du nourrissage des poissons	Peu important/ important		nominale
Nour	Nourrissage des poissons	Nourrissage des poissons	Non/oui		nominale
Noye	Culture de fond d'étang	Culture noyée de fond d'étang	Culture récoltée/noyée		nominale
PAnn	Fréquence de la pêche	Pêche annuelle	Annuelle		nominale
PatF	Pâturage des bords d'étang	Intensité du pâturage des bords d'étang	Paturage faible/important		nominale
Patu	Pâturage des bords d'étang	Pâturage des bords d'étang	Non/oui		nominale
PBis	Fréquence de la pêche	Pêche bisannuelle	Bisannuelle		nominale
Pboi	Recouvrement arbustif	Arbres en périphérie de l'étang		%	quantitative
Pdou	Profil de l'étang	Pentes douces de l'étang	Pentes très douces à douces		nominale
Pher	Présence de poissons herbivores	Présence de poissons herbivores	Non/oui		nominale

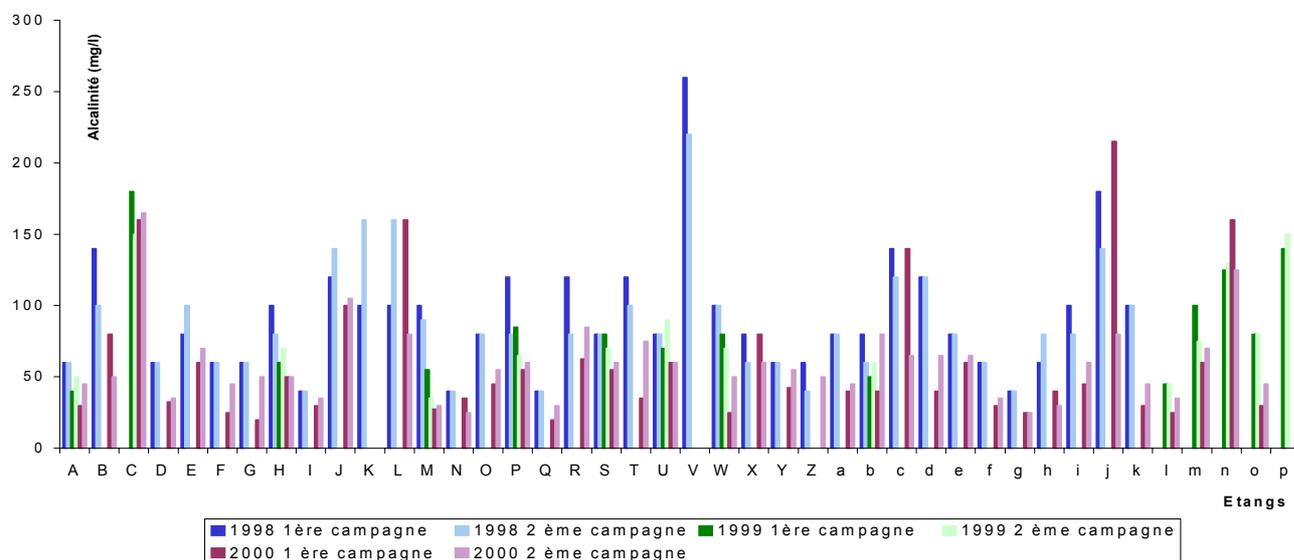
Pins	Environnement proche de l'étang	Pinèdes autour de l'étang	Pinèdes		nominale
Pisc	Vocation de l'étang	Vocation piscicole	Pisciculture		nominale
Pmoy	Profil de l'étang	Pentes moyennes de l'étang	Pentes moyennes à abruptes		nominale
Prai	Environnement proche de l'étang	Prairies autour de l'étang	Prairies		nominale
Prar	Fréquence de la pêche	Pêche rare	> 2 ans		nominale
Prod	Production piscicole	Production piscicole		kg/ha/an	quantitative
Pto1	Analyses d'eau	Phosphore total (mars 2000)		mg/l	quantitative
Pto2	Analyses d'eau	Phosphore total (juillet 2000)		mg/l	quantitative
Roto	Labour du fond d'étang	Utilisation du rotovator	Rotovator centre étang		nominale
SabA	Type de substrat de l'étang	Substrat sablo-argileux	Sablo-argileux		nominale
Sabl	Type de substrat de l'étang	Substrat sablonneux	Sableux		nominale
SabV	Type de substrat de l'étang	Substrat sablo-vaseux	Sablo-vaseux		nominale
Scor	Fertilisation minérale	Apports de scories	Scories	kg/ha/an	quantitative
Seau	Surface en eau	Surface en eau de l'étang		ha	quantitative
Soln	Recouvrement du sol nu	Recouvrement du sol nu de l'étang	Fond d'étang non colonisé par la végétation	‰	quantitative
Tra1	Analyses d'eau	Transparence (2e campagne 1998-1999)	Transparence de l'eau : valeurs des résultats d'octobre 1998 pour 27 étangs / moyenne des résultats d'octobre 1998 et 1999 pour 10 étangs / valeurs des résultats d'octobre 1999 pour 5 étangs.	cm	quantitative
Tra2	Analyses d'eau	Transparence (mars 2000)		cm	quantitative
Tra3	Analyses d'eau	Transparence (juillet 2000)		cm	quantitative
UpH1	Analyses d'eau	pH (1ere campagne 1998-1999)	pH de l'eau : valeurs des résultats de juillet 1998 pour 27 étangs / moyenne des résultats de juillet 1998 et 1999 pour 10 étangs / valeurs des résultats de juillet 1999 pour 5 étangs.	unité pH	quantitative
UpH2	Analyses d'eau	pH (2e campagne 1998-1999)	pH de l'eau : valeurs des résultats d'octobre 1998 pour 27 étangs / moyenne des résultats d'octobre 1998 et 1999 pour 10 étangs / valeurs des résultats d'octobre 1999 pour 5 étangs.	unité pH	quantitative
UpH3	Analyses d'eau	pH (mars 2000)		unité pH	quantitative
UpH4	Analyses d'eau	pH (juillet 2000)		unité pH	quantitative
Zeph	Utilisation d'herbicides	Utilisation de l'herbicide Zéphir		l/ha/an	quantitative

ANNEXE 6

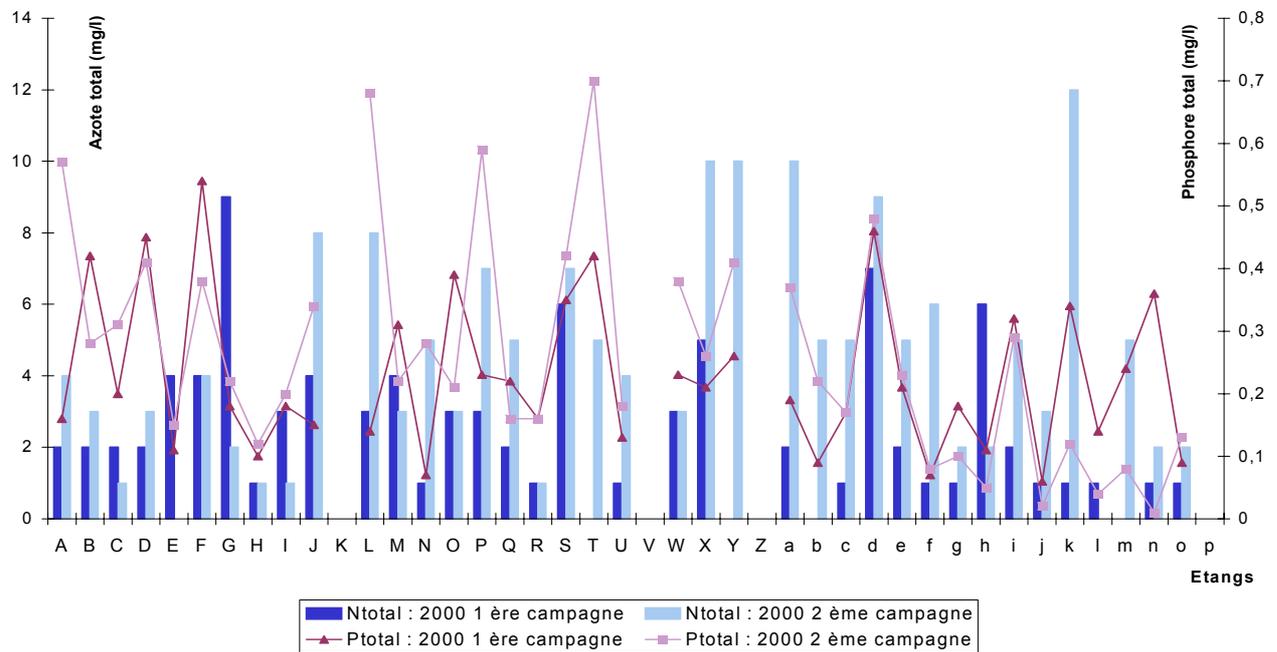
Résultats des analyses de la dureté, de l'alcalinité, de l'azote total, du phosphore total, du pH, de la conductivité et de la transparence de l'eau réalisées en 1998-1999-2000.



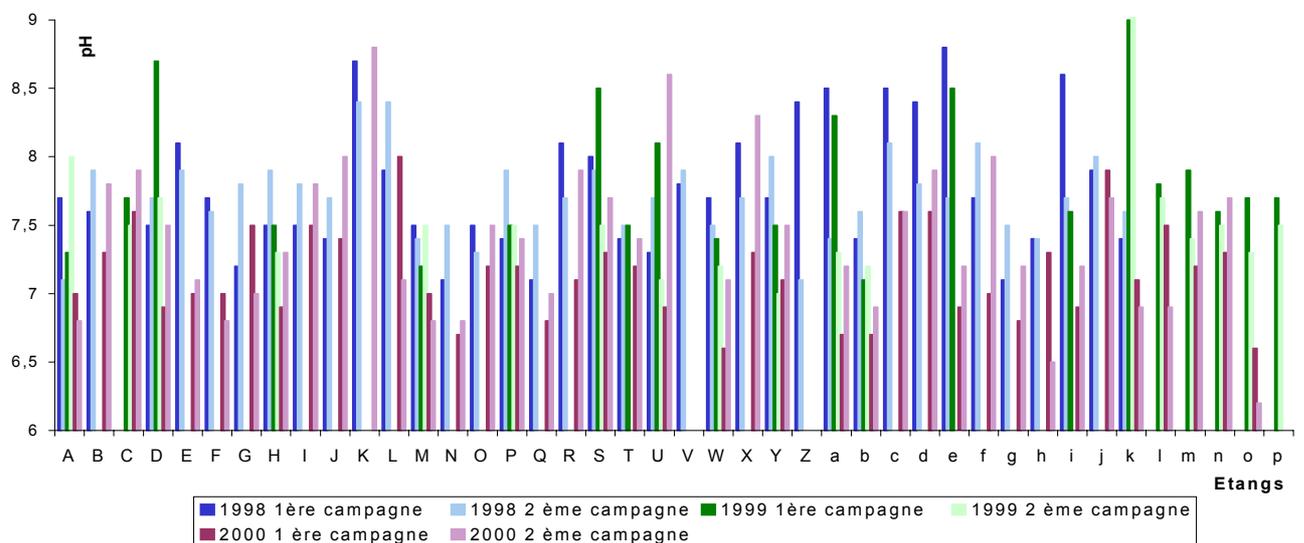
Résultats des analyses de la dureté de l'eau (degré français) par étang lors des 6 campagnes de mesures (1998-1999-2000) (42 étangs). (37 étangs étudiés en 1998, 15 en 1999 et 38 en 2000).



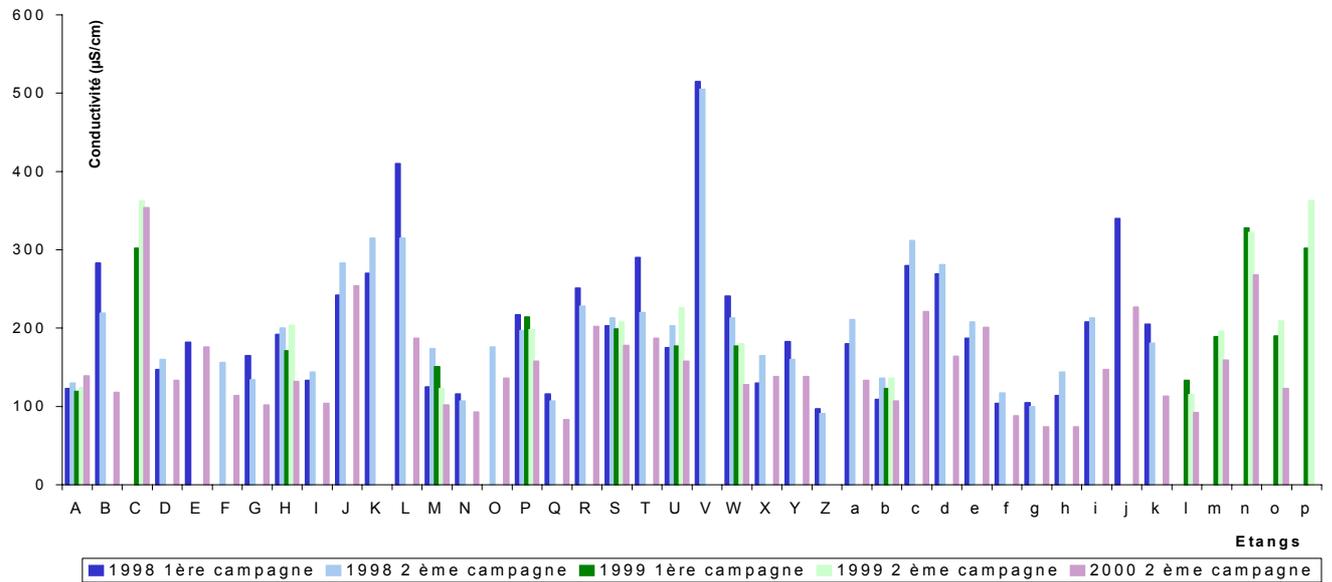
Résultats des analyses de l'alcalinité de l'eau (mg/l CaCO₃) par étang lors des 6 campagnes de mesures (1998-1999-2000) (42 étangs). (37 étangs étudiés en 1998, 15 en 1999 et 38 en 2000).



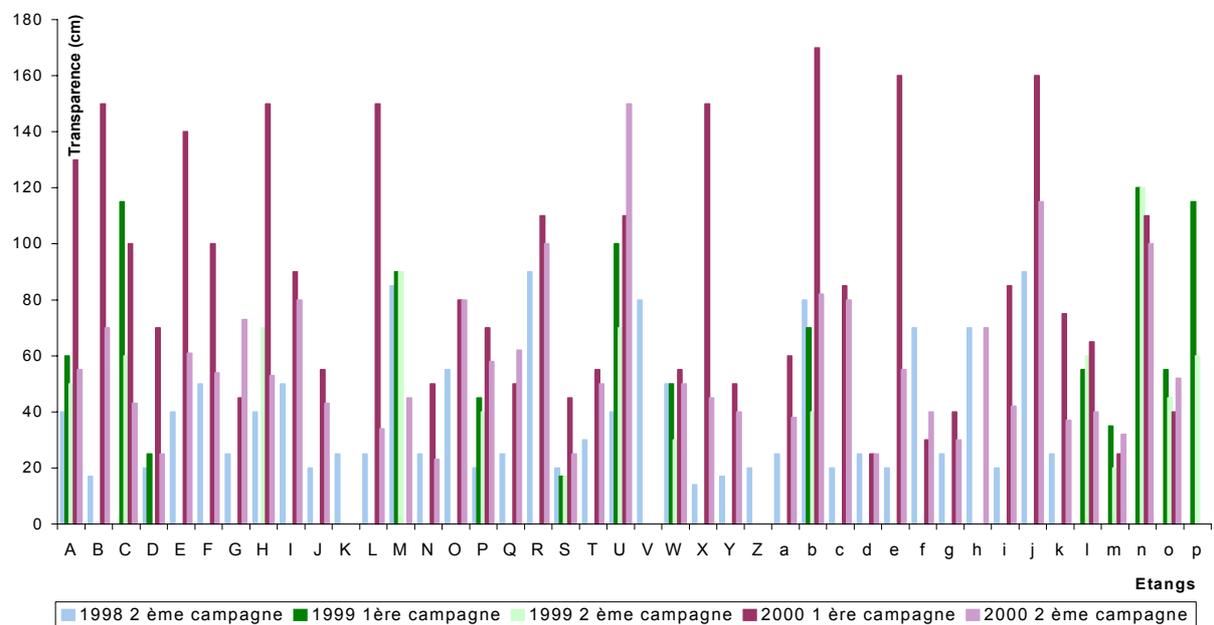
Résultats des analyses de l'azote total (mg/l) et du phosphate total (mg/l) de l'eau par étang lors des 2 campagnes de mesures en mars et juillet 2000 (38 étangs, 4 étangs en assec).



Résultats des analyses du pH de l'eau par étang lors des 6 campagnes de mesures (1998-1999-2000) (42 étangs). (37 étangs étudiés en 1998, 15 en 1999 et 38 en 2000)



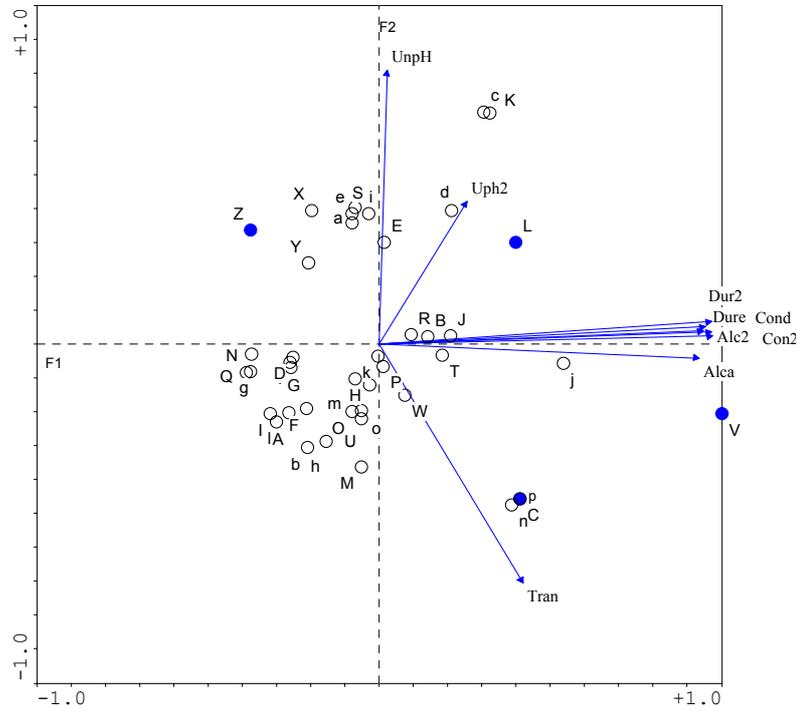
Résultats des analyses de la conductivité ($\mu\text{S/cm}$) de l'eau par étang lors des 6 campagnes de mesures (1998-1999-2000) (42 étangs). (37 étangs étudiés en 1998, 15 en 1999 et 38 en 2000)



Résultats des analyses de la transparence (cm) de l'eau par étang lors des 6 campagnes de mesures (1998-1999-2000) (42 étangs). (37 étangs étudiés en 1998, 15 en 1999 et 38 en 2000)

ANNEXE 7

Résultats de l'ACP et de la CAH réalisées sur les variables physico-chimiques de l'eau mesurées en 1998 et 1999 sur 42 étangs.



Représentation graphique, dans le plan factoriel défini par les deux premiers axes de l'ACP, des étangs et des variables physico-chimiques de l'eau mesurées en 1998 et 1999 sur 42 étangs.

A	AA	
b	U ³	3
h	U ³	3
F	U ³	3
l	U ³	3
M	ÀU ³	3
O	U ³	3
o	U ³	3
Z	ÀU ³	3
D	ÀÀÀU ³	3
f	U ³	3
I	U ³	3
G	U ³	3
Y	U ³	3
N	ÀU ³	3
Q	U ³	3
g	U ³	3
B	ÀAAAAAAAAÀU ³	3
J	U ³	3
T	U ³	3
R	ÀU ³	3
W	U ³	3
H	ÀU ³	3
P	U ³	3
k	U ³	3
U	U ³	3
E	ÀAAAAU ³	3
S	U ³	3
X	ÀU ³	3
m	U ³	3
a	ÀU ³	3
e	U ³	3
i	U ³	3
C	AA	
p	U ³	3 3
n	U ³	3 3
j	ÀÀU ³	3 3
V	AAAAAAAAAAAAAAAAÀU ³	3
K	AAAAAAAAAAAAAAAAÀU ³	
c	U ³	3
d	ÀU ³	3
L	ÀÀU ³	

Arbre hiérarchique de la CAH des étangs en fonction des deux premiers facteurs de l'ACP.

!
!
!

!
!
!

N1B2-----

*1: J111 -I1D1-
*2: J1D5 -K205-J1D2-
*3: J1B1 -b1B1-J1A1-J1A2-
*4: W1A1 -H1E9-Q202-Q1E3-Z1C1-
*5: U1C1 -K111-
*6: B1E1 -N1B6-J1D3-
*7: b1D1 -I1C1-L1A1-Q2A1-B1B1-O1B1-Y1B1-
*8: k1A1 -A1A1-U2B4-f1B1-S1C1-f1C2-
*9: K1B1 -b1D7-Q1B3-K115-h1D1-U1A1-P1A2-
*10: K1D1 -N1A1-b2B1-G1C4-g1C1-S1C6-S1A1-g1B1-G1C1-f101-
*11: Y114 -F1B1-T1A1-e1D3-
*12: M2B4 -M2A1-J202-X1A1-k1B1-e1B1-A1A3-P1D2-I1B1-k1D1-O1A1-R1B1-A1D6-
*13: U2A1 -R1A1-G101-Q1B1-i101-Z1E4-B1B5-Y116-Y1C6-Y1D5-c1B1-
*14: S1B1 -S1D1-K1A1-d1B4-K1D3-A206-Q1C4-N1B1-U1C2-Z1C2-F105-e1B5-
*15: P1E3 -b2E4-b2C1-I1A1-U1B1-Y115-K208-i1D2-k2A1-g1A2-A1B1-f1A1-G1A1-
*16: U1A2 -H2A1-A1D1-h1C4-U2A5-Q1E1-j1C3-U2A3-c1A1-U2D4-U2D1-b208-
*17: M1A1 -M1D1-Q1C5-e1A3-C1A1-k1C2-k1A4-Q1C6-e1D1-K112-P2B1-k1D5-M1C2-
*18: J1A3 -Z2B2-P1A3-P1B1-P2B2-Q1C1-k1A2-f106-H1E1-P1C1-E1B1-T1B1-M1C1-
*19: U1A3 -F1C1-F201-K1C1-Q112-H1D1-f109-b1C1-
*20: d1B1 -M2C1-A101-I1C2-F1B2-
*21: k1D9 -K215-K204-A201-F206-b1D6-P2A1-Q214-P1D3-Q213-F109-b1B2-i1C1-
*22: Y113! -G1D1-f1C1-h1C1-P1D5-F203-I1D5-I1B2-U1D5-K207-b2E3-K114-a1E7-
*23: i107 -K107-S106-g205-F1D1-g1A4-S104-K106-
*24: I1D2 -k1B2-Q2A2-K210-F202-M1B1-
*25: e1A1 -I109-M2B5-k1D7-L1D1-W102-P2B3-I1A2-d1A1-P201-D1A1-X1B1-T1C2-
*26: P102 -X103-Q1C3-G1D6-I106-P1A4-W1C1-b1A1-X105-G103-I1A4-a1A1-O1B3-
*27: B103 -Q113-g102-k1A5-g1C8-d1C5-V2A1-V1A1-A211-
*28: k2B1 -Q201-I102-
*29: O205 -E1C1-e1C1-I1C3-k1C3-Q1C7-T203-A208-M1D3-Q1C9-X1D8-
*30: A105 -A203-L2C2-e1C2-A1D5-Y1B2-i1B2-S102-Y110-A113-O1A2-P1B4-F102-
*31: Z1B2 -O1B2-D1C2-O107-I108-S203-d1C3-I107-I1B3-F107-g1C4-X102-W107-
*32: Q116 -J1A6-L1B2-j105-b1D3-I110-g101-H1D2-g1D2-Q115-Q110-j1C2-
*33: G1D2 -Q108-
*34: Q211 -W203-
*35: J109 -g1C6-Y206-i1B1-k1B3-M2A4-M1A3-A114-X1D7-X1D3-k1A3-O203-M101-
*36: Y107 -b107-k1D6-D1B1-k202-W207-c1A4-b2B2-W1C2-h1C3-A207-c1A2-O1D2-
*37: A1D4 -Y1C2-W202-Z1D3-M1B2-J1C3-d1C4-M2B6-Q1D2-J1A5-i1A2-Z1E3-A102-
*38: d1B7 -i1D3-A111-Y1B6-d204-g105-V202-V1A2-Q1A1-D113-Y207-S108-L1E1-
*39: V103 -V1B2-
*40: d105 -E1A1-K213-E1B2-
*41: X1A2 -T1A2-k2A5-M203-k104-X204-k103-S206-H203-S1C2-M205-
*42: f107 -O201-O104-B1B3-W206-T110-Y103-c1D2-Q203-O1C3-M2C2-Z201-Z2A2-
*43: W1B2 -G1C2-M1A4-M1B3-B1E4-J1C2-Y1B3-P1E1-b1D5-F205-M2C3-Y1B5-g201-
*44: Y102 -A112-X1A5-W105-M2A6-Y1C5-D110-W1A4-H1B1-T106-J104-W1C4-Q1B2-
*45: P2B5 -g1A5-P2A4-g202-d1B8-L106-F1C2-f102-G1D3-Q1A2-S204-L102-
*46: B1D2--L1B1-
*47: D114--E2A1-
*48: k204--W204-Q204-F204-W1B1-O108-k2B3-M1A2-T201-
*49: S207! -g1C9-S1B2-S1C4-e1C7-L2C3-Z2A3-g1C7-U2D2-T204-T109-H2A2-g204-
*50: H202--L1D3-Z2B4-e1C6-B1E2-D201-e1C4-g1C2-T103-X104-A1D3-T1B3-k201-
*51: M1D4--A110-T1C3-Z106-f1C3-O113-Z1A1-g1B4-M1B4-D105-i104-H1C2-W1C5-
*52: W104--B1E3-Y202-I104-O110-W1A5-X1B4-Y111-L1A7-P1B6-L1B3-B1B4-D1A3-
*53: V1B3--j102-
*54: I105 -U2B1-E1D2-
*55: S201 -E1B3-Q205-M202-L203-T101-Q208-

F105 -F1A1-M2B2-Q2A3-E1D3-A204-k1C4-e107-e106-S1A3-X202-U2E1-b2B3-b2C3-T2A
 Q206 -B202-T1C4-c1A3-T1A5-k1C5-M204-e1C3-b2D2-
 K1D8 -h201-U101-K116-A1B2-M102-T108-Y201-H204-h1C5-D1C3-
 B107 -d1B5-O1D5-O1D3-Y203-Y105-T107-E203-S1C5-S1C3-H1D4-D108-a1E4-I1C5-O1E
 C1D5 -D1B3-J1C4-F108-Y1D3-H1B2-E1B6-Q105-h1A2-J1B3-c1D3-A214-d1B6-f104-J1C
 B205 -b2A3-
 E1D1 -E1A2-E102-
 N1B5 -I103-E103-M207-E2A2-
 X207 -M2B3-S202-U2C1-k2A4-
 X1A3 -k1C9-E2B2-Y1A3-B1D3-Q209-S1D2-F103-k2B5-
 Q104 -k1C7-b211-H2A4-Y106-Z1E2-E1A3-
 H1A7 -Z1B4-b2A1-O1C2-U2E2-U2B6-K113-b207-b1D4-Y108-E1D7-E1D6-g1D1-D1A2-D1A
 A1E6 -L1B5-H1C1-O105-J1A8-H2A5-H113-Y109-H103-Z2A4-W1B4-O202-Q212-D102-W1E
 J1C1 -L206-a101-b1C3-b1A2-b2C4-b2A2-H2A7-e1A5-A118-L205-Q107-T1A6-h1D4-j10
 B2C1 -H201-e204-
 X206 -e211-S101-
 B2C2 -Y101-Q210-R202-U2A2-
 Q207 -k2B4-X1C2-E2C4-k1C8-R1B3-
 H1A2 -H107-B101-
 H1D4 -K1B3-E2A4-K1A2-A109-a1B3-L1B6-Z2B5-f1B2-A1A5-M206-F1A2-O1A3-U1B3-U20
 W205 -K108-d101-U1A8-J101-L1E2-D111-h1C6-d202-b1C2-X1C4-R101-b1B4-j1A2-A11
 B206 -M2C5-M1B6-A212-b1A4-b1A3-b204-b104-F1C3-V201-A1A8-i1A3-F110-h1C7-M1D
 Y2A1 -k2A3-
 B202 -C1A9-Y1A2-E2B1-c201-e101-
 H102 -T1A4-k203-
 B201 -F1B3-k102-
 H1B3 -X1C3-E1A5-J201-E1A4-
 H1C2 -K105-A1B5-O102-H1D5-H104-f1A2-X101-a1C2-f1C4-H1E7-E1A6-Y204-L204-U1D
 A1A7 -i106-H1E4-A1B4-Z1A2-H1E8-H1A2-c104-i105-L1C2-Z1D6-A1A6-Z1D9-c1B3-Z1C
 H1B3 -h1A3-b1B5-H1A4-P1C5-P1A6-Z104-i1A4-A1B6-A1C4-
 H1A2 -S2B1-B201-D202-
 B206 -D203-T2A1-Y1A1-E2C3-
 H1A4 -X208-E202-
 H110 -T1A3-L1A4-
 H1B6 -E1C2-H109-M208-
 B207 -B1A3-E1C3-Y1B8-H108-O103-Y1B9-B1D4-f1B3-L1D6-O1C1-
 H1C2 -Z1E1-K1A3-L103-C1A8-H1E5-K1A4-L207-U1A7-c101-a105-H101-U1C3-L1D5-U2B
 H1A4 -H102-U2C2-Y1A4-U2A7-L105-a106-R1A4-Z107-d1D2-d104-Z103-a1C4-a1E5-Y1A
 H1A4 -i102-
 H101 -K202-N1A6-E2C2-
 H1B1 -d1B3-R1B2-K211-
 H116 -C1A6-U2B3-e2B2-N103-
 H1A2 -k101-E1B4-
 B206 -B1E7-e111-B1E6-K109-L1A8-K1D2-
 H104 -Y120-K1B4-K102-K103-c1A6-Y108-c102-K118-I201-Q111-a1C3-U1A9-Q1E4-O1
 H1C4 -H1C3-X1B5-Q1E2-S1D3-j1B5-H1E6-j1B4-S1B5-S1B4-c1D6-Z2C2-c203-Y1A6-Z2
 H1D1 -e2B1-L2B1-k2B2-i202-K217-
 H114 -N105-C1A5-S2A2-T2B2-X205-
 B202 -U2B5-
 H1A5 -E1B5-K117-K101-
 H117 -U1C5-D1A5-a1D2-d1A3-a1A2-Y118-Z1A3-g109-Z1B5-g203-
 H1A1 -N1B4-i201-
 H1A3 -O204-
 H1B3 -e206-L1A3-L2B2-
 H1B3 -g108-
 H1A2 -N1A4-T208-e105-N1A3-
 H1A5 -S2A1-N104-N102-T2A2-S210-K201-
 H118 -S2B3-Y2A2-K206-
 H105 -e203-T202-L201-S2B2-O201-U2B2-N101-d203-T205-L104-K203-L1A2-
 H1A2 -S1A2-e208-X203-S208-

*116: e2A3 -e201-L1C1-
*117: e2A2 -S209-K219-E204-e202-K212-
*118: e210 -e205-
*119: k2C1 -E201-
*120: K220 -C1A4-
*121: k2C2 -e209-J203-L208-Y205-
*122: T206 -K221-k2C3-
*123: a202 -J204-
*124: K222 -T207-

ANNEXE 9

Tableau synthétique des résultats de la Classification en Boules
Optimisées permettant d'obtenir 8 groupes de relevés phytosociologiques

REORDO :(J.P.Briane 19/11/86)

Programme de réarrangement des lignes et colonnes
d'un tableau phytosociologique.Laboratoire de Systématique & Ecologie
Végétales . bat.362, Université PARIS XI
ORSAY 91405.fichier entrée = c:\CECILE\IMPDON.SYN
fichier sortie = c:\CECILE\IMPDON.TAB
fichier backup = c:\CECILE\IMPDON.BAK
nbre de lignes = 266
nbre de colonnes = 8

T E K Q S O M V

	T	E	K	Q	S	O	M	V
8900 Chara connivens								
3425 Potamogeton pectinatus		I	II			I	I	
3429 Potamogeton pusillus			III			I		
3566 Ranunculus circinatus		I	V			I		
4261 Spirodela polyrrhiza	I		III			I		
4806 Elodea nuttallii	I	I	VII		I	I		
2439 Lemna trisulca			V			I		
1525 Elatine hexandra			II		I	I		
3559 Ranunculus aquatilis	I	I			I	I		
8191 Chara fragilis	II	II	IV		I	II	III	III
4800 Ranunculus peltatus			II				IV	II
3417 Potamogeton fluitans	I	I	III		I	I		
8901 Chara Fragifera	I	II	I			I		
2862 Naias minor		I	I			I		
3426 Potamogeton perfoliatus	I	III	I			I		
2861 Naias major		I				I		
3429 Potamogeton lucens	I	IV	I		I	I		
1045 Ceratophyllum demersum		I	I			I		
3414 Potamogeton crispus		IV	II		I	I		
2856 Myriophyllum spicatum	I	II	I			I		
3433 Potamogeton trichoides		V	I		I	II	I	
2911 Nuphar luteum		IV	I			I		
2913 Nymphaea alba		II				I		
3424 Potamogeton obtusifolius		II			I	I	I	
2062 Elodea canadensis		II			I	I	I	
2855 Myriophyllum alterniflorum		II	I			I		
8903 Charopsis braunii		II				I	I	
8198 Nitella flexilis						I	I	
3411 Potamogeton acutifolius		II				I		
8909 Nitella sp.		I	I			I		
2857 Myriophyllum verticillatum		II	I			I	I	
3422 Potamogeton natans		I				I	I	
8906 Nitella syncarpa		I			I	II	I	
4579 Utricularia minor		I			I	I		
4578 Utricularia major		I			I	I		
4229 Sparganium simplex		III	I		I	III	I	
0113 Caldesia parnassifolia	I	I			I	I	I	
8905 Nitella hyalina		II			I	II	I	
8908 Nitella translucens		I				I	I	
0112 Geum bulgaricum Luronium natans		I				I	I	
8910 Chara sp.		I			I	I		

4799	Potamogeton heterophyllus	.	I	I	.	I	II	I
3168	Peplis portula	I	.	.	.	.	I	I
3929	Scirpus ovatus	IV	.	.	.	.	I	II
2766	Mentha pulegium	I	.	.	.	.	I	I
3381	Polygonum minus	II	.	.	.	.	I	I
0608	Bidens tripartita	IV	.	.	.	I	I	II
4490	Trifolium repens	II	.	.	I	I	.	.
2659	Lythrum hyssopifolia	I	.	.	.	.	.	.
2285	Juncus bufonius	I	.	.	.	.	.	.
3936	Scirpus setaceus	I	.	.	.	.	.	.
4857	Lotus tenuis	I	.	.	.	I	I	.
1991	Gnaphalium luteoalbum	I	.	.	.	.	I	I
1996	Gnaphalium uliginosum	V	.	.	.	I	.	II
3378	Polygonum hydropiper	II	.	.	.	.	I	I
3926	Scirpus michelianus	I	.	.	.	.	.	I
1508	Echinochloa crus-galli	III	.	.	.	.	.	I
3385	Polygonum persicaria	I	.	.	.	I	.	I
3477	Potentilla supina	VI	.	.	.	.	.	I
3311	Plantago major	II	.	.	.	.	.	.
3373	Polygonum aviculare	I	.	.	.	.	.	.
4248	Spergularia echinosperma	I	.	.	.	.	.	.
1075	Chenopodium polyspermum	II	.	.	.	.	.	.
3728	Rumex maritimus	II	.	.	.	I	.	I
3726	Rumex limosus	II	.	.	.	I	.	.
0603	Bidens cernua	III	.	.	.	.	I	.
1350	Cyperus fuscus	II	.	.	.	.	.	.
3592	Ranunculus sceleratus	III	.	.	.	.	.	I
3379	Polygonum lapathifolium	V	.	.	.	.	I	I
3658	Rorippa islandica	II	.	.	.	.	.	.
0195	Amaranthus lividus	III	.	.	.	.	.	.
4965	Rubus affinis	.	.	.	.	VIII	.	.
3914	Scirpus acicularis	III	I	I	.	I	I	VI
0606	Bidens aurea	I	.	I	.	I	I	II
9261	Sphagnum acutifolium	I	.	.	.	I	I	I
4796	Alopecurus aequalis	II	I	.	.	I	I	II
3418	Potamogeton gramineus	I	I	.	.	I	II	IV
2307	Juncus supinus	II	I	I	.	I	V	V
2608	Ludwigia palustris	I	I	.	.	I	I	I
4795	Alisma lanceolatum	I	.	.	.	.	I	I
0114	Alisma plantago-aquatica	III	I	I	.	II	III	IV
2784	Microcala pusilla	I	.	.	.	.	I	I
2300	Juncus pygmaeus	.	.	.	.	.	I	I
2308	Juncus tenagea	.	.	.	.	.	I	I
0115	Baldellia ranunculoides	I	I	.	.	I	III	VI
4652	Veronica scutellata	I	.	.	.	I	I	II
3928	Scirpus multicaulis	I	.	.	.	I	I	I
2569	Litorella lacustris	I	.	.	.	.	I	I
3261	Pilularia globulifera	I	.	.	.	I	I	II
2176	Hypericum helodes	.	I	.	.	.	I	I
0867	Carex flava	.	.	.	.	I	I	I
2936	Oenanthe phellandrium-aquatica	III	I	.	.	I	II	I
3655	Rorippa amphibia	V	I	.	I	II	II	II
0425	Phragmites australis	II	II	III	V	VI	IV	II
2437	Lemna gibba	I	.	I	.	I	I	I
4553	Typha angustifolia	I	I	I	.	I	I	.
2914	Nymphoides peltata	.	I	.	I	I	I	.
2438	Lemna minor	I	I	I	I	I	II	I
3372	Polygonum amphibium	I	.	.	.	II	III	II
3569	Ranunculus flammula	I	.	.	.	II	III	II
2661	Lythrum salicaria	II	I	.	I	V	IV	III
3923	Scirpus lacustris	.	I	I	.	II	II	I
3930	Scirpus palustris	I	I	I	.	I	III	I
1983	Glyceria fluitans	I	I	.	.	I	III	I
3921	Scirpus fluitans	.	.	.	.	I	I	I
4228	Sparganium ramosum	.	I	I	.	I	II	I
0321	Apium inundatum	.	.	I	.	.	I	I
4954	Salix atrocinerea	.	.	I	II	I	I	.
4187	Solanum dulcamara	I	.	.	III	I	.	.
7801	Salix sp.	.	.	.	II	I	I	.
2143	Hottonia palustris	.	.	.	.	I	I	.
3986	Scutellaria galericulata	.	.	.	.	II	I	.

1161	<i>Cladium mariscus</i>	.	.	I	.	I	I	.	.
0860	<i>Carex elata</i>	.	I	I	I	IV	I	.	.
0936	<i>Carex vesicaria</i>	.	.	.	.	II	I	.	.
2657	<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	II	IV	I	I	.
2289	<i>Juncus effusus</i>	I	.	I	I	IV	I	I	III
2249	<i>Iris pseudacorus</i>	I	.	.	I	II	I	I	.
0916	<i>Carex pseudocyperus</i>	.	I	.	I	I	I	I	.
2847	<i>Myosotis scorpioides</i>	I	.	.	.	I	I	I	I
2649	<i>Lycopus europaeus</i>	V	I	.	.	V	II	I	IV
2763	<i>Mentha aquatica</i>	I	.	.	.	I	I	I	.
1866	<i>Galium palustre</i>	II	.	.	I	IV	I	I	II
3198	<i>Phalaris arundinacea</i>	I	.	.	II	III	I	I	II
2607	<i>Lotus uliginosus</i>	I	.	.	.	I	I	.	I
0933	<i>Carex tomentosa</i> sp.	I	.	I	I	I	I	I	II
3554	<i>Ranunculus acer</i>	I	.	.	I	I	.	.	.
3722	<i>Rumex conglomeratus</i>	.	.	.	I	I	.	.	.
2128	<i>Holcus lanatus</i>	.	.	.	I	I	.	.	.
2822	<i>Molinia caerulea</i>	.	.	.	I	I	I	.	.
0071	<i>Agrostis stolonifera</i>	.	.	.	.	I	I	I	II
0073	<i>Agrostis canina</i>	I	.	.	II	II	I	II	V
2158	<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	.	.	.	II	III	II	I	.
2764	<i>Mentha arvensis</i>	I	.	.	.	I	I	I	I
2288	<i>Juncus conglomeratus</i>	.	.	.	I	I	I	I	.
4804	<i>Cirsium dissectum</i>	.	.	.	.	I	I	.	.
2301	<i>Juncus silvaticus</i>	I	.	.	I	II	I	I	.
0023	<i>Achillea ptarmica</i>	.	.	.	.	I	.	.	.
0164	<i>Alopecurus geniculatus</i>	.	.	.	.	.	I	I	.
023Q	<i>Anagallis tenella</i>	.	.	.	.	.	I	.	.
0538	<i>Atriplex hastata</i>	I	.	.	.	.	.	.	.
0542	<i>Atriplex patula</i>	I	.	.	.	.	.	.	.
0605	<i>Bidens frondosa</i> sp.	I	.	.	.	.	.	.	.
0607	<i>Bidens radiata</i>	I	.	.	.	.	.	.	.
0680	<i>Prunella vulgaris</i>	.	.	.	.	I	.	.	.
0715	<i>Butomus umbellatus</i>	.	.	.	.	.	I	.	.
0741	<i>Callitriche hermaphroditica</i> <i>platycarpa</i>	.	I	.	.	.	I	.	.
0742	<i>Callitriche hamulata</i>	.	.	.	.	I	I	.	.
0743	<i>Callitriche obtusangula</i> sp.	I	.	.	.	I	I	I	.
0744	<i>Callitriche brutia</i>	.	.	.	.	.	I	I	.
0748	<i>Callitriche palustris</i>	I	.	.	.	.	.	.	.
0749	<i>Calluna vulgaris</i>	.	.	.	I	.	.	.	.
0806	<i>Cardamine parviflora</i>	.	.	.	.	I	.	I	.
0851	<i>Carex bohémica</i>	I	.	.	.	.	I	I	I
0887	<i>Carex lasiocarpa</i>	.	.	.	.	I	.	.	.
0888	<i>Carex ovalis</i>	.	.	.	.	I	.	.	.
0908	<i>Carex panicea</i>	.	.	.	.	I	.	.	.
0925	<i>Carex riparia</i>	I	.	.	.	I	.	.	.
0953	<i>Carum verticillatum</i>	.	.	.	I	I	.	.	.
0995	<i>Centaurium erythraea</i>	.	.	.	.	.	.	.	II
1077	<i>Chenopodium rubrum</i>	I	.	.	.	.	.	.	.
1127	<i>Cirsium arvense</i>	.	.	.	.	I	.	.	.
1141	<i>Cirsium palustre</i>	.	.	.	.	I	.	I	.
1207	<i>Calystegia sepium</i>	I	.	.	.	I	I	.	.
1233	<i>Corrigiola litoralis</i>	I	.	.	.	.	.	.	.
1244	<i>Corylus avellana</i>	.	.	.	I	.	.	.	.
1310	<i>Cucubalus baccifer</i>	.	.	.	I	I	.	.	.
1337	<i>Cynodon dactylon</i>	I	.	.	.	.	.	.	.
1343	<i>Cynosurus cristatus</i>	.	.	.	.	I	.	.	.
1349	<i>Cyperus flavescens</i>	I	.	.	.	.	.	.	.
1380	<i>Damasonium alisma</i>	.	.	.	.	.	I	I	I
1501	<i>Thelypteris pteris</i> <i>palustris</i>	.	.	.	I	.	.	.	.
1523	<i>Elatine alsinastrum</i>	.	.	.	.	.	.	I	.
1526	<i>Elatine hydropiper</i>	I	.	.	.	.	.	.	.
1552	<i>Epilobium palustre</i>	.	.	.	.	I	.	.	.
1553	<i>Epilobium parviflorum</i>	I	.	.	.	I	.	.	.
1566	<i>Equisetum fluviatile</i>	.	.	.	.	I	I	.	.
1569	<i>Equisetum palustre</i>	.	.	.	I	.	.	.	.
1589	<i>Erica scoparia</i>	.	.	.	I	I	.	.	.
1597	<i>Conyza canadensis</i>	I	.	.	.	.	.	.	.
1663	<i>Eupatorium cannabinum</i>	.	.	.	.	I	.	.	.

1854	<i>Galium arenarium debile</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	I
2002	<i>Gratiola officinalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	I
2010	<i>Gypsophila muralis</i>	I	.	.	.	.	.	.	.	I
2076	<i>Herniaria glabra</i>	I	.	.	.	.	.	.	.	I
2159	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	.	.	II	.	.	.	.	.	I
2195	<i>Hypochoeris radicata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	I
2262	<i>Isoetes lacustre</i>	.	I	.	.	.	.	.	.	I
2279	<i>Juncus acutus</i> sp	I	.	.	.	.	.	.	.	I
2293	<i>Juncus glaucus</i>	.	.	I	I	I	.	.	.	I
2294	<i>Juncus heterophyllus</i>	I	I	.	.	.	.	.	.	I
2296	<i>Juncus lamprocarpus</i>	.	.	.	.	.	.	I	.	I
2436	<i>Leersia oryzoides</i>	I	.	.	.	.	.	I	I	I
2447	<i>Leontodon hispidus</i>	.	.	.	.	.	.	.	I	I
2509	<i>Limosella aquatica</i>	I	.	.	.	.	.	.	.	I
2576	<i>Lolium perenne</i>	.	.	.	.	.	.	I	.	I
2599	<i>Lotus corniculatus</i>	I	.	.	.	.	.	I	.	I
2604	<i>Lotus hispidus</i>	I	.	.	.	.	.	.	.	I
2654	<i>Lysimachia nummularia</i>	.	.	.	.	.	.	I	I	I
2768	<i>Mentha rotundifolia</i>	.	.	.	.	.	.	I	.	I
2930	<i>Oenanthe fistulosa</i>	.	.	.	.	.	.	I	.	I
3046	<i>Ornithopus perpusillus</i>	I	.	.	.	.	.	.	.	I
3108	<i>Panicum capillare</i>	I	.	.	.	.	.	.	.	I
3309	<i>Plantago lanceolata</i>	I	.	.	I	.	.	.	.	I
3329	<i>Poa annua</i>	I	.	.	.	.	.	.	.	I
3344	<i>Poa pratensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	I
3409	<i>Portulaca oleracea</i>	I	.	.	.	.	.	.	.	I
3415	<i>Potamogeton densus</i>	.	I	.	.	.	.	.	.	I
3427	<i>Potamogeton polygonifolius</i>	.	I	.	.	.	.	.	I	I
3435	<i>Potamogeton zizi</i>	.	I	.	.	.	.	.	I	I
3438	<i>Potentilla anserina</i>	.	.	.	.	.	.	I	.	I
3474	<i>Potentilla reptans</i>	I	.	.	.	.	.	.	.	I
3478	<i>Potentilla tormentilla</i>	I	.	.	I	I	I	.	.	I
3512	<i>Prunus spinosa</i>	.	.	.	I	I	I	.	.	I
3522	<i>Pulicaria dysenterica</i>	.	.	.	.	.	.	I	.	I
3525	<i>Pulicaria vulgaris</i>	I	.	.	.	.	.	I	.	I
3546	<i>Quercus pedunculata</i>	.	.	.	.	.	.	I	.	I
3579	<i>Ranunculus lingua</i>	.	.	.	.	.	.	I	I	I
3590	<i>Ranunculus repens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	I
3591	<i>Ranunculus sardous</i>	I	.	.	.	.	.	.	.	I
3595	<i>Ranunculus trichophyllus</i>	I	.	.	.	.	.	.	.	I
3596	<i>Ranunculus tripartitus</i>	.	I	.	.	.	.	.	I	I
3613	<i>Rhamnus frangula</i>	.	.	.	I	I	.	.	.	I
3717	<i>Rumex acetosus</i> sp.	I	.	.	.	.	.	.	.	I
3723	<i>Rumex crispus</i>	I	.	.	.	.	.	.	.	I
3735	<i>Rumex sanguineus</i>	I	.	.	.	.	.	.	.	I
3758	<i>Sagina procumbens</i>	I	.	.	.	.	.	.	.	I
3762	<i>Sagittaria sagittifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	I	I
3817	<i>Samolus valerandi</i>	I	.	.	.	.	.	I	I	I
3903	<i>Schoenus nigricans</i>	.	.	.	.	.	.	I	.	I
3925	<i>Scirpus maritimus</i>	I	.	.	.	.	.	.	I	I
3927	<i>Scirpus mucronatus</i>	.	.	.	.	.	.	I	I	I
4192	<i>Solanum nigrum</i>	I	.	.	.	.	.	.	.	I
4204	<i>Solidago virga</i>	I	.	.	.	.	.	.	.	I
4320	<i>Succisa praemorsa pratensis</i>	.	.	.	.	.	.	I	.	I
4339	<i>Tamus communis</i>	.	.	.	.	.	.	I	.	I
4365	<i>Teucrium scordium</i>	.	.	.	.	.	.	I	I	I
4447	<i>Trapa natans</i>	.	I	.	.	.	.	.	I	I
4456	<i>Trifolium arvense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	I
4500	<i>Trifolium strictum</i>	I	.	.	.	.	.	.	.	I
4554	<i>Typha latifolia</i>	.	.	.	.	.	.	I	I	I
4559	<i>Ulex europaeus</i>	.	.	.	.	.	.	I	.	I
4572	<i>Urtica dioica</i>	I	.	.	II	.	.	.	.	I
4624	<i>Verbena officinalis</i>	I	.	.	I	I	.	.	.	I
4628	<i>Veronica anagallis</i>	I	.	.	.	.	.	.	.	I
4748	<i>Vulpia myuros</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	I
4757	<i>Wolffia arrhiza</i>	.	.	I	.	I	I	.	.	I
4772	<i>Zannichellia palustris</i>	.	I	.	.	.	.	.	.	I

ANNEXE 10

Liste des unités phytosociologiques des étangs de la Brenne étudiés en 1998 et 1999

Le présent document a été réalisé à l'aide des éléments bibliographiques suivants :

- [1] AMICALE PHYTOSOCIOLOGIQUE, 1969.- Aperçu synoptique des unités phytosociologiques supérieures de la Brenne. *Bulletin de la Société Botanique Française*, 97^{ème} Session extraordinaire, 116 : 57-68.
- [2] BARDAT J., BIRET F., BOTINEAU M., BOULLET V., DELPECH R., GEHU J.M., HAURY J., LACOSTE A., RAMEAU J.C., ROYER J.M., ROUX G. & TOUFFET J., 2000.- Prodrôme des végétations de France. (à paraître) (version utilisée : 9 septembre 1999)
- [3] BAREAU H., 1982.- Contribution à l'étude phytosociologique des étangs de Dombes. Essai de synthèse des groupements aquatiques et sub-aquatiques au niveau européen. Thèse de l'université d'Orsay-Paris-Sud, tome 1, 98 p.
- [4] BAREAU H., 1982.- Contribution à l'étude phytosociologique des étangs de Dombes. Essai de synthèse des groupements aquatiques et sub-aquatiques au niveau européen. Thèse de l'université d'Orsay-Paris-Sud, tome 2 : annexes, 98 p.
- [5] BAREAU H., 1983.- Etude de quelques groupements végétaux liés aux étangs de la Dombes. *Colloques phytosociologiques X* : « Végétations aquatiques », Lille 1981 : 213-235.
- [6] CHAÏB J., 1992.- Flore et végétation des milieux aquatiques et amphibies de Haute-Normandie (Chorologie, phytosociologie, écologie, gestion). Thèse d'écologie végétale, Université de Rouen Haute-Normandie. 501 p. + annexes.
- [7] CLEMENT B., TOUFFET J., 1983.- Des éléments de la classe des Littorelletea en Bretagne. *Colloques phytosociologiques X* : « Végétations aquatiques », Lille 1981 : 295-317.
- [8] CORILLION R., 1957. Les Charophycées de France et d'Europe occidentale. *Bulletin de la Société Scientifique de Bretagne*, tome 32, fascicules hors série n°1 et 2 : 5-499.
- [9] CORILLION R., GUERLESQUIN M., 1969.- Les Charophycées de la Brenne. *Bulletin de la Société Botanique Française*, 116 : 81-102.
- [10] DE FOUCAULT B., 1988.- Les végétations herbacées bases amphibies : systématique, structuralisme, synsystématique. *Dissertationes botanicae*, J. Cramer, Berlin, Stuttgart, Band 121 : 150 p.
- [11] DE FOUCAULT B., FRILEUX P.N. & DELPECH R., 1992.- Contribution à l'étude phytosociologique des systèmes prairiaux de la Brenne. *Documents phytosociologiques*, N.S., XIV : 273-303.
- [12] DELELIS-DUSSOLIER A., 1975.- Phytosociologie des fourrés et des haies de la Brenne. *Documents phytosociologiques*, Lille 1975, 9-14 : 93-100
- [13] DELPECH R., FRILEUX P.N., 1978.- Aperçu phytosociologique sur les prairies hygrophiles de la Brenne. *Colloques phytosociologiques V* : "Les prairies humides", Lille 1976 : 51-54.
- [14] DETHIOUX M., 1981.- Les reliques du *Phragmition* en Belgique. *Colloques phytosociologiques X* : « Végétations aquatiques », Lille 1981 : 351-367.
- [15] DIERSSEN K., 1975.- Prodrômus der europäischen pflanzengesellschaften. Lieferung 2 : « *Littorelletea uniflorae* », J. Cramer, Vaduz, 149 p.
- [16] DUMONT J.M., 1981. Les végétations aquatiques et ripicoles des étangs de la moyenne Ardenne centrale et méridionale (Ardenne belge). *Colloques phytosociologiques X* : « Végétations aquatiques », Lille 1981 : 183-211.
- [17] FELZINES J.C., 1982.- Etude dynamique, sociologique et écologique de la végétation des étangs du centre est de la France. Importance de la compétition interspécifique dans l'organisation de la végétation et la

- distribution des espèces et des associations. Thèse. Université des Sciences et Techniques de Lille, 514 p.+ 5 annexes.
- [18] FELZINES J.C., 1981.- Les groupements du Potamion des étangs du Centre de la France : aspects phytosociologiques et écologiques. *Colloques phytosociologiques X* : « Végétations aquatiques », Lille 1981 : 149-169.
- [19] GEHU J.M., DE FOUCAULT B., 1988.- La végétation aquatique et amphibie des étangs de la Brenne. Originalité, problèmes de gestion et de conservation. *Colloques phytosociologiques XV* : « Phytosociologie et conservation de la nature », Strasbourg 1987 : 635-666.
- [20] GUERLESQUIN M., MERIAUX J.L., 1981.- Characées et végétations associées des milieux aquatiques du Nord de la France. *Colloques phytosociologiques X* : « Végétations aquatiques », Lille 1981 : 415-443.
- [21] JULVE P., 1983.- Les groupements de prairies humides et de bas-marais : étude régionale et essai de synthèse à l'échelle de l'Europe occidentale. Thèse à l'Université de Paris-Sud, Centre d'Orsay, 224 p.
- [22] JULVE P., 1993.- Synopsis phytosociologique de la France (communautés de plantes vasculaires). *Lejeunia*, 140, 160 p.
- [23] LAMBERT-SERVIEN E., 1995. Contribution à l'étude phytoécologique des étangs de l'Anjou et de ses proches limites. Thèse en Sciences de la Vie et de l'Environnement, Université de Rennes I, 127 p. + annexes.
- [24] MERIAUX J.L., 1978.- Etude analytique et comparative aquatique d'étangs et marais du Nord de la France (Vallée de la Sensée et bassin houiller du Nord-Pas-De-Calais). Aspects physiologique, floristique, systématique, chorologique et écologique. *Documents phytosociologiques*, N.S., Lille 1976, 3 : 1-244.
- [25] MERIAUX J.L., 1981.-Le *phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931 et les végétations à *Phalaris arundinacea* L. *Colloques phytosociologiques X* : « Végétations aquatiques », Lille 1981 : 499-511.
- [26] MERIAUX J.L., 1981.- La classe des *Phragmitetea* dans le Nord-Ouest de la France. *Colloques phytosociologiques X* : « Végétations aquatiques », Lille 1981 : 139-147.
- [27] MERIAUX J.L., 1981.- La classe des *Potametea* dans le Nord-Ouest de la France. *Colloques phytosociologiques X* : « Végétations aquatiques », Lille 1981 : 115-129.
- [28] OBERDORFER E., 1978.- Süddeutsche Pflanzengesellschaften., Fischer, Stuttgart, Teil II, 355 p.
- [29] OBERDORFER E., 1983.- Süddeutsche Pflanzengesellschaften., Fischer, Stuttgart, Teil III, 455 p.
- [30] PASSARGE H., 1964.- Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes I. *Pflanzensoziologie*, Veb Gustav Fischer Verlag, Jena, Band 13, 324 p.
- [31] PASSARGE H., 1992.- Mitteleuropäische *Potamogenetea* I. *Phytocoenologia*, Berlin, Stuttgart, 20(4) : 489-527.
- [32] PHILIPPI G., 1973.- Zur Kenntnis einiger Röhrichtgesellschaften des Oberrheingebietes. Beitr. naturk. Forsch. Südwd., Karlsruhe, Band 32, 93 p.
- [33] PHILIPPI G., 1977.-Vegetationskundliche Beobachtungen an Weihern des Stromberggebietes um Maulbronn, Karlsruhe, 44/45 : 9-50.
- [34] ROYER J.M., 1974.- Etude phytosociologique des groupements des étangs asséchés de Puisaye. *Documents phytosociologiques*, Lille 1974, 6 : 1-15, tableaux hors texte.
- [35] SCOPOLLA A., 1982.- Considérations nouvelles sur les végétations des *Lemnetea minoris* (R. Tx. 1955) em. A. Schwabe & R. Tx. 1981 et contribution à l'étude de cette classe en Italie centrale. *Documents phytosociologiques*, N.S., Camerino, 6 : 1-130.
- [36] SZMEJA J., GDYNIA, CLEMENT B., 1990.- Comparaison de la structure et du déterminisme des *Littorelletea uniflorae* en Poméranie (Pologne) et en Bretagne (France). *Phytocoenologia*, Berlin-Stuttgart, 19 : 123-148.

LEMNETEA MINORIS Tüxen ex O. Bolòs & Masclans 1955 em. Th. Müller in Oberdorfer 1977**LEMNETALIA MINORIS Tüxen ex O. Bolòs & Masclans 1955 em. Th. Müller in Oberdorfer 1977****Lemnion minoris Tüxen ex O. Bolòs & Masclans 1955 [2]**

Spirodeletum polyrhizae (Kelhofer 1915) Koch 1954 em. Müller & Schwabe 72 ap R. Tüxen 74 [6]

Lemnetum gibbae (W Koch 1954) Miyawaki & J. Tüxen 1960 [6], [19], [24], [30], [35]

Groupement à *Wolffia arrhiza*

Lemnion trisulcae Hartog & Segal 1964 em. Tüxen & Schwabe-Braun in Tüxen 1974 [2]

Groupement à *Lemna minor* [6], [24], [35]

Lemnetum trisulcae (Kelhofer 1915) Knapp & Stoffers 1962 [6], [19], [24]

Riccietum fluitantis (Slavnic 1956) em. R. Tx. 1974 [6], [24], [35]

Ricciocarpetum natantis (Segal 1963) em. R. Tx. 1974 [24], [35]

Hydrocharition morsus-ranae Rübel ex Klika in Klika & Hadac 1944 em. nov. [2]

Hydrocharitetum morsi-ranae van Langendonck 1935 [17], [30]

CHARETEA FRAGILIS F. Fukarek ex Krausch 1964**NITELLETTALIA FLEXILIS Krause 1969****Nitellion flexilis Segal ex Krause 1969 [2]**

Charetum fragiferae Corillion 1957 [9]

Nitelletum flexilis Corillion 1957 [17]

Charetum braunii Corillion 1957 [17]

Nitellion syncarpo-tenuissimae Krause 1969 [2]

Nitelletum syncarpo-tenuissimae Krause 1969 [6]

Nitelletum hyalinae Corillion 1957 [9]

Nitelletum opacae Corillion 1957 [8]

Nitelletum translucentis Corillion 1957 [17]

Nitelletum syncarpae Corillion 1957 [17], [9]

CHARETALIA HISPIDAE Sauer ex Krausch 1964**Charion fragilis Krausch 1964 [2]**

Groupement à *Chara aspera* [8]

Charetum fragilis Corillion 1957 [22], [24]

Charetum hispidae Corillion 1957 [6]

Groupement à *Chara connivens*

Charion vulgaris (Krause ex Krause & Lang 1977) Krause 1981 [2]

Charetum vulgaris Corillion 1957 [6], [21], [24]

POTAMETEA PECTINATI Klika in Klika & Novák 1941**POTAMETALIA PECTINATI W. Koch ex Oberd. 1957****Nymphaeion albae Oberdorfer 1957 [2]**

Nymphoidetum peltatae (All. 1922) Oberd. & Müll. 1960 [3], [4], [5], [6], [19]

Nymphaeetum albae Vollmar 1947 em. Oberd. 1957 [17], [19]

Nupharetum luteae Koch 1926 [6], [17], [30]

Polygonetum amphibii (Soo 1927) Eggler 1933 [17]

Trapetum natantis Müller & Görs 1960 [3], [4], [5], [17]

Potamion pectinati (W. Koch 1926) Libbert 1931 [2]

Potametum lucentis Hueck 1931 [3], [4], [5], [6], [17], [18], [19], [24]

Potametum trichoidis Freitag & al. 1958 [17], [18], [24]

Potametum obtusifolii (Sauer 1937) Carstensen 1954 [17], [18], [24]
Utricularietum neglectae Müller & Görs 1960 [17], [19], [24]
Potametum natantis Soo 1927 [6], [17]
Ceratophylletum demersi Hild 1956 [6], [17], [18]
Potametum pectinato-perfoliati Den Hartog & Segal 1964 [5], [19]
Potamo-Naiadetum marinae Horvatic & Micev 1963 [3], [4], [17], [18], [19]
Hottonietum palustris Tüxen 1937 ex Roll 1940 [6], [17], [24], [31]
Myriophylletum verticillati Lemée 1937 [6], [18], [31]
 Groupement à *Elodea canadensis* [27]
 Groupement à *Elodea nuttallii* [27]
 Groupement à *Potamogeton nodosus* [17]
 Groupement à *Potamogeton acutifolius*
 Groupement à *Potamogeton pusillus* [24]
Myriophylletum spicati Soo 1927 [17], [18]

***Potamion polygonifolii* Hartog & Segal 1964 em. Boulet & Haury hoc loco [2]**
Myriophylletum alterniflori Lemée 1937 em. Siss. 1943 [18], [19]
Potametum graminei (Corillion 1957) Tüxen 1975 [17], [18]

***Ranunculion aquatilis* Passarge 1964 [2]**
Ranunculetum aquatilis (Sauer 1945) Géhu 1961 [6], [24], [31]
Ranunculetum peltati Sauer 1945 [6], [17]
 Groupement à *Ranunculus circinatus* [6], [24]
 Groupement à *Ranunculus tripartitus*
 Groupement à *Callitriche brutia*
 Groupement à *Callitriche platycarpa*

GLYCERIO FLUITANTIS-NASTURTIETEA OFFICINALIS Géhu & Géhu-Franck 1987

NASTURTIO OFFICINALIS-GLYCERIETALIA FLUITANTIS Pignatti 1953

***Glycerio fluitantis-Sparganion neglecti* Braun-Blanq. & Sissingh in Boer 1942 em. Segal in Westhoff & den Held 1969 [2]**

Glycerietum fluitantis (Br.-Bl. 1925) Wilzek 1935 [6], [17], [28], [32]
Sparganietum simplicis Tüxen 1958 [17]
Leersietum oryzoidis (Krause in Tüxen 1955) Passarge 1957 [28]

LITTORELLETEA UNIFLORAE Braun-Blanq. & Tüxen ex V. Westh., Dijk & Passchier 1946

LITTORELLETALIA UNIFLORAE W. Koch 1926

***Elodo palustris-Sparganion* Braun-Blanq. & Tüxen 1943 in Oberd. 1957 [2]**

Groupement à *Littorella uniflora* [7]
Pilularietum globuliferae Tüxen 1955 ex Müller & Görs 1960 [15], [19]
Eleocharitetum multicaulis (All. 1922) R. Tx. 1937 [15], [19], [36]
Littorello-Isoetetum tenuissimae (All. & Gaume 1931) ass. nov. [19]
 Groupement à *Juncus heterophyllus* [23]
 Groupement à *Juncus bulbosus* [7], [23], [36]
Scirpetum fluitantis (Allorge 1922) Lemée 1937 [17], [19]
 Groupement à *Apium inundatum* [6], [7]

***Eleocharition acicularis* Pietsch 1967 em. Dierssen 1975 [2]**

Eleocharitetum acicularis (Baumann 1911) Koch 1926 [15], [17], [19], [24], [33], [36]

ISOETO DURIEUI-JUNCETEA BUFONII Braun-Blanq. & Tüxen ex V. West., Dijk & Paschier 1946

ISOETETALIA DURIEUI Braun-Blanq. 1936 em. Rivas Goday 1970

Cicendion filiformis (Rivas Goday in Rivas Goday & Borja 1961) Braun-Blanq. 1967 [2]

Groupement à *Gypsophylla muralis*

Gnaphalo luteo albi-Exaculetum pusilli (Royer 1973) de Foucault 1988 [10]

ELATINO-TRIANDRAE-CYPERETALIA FUSCI de Foucault 1988 [10]

Eleatino triandrae-Eleochariton ovatae (W. Pietsch & Müll.-Stoll 1968) Pietsch 1969 [2]

Groupement à *Eleocharis ovata* [23]

Groupement à *Juncus bufonius* (Passarge 64) Philippi 68

Elatinum hexandrae Corillion 1957 n. nov. [17]

Cypero-Limoselletum aquaticae (Oberd. 1957) Korneck 1960 [10], [19], [34]

NANOCYPERETALIA FLAVESCENTIS Klika 1935 em. de Foucault 1988 [2], [10]

Nanocyperion flavescens W. Koch ex Libbert 1932

Groupement à *Cyperus fuscus* [33]

BIDENTETEA TRIPARTITAE Tüxen, W. Lohmeyer & Preising in Tüxen 1950

BIDENTETALIA TRIPARTITAE Braun-Blanq. & Tüxen ex Klika in Klika & Hadac 1944

Bidention tripartitae Nordh. 1940 em. Tüxen in Poli & J. Tüxen 1960 [2]

Ranunculo scelereti-Rumicetum maritimi Sissingh (1946) 1966 [22]

Ranunculetum scelereti Sissingh in R. Tüxen 50 em. Passarge 1959 [6]

Polygono hydropiperis-Bidentetum tripartitae Lohmeyer in Tüxen 1950 [29]

Bidentetum tripartitae Koch 1926

Alopecuretum aequalis (Soo 1927) Runge 1966 [6], [29]

Rumicetum palustris (Timar 1950) Fischer 1978 [29]

Groupement à *Bidens cernua* [6]

Chenopodion rubri (Tüxen ex Poli & J. Tüxen 1960) Kopecký 1969

Chenopodio polyspermi var. *acutifolium-Corrigioletum littoralis* (Malcuit 1929) Hüllbusch & Tüxen in Tüxen 1979 [21]

PHRAGMITI AUSTRALIS-CARICETEA ELATAE Klika in Klika & V. Novák 1941

PHRAGMITETALIA AUSTRALIS W. Koch em. Pignatti 1954

Phragmition communis W. Koch 1926 [2]

Phragmitetum communis Schmale 1939 [6], [14], [19], [28], [33]

Groupement à *Phalaris arundinacea* [6], [16], [25]

Sparganietum erecti Roll 1938 [6], [14], [17]

Scirpetum maritimi (Braun-Blanquet 1931) Tüxen 1937 [28]

Scirpetum lacustris (Allorge 1922) Schmale 1939 [6], [19], [33]

Typhaetum angustifoliae (Soo 1927) Pign. 1953 [6], [19], [28]

Groupement à *Juncus effusus* [23]

Groupement à *Eleocharis palustris* [16], [23], [26]

Groupement à *Iris pseudacorus* [6], [26]

Oenanthion aquaticae Heijny ex Neuhäusl 1959 [2]

Sagittario-Sparganietum simplicis R. Tx. 1953 [6], [19]

Groupement à *Oenanthe aquatica*

Oenanthro-Rorripetum Lohmeyer 1950 [6], [17], [19]

Glycerietum maximae Hueck 1931 [6], [14], [17], [28], [32]

MAGNOCARICETALIA ELATAE Pignatti 1953

Caricion rostratae Balatova-Tulackova 1963 [2]

Equisetum fluviatilis Steffen 1931 [14], [17], [21]
Caricetum elatae Koch 1926 [6], [17], [19], [28]
Caricetum vesicariae Braun-Blanquet & Denis 1926 [6], [16], [19], [21], [26], [28]
Cladietum marisci (Allorge 1922) Zolbrist 1935 [6], [19], [28]

***Caricion gracilis* Neuhäusl 1959 em. Bal.-Tul. 1963 [2]**

Caricetum ripariae Knapp & Stoffers 1962 [6], [17], [19], [26]

***Cicution virosae* Heijny ex V. Westh. & den Held 1969 [2]**

Thelypterido palustris-Phagmitetum australis Kuiper 57 em. Segal & Westhoff in Westhoff & den Held 1969 [6], [19]

MOLINIO CAERULEAE-JUNCETEA Braun-Blanq. ex O. Bolòs 1950

MOLINIETALIA CAERULEAE W. Koch 1926

Juncion acutiflori Braun-Blanq. in Braun-Blanq. & Tüxen 1952 corr. ? [1], [6], [13], [21]

Molinion caeruleae W. Koch 1926

SCHEUCHZERIO PALUSTRIS-CARICETEA FUSCAE Tüxen 1937

SCHEUCHZERIETALIA PALUSTRIS Nordh. 1936 [1], [2]

Caricion lasiocarpae Vanden Berghen in Lebrun, Noirfalise, Heinemann & Vanden Berghen 1949 [2], [21]

CARICETALIA DAVALLIANAE Braun-Blanq. 1949

Hydrocotylo vulgaris-Schoenion nigricantis de Foucault 1984 [10]

AGROSTIETEA STOLONIFERAE Oberd. ex Görs 1968

AGROSTIETALIA STOLONIFERAE Oberd. in Oberd., Görs, Korneck, W. Lohmeyer, Th. Müll., G. Phil. & P. Seibert 1967 em. de Foucault 1984

Mentho longifoliae-Juncion inflexi de Foucault 1984 [10], [11]

Pulicario-Juncetum inflexi de Foucault 84

ALNETEA GLUTINOSAE Braun-Blanq. & Tüxen ex V. Westh., Dijk & Passchier 1946 [1]

SALICETALIA AURITAE Doing ex V. Westh. 1969

Salicion cinereae Th. Müll. & Görs 1958 [1]

Alnion glutinosae (Malcuit 1929) Meijer Drees 1936 [1], [12]

Code étang	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

LEMNETEA MINORIS Tüxen ex O. Bolos & Masclans 1955 em. Th. Müller in Oberd. 1977	X	X		X	X	X	X		X	X	X		X		X	
LEMNETALIA MINORIS Tüxen ex O. Bolos & Masclans 1955 em. Th. Müller Oberd. 1977	X	X		X	X	X	X		X	X	X		X		X	
Lemnion minoris Tüxen ex O. Bolos & Masclans 1955				X	X						X					
<i>Lemnetum gibbae</i> (W Koch 1954) Miyawaki & J. Tüxen 1960					X						X					
Groupement à <i>Wolffia arrhiza</i>				X									X			
Lemnion trisulcae Hartog & Segal 1964 em. Tüxen & Schwabe-Braun in Tüxen 1974				X					X				X		X	
Groupement à <i>Lemna minor</i>	X			X					X							
<i>Lemnetum trisulcae</i> (Kelhofer 1915) Knapp & Stoffers 1962									X							X
<i>Riccietum fluitantis</i> (Slavnic 1956) em. R. tx. 1974																X
<i>Ricciocarpetum natantis</i> (Segal 1963) em R. Tx. 1974													X			
Hydrocharitum morsus-ranae Rübel 33		X		X		X	X	X	X	X						

CHARETEA FRAGILIS F. Fukarek ex Krausch 1964	X	X				X		X		X	X	X	X		X	X
NITELLETTALIA FLEXILIS Krause 1969	X	X				X		X			X	X				
Nitellion flexilis Segal ex Krause 1969	X					X					X	X				
<i>Charetum fragiferae</i> Corillion 1957						X						X				
<i>Nitelletum flexilis</i> Corillion 1957						X										
<i>Charetum braunii</i> Corillion 1957		X				X					X					
Nitellion syncarpo-tenuissimae Krause 69	X	X				X		X			X	X	X		X	
<i>Nitelletum syncarpo-tenuissimae</i> Krause 1969																
<i>Nitelletum hyalinae</i> Corillion 1957						X										
<i>Nitelletum translucentis</i> Corillion 1957								X								X
<i>Nitelletum opacae</i> Corillion 1957		X	X			X		X			X					
<i>Nitelletum syncarpae</i> Corillion 1957		X						X				X	X			
Charion fragilis Krausch 1964										X						
<i>Charetum asperae</i> Corillion 1957										X						
<i>Charetum hispidae</i> Corillion 1957										X						
<i>Charetum fragilis</i> Corillion 1957		X	X							X						X

GLYCERIO FLUITANTIS-NASTURTIETEA OFFICINALIS Géhu & Géhu-Franck 1987	X		X			X			X	X		X	X	X		X	X	X		X	X	X	X
NASTURTIO OFFICINALIS-GLYCERIETALIA FLUITANTIS Pignatti 1953	X		X			X			X	X		X	X	X		X	X	X		X	X	X	X
Glycerio fluitantis-Sparganion neglecti Braun-Blanq. & Sissingh in Boer 1942 em. Segal in Westhoff & den Held 1969	X		X			X			X	X		X	X	X		X	X	X		X	X	X	X
<i>Glycerietum fluitantis</i> (Br.-Bl. 1925) Wilzek 1935			X			X			X	X		X	X		X	X				X			X
<i>Sparganietum simplicis</i> Tüxen 1958	X	X						X			X		X		X		X			X			X
<i>Leersietum oryzoidis</i> (Krause in Tüxen 1955) Passarge 1957			X						X														X

Code étang	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

POTAMETEA PECTINATI Klika in Klika & Novák 1941	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
POTAMETALIA PECTINATI W. Koch ex Oberd. 1957	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Nymphaeion albae Oberdorfer 1957		X	X		X			X	X	X		X		X		X
<i>Nymphoidetum peltatae</i> (All. 1922) Oberd. & Müll. 1960					X				X							
<i>Nymphaetum albae</i> Vollmar 1947 em. Oberd. 1957		X						X	X			X		X		X
<i>Nupharetum luteae</i> Koch 1926					X		X	X	X		X				X	
<i>Polygonetum amphibii</i> (Soo 1927) Egger 1933			X				X									X
<i>Trapetum natantis</i> Müller & Görs 1960							X									
Potamion pectinati (W. Koch 1926) Libbert 1931	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Potametum lucentis</i> Hueck 1931		X	X	X						X			X		X	
<i>Potametum trichoidis</i> Freitag & al. 1958	X	X		X	X											X
<i>Potametum obtusifolii</i> (Sauer 1937) Carstensen 1954						X										
<i>Utricularietum neglectae</i> Muller & Görs 1960		X		X		X	X	X	X		X	X				X
<i>Potametum natans</i> Soo 27							X									
<i>Ceratophylletum demers</i> Hild 1956	X		X		X		X							X	X	X
<i>Potametum pectinato-perfoliati</i> Den Hartog & Segal 1964																
<i>Potamo-Naiadetum marinae</i> Horvatic & Micev 1963	X		X	X						X	X			X		X
<i>Hottonietum palustris</i> Tüxen 1937 ex Roll 1940							X									
<i>Myriophylletum verticillati</i> Lemée 1937		X				X		X								
<i>Potametum graminei</i> (Corillion 1957) Tüxen 1975								X			X	X	X		X	
Groupement à <i>Elodea canadensis</i>		X			X											
Groupement à <i>Elodea nuttallii</i>																
Groupement à <i>Potamogeton nodosus</i>							X		X	X		X				
Groupement à <i>Potamogeton acutifolius</i>		X											X			X

Groupement à *Potamogeton pusillus*

Myriophylletum spicati Soo 1927

***Potamion polygonifolii* Hartog & Segal 1964 em. Boulet & Haury hoc loco**

Myriophylletum alterniflor Lemée 1937 em. Siss. 1943

***Ranunculion aquatilis* Passarge 1964**

Ranunculetum aquatilis (Sauer 1945) Géhu 1961

Ranunculetum peltatus Sauer 1945

Groupement à *Ranunculus circinatus*

Groupements à *Callitriche brutia* et à *C. platycarpa*

GLYCERIO FLUITANTIS-NASTURTIETEA OFFICINALIS Géhu & Géhu-Franck 1987

NASTURTIO OFFICINALIS-GLYCERIETALIA FLUITANTIS Pignatti 1953

***Glycerio fluitantis-Sparganion neglecti* Braun-Blanq. & Sissingh in Boer 1942 em. Segal in Westhoff & den Held 1969**

Glycerietum fluitantis (Br.-Bl. 1925) Wilzek 1935

Sparganietum simplicis Tüxen 1958

Leersietum oryzoidis (Krause in Tüxen 1955) Passarge 1957

			X		X	X	X			X
	X							X		
	X	X		X					X	
	X	X		X				X	X	X

X	X	X	X	X		X		X	X	X
X	X	X	X	X		X		X	X	X
X	X	X	X	X		X		X	X	X
X	X		X	X		X		X		
		X							X	X
				X						

Code étang	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
LITTORELLETEA UNIFLORAE Braun-Blanq. & Tüxen ex V. Westh., Dijk & Passchier 1946	X	X			X	X	X	X			X	X	X		X	
LITTORELLETALIA UNIFLORAE W. Koch 1926	X	X			X	X	X	X			X	X	X		X	
<u>Elodo palustris-Sparganium</u> Braun-Blanq. & Tüxen 1943 in Oberd.1957	X	X			X	X	X	X			X	X	X		X	
Groupement à <i>Littorella uniflora</i>											X	X			X	
<i>Pilularietum globuliferae</i> Tüxen 1955 ex Müller & Görs 1960		X			X	X						X	X		X	
<i>Eleocharitetum multicaulis</i> (All. 1922) R. Tx. 1937															X	
<i>Littorello-Isoetum tenuissimae</i> (All. et Gaume 1931) ass. nov.												X				
Groupement à <i>Juncus bulbosus</i>		x				x						x	x			
<i>Scirpetum fluitantis</i> (Allorge 1922) Lemée 1937		x					x					X	X		X	
Groupement à <i>Apium inundatum</i>																
<u>Eleocharition acicularis</u> Pietsch 1967 em. Dierssen 1975		X		X	X	X	X	X			X		X		X	
<i>Eleocharitetum acicularis</i> (Baumann 1911) Koch 1926		X			X	X	X	X			X		X		X	
ISOETO DURIEUI-JUNCETEA BUFONII Braun-Blanq. & Tüxen ex West., Dijk et Paschier 1946					X						X	X				
ISOETETALIA DURIEUI Braun-Blanq. 1936 em. Rivas Goday 1970					X							X				
<u>Cicendion tuitormis</u> (Rivas Goday in Rivas Goday & Borja 1961) Braun-Blanq. 1967					X											
ELATINO-TRIANDRAE-CYPERETALIA FUSCI De Foucault 1988					X						X					
<u>Eleatino triandrae-Eleocharition ovatae</u> (W. Pietsch & Müll.-Stoll 1968) Pietsch 1969					X						X					
<i>Elatinum hexandrae</i> Corillon 1957 n. nov.				X		X										
BIDENTETEA TRIPARTITAE Tüxen, W. Lohmeyer & Preisling in Tüxen 1950					X				X							
BIDENTETALIA TRIPARTITAE Braun-Blanq. & Tüxen ex Klika in Klika & Hadac 1944					X				X							
<u>Bidention tripartitae</u> Nordhagen 1940 em. Tüxen in Poli & J. Tüxen 1960					X				X							

Code étang	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	a
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

PHRAGMITI AUSTRALIS-CARICETEA ELATAE Klika in Klika & V. Novák 1941

PHRAGMITETALIA AUSTRALIS W. Koch em. Pignatti 1954

Phragmites communis W. Koch 1926

Phragmites communis Schmale 1939

Groupement à *Phalaris arundinacea*

Sparganium erectum Roll 38

Scirpus maritimi (Braun-Blanquet 1931) Tüxen 1937

Scirpus lacustris (Allorge 1922) Schmale 1939

Typha angustifolia (Soo 1927) Pign. 1953

Groupement à *Juncus effusus*

Groupement à *Eleocharis palustris*

Groupement à *Iris pseudacorus*

***Oenanthe aquatica* Hejny ex Neuhäusl 1959**

Groupement à *Oenanthe aquatica*

Oenanthe-Rorripetum Lohmeyer 1950

Glycerium maxime Hueck 1931

MAGNOCARICETALIA ELATAE Pignatti 1953

***Caricium rostratum* Balatova-Tulackova 1963**

Equisetum fluviatile Steffen 1931

Caricium elatum Koch 1926

Caricium vesicariae Braun-Blanquet & Denis 1926

Cladium mariscus (Allorge 1922) Zolbrist 1935

Groupement à *Ranunculus lingua*

***Caricium gracile* Neuhäusl 1959 em. Bal.-Tul. 1963**

Caricium ripariae Knapp & Stoffers 1962

***Cicution virosa* Hejny ex V. Westh. & den Held 1969**

Thelypteris palustris-Phragmites australis Kuiper 57 em. Segal & Westhoff in Westhoff & den Held 1969

X

Code étang	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	a	b	c	d
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

MOLINIO CAERULEAE-JUNCETEA Braun-Blanq. ex O. Bolòs 1950

Molinetalia caeruleae W. Koch 1926	X	X				X	X	X	X		X				X	X					X	X									
Molinetalia caeruleae W. Koch 1926	X	X				X	X	X							X	X					X	X									
<u>Juncion acutiflori</u> Braun-Blanquet	X	X				X	X	X	X						X	X					X	X									

MENYANTHO TRIFOLIATAE-CARICETALIA LASIOCARPAE

MOLINIO CAERULEAE- CARICETALIA DAVALLIANAЕ (Julve 83) De Foucault 84

Hydrocotylo vulgaris-Schoenion nigricantis De Foucault 84 em. Julve 89

X

X

X

AGROSTIENEA STOLONIFERAЕ Oberd. ex Görs 1968

LOTO ULIGINOSI-CARDAMINENALIA PRATENSIS Julve nov.

Mentho longifoliae-Juncion inflexi de Foucault 1984

ELEOCHARETALIA PALUSTRIS De Foucault 84

MENTHO PULEGII-ELEOCHARENALIA PALUSTRIS Julve nov.

Ranunculo sardo-Plantaginon majoris ssp. intermedia Julve nov.

Plantigini-majoris-Menthetum pulegii de Foucault 84

X

X X X

X

X

X X X

X X X

X

X X

X

X

X

X

X

Code étang	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

CARICETEA NIGRAE Den Held & Westhoff in Westhoff & Den Held 69 em. De Foucault 84

MOLINIO CAERULEAE-CARICENEA NIGRAE (Julve 83) De Foucault 84

JUNCO ACUTIFLORI-CARICETALIA NIGRAE (P. DUVIGNEAUD 49)

JULVE 83

Juncion acutiflori Braun-Blanquet

Caro-verticillati-Juncenion acutiflori De Foucault & Gehu 80

Cirsio dissecti-Scorzoneretum humilis De Foucault & Philippe 89

MENYANTHO TRIFOLIATAE-CARICETALIA LASIOCARPAE

MOLINIO CAERULEAE- CARICETALIA DAVALLIANAЕ (Julve 83) De Foucault 84

Hydrocotylo vulgaris-Schoenion nigricantis De Foucault 84 em. Julve 89

X

X X

X X X

X

X X

X X

X

X X

X X

X

X X

X

X

X

X

ANNEXE 12

Liste floristique des étangs de la Brenne étudiés en 1998 et 1999

263 taxons dont 237 Phanérogames, 16 Charophytes, 5 Bryophytes et 5 Ptéridophytes.

*Nomenclature d'après Lambinon et al. (1978) pour les Phanérogames et Ptéridophytes,
Corillion (1975) pour les Charophytes et Smith (1978, 1990) pour les Bryophytes.*

CHAROPHYTES

Characeae

<i>Chara aspera</i>	HT	
<i>Chara connivens</i>	HT	
<i>Chara fragifera</i>	HT	IP
<i>Chara fragilis</i>	HT	
<i>Chara hispida</i>	HT	IP
<i>Chara vulgaris</i>	HT	
<i>Chara major</i>	HT	IP
<i>Charopsis braunii</i>	HT	IP
<i>Nitella flexilis</i>	HT	
<i>Nitella hyalina</i>	HT	IP
<i>Nitella opaca</i>	HT	
<i>Nitella translucens</i>	HT	
<i>Nitella confervacea</i>	HT	
<i>Nitella syncarpa</i>	HT	IP
<i>Nitella tenuissima</i>	HT	IP
<i>Nitellopsis obtusa</i>	HT	IP

PTERIDOPHYTES

Equisetaceae

<i>Equisetum fluviatile</i>	T, He
<i>Equisetum palustre</i>	T, He

Isoetaceae

<i>Isoetes tenuissima</i>	HP	N1, LR
---------------------------	----	--------

Thelypteridaceae

<i>Thelypteris palustris</i>	T, He
------------------------------	-------

Marsileaceae

<i>Pilularia globulifera</i>	HP	N1, LR
------------------------------	----	--------

PHANEROPHYTES

Angiospermes Dicotylédones

Nymphaeaceae

<i>Nuphar lutea</i>	HI
<i>Nymphaea alba</i>	HI

Ceratophyllaceae

<i>Ceratophyllum demersum</i>	HT
-------------------------------	----

BRYOPHYTES

Ricciaceae

<i>Ricciocarpos natans</i>	HT	IP
<i>Riccia fluitans</i>	HT	

Amblystegiaceae

<i>Amblystegium riparium</i>	HT
<i>Calliergonella cuspidata</i>	HP

Dicranaceae

<i>Campylopus introflexus</i>	T
-------------------------------	---

Ranunculaceae

<i>Ranunculus acer</i>	T	
<i>Ranunculus aquatilis</i>	HI	
<i>Ranunculus circinatus</i>	HI	
<i>Ranunculus flammula</i>	T	
<i>Ranunculus lingua</i>	T, He	N1, LR
<i>Ranunculus peltatus</i>	HI	
<i>Ranunculus repens</i>	T	

<i>Ranunculus sardous</i>	T	
<i>Ranunculus sceleratus</i>	T	IP
<i>Ranunculus tripartitus</i>	HI	IP
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	HI	
<i>Thalictrum flavum</i>	T (He)	R

Urticaceae

<i>Urtica dioica</i>	T	
----------------------	---	--

Betulaceae

<i>Corylus avellana</i>	T	
-------------------------	---	--

Caryophyllaceae

<i>Corrigiola litoralis</i>	T	
<i>Cucubalus baccifer</i>	T	IP
<i>Gypsophila muralis</i>	T	IP
<i>Herniaria glabra</i>	T	
<i>Illecebrum verticillatum</i>	T	IP
<i>Sagina procumbens</i>	T	
<i>Spergularia rubra</i>	T	

Portulacaceae

<i>Portulaca oleraceae</i>	T	
----------------------------	---	--

Chenopodiaceae

<i>Atriplex hastata</i>	T	
<i>Atriplex patula</i>	T	
<i>Chenopodium polyspermum</i>	T	
<i>Chenopodium rubrum</i>	T	IP

Amaranthaceae

<i>Amaranthus lividus</i>	T	
---------------------------	---	--

Polygonaceae

<i>Polygonum amphibium</i>	HP, He	
<i>Polygonum aviculare</i>	T	
<i>Polygonum hydropiper</i>	T	
<i>Polygonum lapathifolium</i>	T	
<i>Polygonum minus</i>	T	IP
<i>Polygonum persicaria</i>	T	
<i>Rumex conglomeratus</i>	T	
<i>Rumex crispus</i>	T	
<i>Rumex hydrolapathum</i>	T, He	IP
<i>Rumex maritimus</i>	T	IP
<i>Rumex palustris</i>	T	IP
<i>Rumex sanguineus</i>	T	

Hypericaceae

<i>Hypericum elodes</i>	HP (He)	IP
-------------------------	---------	----

Elatinaceae

<i>Elatine alsinastrum</i>	HP	IP
<i>Elatine hexandra</i>	HP	IP
<i>Elatine hydropiper</i>	HP	IP

Salicaceae

<i>Salix atrocinerea</i>	T	
<i>Salix aurita</i>	T	IP
<i>Salix cinerea</i>	T	

Brassicaceae

<i>Cardamine parviflora</i>	T	IP
<i>Rorippa amphibia</i>	HP (He)	
<i>Rorippa islandica</i>	T	

Ericaceae

<i>Calluna vulgaris</i>	T	
<i>Erica scoparia</i>	T	
<i>Erica tetralix</i>	T	IP

Primulaceae

<i>Anagallis tenella</i>	T	IP
<i>Hottonia palustris</i>	HI	R
<i>Lysimachia nummularia</i>	T	
<i>Lysimachia vulgaris</i>	T, He	
<i>Samolus valerandi</i>	T	R

Rosaceae

<i>Potentilla anserina</i>	T (He)	
<i>Potentilla erecta</i>	T	
<i>Potentilla reptans</i>	T	
<i>Potentilla supina</i>	T	R

Amygdalaceae

<i>Prunus spinosa</i>	T	
-----------------------	---	--

Fabaceae

<i>Genista tinctoria</i>	T	
<i>Lotus corniculatus</i>	T	
<i>Lotus hispidus</i>	T	
<i>Lotus tenuis</i>	T	
<i>Lotus uliginosus</i>	T (He)	
<i>Ornithopus perpusillus</i>	T	
<i>Trifolium arvense</i>	T	
<i>Trifolium repens</i>	T	
<i>Trifolium strictum</i>	T	IP
<i>Ulex europaeus</i>	T	
<i>Ulex minor</i>	T	

Haloragaceae

<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	HI	IP
<i>Myriophyllum spicatum</i>	HI	
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	HP	IP

Lythraceae

<i>Lythrum hyssopifolia</i>	T	
<i>Lythrum portula</i>	T	
<i>Lythrum salicaria</i>	T, He	

Trapaceae*Trapa natans* HT LR, IP**Onagraceae***Epilobium palustre* T, He IP*Epilobium parviflorum* T*Ludwigia palustris* T, HP IP**Rhamnaceae***Rhamnus frangula* T**Gentianaceae***Exaculum pusillum* T IP**Apiaceae***Apium inundatum* HP IP*Carum verticillatum* T*Hydrocotyle vulgaris* T, He*Oenanthe aquatica* HP (He)*Oenanthe fistulosa* T (He)**Solanaceae***Solanum dulcamara* T, He*Solanum nigrum* T**Convolvulaceae***Calystegia sepium* T (He)**Menyanthaceae***Nymphoides peltata* HI R**Boraginaceae***Myosotis scorpioides* T (He)**Verbenaceae***Verbena officinalis* T**Lamiaceae***Lycopus europaeus* T, He*Mentha aquatica* T (He)*Mentha arvensis* T*Mentha pulegium* T*Mentha suaveolens* T*Prunella vulgaris* T*Scutellaria galericulata* T, He*Teucrium scordium* T R**Callitrichaceae***Callitriche brutia* HI IP*Callitriche hamulata* HI IP*Callitriche palustris* HI*Callitriche platycarpa* HI**Plantaginaceae***Littorella uniflora* HP N2*Plantago arenaria* T IP*Plantago lanceolata* T*Plantago major* T**Scrophulariaceae***Gratiola officinalis* T, He N2, LR*Limosella aquatica* T R*Veronica anagallis* T*Veronica scutellata* T (He)**Lentibulariaceae***Utricularia australis* HT IP*Utricularia minor* HT R**Rubiaceae***Galium palustre* T, He*Galium debile* T, He IP**Dipsacaceae***Succisa pratensis* T**Asteraceae***Achillea ptarmica* T (He)*Bidens cernua* T IP*Bidens frondosa* T*Bidens radiata* T IP*Bidens tripartita* T*Centaureum erythraea* T*Cirsium arvense* T*Cirsium dissectum* T (He)*Cirsium palustre* T*Conyza canadensis* T*Eupatorium cannabinum* T (He)*Gnaphalium luteoalbum* T*Gnaphalium uliginosum* T*Hypochoeris radicata* T*Leontodon taraxacoides* T*Pulicaria dysenterica* T (He)*Pulicaria vulgaris* T N1, LR*Solidago virgaurea* T

Monocotylédones

Butomaceae

Butomus umbellatus T, He

Alismataceae

Alisma gramineum HP (He) N2, LR
Alisma lanceolatum HP (He)
Alisma plantago-aquatica HP (He)
Baldellia ranunculoides T, HP
Baldellia ranunculoides subsp. *repens* T, HP IP
Caldesia parnassifolia HI, HP N1, LR, HIII-IV
Damasonium alisma HI, HP N1, LR
Luronium natans HI HIII-IV, LR, IP
Sagittaria sagittifolia HP (He) IP

Hydrocharitaceae

Elodea canadensis HI, HT
Elodea nuttallii HI, HT
Hydrocharis morsus ranae HT IP

Najadaceae

Najas marina HT IP
Najas minor HT IP

Potamogetonaceae

Groenlandia densa HT
Potamogeton acutifolius HT IP, LR
Potamogeton crispus HT
Potamogeton nodosus HI
Potamogeton gramineus HI
Potamogeton lucens HI
Potamogeton natans HI
Potamogeton obtusifolius HT IP
Potamogeton pectinatus HT
Potamogeton perfoliatus HT
Potamogeton polygonifolius HI IP
Potamogeton pusillus HT
Potamogeton trichoides HT IP
Potamogeton zizii HT

Juncaceae

Juncus acutiflorus T
Juncus articulatus T
Juncus bufonius T
Juncus bulbosus HP
Juncus conglomeratus T
Juncus effusus T
Juncus heterophyllus HP R
Juncus inflexus T
Juncus pygmaeus T IP
Juncus tenageia T

Cyperaceae

Carex bohemica T R

Carex elata T
Carex flava T
Carex lasiocarpa T R
Carex otrubae T
Carex ovalis T
Carex panicea T
Carex pseudocyperus T
Carex riparia T
Carex serotina T IP
Carex vesicaria T
Cladium mariscus T (He) R
Cyperus fuscus T
Cyperus flavescens T IP
Cyperus michelianus T IP
Eleocharis ovata T IP
Eleocharis palustris T, He
Eleocharis acicularis HP
Eleocharis multicaulis T IP
Schoenus nigricans T R
Scirpus fluitans HP IP
Scirpus lacustris HP, He
Scirpus maritimus T, He
Scirpus triqueter (mucronatus) T, He R
Scirpus setaceus T (He)
Scirpus (schoenoplectus) supinus T IP

Poaceae

Agrostis canina T
Agrostis stolonifera T
Alopecurus aequalis T
Alopecurus geniculatus T
Cynodon dactylon T
Cynosurus cristatus T
Echinochloa crus-galli T
Glyceria declinata T
Glyceria fluitans T, HP
Glyceria maxima T, He, (HP) IP
Holcus lanatus T
Leersia oryzoides T, He IP
Lolium perenne T
Molinia caerulea T
Panicum capillare T
Phalaris arundinacea T
Phragmites australis T, He
Poa annua T
Poa pratensis T
Vulpia unilateralis T

Zannichelliaceae

Zannichellia palustris HT

Sparganiaceae

Sparganium erectum T, HP, He
Sparganium emersum T, HP, He IP

Typhaceae

Typha angustifolia T, He
Typha latifolia T, He

Lemnaceae

Lemna gibba HT
Lemna minor HT
Lemna trisulca HT
Spirodela polyrhiza HT
Wolffia arrhiza HT IP

Iridaceae

Iris pseudacorus T, He

Dioscoreaceae

Tamus communis T

Légende des indications de l'écologie des plantes par rapport à l'eau :

HT : Hydrophyte totale

HP : Hydrophyte partielle ou amphiphyte

HI : Hydrophyte intermédiaire

He : Hélophyte (type biologique)

(He) : Hélophyte facultative (géophyte) ou limite (hémicryptophyte)

T : Plante terrestre

Légende des statuts de protection (d'après Plat et Terrisse 1991 ; Plat *et al.* 1993)

IP : espèces d'**Intérêt Particulier**, à savoir :

- espèces à populations globalement faibles au niveau régional et/ou national,
- espèces sténoéciques, liées à des biotopes particuliers, fragiles ou éphémères,
- espèces à fort intérêt biogéographique (en limite d'aire, à aire disjointe ou réduite),
- espèces en fort déclin.

R : espèces protégées en **Région Centre** (arrêté du 12 mai 1993)

N1-N2 : espèces protégées en **France** (arrêté du 20/01/1982 modifié le 31/08/1995)

LR : espèces inscrites au **Livre Rouge** de la flore menacée de France

HII-HIV : espèces inscrites en annexe 2 ou 4 de la **directive CEE 92/43**, dite "Directive-Habitats"

ANNEXE 13

Tableaux phytosociologiques analytiques

	Page
Tableau Ia. <i>LEMNETALIA MINORIS</i> Tüxen ex Bolos & Masclans 1955 em. Th. Müller in Oberd. 1977.....	353
Tableau IIa. <i>Nitellion flexilis</i> Segal ex Krause 1969	354
Tableau IIb. <i>Nitellion syncarpo-tenuissimae</i> Krause 1969.....	355
Tableau IIc. <i>Charetalia hispidae</i> Sauer ex Krausch 1964.....	356
Tableau IIIa. <i>Nymphoidetum peltatae</i> (All. 1922) Oberd. & Müll. 19.....	357
Tableau IIIb. <i>Nymphaetum albae</i> Vollmar 1947 em. Oberd. 1957.....	358
Tableau IIIc. <i>Nupharetum luteae</i> Koch 1926.....	359
Tableau IIId. <i>Polygonetum amphibii</i> (Soo 1927) Eggler 1933.....	360
Tableau IIIe. <i>Trapetum natantis</i> Müller & Görs 19.....	361
Tableau IIIf. <i>Potametum lucentis</i> Hueck 1931.....	361
Tableau IIIg. <i>Potametum trichoidis</i> Freitag & al. 1958.....	362
Tableau IIIh. <i>Potametum obtusifolii</i> (Sauer 1937) Carstensen 1954.....	362
Tableau IIIi. <i>Utricularietum neglectae</i> Müller & Görs 1960.....	363
Tableau IIIj. <i>Potametum natantis</i> Soo 1927.....	364
Tableau IIIk. <i>Ceratophylletum demersi</i> Hild 1956.....	364
Tableau IIIl. <i>Potametum pectinato-perfoliati</i> Den Hartog & Segal 1964.....	365
Tableau IIIm. <i>Potamo-Naiadetum marinae</i> Horvatic & Micev 1963.....	366
Tableau IIIIn. <i>Hottonietum palustris</i> Tüxen 1937 ex Roll 1940.....	367
Tableau IIIo. <i>Myriophylletum verticillati</i> Lemée 1937 et <i>Myriophylletum spicati</i> Soo 1927.....	368
Tableau IIIp. Groupement à <i>Elodea canadensis</i> et à <i>Elodea nuttallii</i>	369
Tableau IIIq. Groupement à <i>Potamogeton nodosus</i>	370
Tableau IIIr. Groupement à <i>Potamogeton acutifolius</i>	371
Tableau IIIs. Groupement à <i>Potamogeton pusillus</i>	371
Tableau IIIt. <i>Potametum graminei</i> (Corillion 1957) Tüxen 1975.....	372
Tableau IIIu. <i>Myriophylletum alterniflori</i> Lemée 1937 em. Siss. 1943.....	372
Tableau IIIv. <i>Ranunculetum aquatilis</i> (Sauer 1945) Géhu 1961 et <i>Ranunculetum peltati</i> Sauer 1945 et Groupements à <i>Callitriche brutia</i> et à <i>C. platycarpa</i>	373
Tableau IIIw. Groupement à <i>Ranunculus circinatus</i>	374
Tableau IVa. <i>Glycerietum fluitantis</i> (Br.-Bl. 1925) Wilzek 1935.....	375
Tableau IVb. <i>Sparganietum simplicis</i> Tüxen 1958.....	376
Tableau IVc. <i>Leersietum oryzoidis</i> (Krause in Tüxen 1955) Passarge 1957.....	376
Tableau Va. Groupement à <i>Littorella uniflora</i> et <i>Littorello-Isoetetum tenuissimae</i> (All. & Gaume 1931) ass. Nov.....	377
Tableau Vb. <i>Pilularietum globuliferae</i> Tüxen 1955 ex Müller & Görs 1960.....	378

Tableau Vc <i>Eleocharitetum multicaulis</i> (All. 1922) R. Tx. 1937.....	379
Tableau Vd <u>Groupement à <i>Juncus heterophyllus</i></u>	380
Tableau Ve <u>Groupement à <i>Juncus bulbosus</i></u>	381
Tableau Vf <i>Scirpetum fluitantis</i> (Allorge 1922) Lemée 1937.....	382
Tableau Vg <u>Groupement à <i>Apium inundatum</i></u>	383
Tableau Vh <i>Eleocharitetum acicularis</i> (Baumann 1911) Koch 1926.....	384
Tableau VIa <i>ISOETO DURIEUI-JUNCETEA BUFONII</i> Braun-Blanq. & Tüxen ex V. West., Dijk & Paschier 1946.....	385
Tableau VIIa <i>BIDENTETEA TRIPARTITAE</i> Tüxen, W. Lohmeyer & Preising in Tüxen 1950.....	387
Tableau VIIIa <i>Phragmitetum communis</i> Schmale 1939.....	388
Tableau VIIIb <u>Groupement à <i>Phalaris arundinacea</i></u>	389
Tableau VIIIc <i>Sparganietum erecti</i> Roll 1938.....	390
Tableau VIII d <i>Scirpetum maritimi</i> (Braun-Blanquet 1931) Tüxen 1937.....	391
Tableau VIII e <i>Scirpetum lacustris</i> (Allorge 1922) Schmale 1939.....	391
Tableau VIII f <i>Typhaetum angustifoliae</i> (Soo 1927) Pign. 1953.....	392
Tableau VIII g <u>Groupement à <i>Juncus effusus</i></u>	393
Tableau VIII h <u>Groupement à <i>Eleocharis palustris</i></u>	394
Tableau VIII i <u>Groupement à <i>Iris pseudacorus</i></u>	395
Tableau VIII j <u>Groupement à <i>Oenanthe aquatica</i> et <i>Oenanthe-Rorripetum</i></u> Lohmeyer 1950....	396
Tableau VIII k <i>Glycerietum maximae</i> Hueck 1931.....	397
Tableau VIII l <i>Equisetetum fluviatilis</i> Steffen 1931 et <i>Caricetum lasiocarpae</i> Koch 1926.....	397
Tableau VIII m <i>Caricetum elatae</i> Koch 1926.....	398
Tableau VIII n <i>Caricetum vesicariae</i> Braun-Blanquet & Denis 1926.....	399
Tableau VIII o <u>Groupement à <i>Cladium mariscus</i></u>	399
Tableau VIII p <u>Groupement à <i>Ranunculus lingua</i></u>	400
Tableau VIII q <i>Caricetum ripariae</i> Knapp & Stoffers 1962.....	400
Tableau VIII r <i>Thelypterido palustris-Phagmitetum australis</i> Kuiper 57 em. Segal & Westhoff in Westhoff & den Held 1969.....	400
Tableau IXa <i>Juncion acutiflori</i> Braun-Blanq. in Braun-Blanq. & Tüxen 1952 corr.....	401
Tableau IXb <i>Molinion caeruleae</i> W. Koch 1926.....	402
Tableau Xa <i>Hydrocotylo vulgaris-Schoenion nigricantis</i> de Foucault 1984.....	402
Tableau XIa <i>Pulicario-Juncetum inflexi</i> de Foucault 84.....	403
Tableau XIIa <i>Salicetum cinereae</i> et <u>Groupement à <i>Salix atrocinerea</i></u>	404

Tab.IIIa- *NYMPHOIDETUM PELTATAE* (All. 1922) Oberd. & Müll. 1960

Numéro de relevé	1	2	3	4	5	6	7
Surface des relevés (m ²)	0,5	1	0,5	0,5	0,5	1	0,5
Hauteur d'eau (cm)	0	30	30	0	20	30	35
Type de substrat	V	V	V	V	S	V	V
Recouvrement de la végétation (%)	100	60	30	30	20	40	30
Sol nu (%)	10	70	80	90	80	60	70
Recouvrement d'algues (%)	0	0	0	0	0	80	0
Nombre d'espèces	8	5	8	8	3	5	8
1- Caractéristiques d'association							
<i>Nymphoides peltata</i>	3	2	2	1	1	1	1
2- Espèces des <i>Potamogeta pectinati</i>							
<i>Utricularia australis</i>	.	.	+	.	.	.	.
<i>Ranunculus aquatilis</i>	+	.	.	1	.	.	+
<i>Potamogeton trichoides</i>	.	.	.	.	+	.	.
<i>Potamogeton nodosus</i>	.	.	.	.	+	.	.
<i>Polygonum amphibium</i>	.	.	+	.	.	.	.
<i>Najas marina</i>	.	.	.	.	.	.	2
<i>Ceratophyllum demersum</i>	.	+	1	.	.	.	.
3- Espèces des <i>Phragmiti australis-caricetea elatae</i>							
<i>Phragmites australis</i>	.	.	1	.	.	+	2
<i>Iris pseudacorus</i>	.	.	.	.	.	2	.
<i>Lythrum salicaria</i>	.	.	.	.	.	.	+
<i>Phalaris arundinacea</i>	.	.	.	.	.	+	.
<i>Eleocharis palustris</i>	+	1	2	.	.	.	.
<i>Sparganium erectum</i>	.	.	.	+	.	.	.
<i>Typha angustifolia</i>	.	.	.	+	.	+	.
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	+	.	.	1	.	.	.
4- Espèces compagnes et accidentelles							
<i>Alopecurus geniculatus</i>	.	.	.	+	.	.	.
<i>Apium inundatum</i>	.	.	.	.	.	.	+
<i>Glyceria fluitans</i>	.	.	.	.	.	.	2
<i>Lemna minor</i>	.	.	.	+	.	.	+
<i>Ludwigia palustris</i>	3	+	+	.	.	.	.
<i>Myosotis scorpioides</i>	+	.	.	.	.	.	.
<i>Eleocharis acicularis</i>	.	.	.	+	.	.	.
<i>Alopecurus aequalis</i>	3	.	.	.	.	.	.
<i>Nitella translucens</i>	.	1	.	.	.	.	.
<i>Nitella</i> sp.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Bidens</i> sp.	+	.	.	.	.	.	.

Tab. III d- *POLYGONETUM AMPHIBII* (Soo 1927) Egger 1933

Numéro de relevé	1	2	3	4
Surface des relevés (m²)	4	4	10	4
Hauteur d'eau (cm)	25	25	70	0
Type de substrat	V	S	SV	V
Recouvrement de la végétation (%)	100	80	100	60
Sol nu (%)	10	50	10	70
Recouvrement d'algues (%)	0	0	0	0
Nombre d'espèces	6	4	3	8
1- Caractéristiques d'association				
<i>Polygonum amphibium</i>	3	2	5	3
2- Espèces des <i>Potametea pectinati</i>				
<i>Utricularia australis</i>	5	.	.	.
<i>Potamogeton trichoides</i>	.	.	+	.
<i>Ranunculus circinatus</i>	.	.	+	.
3- Espèces compagnes et accidentelles				
<i>Glyceria fluitans</i>	2	3	.	.
<i>Hypericum helodes</i>	.	.	.	+
<i>Juncus bulbosus</i>	.	.	.	+
<i>Lythrum salicaria</i>	+	.	.	+
<i>Iris pseudacorus</i>	4	4	.	.
<i>Carex vesicaria</i>	4	.	.	.
<i>Carex elata</i>	.	.	.	+
<i>Rorippa amphibia</i>	.	+	.	.
<i>Eleocharis multicaulis</i>	.	.	.	+
<i>Caldesia parnassifolia</i>	.	.	.	+
<i>Carex</i> sp.	.	.	.	+

Tab. III e- TRAPETUM NATANTIS Müller et Görs 60

Numéro de relevé	1	2	3	4	5	6	7
Surface des relevés (m ²)	4	4	4	4	4	4	10
Hauteur d'eau (cm)	55	50	20	45	28	20	40
Type de substrat	S	S	SV	SV	S	S	SV
Recouvrement de la végétation (%)	40	50	60	50	60	90	50
Sol nu (%)	90	90	50	50	40	85	50
Recouvrement d'algues (%)	50	5	0	0	20	0	0
Nombre d'espèces	3	4	4	3	8	4	3

1- Caractéristique de l'association

<i>Trapa natans</i>	1	1	2	2	1	2	1
---------------------	---	---	---	---	---	---	---

2- Espèces des *Potametea pectinati*

<i>Nuphar lutea</i>	3	3	2	.	.	.	.
<i>Myriophyllum spicatum</i>	.	2	1	.	.	.	+
<i>Potamogeton crispus</i>	.	2	+	+	.	.	.
<i>Potamogeton nodosus</i>	.	.	.	3	.	.	.
<i>Potamogeton gramineus</i>	.	.	.	.	2	.	.
<i>Potamogeton trichoides</i>	.	.	.	.	2	.	.
<i>Nymphaea alba</i>	.	.	.	.	+	.	.
<i>Potamogeton natans</i>	.	.	.	.	+	.	.

3- Espèces compagnes

<i>Utricularia australis</i>	.	.	.	.	.	+	.
<i>Nitella flexilis</i>	.	.	.	.	+	.	.
<i>Phragmites australis</i>	.	.	.	.	+	2	.
<i>Juncus bulbosus</i>	.	.	.	.	.	1	.
<i>Caldesia parnassifolia</i>	.	.	.	.	+	.	.
<i>Sparganium emersum</i>	+	.	.	.	.	.	.
<i>Typha angustifolia</i>	.	.	.	.	.	.	+

Tab. III f- POTAMETUM LUCENTIS Hueck 1931

Numéro de relevé	1	2	3	4	5
Surface des relevés (m ²)	1	4	10	1	4
Hauteur d'eau (cm)	55	40	60	10	40
Type de substrat	SV	SV	SV	V	A
Recouvrement de la végétation (%)	100	100	100	100	100
Sol nu (%)	0	70	0	10	80
Recouvrement d'algues (%)	20	0	0	0	0
Nombre d'espèces	7	8	2	3	2

1- Caractéristique de l'association

<i>Potamogeton lucens</i>	3	5	5	3	3
---------------------------	---	---	---	---	---

2- Espèces des *Potametea pectinati*

<i>Ranunculus circinatus</i>	.	.	.	.	1
<i>Potamogeton trichoides</i>	1	+	.	.	.
<i>Najas marina</i>	1	.	.	.	.
<i>Najas minor</i>	1	.	.	.	.
<i>Myriophyllum spicatum</i>	.	.	1	1	.
<i>Elodea canadensis</i>	.	2	.	.	.
<i>Utricularia australis</i>	.	2	.	.	.
<i>Ceratophyllum demersum</i>	+	+	.	.	.
<i>Potamogeton acutifolius</i>	.	+	.	.	.

3- Espèces compagnes

<i>Charopsis braunii</i>	1	.	.	.	.
<i>Nitella hyalina</i>	+	.	.	.	.
<i>Nitella syncarpa</i>	.	+	.	.	.
<i>Caldesia parnassifolia</i>	.	.	.	4	.
<i>Juncus bulbosus</i>	.	1	.	.	.

Tab.III g- POTAMETUM TRICHOIDIS Freitag et al 58

Numéro de relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Surface des relevés (m ²)	1	2	1	1	2	4	4	1	10	4
Hauteur d'eau (cm)	40	35	40	45	45	15	50	30	50	55
Type de substrat	SV	SV	V	V	SV	V	SV	V	S	V
Recouvrement de la végétation (%)	100	100	100	100	100	60	100	100	100	100
Sol nu (%)	50	40	10	0	5	30	10	80	30	0
Recouvrement d'algues (%)	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0
Nombre d'espèces	8	7	8	6	4	8	5	4	6	6

1- Caractéristique de l'association

<i>Potamogeton trichoides</i>	3	3	3	3	4	3	4	4	4	5
-------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

2- Espèces des *Potametea pectinati*

<i>Ceratophyllum demersum</i>	.	2	3	3	1	.	.	.	.	.
<i>Najas minor</i>	1	1	+	1	+	.	.	.	.	.
<i>Najas marina</i>	1	+	+	1	.	.	.	.	.	.
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	.	.	+	1	.	.	.	.	.	1
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Polygonum amphibium</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Potamogeton acutifolius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Potamogeton nodosus</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potamogeton gramineus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Ranunculus aquatilis</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.	1
<i>Ranunculus circinatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Ranunculus tripartitus</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Utricularia australis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Ranunculus peltatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Potamogeton pectinatus</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Potamogeton pusillus</i>	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.

3- Espèces compagnes et accidentelles

<i>Lemna minor</i>	1	2	3	4	3	.	.	.	.	.
<i>Lemna trisulca</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Chara fragilis</i>	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.
<i>Chara connivens</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Scirpus lacustris</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nitella hyalina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Elatine hexandra</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Phragmites australis</i>	+	+	.	.	.	+	.	+	.	.
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Eleocharis acicularis</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus bulbosus</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.

Tab. III h- POTAMETUM OBTUSIFOLII (Sauer 1937) Carstensen 1954

Numéro de relevé	1	2	3	4	5
Surface des relevés (m ²)	4	1	1	0,2	1
Hauteur d'eau (cm)	50	45	50	10	50
Type de substrat	V	S	V	V	V
Recouvrement de la végétation (%)	100	100	100	90	100
Sol nu (%)	10	10	10	20	40
Recouvrement d'algues (%)	0	0	0	0	0
Nombre d'espèces	2	2	3	3	4

1- Caractéristique de l'association

<i>Potamogeton obtusifolius</i>	5	4	4	3	2
---------------------------------	---	---	---	---	---

2- Espèces des *Potametea pectinati*

<i>Potamogeton lucens</i>	.	.	1	.	.
<i>Potamogeton nodosus</i>	.	.	.	.	+
<i>Najas marina</i>	.	.	.	.	3
<i>Najas minor</i>	.	.	.	.	+
<i>Ranunculus aquatilis</i>	.	.	.	+	.

3- Espèces compagnes et accidentelles

<i>Eleocharis acicularis</i>	.	.	.	2	.
<i>Nitella flexilis</i>	.	3	.	.	.
<i>Caldesia parnassifolia</i>	3	.	.	.	.
<i>Glyceria fluitans</i>	.	.	1	.	.

Tab. III 1- *POTAMETUM PECTINATO-PERFOLIATI* Den Hartog & Segal 1964

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Numéro de relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Surface des relevés (m²)	8	4	4	4	2	4	4	8	4	4
Hauteur d'eau (cm)	5	10	30	55	8	10	20	60	55	60
Type de substrat	S	S	S	SV	SV	S	V	V	V	V
Recouvrement de la végétation (%)	100	100	100	100	100	100	70	100	100	100
Sol nu (%)	5	5	5	0	0	10	30	30	0	65
Recouvrement d'algues (%)	80	80	80	80	80	0	50	50	0	70
Nombre d'espèces	9	6	6	5	8	9	4	3	5	5
1- Caractéristiques d'association										
<i>Potamogeton pectinatus</i>	3	4	3	3	5	5	4	3	3	.
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
2- Espèces des <i>Potametea pectinati</i>										
<i>Ceratophyllum demersum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	.	.	1	.	.	+	.	.	.	.
<i>Najas marina</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	.	+
<i>Najas minor</i>	1	1	.	.	.	2	.	2	.	.
<i>Potamogeton lucens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	5
<i>Potamogeton trichoides</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>Ranunculus aquatilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Ranunculus circinatus</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	1	.
<i>Ranunculus peltatus</i>	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.
<i>Elodea nuttallii</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
3- Espèces des <i>Charetea fragilis</i>										
<i>Chara fragilis</i>	3	3	4	3	1	.	.	.	.	.
<i>Nitella translucens</i>	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.
<i>Nitella</i> sp.	+	.	.	.	.	3	.	.	.	.
<i>Chara</i> sp.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
4- Espèces compagnes et accidentelles										
<i>Juncus bulbosus</i>	1	4	4	2	4	3	.	.	.	.
<i>Elatine hexandra</i>	4	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Baldellia ranunculoides</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eleocharis acicularis</i>	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.
<i>Potamogeton gramineus</i>	.	.	2	.	2	.	.	.	.	.
<i>Lemna minor</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Lemna trisulca</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Lythrum salicaria</i>	.	.	.	2	1	.	.	.	.	.
<i>Veronica scutellata</i>	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Alopecurus aequalis</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.

Tab. IIIo- MYRIOPHYLLETUM SPICATI Soo 1927 et MYRIOPHYLLETUM VERTICILLATI Lemée 1937

Numéro de relevé	1	2	3	4	5	6	7	8
Surface des relevés (m²)	1	4	10	0,5	1	4	0,5	2
Hauteur d'eau (cm)	45	30	40	30	42	30	2	30
Type de substrat	V	V	V	SV	SV	V	V	V
Recouvrement de la végétation (%)	100	100	100	100	100	100	100	100
Sol nu (%)	10	10	20	20	20	40	20	0
Recouvrement d'algues (%)	0	10	0	0	0	10	50	70
Nombre d'espèces	2	5	4	5	7	9	7	6
1- Caractéristiques d'association								
<i>Myriophyllum spicatum</i>	5	4	3	2	3	4	2	.
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	2
2- Espèces des <i>Potametea pectinati</i>								
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	.	.	.	+	3	2	.	.
<i>Polygonum amphibium</i>	.	.	.	.	+	.	+	.
<i>Potamogeton acutifolius</i>	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Potamogeton crispus</i>	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Potamogeton nodosus</i>	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Potamogeton natans</i>	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Ranunculus aquatilis</i>	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ceratophyllum demersum</i>	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Utricularia australis</i>	.	+	+	+	.	+	.	1
3- Espèces des <i>Charetea fragilis</i>								
<i>Nitella translucens</i>	.	1	.	.	+	+	.	.
<i>Chara fragilis</i>	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Chara</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	4
4- Espèces compagnes et accidentelles								
<i>Phragmites australis</i>	.	.	.	.	+	.	+	2
<i>Juncus bulbosus</i>	.	+	.	+	1	.	.	.
<i>Ludwigia palustris</i>	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Salix cinerea</i>	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Eleocharis palustris</i>	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Utricularia minor</i>	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Luronium natans</i>	.	+	.	1	.	.	2	.
<i>Potamogeton gramineus</i>	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Caldesia parnassifolia</i>	.	.	2	.	.	.	.	.

Tab. IIIp- GROUPEMENTS A *ELODEA CANADENSIS* ET *ELODEA NUTTALLII*

Numéro de relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Surface des relevés (m ²)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4
Hauteur d'eau (cm)	20	20	30	20	35	30	30	30	55	45	30	1	18	25	15	30	35	40	20	6	45	40	40	28	30
Type de substrat	V	V	V	V	V	V	V	V	V	SV	V	V	V	V	S	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
Recouvrement de la végétation (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Sol nu (%)	5	5	10	5	0	0	0	40	5	0	85	0	5	50	0	5	5	5	5	0	5	0	10	10	0
Recouvrement d'algues (%)	0	0	0	10	30	0	70	5	5	20	0	0	20	0	20	10	10	30	0	0	0	0	60	20	0
Nombre d'espèces	4	2	5	4	3	6	4	4	3	4	4	4	11	7	7	8	7	6	9	5	10	2	6	3	7

1- Caractéristiques de groupement

<i>Elodea canadensis</i>	5	5	4	4	4	4	4	3	5	5	3	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	.	.	.
<i>Elodea nuttallii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	5	4

2- Espèces des *Potamogeta pectinati*

<i>Ceratophyllum demersum</i>	+	+	+	+	+	.	1	1	.	+	3	.	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	1	.	.
<i>Potamogeton crispus</i>	.	.	+	+	+	+	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Myriophyllum spicatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	+	
<i>Nuphar lutea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potamogeton nodosus</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	2	.	.	+	3	3	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Ranunculus circinatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
<i>Potamogeton natans</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	.	.	+	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Potamogeton pectinatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Potamogeton pusillus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Potamogeton trichoides</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.
<i>Nymphaea alba</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Potamogeton acutifolius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	.	.	.	.	.
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Najas marina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Potamogeton gramineus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Utricularia australis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.

3- Espèces des *Charetea fragilis*

<i>Nitella opaca</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	3	.	.	.	.	.	.	.
<i>Charopsis braunii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nitella sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Chara sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.

4- Espèces compagnes

<i>Caldesia parnassifolia</i>	.	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	4	3	4	.	.	.	.
<i>Eleocharis palustris</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Sparganium erectum</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Sparganium emersum</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.
<i>Alopecurus aequalis</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Baldellia ranunculoides</i> subsp. <i>repens</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Glyceria fluitans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lemna trisulca</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	+
<i>Lythrum salicaria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Oenanthe aquatica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rorippa amphibia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus bulbosus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
<i>Hydrocharis morsus ranae</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.
<i>Spirodella polyrrhiza</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Phragmites australis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.
<i>Utricularia minor</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.

Tab. IIIq- GROUPEMENT A *POTOMOGETON NODOSUS*

Numéro de relevé	1	2	3	4	5	6	7	8
Surface des relevés (m²)	4	4	4	4	2	4	4	1
Hauteur d'eau (cm)	50	10	30	30	10	30	30	20
Type de substrat	V	V	V	SV	V	V	V	V
Recouvrement de la végétation (%)	100	100	90	100	40	100	100	100
Sol nu (%)	30	10	90	5	80	10	20	10
Recouvrement d'algues (%)	0	50	0	20	0	0	0	0
Nombre d'espèces	2	4	3	7	6	4	4	8

1- Caractéristique de l'association

<i>Potamogeton nodosus</i>	5	4	4	3	2	2	4	4
----------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---

2- Espèces des *Potametea pectinati*

<i>Najas marina</i>	.	.	.	.	.	+	4	1
<i>Najas minor</i>	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Potamogeton lucens</i>	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>Potamogeton pusillus</i>	.	2	.	+	.	.	.	.
<i>Utricularia australis</i>	2	.	.	.	.	.	.	+
<i>Myriophyllum spicatum</i>	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Ceratophyllum demersum</i>	.	.	+	.	.	.	.	+
<i>Ranunculus aquatilis</i>	.	.	.	+	.	.	.	.

3- Espèces des *Littorelletea uniflorae*

<i>Baldellia ranunculoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Potamogeton gramineus</i>	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Juncus bulbosus</i>	.	.	.	1	.	.	.	.

4- Espèces des *Charetea fragilis*

<i>Chara fragilis</i>	.	3	.	.	.	.	.	.
<i>Chara major</i>	.	.	.	.	.	1	.	.

5- Espèces compagnes et accidentelles

<i>Bidens cernua</i>	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Glyceria fluitans</i>	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Lemna minor</i>	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Lythrum salicaria</i>	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Oenanthe aquatica</i>	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Ranunculus sceleratus</i>	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Rorippa islandica</i>	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Eleocharis palustris</i>	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Phragmites australis</i>	.	.	.	.	.	2	.	.
<i>Sparganium emersum</i>	.	.	.	.	+	.	.	+
<i>Utricularia minor</i>	.	+	.	.	.	.	.	.

Tab. IIIr- GROUPEMENT A *POTAMOGETON ACUTIFOLIUS*

Numéro de relevé	1	2	3	4	5	6
Surface des relevés (m ²)	1	4	1	10	1	4
Hauteur d'eau (cm)	60	28	60	35	30	50
Type de substrat	V	V	V	V	V	SV
Recouvrement de la végétation (%)	100	100	100	100	90	100
Sol nu (%)	70	10	5	10	10	70
Recouvrement d'algues (%)	0	10	0	0	0	0
Nombre d'espèces	2	12	4	3	6	4

1- Caractéristique du groupement

<i>Potamogeton acutifolius</i>	5	2	4	5	3	5
--------------------------------	---	---	---	---	---	---

2- Espèces des *Potametea pectinati*

<i>Potamogeton natans</i>	.	.	.	1	.	+
<i>Utricularia australis</i>	.	.	.	.	1	.

3- Espèces des *Charetea fragilis*

<i>Chara fragifera</i>	.	1	.	.	.	.
<i>Nitella syncarpa</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Nitella translucens</i>	.	.	3	.	.	.
<i>Nitella</i> sp.	.	.	.	1	.	+

4- Espèces compagnes et accidentelles

<i>Carex elata</i>	.	1	.	.	.	.
<i>Galium palustre</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Lycopus europaeus</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Rorippa amphibia</i>	.	.	+	.	1	.
<i>Scirpus fluitans</i>	.	1	.	.	.	.
<i>Alopecurus aequalis</i>	.	2	.	.	.	.
<i>Caldesia parnassifolia</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Potamogeton gramineus</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Ranunculus flammula</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Sparganium emersum</i>	.	+	.	.	.	+
<i>Lemna trisulca</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Bryum</i> sp.	.	.	3	.	.	.

Tab. IIIs- GROUPEMENT A *POTAMOGETON PUSILLUS*

Numéro de relevé	11	12
Surface des relevés (m ²)	4	4
Hauteur d'eau (cm)	5	10
Type de substrat	V	V
Recouvrement de la végétation (%)	100	100
Sol nu (%)	90	10
Recouvrement d'algues (%)	80	90
Nombre d'espèces	4	4

1- Caractéristiques d'association

<i>Potamogeton pusillus</i>	3	2
-----------------------------	---	---

2- Espèces des *Potametea pectinati*

<i>Myriophyllum spicatum</i>	+	.
<i>Potamogeton nodosus</i>	2	4
<i>Ranunculus circinatus</i>	2	.

4- Espèces compagnes et accidentelles

<i>Chara fragilis</i>	.	3
<i>Utricularia minor</i>	.	+

Tab. IIIt- GROUPEMENT A *POTAMOT GRAMINEUS*

Numéro de relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Surface des relevés (m ²)	2	2	4	1	2	4	0,2	4	10	4	4
Hauteur d'eau (cm)	0	40	35	10	50	10	5	1	30	0	10
Type de substrat	V	S	V	V	V	SV	S	S	V	V	SV
Recouvrement de la végétation (%)	100	100	100	100	100	90	80	80	100	60	100
Sol nu (%)	0	10	0	0	0	0	0	0	10	40	0
Recouvrement d'algues (%)	10	0	10	0	0	10	0	0	0	0	0
Nombre d'espèces	6	3	4	3	9	6	11	11	15	7	4
1- Caractéristique de l'association											
<i>Potamogeton gramineus</i>	4	4	5	5	5	3	3	3	3	3	5
2- Espèces des <i>Littorelletea uniflorae</i>											
<i>Juncus bulbosus</i>	+	.	.	.	.	1	1	1	.	+	.
<i>Apium inundatum</i>	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.
<i>Baldellia ranunculoides</i> subsp. <i>repens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>Hypericum helodes</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Pilularia globulifera</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Eleocharis multicaulis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	2
<i>Eleocharis acicularis</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.
<i>Scirpus fluitans</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus flammula</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
3- Espèces des <i>Potametea pectinati</i>											
<i>Elodea nuttallii</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Utricularia australis</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	1	.	.
<i>Ranunculus aquatilis</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potamogeton zizii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Callitriche obtusangula</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Groenlandia densa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Potamogeton natans</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Potamogeton pectinatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
4- Espèces des <i>Phragmiti australis-caricetea elate</i>											
<i>Lycopus europaeus</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.
<i>Lythrum salicaria</i>	+	.	.	+	+	.	+	+	1	.	.
<i>Eleocharis palustris</i>	1	.	.	.	.	.	1	1	4	.	.
<i>Sparganium erectum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Veronica scutellata</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Scirpus mucronatus</i>	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5- Espèces compagnes											
<i>Bryum</i> sp.	.	.	.	.	.	1	.	.	2	.	.
<i>Chara fragilis</i>	.	.	1	.	.	.	1	+	.	.	.
<i>Nitella confervacea</i>	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Nitella translucens</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Meniha arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.
<i>Sphagnum</i> sp.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Agrostis canina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Caldesia parnassifolia</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.
<i>Ludwigia palustris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Sparganium emersum</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Myosotis scorpioides</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.

Tab. IIIu- *MYRIOPHYLLETUM ALTERNIFLORI* Lemée 37 em. Siss. 1943

Numéro de relevé	1	2	3	4	5
Surface des relevés (m ²)	4	4	2	4	4
Hauteur d'eau (cm)	42	30	35	10	50
Type de substrat	SV	SV	SV	V	SV
Recouvrement de la végétation (%)	90	90	100	100	100
Sol nu (%)	20	10	0	0	40
Recouvrement d'algues (%)	0	0	0	30	0
Nombre d'espèces	7	4	1	2	2
1- Caractéristique de l'association					
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	3	4	5	4	5
2- Espèces des <i>Potametea pectinati</i>					
<i>Myriophyllum spicatum</i>	3	.	.	.	.
<i>Potamogeton lucens</i>	.	.	.	.	2
<i>Nymphaea alba</i>	.	+	.	.	.
<i>Polygonum amphibium</i>	+	.	.	.	.
3- Espèces compagnes					
<i>Juncus bulbosus</i>	1	1	.	.	.
<i>Nitella translucens</i>	+	.	.	.	.
<i>Chara</i> sp.	.	.	.	4	.
<i>Utricularia minor</i>	+	.	.	.	.
<i>Lythrum salicaria</i>	.	+	.	.	.
<i>Phragmites australis</i>	+	.	.	.	.

Tab. III w- GROUPEMENT A *RANUNCULUS CIRCINATUS*

Numéro de relevé	1	2	3	4
Surface des relevés (m²)	1	1	2	1
Hauteur d'eau (cm)	0	50	30	45
Type de substrat	SV	S	V	V
Recouvrement de la végétation (%)	40	100	80	80
Sol nu (%)	60	30	70	40
Recouvrement d'algues (%)	0	0	40	0
Nombre d'espèces	5	4	7	5
1- Caractéristique de l'association				
<i>Ranunculus circinatus</i>	2	3	3	2
2- Espèces des <i>Potametea pectinati</i>				
<i>Elodea nuttallii</i>	.	.	4	2
<i>Potamogeton pusillus</i>	.	.	1	1
<i>Myriophyllum spicatum</i>	.	.	+	.
<i>Polygonum amphibium</i>	.	+	.	.
<i>Potamogeton lucens</i>	.	+	.	.
<i>Potamogeton pectinatus</i>	.	.	+	.
3- Espèces compagnes				
<i>Typha angustifolia</i>	.	.	.	3
<i>Carex elata</i>	.	.	.	1
<i>Eleocharis palustris</i>	.	.	2	.
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	+	.	.	.
<i>Phragmites australis</i>	+	.	.	.
<i>Chara connivens</i>	.	3	.	.
<i>Baldellia repens</i>	1	.	.	.
<i>Lemna trisulca</i>	.	.	+	.
<i>Eleocharis acicularis</i>	+	.	.	.

Tab. IVa- *GLYCERIETUM FLUITANTIS* (Braun-Bl. 1925) Wilzek 1935

Numéro de relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Surface des relevés (m²)	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	8	4	4	4	4	4	4	8	4	4	4	4	4	4
Hauteur d'eau (cm)	30	10	10	25	5	30	30	0	28	0	30	10	40	0	30	20	29	12	30	28	30	30	30	40
Type de substrat	SV	V	V	SV	V	V	V	V	S	SV	SV	SV	V	V	V	V	V	V	V	SV	V	V	V	V
Recouvrement de la végétation (%)	100	100	100	100	100	100	100	90	90	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	70
Sol nu (%)	5	20	70	0	5	0	0	10	10	50	5	40	10	10	10	0	5	10	50	10	20	10	0	40
Recouvrement d'algues (%)	10	0	2	0	0	50	70	0	0	0	70	0	0	0	0	0	0	0	60	50	0	0	0	10
Nombre d'espèces	10	8	4	9	5	8	13	10	10	10	12	19	9	7	9	7	11	11	12	8	8	6	6	4

1- Caractéristique d'association

<i>Glyceria fluitans</i>	4	3	4	5	5	4	5	3	3	3	4	3	5	3	3	4	3	4	5	4	4	3	4	4
--------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

2- Espèces des *Glycerio-Nasturtietea officinalis*

<i>Leersia oryzoides</i>	.	3
--------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

3- Espèces des *Phragmiti australis-caricetea elatae*

<i>Lythrum salicaria</i>	+	.	.	.	1	.	+	+	+	1	+	.	+	1	+	.	+	+	.	+	+	.	+	.	
<i>Sparganium erectum</i>	.	+	.	+	.	.	2	+	.	1	3	+	.	.	.	.	.	+	2	.	.	.	.	2
<i>Lycopus europaeus</i>	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	+	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	+	+	.	+	.	.	+	.	+	+	+	+
<i>Phragmites australis</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	2	.	.	.	.
<i>Carex pseudocyperus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Carex vesicaria</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium palustre</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus effusus</i>	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Oenanthe aquatica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	+	.	.
<i>Phalaris arundinacea</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Rorippa amphibia</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	1	.	+	+	.	.
<i>Scirpus lacustris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.
<i>Eleocharis palustris</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica scutellata</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.	+	.	.	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Iris pseudacorus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.

4- Espèces des *Potametea pectinati*

<i>Utricularia australis</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	4	2	2	1	2	.	.
<i>Nuphar lutea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	3	2	.	.
<i>Nymphaea alba</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.
<i>Najas marina</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Najas minor</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum amphibium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Potamogeton acutifolius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potamogeton lucens</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.
<i>Potamogeton natans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus aquatilis</i>	2	.	.	+	.	.	+	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Ranunculus tripartitus</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Elodea nuttallii</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.

Tab. IVb- SPARGANIETUM SIMPLICIS Tüxen 1958

Numéro de relevé	1	2	3	4	5
Surface des relevés (m²)	4	4	4	4	4
Hauteur d'eau (cm)	0	5	20	10	0
Type de substrat	V	V	V	V	V
Recouvrement de la végétation (%)	100	60	80	100	100
Sol nu (%)	0	40	40	0	0
Recouvrement d'algues (%)	0	0	0	0	0
Nombre d'espèces	12	5	6	9	7
1- Caractéristique d'association					
<i>Sparganium emersum</i>	4	3	4	4	4
2- Espèces des <i>Littorelletea uniflorae</i>					
<i>Baldellia ranunculoides</i> subsp. <i>repens</i>	+	+	.	.	.
<i>Eleocharis acicularis</i>	2	1	.	.	.
<i>Potamogeton gramineus</i>	.	+	+	.	.
<i>Juncus bulbosus</i>	1	.	.	.	.
3- Espèces des <i>Phragmiti australis-caricetea elatae</i>					
<i>Phragmites australis</i>	.	.	1	.	.
<i>Lythrum salicaria</i>	1	.	.	.	.
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	+	.	.	1	+
<i>Rorippa amphibia</i>	+	+	+	.	.
<i>Sparganium erectum</i>	1	.	.	.	.
4- Espèces compagnes et accidentelles					
<i>Polygonum amphibium</i>	+	.	.	+	+
<i>Najas minor</i>	.	.	.	+	+
<i>Ceratophyllum demersum</i>	.	.	.	+	+
<i>Utricularia australis</i>	.	.	+	+	+
<i>Bidens tripartita</i>	+	.	.	.	.
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	+	.	.	.	.
<i>Ludwigia palustris</i>	.	.	.	1	2
<i>Polygonum hydropiper</i>	+	.	.	.	.
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	.	.	+	.	.
<i>Charopsis braunii</i>	.	.	.	1	.
<i>Nitella syncarpa</i>	.	.	.	+	.

Tab. IVc- LEERSIETUM ORYZOIDIS (Krause in Tüxen 1955) Passarge 1957

Numéro de relevé	1	2	3
Surface des relevés (m²)	4	8	4
Hauteur d'eau (cm)	20	0	0
Type de substrat	V	V	V
Recouvrement de la végétation (%)	100	##	##
Sol nu (%)	60	50	0
Recouvrement d'algues (%)	0	0	0
Nombre d'espèces	6	4	14
1- Caractéristique de l'association			
<i>Leersia oryzoides</i>	4	4	1
2- Espèces des <i>Phragmiti australis-caricetea elatae</i>			
<i>Phragmites australis</i>	2	1	.
<i>Iris pseudacorus</i>	.	.	+
<i>Juncus effusus</i>	2	.	.
<i>Lycopus europaeus</i>	.	1	+
<i>Lythrum salicaria</i>	+	.	.
<i>Oenanthe aquatica</i>	.	.	+
<i>Phalaris arundinacea</i>	+	.	+
<i>Rorippa amphibia</i>	.	.	+
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	.	+
3- Espèces compagnes et accidentelles			
<i>Echinochloa crus-galli</i>	.	+	2
<i>Gnaphalium luteoalbum</i>	.	.	+
<i>Mentha arvensis</i>	+	.	.
<i>Amaranthus lividus</i>	.	.	2
<i>Bidens cernua</i>	.	.	3
<i>Polygonum hydropiper</i>	.	.	1
<i>Polygonum lapathifolium</i>	.	.	+
<i>Potentilla tormentilla</i>	.	.	+

Tab. V b- *PILULARIETUM GLOBULIFERAE* R. Tx. 1955 ex Müller et Görs 1960

Numéro de relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Surface des relevés (m²)	1	0,25	1	1	4	1	4	1	1	0,5	0,5	0,2	0,5	1	4	4	1	0,5	1	0,5	0,25	1	
Hauteur d'eau (cm)	0	0	10	0	0	10	0	0	0	10	0	0	0	5	0	0	15	0	0	0	5	3	
Type de substrat	S	V	SV	V	V	S	SV	V	V	SV	V	V	V	V	V	V	V	V	S	A	A	V	
Recouvrement de la végétation (%)	100	70	80	100	80	100	50	100	90	100	95	90	80	80	90	90	100	100	90	100	30	90	
Sol nu (%)	10	30	20	10	40	0	50	0	10	5	5	20	20	10	5	0	0	2	10	2	70	10	
Recouvrement d'algues (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	
Nombre d'espèces	7	10	7	10	7	9	13	11	14	6	6	6	7	7	12	9	4	4	12	3	2	5	
1- Caractéristique de l'association																							
<i>Pilularia globulifera</i>	3	3	4	3	1	5	2	2	3	5	4	4	3	3	3	2	5	5	3	5	4	4	
2- Espèces différentielles de sous-association																							
<i>Eleocharis acicularis</i>	3	3	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus bulbosus</i>	.	.	1	1	+	1	2	1	1	+	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
3- Espèces des <i>Littorelletea uniflorae</i>																							
<i>Baldellia ranunculoides</i> subsp. <i>repens</i>	4	+	.	1	2	1	+	+	+	+	.	.	+	+	+	+	.	+	.	.	.	.
<i>Potamogeton gramineus</i>	1	+	.	+	3	+	+	.	.	.	1	.	+	.	+	+	+	.	.	.	.	+
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	.	+	1	3	+	+	.	.	.	+	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Hypericum helodes</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Littorella uniflora</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Scirpus fluitans</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Eleocharis multicaulis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Galium debile</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4- Espèces des <i>Phragmiti australis-caricetea elatae</i>																							
<i>Phragmites australis</i>	+	.	.	.	1	.	.	2	.	.	.	.	.	2	1	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	+	+	.	.	.	+	+	+	.	.	+	.	2	.	+	.	.	+	.	.	.	+
<i>Ranunculus flammula</i>	.	.	.	.	+	.	+	+	+	.	.	+	+	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sparganium erectum</i>	.	+	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eleocharis palustris</i>	.	.	.	+	.	+	.	2	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lythrum salicaria</i>	.	.	.	1	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.
<i>Lycopus europaeus</i>	.	+	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Iris pseudacorus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium palustre</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rorippa amphibia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+
<i>Veronica scutellata</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
5- Espèces compagnes																							
<i>Elatine hexandra</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ludwigia palustris</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bidens tripartita</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Agrostis canina</i>	.	.	.	1	1	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Caldesia parnassifolia</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cardamine parviflora</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Cirsium palustre</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Elatine alsinastrum</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Chara globularis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus acutiflorus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus tenageia</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Mentha arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Mentha pulegium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Peplis portula</i>	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum hydropiper</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum lapathifolium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus aquatilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.
<i>Rorippa islandica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex palustris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Sparganium emersum</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Alisma lanceolatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Bryum</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.

Tab. Vd- GROUPEMENT A *JUNCUS HETEROPHYLLUS*

Numéro de relevé	1	2	3	4	5	6	7
Surface des relevés (m²)	4	4	4	4	4	4	4
Hauteur d'eau (cm)	20	20	10	5	10	20	40
Type de substrat	S	SV	S	SV	V	SV	SV
Recouvrement de la végétation (%)	100	100	100	90	100	100	90
Sol nu (%)	0	0	0	10	0	0	10
Recouvrement d'algues (%)	0	0	0	20	5	0	0
Nombre d'espèces	7	5	5	7	9	6	7
1- Caractéristiques de l'association							
<i>Juncus heterophyllus</i>	5	5	5	4	1	5	4
2- Espèces des <i>Littorelletea uniflorae</i>							
<i>Eleocharis multicaulis</i>	.	.	1	.	.	.	.
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	1	1	1	.	.	.	.
<i>Ranunculus flammula</i>	1	1	.	.	.	.	+
<i>Potamogeton gramineus</i>	+	+	.	.	.	.	.
3- Espèces des <i>Charetea fragilis</i>							
<i>Nitella translucens</i>	.	.	.	.	.	.	3
<i>Nitella</i> sp.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Chara</i> sp.	.	.	.	.	2	.	.
4- Espèces des <i>Potametea pectinati</i>							
<i>Najas minor</i>	.	.	.	.	+	.	.
<i>Potamogeton acutifolius</i>	.	.	.	.	+	.	.
<i>Potamogeton crispus</i>	.	.	.	.	+	.	.
<i>Potamogeton nodosus</i>	.	.	.	.	+	.	.
<i>Potamogeton lucens</i>	.	.	.	.	+	.	.
<i>Potamogeton natans</i>	.	.	+	.	.	.	+
<i>Potamogeton pusillus</i>	.	.	.	.	+	.	.
<i>Ranunculus aquatilis</i>	.	.	.	.	+	.	.
<i>Zannichellia palustris</i>	.	.	.	.	+	.	.
<i>Utricularia australis</i>	.	.	.	.	.	+	1
5- Espèces des <i>Phragmiti australis-caricetea elatae</i>							
<i>Eleocharis palustris</i>	2	2	.	.	.	.	.
<i>Lythrum salicaria</i>	+	+	+	+	.	.	.
<i>Veronica scutellata</i>	+	+	.	.	.	.	.
<i>Typha angustifolia</i>	.	.	.	+	1	.	.
<i>Oenanthe aquatica</i>	.	.	.	+	.	.	.
<i>Lycopus europaeus</i>	.	.	.	+	.	.	.
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	.	.	+	3	.	.
<i>Rorippa amphibia</i>	.	.	.	+	.	.	.
<i>Scirpus maritimus</i>	.	.	.	+	.	.	.
6- Espèces compagnes et accidentelles							
<i>Bidens cernua</i>	.	.	.	+	.	.	.
<i>Polygonum lapathifolium</i>	.	.	.	+	.	.	.
<i>Rumex maritimus</i>	.	.	.	1	.	.	.
<i>Eleocharis ovata</i>	.	.	.	+	.	.	.
<i>Trifolium repens</i>	.	.	.	+	.	.	.

Tab. Vf- *SCIRPETUM FLUITANTIS* (Allorge 22) Lemée 37

Numéro de relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Surface des relevés (m ²)	4	4	1	1	6	4	1	4	1	1	1	1	4	4	2	1	1	4	1	4	1
Hauteur d'eau (cm)	2	5	10	15	10	0	5	50	20	40	20	5	0	2	20	0	25	20	50	35	0
Type de substrat	SV	SV	V	S	SV	SV	SV	SV	V	V	V	SV	S	S	V	SV	SV	S	V	V	V
Recouvrement de la végétation (%)	100	100	90	100	90	50	100	100	90	80	80	100	100	70	90	95	100	100	100	70	60
Sol nu (%)	10	0	20	0	5	20	5	20	15	50	70	5	10	30	10	5	0	0	0	30	40
Recouvrement d'algues (%)	0	0	0	0	0	0	0	40	0	30	5	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
Nombre d'espèces	3	5	7	6	12	13	17	13	9	10	4	12	4	8	9	3	3	6	2	7	5
1- Caractéristique de l'association																					
<i>Scirpus fluitans</i>	5	5	3	4	1	1	4	3	2	2	4	1	3	1	3	5	5	4	5	3	2
2- Espèces des <i>Littorelletea uniflorae</i>																					
<i>Potamogeton gramineus</i>	+	+	1	1	+	3	3	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus bulbosus</i>	.	.	.	.	.	3	+	5	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Baldellia ranunculoides</i> subsp. <i>repens</i>	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Apium inundatum</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Hypericum helodes</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eleocharis multicaulis</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Galium debile</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus heterophyllus</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus flammula</i>	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3- Espèces des <i>Glycricio fluitantis-nasturtietea</i>																					
<i>officinalis</i>																					
<i>Glyceria fluitans</i>	.	+	.	.	.	1	1	.	+	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sparganium emersum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	2	.	.	1	.	.	.
3- Espèces des <i>Phragmiti australis-caricetea elate</i>																					
<i>Phragmites australis</i>	.	.	+	.	2	.	.	+	+	.	.	.	+	.	+	.	+	.	.	1	.
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Lythrum salicaria</i>	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Rorippa amphibia</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	3	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Eleocharis palustris</i>	.	2	.	.	+	.	+	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Sparganium erectum</i>	.	.	.	.	.	2	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium palustre</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Iris pseudacorus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus effusus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Equisetum fluviatile</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lycopus europaeus</i>	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Carex elata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+
4- Espèces des <i>Charetea fragilis</i>																					
<i>Nitella flexilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	5	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chara fragifera</i>	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.

Tab. Vg- GROUPEMENT A *APIUM INUNDATUM*

	1	2	3	4	5
Numéro de relevé	1	2	3	4	5
Surface des relevés (m²)	1	1	10	1	4
Hauteur d'eau (cm)	0	30	20	35	50
Type de substrat	SV	SV	SV	S	SV
Recouvrement de la végétation (%)	100	100	100	100	100
Sol nu (%)	0	0	40	10	0
Recouvrement d'algues (%)	0	0	0	10	0
Nombre d'espèces	12	2	6	11	3
1- Caractéristiques d'association					
<i>Apium inundatum</i>	4	3	1	1	5
2- Espèces des <i>Littorelletea uniflorae</i>					
<i>Potamogeton gramineus</i>	.	.	.	+	.
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	1	.	.	.	.
<i>Scirpus fluitans</i>	1	.	.	.	.
<i>Baldellia ranunculoides</i>	+	.	.	.	.
<i>Juncus bulbosus</i>	.	.	.	+	.
2- Espèces des <i>Potametea pectinati</i>					
<i>Potamogeton acutifolius</i>	.	.	1	+	+
<i>Potamogeton natans</i>	.	.	2	.	.
<i>Potamogeton trichoides</i>	.	.	.	1	.
<i>Ranunculus aquatilis</i>	.	.	.	+	.
<i>Utricularia australis</i>	.	.	1	2	.
<i>Nymphaea alba</i>	.	.	.	+	.
3- Espèces compagnes et accidentelles					
<i>Mentha arvensis</i>	3	.	.	.	.
<i>Rorippa amphibia</i>	3	3	.	.	.
<i>Eleocharis palustris</i>	1	.	.	.	.
<i>Sparganium erectum</i>	+	.	1	+	.
<i>Nitella</i> sp.	.	.	.	+	.
<i>Luronium natans</i>	.	.	5	.	.
<i>Caldesia parnassifolia</i>	.	.	.	+	.
<i>Bidens tripartita</i>	+	.	.	.	.
<i>Lythrum salicaria</i>	+	.	.	.	.
<i>Ranunculus flammula</i>	+	.	.	.	.
<i>Calliergonella cuspidata</i>	1	.	.	.	4

Tab. VIIa- *BIDENTETEA TRIPARTITAE* Tüxen, W. Lohmeyer & Preisig *in* Tüxen 1950

Numéro de relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Surface des relevés (m ²)	1	2	1	0,5	0,5	1	1	2	1	2	1	0,2	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	
Hauteur d'eau (cm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Type de substrat	V	V	V	S	V	V	V	V	S	V	SV	SV	V	V	V	V	V	V	S	S	V	V	
Recouvrement de la végétation (%)	100	95	95	100	100	100	100	50	80	100	100	95	100	95	100	100	100	100	85	50	85	100	
Sol nu (%)	0	5	5	10	5	0	0	50	20	0	0	5	0	5	0	5	10	0	15	50	15	0	
Recouvrement d'algues (%)	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nombre d'espèces	8	9	7	7	10	16	12	23	11	6	15	14	9	8	10	17	16	6	6	15	10	6	
1- Caractéristiques d'association																							
<i>Bidens cernua</i>	3	4	3	2	2	2	2	+	+	2	3	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum lapathifolium</i>	.	.	.	2	2	1	4	+	+	1	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus sceleratus</i>	.	.	.	+	+	2	2	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.
<i>Rumex maritimus</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum hydropiper</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	3	3	1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+
<i>Bidens tripartita</i>	.	.	+	.	.	.	.	+	+	2	3	3	5	4	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Alopecurus aequalis</i>	1	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	3	2	2	2	3	1	2	.	.
<i>Rumex palustris</i>	+	3	3	2
2- Espèces des <i>Bidentetea tripartitae</i>																							
<i>Polygonum minus</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla supina</i>	+	.	+	.	+	1	+	+	.	.	.	+	+	.	+	1	1	.	.	.	.	.
<i>Chenopodium polyspermum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	.	.	.	3	.
<i>Atriplex patula</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Atriplex hastata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3- Espèces des <i>Isoeto durieui-Juncetea bufonii</i>																							
<i>Echinochloa crus-galli</i>	.	+	.	1	.	.	+	1	.	.	1	.	2	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus bufonius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	2	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Gypsophila muralis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	3	.	.	.
<i>Cyperus fuscus</i>	.	.	2	.	.	2	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eleocharis ovata</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	+	.	.	.	2	.	.	3	.	.	.	.	.	.
<i>Cyperus micheltianus</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Corrigiola litoralis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	.	.	.	1	.	.	.	+	.	.	.	.	3	.	.	+	.	.	.	.	.	+
<i>Gnaphalium luteoalbum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Carex bohemica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus tenageia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Juncus pygmaeus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Scirpus setaceus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Elatine hexandra</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4- Espèces des <i>Littorelletea uniflorae</i>																							
<i>Juncus bulbosus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Baldellia ranunculoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus flammula</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Eleocharis acicularis</i>	+	+	2	4
<i>Eleocharis multicaulis</i>	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4- Espèces des <i>Phragmiti australis-caricetea elatae</i>																							
<i>Lycopus europaeus</i>	+	.	+	1	+	1	.	.	+	1	3	.	2	3	3	.	+	.	.	1	+	+	

Tab. VIII C- *SPARGANIETUM ERECTI* Roll 1938

Numéro de relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Surface des relevés (m ²)	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4
Hauteur d'eau (cm)	0	0	30	0	0	15	0	0	3	30
Type de substrat	V	V	SV	V	V	V	V	V	V	V
Recouvrement de la végétation (%)	100	100	100	80	80	90	60	100	100	100
Sol nu (%)	10	10	80	0	0	60	40	10	5	10
Recouvrement d'algues (%)	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0
Nombre d'espèces	5	9	9	5	4	12	8	10	7	12
1- Caractéristique de l'association										
<i>Sparganium erectum</i>	4	5	3	3	3	3	2	4	4	3
2- Espèces des <i>Phragmiti australis-caricetea elatae</i>										
<i>Eleocharis palustris</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	2	+
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	+	+	+	.	.	+	+	.	.
<i>Lythrum salicaria</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Lycopus europaeus</i>	.	+	.	.	.	.	.	+	.	+
<i>Scirpus lacustris</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rorippa amphibia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Phalaris arundinacea</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Oenanthe aquatica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Carex elata</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Phragmites australis</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
3- Espèces des <i>Potametea pectinati</i>										
<i>Ceratophyllum demersum</i>	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.
<i>Myriophyllum spicatum</i>	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Najas marina</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Najas minor</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Nuphar lutea</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Nymphaea alba</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Potamogeton acutifolius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Potamogeton crispus</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potamogeton nodosus</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Potamogeton natans</i>	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Potamogeton polygonifolius</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Ranunculus aquatilis</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Utricularia australis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
4- Espèces des <i>Glycerio-Nasturtietea officinalis</i>										
<i>Leersia oryzoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Glyceria fluitans</i>	.	.	+	.	.	.	.	+	3	4
<i>Sparganium emersum</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
5- Espèces compagnes et accidentelles										
<i>Baldellia ranunculoides</i>	2	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Pilularia globulifera</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eleocharis acicularis</i>	+	3	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Potamogeton gramineus</i>	2	1	.	.	.	.	+	.	.	+
<i>Juncus bulbosus</i>	.	1	1	.	.	.	.	.	.	2
<i>Ludwigia palustris</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Myosotis scorpioides</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Alopecurus geniculatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.
<i>Ranunculus flammula</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Veronica scutellata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Chara fragilis</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Luronium natans</i>	.	.	.	.	.	+	3	.	.	.
<i>Caldesia parnassifolia</i>	.	+	.	+	+	.	.	.	+	.

Tab. VIII d- *SCIRPETUM MARITIMI* (Braun-Blanquet 1931) Tüxen 1937

Surface des relevés (m²)	5
Hauteur d'eau (cm)	0
Type de substrat	V
Recouvrement de la végétation (%)	100
Sol nu (%)	5
Recouvrement d'algues (%)	0
Nombre d'espèces	12
1- Caractéristique de l'association	
<i>Scirpus maritimus</i>	4
2- Espèces des <i>Phragmiti australis-caricetea elatae</i>	
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	+
<i>Oenanthe aquatica</i>	+
3- Espèces des <i>Bidentetea tripartitae</i>	
<i>Bidens cernua</i>	2
<i>Polygonum lapathifolium</i>	4
<i>Ranunculus sceleratus</i>	1
<i>Potentilla supina</i>	+
4- Espèces compagnes et accidentelles	
<i>Cyperus fuscus</i>	1
<i>Echinochloa crus-galli</i>	+
<i>Rorippa islandica</i>	+
<i>Rumex crispus</i>	1
<i>Veronica anagallis aquatica</i>	+

Tab. VIII e- *SCIRPETUM LACUSTRIS* (Allorge 1922) Schmale 1939

Numéro de relevé	1	2	3	4	5	6
Surface des relevés (m²)	4	10	10	5	5	5
Hauteur d'eau (cm)	65	65	30	60	50	50
Type de substrat	SV	SV	SV	SV	SV	SV
Recouvrement de la végétation (%)	100	100	100	100	100	100
Sol nu (%)	40	0	10	70	10	20
Recouvrement d'algues (%)	10	10	0	0	20	10
Nombre d'espèces	8	6	5	11	9	7
1- Caractéristique de l'association						
<i>Scirpus lacustris</i>	4	5	5	5	5	4
2- Espèces des <i>Phragmiti australis-caricetea elatae</i>						
<i>Eleocharis palustris</i>	3	2	4	1	+	.
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	+	+	+	+	.	.
<i>Oenanthe aquatica</i>	+	.	.	1	1	+
<i>Lythrum salicaria</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Lycopus europaeus</i>	+	.	+	.	.	.
<i>Phragmites australis</i>	.	.	.	.	+	1
<i>Typha angustifolia</i>	.	.	.	+	.	.
3- Espèces des <i>Charetea fragilis</i>						
<i>Nitella flexilis</i>	.	1	.	1	.	.
<i>Charopsis braunii</i>	.	.	.	1	.	.
<i>Nitella syncarpa</i>	.	1	.	.	.	.
<i>Nitella translucens</i>	3	.	.	.	.	.
4- Espèces compagnes et accidentelles						
<i>Glyceria fluitans</i>	.	.	4	.	.	.
<i>Juncus bulbosus</i>	3	4	.	.	2	2
<i>Potamogeton lucens</i>	.	.	.	.	2	3
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Polygonum amphibium</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Najas minor</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Najas marina</i>	.	.	.	+	.	+
<i>Callitriche obtusangula</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Caldesia parnassifolia</i>	.	.	.	.	1	.
<i>Lemna minor</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Myosotis scorpioides</i>	.	.	.	.	+	.

Tab. VIII-f- *TYPHAETUM ANGUSTIFOLIAE* (Soo 1927) Pign. 1953

Numéro de relevé	1	2	3	4	5
Surface des relevés (m ²)	4	4	4	4	4
Hauteur d'eau (cm)	45	40	15	28	0
Type de substrat	SV	SV	V	SV	V
Recouvrement de la végétation (%)	80	80	90	80	100
Sol nu (%)	20	60	20	30	50
Recouvrement d'algues (%)	0	0	0	0	0
Nombre d'espèces	5	7	3	3	7

1- Caractéristique de l'association

<i>Typha angustifolia</i>	3	4	3	2	3
---------------------------	---	---	---	---	---

2- Espèces des *Phragmiti australis-caricetea elatae*

<i>Scirpus lacustris</i>	.	.	1	2	3
<i>Eleocharis palustris</i>	.	.	.	.	3
<i>Phalaris arundinacea</i>	.	+	.	.	.
<i>Lycopus europaeus</i>	.	+	.	.	.
<i>Juncus effusus</i>	.	3	.	.	.
<i>Iris pseudacorus</i>	.	+	.	.	.
<i>Carex pseudocyperus</i>	.	1	.	.	.
<i>Carex elata</i>	1	.	.	.	.
<i>Sparganium erectum</i>	.	.	.	.	+
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	.	.	.	+
<i>Phragmites australis</i>	.	1	.	.	.

3- Espèces compagnes et accidentelles

<i>Elodea nuttallii</i>	2	.	.	.	.
<i>Ranunculus circinatus</i>	2	.	.	.	.
<i>Ranunculus aquatilis</i>	.	.	.	.	+
<i>Potamogeton pusillus</i>	1	.	.	.	.
<i>Potamogeton natans</i>	.	.	+	1	.
<i>Lemna minor</i>	.	.	.	.	+

Tab. VIIIi- GROUPEMENT A *IRIS PSEUDACORUS*

Numéro de relevé	1	2	3
Surface des relevés (m²)	5	10	10
Hauteur d'eau (cm)	0	10	0
Type de substrat	V	V	V
Recouvrement de la végétation (%)	100	80	100
Sol nu (%)	10	60	0
Recouvrement d'algues (%)	20	0	0
Nombre d'espèces	9	11	4
1- Caractéristique de l'association			
<i>Iris pseudacorus</i>	3	1	4
2- Espèces des <i>Phragmiti australis-caricetea</i>			
<i>elatae</i>			
<i>Lysimachia vulgaris</i>	3	+	.
<i>Eleocharis palustris</i>	3	.	.
<i>Carex elata</i>	.	3	.
<i>Phalaris arundinacea</i>	.	.	3
<i>Juncus effusus</i>	.	.	1
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	+	.
<i>Phragmites australis</i>	+	.	.
<i>Galium palustre</i>	.	+	.
<i>Veronica scutellata</i>	.	+	.
<i>Lythrum salicaria</i>	+	.	.
<i>Scirpus lacustris</i>	.	+	.
<i>Sparganium erectum</i>	.	+	.
3- Espèces compagnes et accidentelles			
<i>Glyceria fluitans</i>	1	.	.
<i>Ranunculus flammula</i>	2	.	.
<i>Sphagnum sp.</i>	2	.	.
<i>Rumex conglomeratus</i>	.	.	+
<i>Lysimachia nummularia</i>	.	+	.
<i>Rumex palustris</i>	+	.	.
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	.	+	.
<i>Mentha arvensis</i>	.	+	.

Tab. VIIIk- *GLYCERIETUM MAXIMAE* Hueck 1931

Numéro de relevé	1
Surface des relevés (m²)	4
Hauteur d'eau (cm)	10
Type de substrat	V
Recouvrement de la végétation (%)	100
Sol nu (%)	20
Recouvrement d'algues (%)	0
Nombre d'espèces	8

1- Caractéristique de l'association

Glyceria maxima 4

2- Espèces des *Phragmiti australis-caricetea*

Juncus effusus +
Phalaris arundinacea +
Eleocharis palustris 1
Sparganium erectum +

3- Espèces des *Glycerio-Nasturtietea*

Leersia oryzoides 3

7- Espèces compagnes et accidentelles

Tab. VIII l- *EQUISETETUM FLUVIATILIS* Steffen 1931 et *CARICETUM LASIOCARPAE* Koch 26

Numéro de relevé	1	2
Surface des relevés (m²)	5	10
Hauteur d'eau (cm)	0	0
Type de substrat	V	V
Recouvrement de la végétation (%)	100	100
Sol nu (%)	20	20
Recouvrement d'algues (%)	0	0
Nombre d'espèces	4	6

1- Caractéristique de l'association

Equisetum fluviatile 3 4

2- Espèces des *Scheuchzerio palustris-Caricetea fuscae*

Carex lasiocarpa . 4

3- Espèces des *Phragmiti australis-caricetea*

elatae

Phragmites australis 5 1
Carex elata . 2
Lysimachia vulgaris . 1
Lythrum salicaria + .
Scirpus lacustris + .
Typha angustifolia . +

Tab. VIII n- *CARICETUM VESICARIAE* Br.-Bl. & Denis 1926

Numéro de relevé	1	2	3	4	5
Surface des relevés (m ²)	4	10	4	4	4
Hauteur d'eau (cm)	0	0	0	0	5
Type de substrat	V	V	V	V	V
Recouvrement de la végétation (%)	100	100	100	80	100
Sol nu (%)	20	5	10	20	0
Recouvrement d'algues (%)	0	0	0	0	0
Nombre d'espèces	4	3	1	4	9
1- Caractéristique de l'association					
<i>Carex vesicaria</i>	5	5	4	3	3
2- Espèces des <i>Phragmiti australis-caricetea elatae</i>					
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	1	1	+	.
<i>Lythrum salicaria</i>	+	.	+	.	+
<i>Juncus effusus</i>	.	.	2	.	.
<i>Juncus acutiflorus</i>	.	.	2	.	.
<i>Eleocharis palustris</i>	.	.	2	.	.
<i>Rorippa amphibia</i>	.	.	+	.	.
<i>Lycopus europaeus</i>	.	.	+	.	.
<i>Phragmites australis</i>	.	.	.	+	.
<i>Sparganium erectum</i>	.	.	+	.	.
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	.	+	.	.
3- Espèces compagnes et accidentelles					
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	.	.	+	.	.
<i>Mentha arvensis</i>	.	.	.	+	.
<i>Juncus bulbosus</i>	.	.	.	2	.
<i>Potamogeton gramineus</i>	.	.	.	+	.

Tab. VIII o- GROUPEMENT A *CLADIUM MARISCUS*

Numéro de relevé	1	2	3	4	5	6
Surface des relevés (m ²)	10	4	5	15	4	4
Hauteur d'eau (cm)	40	10	20	0	5	0
Type de substrat	V	V	V	V	V	V
Recouvrement de la végétation (%)	100	100	100	100	100	60
Sol nu (%)	20	20	10	10	10	10
Recouvrement d'algues (%)	0	0	0	0	0	0
Nombre d'espèces	3	7	5	8	2	7
1- Caractéristique de l'association						
<i>Cladium mariscus</i>	4	4	3	4	3	1
2- Espèces des <i>Phragmiti australis-caricetea elatae</i>						
<i>Carex elata</i>	3	3	4	.	.	.
<i>Phragmites australis</i>	.	1	1	1	5	+
<i>Lythrum salicaria</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	+	.	.	.	.
<i>Lycopus europaeus</i>	.	+	+	+	.	.
3- Espèces compagnes et accidentelles						
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	.	.	.	1	.	1
<i>Mentha aquatica</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Mentha arvensis</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Molinia caerulea</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Myosotis scorpioides</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Oenanthe fistulosa</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Ranunculus flammula</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Samolus valerandi</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Scirpus multicaulis</i>	.	.	.	.	.	2
<i>Solanum dulcamara</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	1	+	.	.	.	.

Tab. VIIIq- *CARICETUM RIPARIAE* Knapp & Stoffers 1962

Surface des relevés (m ²)	5
Numéro de relevé original	p1A2
Hauteur d'eau (cm)	1
Type de substrat	tourbeux
Recouvrement de la végétation (%)	100
Sol nu (%)	10
Recouvrement d'algues (%)	0
Nombre d'espèces	6
1- Caractéristique de l'association	
<i>Carex riparia</i>	5
2- Espèces des <i>Phragmiti australis-caricetea elatae</i>	
<i>Scirpus lacustris</i>	2
<i>Phalaris arundinacea</i>	+
<i>Juncus inflexus</i>	+
<i>Phragmites australis</i>	+
4- Espèce compagne	
<i>Solanum dulca mara</i>	+

Tab. VIIIr - *THELYPTERIDO PALUSTRIS-PHRAGMITETUM AUSTRALIS* Kuiper 57 em. Segal & Westhoff in Westhoff & den Held 1969

Surface des relevés (m ²)	4
Numéro de relevé original	D205
Hauteur d'eau (cm)	0
Type de substrat	tourbeux
Recouvrement de la végétation (%)	100
Sol nu (%)	10
Recouvrement d'algues (%)	0
Nombre d'espèces	2
1- Caractéristique de l'association	
<i>Thelypteris palustris</i>	4
2- Espèce compagne	
<i>Salix atro-cinerea</i>	5

Tab. IXa- JUNCION ACUTIFLORI Braun-blanquet 1947

Numéro de relevé	1	2	3	4	5
Surface des relevés (m²)	10	5	10	10	5
Hauteur d'eau (cm)	0	0	0	0	0
Type de substrat	SV	V	V	SV	V
Recouvrement de la végétation (%)	80	80	100	80	70
Sol nu (%)	30	30	10	25	35
Recouvrement d'algues (%)	0	0	0	0	0
Nombre d'espèces	4	10	7	15	16
1- Caractéristiques d'association					
<i>Juncus acutiflorus</i>	4	4	3	2	4
2- Espèces d'ordre supérieur					
<i>Carum verticillatum</i>	.	.	.	+	+
<i>Agrostis canina</i>	.	+	3	+	1
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	.	+	1	1	2
<i>Ranunculus flammula</i>	.	+	.	+	1
<i>Cirsium dissectum</i>	.	.	.	+	+
<i>Veronica scutellata</i>	.	.	.	.	+
<i>Carex tomentosa</i>	+	.	.	.	.
3- Espèces des <i>Phragmiti australis-Caricetea elatae</i>					
<i>Lythrum salicaria</i>	.	+	.	+	1
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	1	1	.
<i>Lycopus europaeus</i>	.	+	+	.	1
<i>Galium palustre</i>	.	.	.	+	1
<i>Carex vesicaria</i>	.	.	.	1	+
<i>Carex elata</i>	.	.	.	3	.
<i>Eleocharis palustris</i>	.	.	.	+	.
<i>Phalaris arundinacea</i>	.	.	3	.	+
<i>Juncus effusus</i>	.	+	.	.	.
<i>Iris pseudacorus</i>	.	.	.	+	.
<i>Alisma plantago aquatica</i>	.	.	.	.	+
<i>Phragmites australis</i>	1	.	.	.	.
4- Espèces compagnes et accidentelles					
<i>Lotus tenuis</i>	+	.	.	.	.
<i>Achillea ptarmica</i>	.	.	+	.	.
<i>Juncus bulbosus</i>	.	+	.	+	.
<i>Baldellia ranunculoides subsp. repens</i>	.	+	.	+	1
<i>Hypericum helodes</i>	.	1	.	.	.
<i>Sphagnum</i> sp.	.	.	.	.	1

Tab. IXb- MOLINION CAERULEAE Koch 1926 em. Braun-Bl. 47

Numéro de relevé	1	2	3	4
Surface des relevés (m²)	4	10	4	10
Hauteur d'eau (cm)	0	0	0	0
Type de substrat	VS	V	SV	SV
Recouvrement de la végétation (%)	100	100	100	100
Sol nu (%)	5	10	5	0
Recouvrement d'algues (%)	0	0	0	0
Nombre d'espèces	10	9	6	6
1- Caractéristiques d'association				
<i>Molinia caerulea</i>	3	2	1	4
2- Espèces d'ordre supérieur				
<i>Carex tomentosa</i>	+	.	.	.
<i>Cirsium dissectum</i>	.	+	.	.
<i>Carex flava</i>	.	+	.	.
<i>Agrostis canina</i>	3	.	2	.
<i>Juncus acutiflorus</i>	.	.	.	+
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	+	+	.	.
<i>Ranunculus flammula</i>	+	+	.	.
3- Espèces des <i>Phragmiti australis-Caricetea elatae</i>				
<i>Phragmites australis</i>	+	.	+	2
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	+
<i>Lythrum salicaria</i>	.	.	.	+
4- Espèces compagnes et accidentelles				
<i>Hypericum helodes</i>	+	.	.	.
<i>Juncus bulbosus</i>	+	.	.	.
<i>Mentha aquatica</i>	.	1	.	.
<i>Calluna vulgaris</i>	.	.	2	.
<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	+	.
<i>Pulicaria dysenterica</i>	.	1	.	.
<i>Eleocharis multicaulis</i>	+	1	.	.
<i>Teucrium scordium</i>	.	+	.	.
<i>Rubus</i> sp.	.	.	.	+
<i>Salix</i> sp.	+	.	+	.

Tab. Xa- HYDROCOTYLO VULGARIS-SCHOENION NIGRICANTIS de Foucault 1984

Numéro de relevé	1	2
Surface des relevés (m²)	10	15
Hauteur d'eau (cm)	0	0
Type de substrat	V	V
Recouvrement de la végétation (%)	80	90
Sol nu (%)	20	10
Recouvrement d'algues (%)	0	0
Nombre d'espèces	8	6
1- Caractéristique de l'association		
<i>Schoenus nigricans</i>	2	4
2- Espèces compagnes		
<i>Mentha aquatica</i>	1	.
<i>Molinia caerulea</i>	2	1
<i>Pulicaria dysenterica</i>	1	.
<i>Succisa pratensis</i>	1	.
<i>Cirsium dissectum</i>	2	.
<i>Erica scoparia</i>	.	+
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	.	+
<i>Cladium mariscus</i>	.	+
<i>Phragmites australis</i>	+	+
<i>Lythrum salicaria</i>	+	.

Tab. XIa- PULICARIO-JUNCETUM INFLEXI de Foucault 84

Numéro de relevé	1	2	3	4	5	6
Surface des relevés (m²)	4	2	4	4	4	2
Hauteur d'eau (cm)	0	0	0	0	0	0
Type de substrat	V	V	V	V	V	V
Recouvrement de la végétation (%)	50	100	70	60	100	70
Sol nu (%)	60	10	35	40	10	35
Recouvrement d'algues (%)	0	0	0	0	0	0
Nombre d'espèces	4	4	4	18	12	9
1- Caractéristiques d'association						
<i>Juncus inflexus</i>	2	5	2	2	2	1
<i>Pulicaria dysenterica</i>	.	+	+	.	.	1
2- Espèces des <i>Agrostienea stoloniferae</i>						
<i>Potentilla anserina</i>	.	.	.	+	.	.
3- Espèces des <i>Molinio caerulea-Juncetea</i>						
<i>Juncus acutiflorus</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Molinia caerulea</i>	.	.	.	1	.	2
<i>Agrostis canina</i>	.	.	.	+	1	.
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	.	.	.	+	.	+
<i>Ranunculus flammula</i>	.	.	.	+	.	+
<i>Cirsium dissectum</i>	.	.	.	+	.	+
<i>Carex flava</i>	.	.	.	.	.	+
4- Espèces des <i>Phragmiti australis-caricetea elatae</i>						
<i>Juncus conglomeratus</i>	.	.	.	1	.	.
<i>Galium palustre</i>	.	+	.	.	+	.
<i>Phragmites australis</i>	1	.	.	.	+	.
<i>Phalaris arundinacea</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Lythrum salicaria</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Lycopus europaeus</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Carex riparia</i>	.	+	.	.	+	.
<i>Carex elata</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Carex vesicaria</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Juncus effusus</i>	.	.	.	.	4	.
<i>Carex</i> sp.	.	.	+	+	.	.
5- Espèces compagnes et accidentelles						
<i>Trifolium repens</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Carex flava</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Carex vulpina</i>	.	1	.	.	.	.
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Cirsium palustre</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Mentha aquatica</i>	.	.	.	.	.	1
<i>Mentha rotundifolia</i>	.	.	.	+	+	.
<i>Myosotis scorpioides</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Oenanthe fistulosa</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Potentilla tormentilla</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Eleocharis multicaulis</i>	.	.	.	+	.	1
<i>Scutellaria galericulata</i>	.	.	.	.	+	.
<i>Solanum dulcamara</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Teucrium scordium</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Urtica dioica</i>	.	.	2	.	.	.
<i>Salix atrocinerea</i>	.	.	.	+	.	.

ANNEXE 14

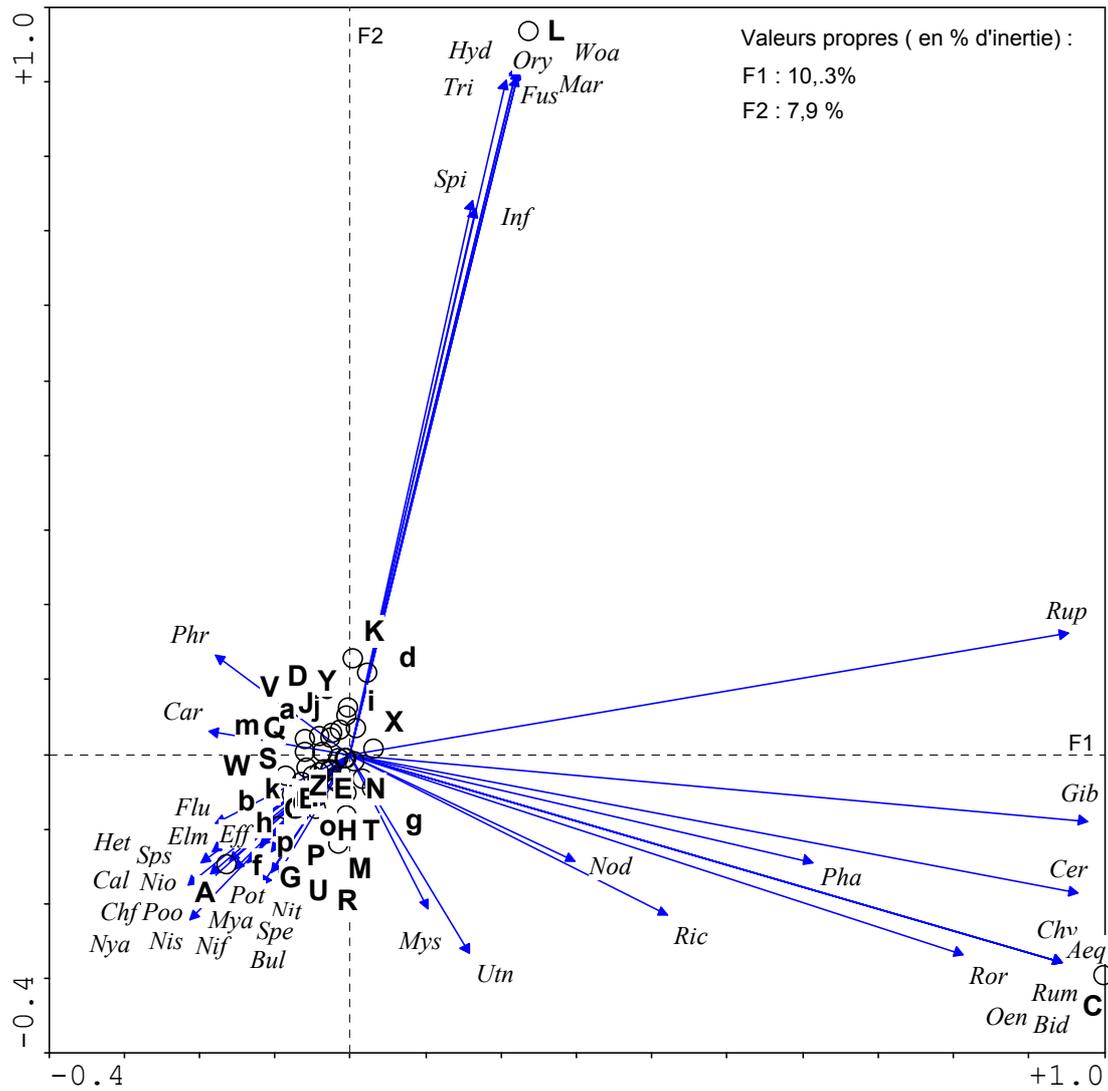
Signification des codes d'associations végétales utilisés pour l'ACP

Ac	<i>Eleocharitetum acicularis</i> (Baumann 11) Koch 26
Acu	<i>Juncion acutiflori</i> Braun-Blanq. in Braun-Blanq. & Tüxen 1952
Aeq	<i>Alopecuretum aequalis</i> (Soo 27) Runge 66
Api	Groupement à <i>Apium inundatum</i>
Bid	<i>Polygono hydropiperis-Bidentetum tripartitae</i> Lohmeyer in Tüxen 50
Btr	<i>Bidentetum tripartitae</i> Koch 1926
Buf	Groupement à <i>Juncus bufonius</i> (Passarge 64) Philippi 68
Bul	Groupement à <i>Juncus bulbosus</i>
Cal	Groupement à <i>Callitriche brutia</i> et <i>C. platycarpa</i>
Car	<i>Caricetum elatae</i> Koch 26
Ced	<i>Ceratophylletum demersi</i> Hild 56
Cer	Groupement à <i>Bidens cernua</i>
Cha	Groupement à <i>Chara aspera</i>
Chb	<i>Charetum braunii</i> Corillion 1957
Chf	<i>Charetum fragiferae</i> Corillion 1957
Chg	<i>Charetum fragilis</i> Corillion 1957
Chh	<i>Charetum hispidae</i> Corillion 1957
Chv	<i>Charetum vulgaris</i> Corillion 1957
Cla	Groupement à <i>Cladium mariscus</i>
Con	Groupement à <i>Chara connivens</i>
Eff	Groupement à <i>Juncus effusus</i>
Elm	<i>Eleocharitetum multicaulis</i> (All. 1922) R. Tx. 1937
Elo	Groupement à <i>Elodea canadensis</i>
Elp	Groupement à <i>Eleocharis palustris</i>
Eqf	<i>Equisetetum fluviatilis</i> Steffen 31
Flu	<i>Scirpetum fluitantis</i> (Allorge 22) Lemée 37
Fus	Groupement à <i>Cyperus fuscus</i>
Gib	<i>Lemnetum gibbae</i> (W Koch 1954) Miyawaki & J. Tüxen 1960 em.
Gly	<i>Glycerietum fluitantis</i> (Br.-Bl. 25) Wilzek 1935
Gna	<i>Gnaphalo luteo albi-exaculetum pusilli</i> (Royer 73) de Foucault 1988
Gyp	Groupement à <i>Gypsophylla muralis</i>
Het	Groupement à <i>Juncus heterophyllus</i>
Hex	<i>Elatinetum hexandrae</i> Corillion 1957 n. nov
Hot	<i>Hottonietum palustris</i> Tüxen 37
Hyd	<i>Hydrocharitetum morsi-ranae</i> van Langendonck 1935
Inf	<i>Pulicario-Juncetum inflexi</i> de Foucault 84
Iri	Groupement à <i>Iris pseudacorus</i>
Iso	<i>Littorello uniflorae-Isoetetum tenuissimae</i> (All. et Gaume 1931) Géhu et al. 88
Lac	<i>Scirpetum lacustris</i> (Allorge 1922) Schmale 39
Las	<i>Caricion lasiocarpae</i> Vanden Berghen in lebrun, Noirfalise, Heinemann & Vanden Berghen 1949
Lem	Groupement à <i>Lemna minor</i>
Lim	<i>Cypero-Limoselletum aquaticae</i> (Oberd. 1957) Korneck 1960
Lit	Groupement à <i>Littorella uniflora</i>
Mar	<i>Scirpetum maritimi</i> (Braun-Blanquet 1931) Tüxen 1937
Max	<i>Glycerietum maximae</i> Hueck 1931
Mca	<i>Molinion caeruleae</i> W. Koch 1926
Mya	<i>Myriophylletum alterniflori</i> Lemée 1937 em. Siss. 1943
Mys	<i>Myriophylletum spicati</i> Soo 27
Myv	<i>Myriophylletum verticillati</i> Lemée 37
Nai	<i>Potamo-Naiadetum marinae</i> Horvatic et Micev 1963
Nat	<i>Potametum natantis</i> Soo 27
Nif	<i>Nitelletum flexilis</i> Corillion 1957
Nih	<i>Nitelletum hyalinae</i> Corillion 1957
Nio	<i>Nitelletum opacae</i> Corillion 1957

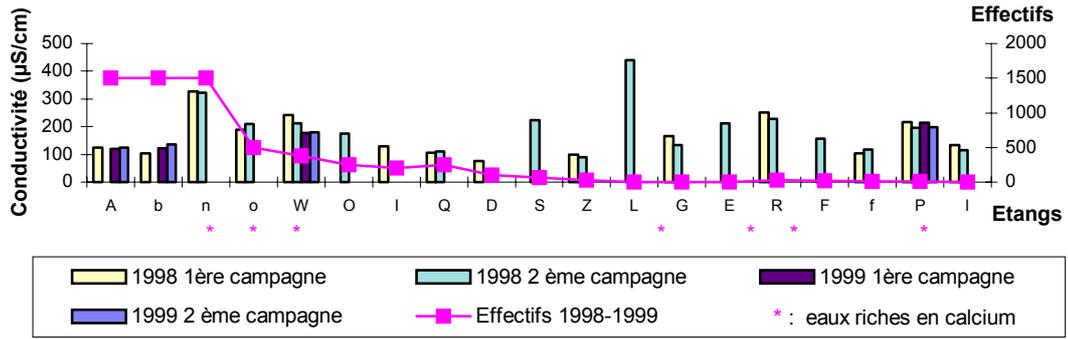
Nis	<i>Nitelletum syncarpae</i> Corillion 1957
Nit	<i>Nitelletum translucentis</i> Corillion 1957
Nod	Groupement à <i>Potamogeton nodosus</i>
Nup	<i>Nupharetum luteae</i> (Koch 26)
Nut	Groupement à <i>Elodea nuttallii</i>
Nya	<i>Nymphaeetum albae</i> Vollmar 1947 em. Oberdorfer 1957
Nyp	<i>Nymphoidetum peltatae</i> (All. 1922) Oberd. et Müll. 1960
Oen	Groupement à <i>Oenanthe aquatica</i>
Ory	<i>Leersietum oryzoidis</i> (Krause in Tüxen 55) Passarge 57
Ova	Groupement à <i>Eleocharis ovata</i>
Pha	Groupement à <i>Phalaris arundinacea</i>
Phr	<i>Phragmitetum communis</i> (Koch 26) Schmale 39
Pil	<i>Pilularietum globuliferae</i> Tüxen 1955 ex Müller et Görs 1960
Poa	Groupement à <i>Potamogeton acutifolius</i>
Pog	<i>Potametum graminei</i> (Corillion 57) Tüxen 75
Pol	<i>Potametum lucentis</i> Hueck 1931
Poo	<i>Potametum obtusifolii</i> (Sauer 37) Carstensen 54
Pop	Groupement à <i>Potamogeton pusillus</i>
Pot	<i>Potametum trichoidis</i> Freitag et al. 58
Rea	<i>Ranunculetum aquatilis</i> (Sauer 1945) Géhu 1961
Rec	Groupement à <i>Ranunculus circinatus</i>
Ren	<i>Polygonetum amphibii</i> (Soo 27) Egger 33
Rep	<i>Ranunculetum peltati</i> Sauer 45
Ric	<i>Riccietum fluitantis</i> (Slavnic 1956) Tüxen 1974
Rin	<i>Riccio carpetum natantis</i> (Segal 1963) em R. Tx. 1974
Rip	<i>Caricetum ripariae</i> Knapp & Stoffers 1962
Rli	Groupement à <i>Ranunculus lingua</i>
Ror	<i>Oenanthe-Rorripetum</i> Lohmeyer 50
Rsc	<i>Ranunculetum scelereti</i> Sissingh in R. Tüxen 50 em. Passarge 1959
Rum	<i>Ranunculo scelereti-Rumicetum maritimi</i> Sissingh (46) 66
Rup	<i>Rumicetum palustris</i> (Timar 50) Fischer 78
Sal	<i>Salicion cinereae</i> Th.Müll. et Görs 1958
Sch	<i>Hydrocotylo vulgaris-Schoenion nigricantis</i> de Foucault 1984
Spe	<i>Sparganietum erecti</i> Roll 38
Spi	<i>Spirodeletum polyrhizae</i> (Kelhofer 1915) Koch 1954 em. Müller & Schwabe 72 ap R. Tüxen 74
Sps	<i>Sparganietum simplicis</i> Tüxen 1958
Ten	<i>Nitelletum syncarpo-tenuissimae</i> Krause 1969
The	<i>Thelypterido palustris-Phagmitetum australis</i> Kuiper 57 em. Segal & Westhoff in Westhoff & den Held 69
Tra	<i>Trapetum natantis</i> Müller et Görs 1960
Tri	<i>Lemnetum trisulcae</i> (Kelhofer 1915) Knapp et Stoffers. 1962
Typ	<i>Typhetum angustifoliae</i> (Allorge 1922) Pignatti 1953
Utn	<i>Utricularietum neglectae</i> Müller et Görs 1960
Ves	<i>Caricetum vesicariae</i> Braun-Blanquet & Denis 1926
Woa	Groupement à <i>Wolffia arrhiza</i>

ANNEXE 15

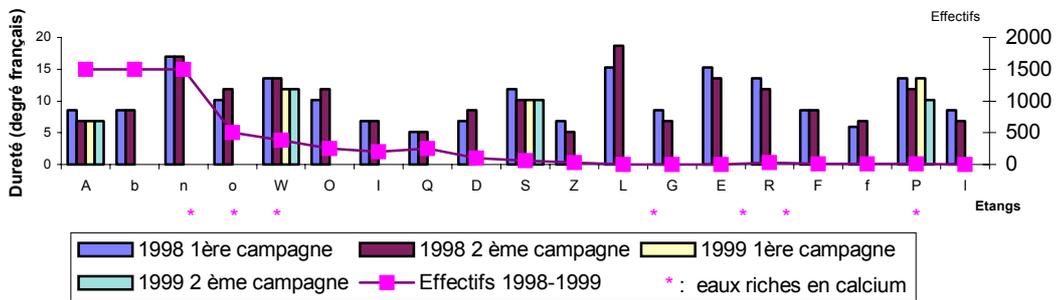
*Représentation graphique, dans le plan factoriel défini par les deux premiers axes de l'ACP, des étangs et des communautés végétales (42 étangs)
(légende : annexe 1 pour les étangs et annexe 12 pour les variables).*



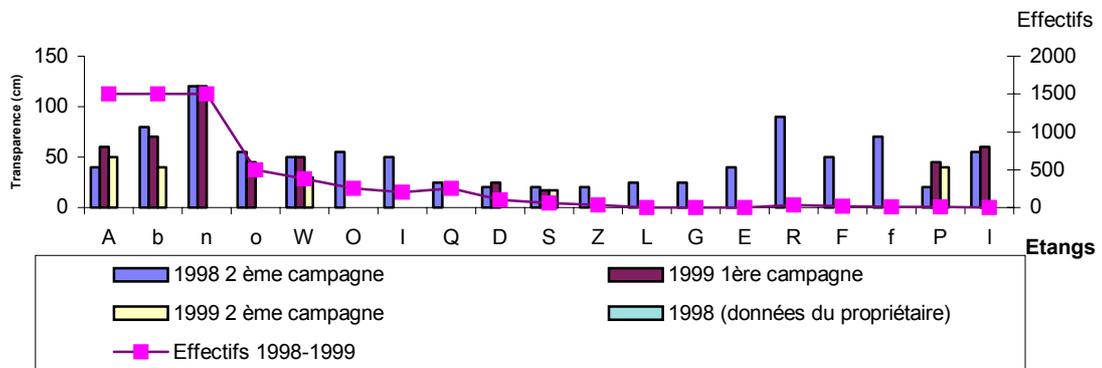
ANNEXE 16



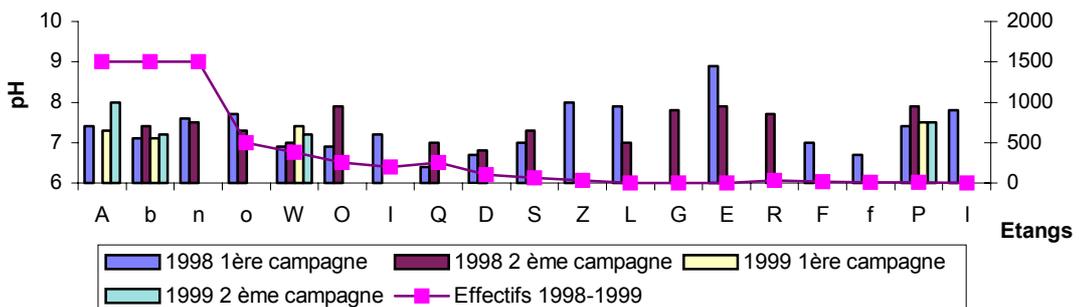
Variations des valeurs de la conductivité (analyses à la bonde) en fonction des effectifs de *Caldesia parnassifolia* (19 étangs de la Brenne abritant l'espèce).



Variations des valeurs de la dureté (analyses à la bonde) en fonction des effectifs de *Caldesia parnassifolia* (19 étangs de la Brenne).



Variations des valeurs de la transparence (analyses à la bonde) en fonction des effectifs de *Caldesia parnassifolia* (19 étangs de la Brenne).



Variations des valeurs du pH (analyses à la bonde) en fonction des effectifs de *Caldesia parnassifolia*

ANNEXE 17

**Comparaison des valeurs physico-chimiques de l'eau entre la bonde et les stations de
Caldesia parnassifolia (mars 2000).**

Etangs	Analyses	Heure	pH	Alcalinité (mg/l)	Dureté (degré français)	Azote total (mg/l)	Phosphate total (mg/l)
1	bonde	9h40	7,3	55	8,5	6	0,35
	station	10h30	7,0	75	10,2	2	0,18
2	bonde	13h00	6,9	32,5	8,5	2	0,45
	station	13h40	6,4 – 6,3	30 – 17,5	6,8 – 6,8	0	0,20
3	bonde	12h20	6,8	20	5,1	2	0,22
	station	12h55	6,7 – 6,6	30 - 35	5,1 – 6,8	1	0,10
4	bonde	9h55	7,2	45	8,5	3	0,39
	station	10h10	7,2 – 7,2	50 - 70	8,5 – 8,5	1	0,27
5	bonde		7	30	6,8	/*	/
	station		7 - 7	35 - 30	6,8 – 6,8	/	/
6	bonde		7,5	25	6,8	/	/
	station		6,8	25	6,8	/	/
7	bonde		7,5	30	8,5	/	/
	station		7,2 – 6,7	30 – 25	6,8 – 5,1	/	/
8	bonde		8	160	20,4	/	/
	station		7,7	160	20,4	/	/
9	bonde		7,2	55	9,35	/	/
	station		7,2	60	8,5	/	/
10	bonde		7,3	20	5,1	/	/
	station		7,4	25 – 30	3,4 – 5,1	/	/
11	bonde		6,6	160	18,7	/	/
	station		6,6 – 6,6	110	17	/	/
12	bonde		6,6	30	5,1	/	/
	station		6,6 – 6,6	30 – 30	5,1 – 6,8	/	/
13	bonde		6,7	40	6,8	/	/
	station		6,7	40	6,8	/	/
14	bonde		7,1	30	5,95	/	/
	station		7,1	30	6,8	/	/

* : les analyses d'azote et de phosphore total en mars ont révélé des valeurs aberrantes dans plusieurs stations dues à un problème d'échantillonnage.

ANNEXE 18

**Comparaison entre les valeurs physico-chimiques mesurées à la bonde et au niveau
d'une ou plusieurs stations de *Caldesia parnassifolia* (juillet 2000).**

Etangs	Analyses	Conductivité (μ S/cm)	pH	Alcalinité (mg/l)	Dureté (degré français)	Azote total (mg/l)	Phosphate total (mg/l)
1	bonde	139	6,8	45	6,8	6	0,57
	station(s)	141 – 141	6,8 – 6,8	50 – 50	6,8 – 6,8	4	0,24
2	bonde	133	7,5	35	8,5	3	0,41
	station(s)	98 – 130	6,8 – 7,3	40 – 45	6,8 – 6,8	3	0,08
3	bonde	104	7,8	35	6,8	10	0,41
	station(s)	105 – 104	7,1 – 7,4	35 – 30	6,8 – 5,1	5	0,08
4	bonde	187	8,8	80	10,2	7	0,41
	station(s)	206	8,2	95	11,9	1	0,27
5	bonde	136	7,5	55	8,5	5	0,16
	station(s)	141 – 136	7,1 – 8,1	55 – 55	8,5 – 8,5	2	0,14
6	bonde	158	7,4	60	5,1	5	0,42
	station(s)	163	7,7	55	3,4 – 3,4	0	0,09
7	bonde	83	7	30	13,6	/	0,05
	station(s)	76 – 78	6,7 – 6,3	20 – 20	15,5	/	0,04
8	bonde	268	7,7	125	11,9	/	0,05
	station(s)	262	7,4	120	11,9	/	0,13
9	bonde	202	7,7	60	6,8	/	0,22
	station(s)	178	7,4	75	6,8 – 6,8	/	0,01
10	bonde	123	6,2	45	6,8	/	0,2
	station(s)	123 – 125	6,9 – 6,9	45 – 45	6,8 – 8,5	/	0,15
11	bonde	126	7,1	50	6,8	/	0,2
	station(s)	127 – 126	7,1 – 7,6	50 – 50	6,8	/	0,13
12	bonde	107	6,9	45	/	/	0,68
	station(s)	111	6,9	45	/	/	0,31
13	bonde	/	/	/	/	/	0,21
	station(s)	/	/	/	/	/	0,17
14	bonde	/	/	/	/	/	0,21
	station(s)	/	/	/	/	/	0,2
15	bonde	/	/	/	/	/	0,59
	station(s)	/	/	/	/	/	0,19
16	bonde	/	/	/	/	/	0,01
	station(s)	/	/	/	/	/	0,2
17	bonde	/	/	/	/	/	0,38
	station(s)	/	/	/	/	/	0,04
18	bonde	/	/	/	/	/	0,38
	station(s)	/	/	/	/	/	0,1

ANNEXE 20

Codes des espèces végétales utilisés pour l'ACC

Aaeq	<i>Alopecurus</i>	<i>aequalis</i>
Acan	<i>Agrostis</i>	<i>canina</i>
Ainu	<i>Apium</i>	<i>inundatum</i>
Apla	<i>Alisma</i>	<i>plantago-aquatica</i>
Bran	<i>Baldellia</i>	<i>ranunculoides</i>
Btri	<i>Bidens</i>	<i>tripartita</i>
Cald	<i>Caldesia</i>	<i>parnassifolia</i>
Casp	<i>Chara</i>	<i>aspera</i>
Cbra	<i>Charopsis</i>	<i>braunii</i>
Ccon	<i>Chara</i>	<i>connivens</i>
Cdem	<i>Ceratophyllum</i>	<i>demersum</i>
Cela	<i>Carex</i>	<i>elata</i>
Cfra	<i>Chara</i>	<i>fragifera</i>
Cfus	<i>Cyperus</i>	<i>fuscus</i>
Cglo	<i>Chara</i>	<i>fragilis (Chara globularis)</i>
Char	<i>Chara</i>	sp
Chvu	<i>Chara</i>	<i>vulgaris</i>
Cmaj	<i>Chara</i>	<i>major</i>
Cmar	<i>Cladium</i>	<i>mariscus</i>
Cpse	<i>Carex</i>	<i>pseudocyperus</i>
Crip	<i>Carex</i>	<i>riparia</i>
Cves	<i>Carex</i>	<i>vesicaria</i>
Eaci	<i>Eleocharis</i>	<i>acicularis</i>
Ecan	<i>Elodea</i>	<i>canadensis</i>
Ecru	<i>Echinochloa</i>	<i>crus-galli</i>
Ehex	<i>Elatine</i>	<i>hexandra</i>
Emul	<i>Eleocharis</i>	<i>multicaulis</i>
Enut	<i>Elodea</i>	<i>nuttallii</i>
Eova	<i>Eleocharis</i>	<i>ovata</i>
Epal	<i>Eleocharis</i>	<i>palustris</i>
Epus	<i>Exaculum</i>	<i>pusillum</i>
Gdeb	<i>Galium</i>	<i>debile</i>
Gflu	<i>Glyceria</i>	<i>fluitans</i>
Glut	<i>Gnaphalium</i>	<i>luteoalbum</i>
Gmur	<i>Gypsophila</i>	<i>muralis</i>
Gpal	<i>Galium</i>	<i>palustre</i>
Guli	<i>Gnaphalium</i>	<i>uliginosum</i>
Helo	<i>Hypericum</i>	<i>elodes</i>
Hmor	<i>Hydrocharis</i>	<i>morsus ranae</i>
Hpal	<i>Hottonia</i>	<i>palustris</i>
Hvul	<i>Hydrocotyle</i>	<i>vulgaris</i>
Ipse	<i>Iris</i>	<i>pseudacorus</i>
Iten	<i>Isoetes</i>	<i>tenuissima</i>
Jacu	<i>Juncus</i>	<i>acutiflorus</i>
Jbuf	<i>Juncus</i>	<i>bufonius</i>
Jbul	<i>Juncus</i>	<i>bulbosus</i>
Jeff	<i>Juncus</i>	<i>effusus</i>
Jhet	<i>Juncus</i>	<i>heterophyllus</i>
Jpyg	<i>Juncus</i>	<i>pygmaeus</i>
Jten	<i>Juncus</i>	<i>tenageia</i>
Laqu	<i>Limosella</i>	<i>aquatica</i>
Leur	<i>Lycopus</i>	<i>europaeus</i>
Lgib	<i>Lemna</i>	<i>gibba</i>
Lmin	<i>Lemna</i>	<i>minor</i>
Lnat	<i>Luronium</i>	<i>natans</i>
Lnum	<i>Lysimachia</i>	<i>nummularia</i>
Lory	<i>Leersia</i>	<i>oryzoides</i>
Lpal	<i>Ludwigia</i>	<i>palustris</i>
Lsal	<i>Lythrum</i>	<i>salicaria</i>
Lten	<i>Lotus</i>	<i>tenuis</i>
Ltri	<i>Lemna</i>	<i>trisulca</i>
Luli	<i>Lotus</i>	<i>uliginosus</i>
Luni	<i>Littorella</i>	<i>uniflora</i>
Lvul	<i>Lysimachia</i>	<i>vulgaris</i>
Malt	<i>Myriophyllum</i>	<i>alterniflorum</i>

Marv	<i>Mentha</i>	<i>arvensis</i>
Mpul	<i>Mentha</i>	<i>pulegium</i>
Mspi	<i>Myriophyllum</i>	<i>spicatum</i>
Mver	<i>Myriophyllum</i>	<i>verticillatum</i>
Nalb	<i>Nymphaea</i>	<i>alba</i>
Nconf	<i>Nitella</i>	<i>confervacea</i>
Nfle	<i>Nitella</i>	<i>flexilis</i>
Nhya	<i>Nitella</i>	<i>hyalina</i>
Nite	<i>Nitella</i>	<i>sp</i>
Nlut	<i>Nuphar</i>	<i>lutea</i>
Nmar	<i>Najas</i>	<i>marina</i>
Nmin	<i>Najas</i>	<i>minor</i>
Nobt	<i>Nitellopsis</i>	<i>obtusa</i>
Nopa	<i>Nitella</i>	<i>opaca</i>
Npel	<i>Nymphoides</i>	<i>peltata</i>
Nsyn	<i>Nitella</i>	<i>syncarpa</i>
Nten	<i>Nitella</i>	<i>tenuissima</i>
Ntra	<i>Nitella</i>	<i>translucens</i>
Oaqu	<i>Oenanthe</i>	<i>aquatica</i>
Pacu	<i>Potamogeton</i>	<i>acutifolius</i>
Pamp	<i>Polygonum</i>	<i>amphibium</i>
Paru	<i>Phalaris</i>	<i>arundinacea</i>
Paus	<i>Phragmites</i>	<i>australis</i>
Pavi	<i>Polygonum</i>	<i>aviculare</i>
Pcri	<i>Potamogeton</i>	<i>crispus</i>
Pglo	<i>Pilularia</i>	<i>globulifera</i>
Pgra	<i>Potamogeton</i>	<i>gramineus</i>
Phyd	<i>Polygonum</i>	<i>hydropiper</i>
Plap	<i>Polygonum</i>	<i>lapathifolium</i>
Pluc	<i>Potamogeton</i>	<i>lucens</i>
Pmin	<i>Polygonum</i>	<i>minus</i>
Pnat	<i>Potamogeton</i>	<i>natans</i>
Pnod	<i>Potamogeton</i>	<i>nodosus</i>
Pobt	<i>Potamogeton</i>	<i>obtusifolius</i>
Poly	<i>Polygonum</i>	<i>persicaria</i>
Ppec	<i>Potamogeton</i>	<i>pectinatus</i>
Ppor	<i>Peplis</i>	<i>portula</i>
Ppus	<i>Potamogeton</i>	<i>pusillus</i>
Psup	<i>Potentilla</i>	<i>supina</i>
Ptri	<i>Potamogeton</i>	<i>trichoides</i>
Ramp	<i>Rorippa</i>	<i>amphibia</i>
Raqu	<i>Ranunculus</i>	<i>aquatilis</i>
Rcir	<i>Ranunculus</i>	<i>circinatus</i>
Rcri	<i>Rumex</i>	<i>crispus</i>
Rfla	<i>Ranunculus</i>	<i>flammula</i>
Rflu	<i>Riccia</i>	<i>fluitans</i>
Rlin	<i>Ranunculus</i>	<i>lingua</i>
Rmar	<i>Rumex</i>	<i>maritimus</i>
Rnat	<i>Ricciocarpus</i>	<i>natans</i>
Rpel	<i>Ranunculus</i>	<i>peltatus</i>
Rsce	<i>Ranunculus</i>	<i>sceleratus</i>
Rtri	<i>Ranunculus</i>	<i>tripartitus</i>
Sdul	<i>Solanum</i>	<i>dulcamara</i>
Seme	<i>Sparganium</i>	<i>emersum</i>
Sere	<i>Sparganium</i>	<i>erectum</i>
Sflu	<i>Scirpus</i>	<i>fluitans</i>
Sgal	<i>Scutellaria</i>	<i>galericulata</i>
Slac	<i>Scirpus</i>	<i>lacustris</i>
Smic	<i>Scirpus</i>	<i>michelianus</i>
Smuc	<i>Scirpus</i>	<i>mucronatus</i>
Spol	<i>Spirodela</i>	<i>polyrhiza</i>
Srub	<i>Spergularia</i>	<i>rubra</i>
Tang	<i>Typha</i>	<i>angustifolia</i>
Tfla	<i>Thalictrum</i>	<i>flavum</i>
Tnat	<i>Trapa</i>	<i>natans</i>
Uaus	<i>Utricularia</i>	<i>australis</i>
Umin	<i>Utricularia</i>	<i>minor</i>
Vscu	<i>Veronica</i>	<i>scutellata</i>
Warr	<i>Wolffia</i>	<i>arrhiza</i>

ANNEXE 21

81 variables soumises à l'ACC, classées par catégories

14 variables relatives à la gestion piscicole des étangs

Codes	Catégories	Noms
1448	Fertilisation minérale	Fertilisation en phosphate ammoniacal
ChaA	Chaulage	Chaulage en assec
ChaE	Chaulage	Chaulage en eau
Empo	Empoisonnement	Mise en charge à l'empoisonnement
F390	Fertilisation minérale	Fertilisation en azote liquide
FerM	Fertilisation minérale	Fertilisation minérale
FerO	Fertilisation organique	Importance de la fertilisation organique
Herb	Utilisation d'herbicides	Apports d'herbicides récents
NoRe	Nourrissage des poissons	Régularité du nourrissage des poissons
Nou1	Nourrissage des poissons	Importance du nourrissage des poissons
Nour	Nourrissage des poissons	Nourrissage des poissons
Prod	Production piscicole	Production piscicole
Scor	Fertilisation minérale	Apports de scories
Zeph	Utilisation d'herbicides	Utilisation de l'herbicide Zéphir

22 variables relatives aux analyses d'eau

Alc1	Analyses d'eau	Alcalinité (1ere campagne 1998-1999)
Alc2	Analyses d'eau	Alcalinité (2e campagne 1998-1999)
Alc3	Analyses d'eau	Alcalinité (mars 2000)
Alc4	Analyses d'eau	Alcalinité (juillet 2000)
Azo1	Analyses d'eau	Azote total (mars 2000)
Azo2	Analyses d'eau	Azote total (juillet 2000)
Con1	Analyses d'eau	Conductivité (1ere campagne 1998-1999)
Con2	Analyses d'eau	Conductivité (2e campagne 1998-1999)
Con3	Analyses d'eau	Conductivité juillet 2000
Dur1	Analyses d'eau	Dureté totale (1ere campagne 1998-1999)
Dur2	Analyses d'eau	Dureté totale (2e campagne 1998-1999)
Dur3	Analyses d'eau	Dureté totale (mars 2000)
Dur4	Analyses d'eau	Dureté totale (juillet 2000)
Pto1	Analyses d'eau	Phosphore total (mars 2000)
Pto2	Analyses d'eau	Phosphore total (juillet 2000)
Tra1	Analyses d'eau	Transparence (2e campagne 1998-1999)
Tra2	Analyses d'eau	Transparence (mars 2000)
Tra3	Analyses d'eau	Transparence (juillet 2000)
UpH1	Analyses d'eau	pH (1ere campagne 1998-1999)
UpH2	Analyses d'eau	pH (2e campagne 1998-1999)
UpH3	Analyses d'eau	pH (mars 2000)
UpH4	Analyses d'eau	pH (juillet 2000)

26 variables relatives à d'autres facteurs de gestion

Agr1	Agrainage des canards	Importance de l'agrainage
Agra	Agrainage des canards	Agrainage
AsRe	Mise en assec	Régularité de l'assec
Ass1	Fréquence de l'assec	Fréquence de l'assec (5-7 ans)
Ass2	Fréquence de l'assec	Fréquence de l'assec (7-10 ans)
Ass3	Fréquence de l'assec	Fréquence de l'assec (10-12 ans)
Ass4	Fréquence de l'assec	Fréquence de l'assec (> 15 ans)
Asse	Fréquence de l'assec	Fréquence de l'assec (< 2 ans)

Chas	Vocation de l'étang	Pratique de la chasse
CulF	Culture de fond d'étang	Culture de fond d'étang
CulG	Culture de fond d'étang	Culture totale de fond d'étang
CulP	Culture de fond d'étang	Culture partielle de fond d'étang
Demo	Démottage	Démottage récent
Fauc	Faucardage	Faucardage récent
Gyro	Entretien des berges	Gyrobroyage des berges
Labo	Labour du fond d'étang	Labour du fond d'étang
Lois	Vocation de l'étang	Vocation de loisirs
Noye	Culture de fond d'étang	Culture noyée de fond d'étang
Pann	Fréquence de la pêche	Pêche annuelle
PatF	Pâturage des bords d'étang	Intensité du pâturage des bords d'étang
Patu	Pâturage des bords d'étang	Pâturage des bords d'étang
PBis	Fréquence de la pêche	Pêche bisannuelle
Pher	Présence de poissons herbivores	Présence de poissons herbivores
Pisc	Vocation de l'étang	Vocation piscicole
Prar	Fréquence de la pêche	Pêche rare
Roto	Labour du fond d'étang	Utilisation du rotovator

19 variables relatives aux caractéristiques générales des étangs

17em	Date de création de l'étang	Création entre le 17e et le 19e siècle
20em	Date de création de l'étang	Création récente de l'étang
Bois	Environnement proche de l'étang	Bois autour de l'étang
Cent	Profondeur au centre de l'étang	Profondeur au centre de l'étang
Cult	Environnement proche de l'étang	Cultures autour de l'étang
Fric	Environnement proche de l'étang	Friches autour de l'étang
Land	Environnement proche de l'étang	Landes autour de l'étang
Mage	Date de création	Création au Moyen-Âge
Mara	Environnement proche de l'étang	Marais alcalin autour de l'étang
Marn	Type de substrat de l'étang	Substrat marneux
Pbois	Recouvrement arbustif	Recouvrement arbustif
Pdou	Profil de l'étang	Pentes douces de l'étang
Pins	Environnement proche de l'étang	Pinèdes autour de l'étang
Pmoy	Profil de l'étang	Pentes moyennes de l'étang
Prai	Environnement proche de l'étang	Prairies autour de l'étang
SabA	Type de substrat de l'étang	Substrat sablo-argileux
Sabl	Type de substrat de l'étang	Substrat sablonneux
SabV	Type de substrat de l'étang	Substrat sablo-vaseux
Seau	Surface en eau	Surface en eau de l'étang

TABLES



TABLES DES FIGURES



LISTE DES TABLEAUX



LISTE DES PHOTOGRAPHIES ET DES ANNEXES



TABLE DES MATIERES

Table des figures

	Page
Figure n°1 : L'étang et ses relations avec le milieu environnant (D'après Balvay 1980).....	22
Figure n°2 : Schéma représentant les relations trophiques dans l'écosystème étang (D'après Arrignon 1976).....	23
Figure n°3 : Schéma représentant les différents types de plantes associées aux milieux aquatiques : plantes terrestres, héliophytes, hydrophytes et amphiphytes....	29
Figure n°4 : Schéma représentant les différents paramètres influençant la structure et la composition de la végétation (en dehors du climat) et leurs inter-relations.....	52
Figure n°5 : Les unités naturelles du Parc naturel régional de la Brenne	53
Figure n°6 : Carte géologique du Parc naturel de la Brenne (BRGM et CA de l'Indre).....	54
Figure n°7 : Schéma représentant un étang en eau en Brenne.....	56
Figure n°8 : Cycle d'exploitation représentant les 3 étapes de production de carpes marchandes (d'après Bachasson 1987).....	61
Figure n°9 : Illustration d'un bateau faucardeur avec lame de fauche articulée et réglable en profondeur (d'après Bachasson 1987).....	64
Figure n°10 : Le réseau hydrographique de la Brenne (carte extraite de G. Bédoucha 2000).....	67
Figure n°11 : Organigramme des méthodes utilisées au cours de cette étude.....	81
Figure n°12 : Répartition des étangs étudiés en fonction de leurs vocations.....	87
Figure n°13 : Répartition du nombre d'étangs étudiés en fonction de la fréquence de l'assec.....	88
Figure n°14 : Répartition du nombre d'étangs étudiés en fonction de la fréquence de la pêche.....	89
Figure n°15 : Répartition du nombre d'étangs étudiés en fonction du chaulage.....	90
Figure n°16 : Répartition du nombre d'étangs étudiés en fonction des modalités de fertilisation ou d'amendement.....	92

Figure n°17 : Répartition du nombre d'étangs étudiés en fonction de la production piscicole (kg/ha).....	97
Figure n°18 : Diagramme des valeurs propres (exprimées en pourcentage d'inertie) de l'ACP réalisée sur les caractéristiques générales des étangs.....	99
Figure n°19 : Représentation graphique, dans le plan factoriel défini par les deux premiers axes de l'ACP, des étangs et de certaines variables physiques et biologiques des étangs (légende : tableau en annexe pour les étangs et tableau en annexe pour les variables).....	100
Figure n°20 : Arbre hiérarchique de la CAH des étangs en fonction des deux premiers facteurs de l'ACP sur les données relatives aux caractéristiques d'étangs.....	100
Figure n°21 : Diagramme des valeurs propres (exprimées en pourcentage d'inertie) de l'ACP réalisée sur les caractéristiques anthropiques des étangs.....	102
Figure n°22 : Représentation graphique, dans le plan factoriel défini par les deux premiers axes de l'ACP, des étangs et des variables de gestion piscicole...	103
Figure n°23 : Arbre hiérarchique de la CAH des étangs en fonction des deux premiers facteurs de l'ACP sur les données relatives à la gestion des étangs.....	103
Figure n°24 : Relation linéaire entre l'alcalinité (mg/l CaCO ₃) et la conductivité (µS/cm) de l'eau.....	108
Figure n°25 : Teneurs en azote total et anhydride phosphorique (%) dans les échantillons prélevés au niveau de chacun des 42 étangs étudiés en 1998 et 1999.....	116
Figure n°26 : Diagramme des valeurs propres (exprimées en pourcentage d'inertie) de l'ACP réalisée sur les caractéristiques physico-chimiques (campagnes 2000) des étangs.....	117
Figure n°27 : Représentation graphique, dans le plan factoriel défini par les deux premiers axes de l'ACP, des étangs et des variables physico-chimiques de l'eau mesurées en 1998-1999-2000 (38 étangs).....	118
Figure n°28 : Arbre hiérarchique de la CAH des étangs en fonction des deux premiers facteurs de l'ACP sur les données relatives à la physico-chimie de l'eau des étangs (1998-1999-2000).....	118
Figure n° 29 : Diagramme des valeurs propres (exprimées en pourcentage d'inertie) de l'ACP réalisée sur les caractéristiques phytosociologiques des étangs.....	190
Figure n°30 : Représentation graphique, dans le plan factoriel défini par les deux premiers axes de l'ACP, des étangs et des communautés végétales.....	191

Figure n°31 : Arbre hiérarchique de la CAH des étangs en fonction des deux premiers facteurs de l'ACP sur les données relatives aux communautés végétales des étangs.....	191
Figure n°32 : <i>Caldesia parnassifolia</i> (d'après Hegi 1906).....	198
Figure n°33 : Carte de répartition mondiale de <i>Caldesia parnassifolia</i> et de <i>Caldesia reniformis</i>	199
Figure n°34 : <i>Caldesia reniformis</i>	200
Figure n°35 : Répartition de <i>Caldesia parnassifolia</i> en France.....	201
Figure n°36 : <i>Caldesia parnassifolia</i> , A : turions, B : turion donnant naissance à une plantule.....	202
Figure n°37 : <i>Caldesia parnassifolia</i> en situation d'exondation.....	207
Figure n°38 : Relation linéaire entre la largeur et la longueur des limbes de <i>Caldesia parnassifolia</i> mesurées en Brenne.....	208
Figure n°39 : Répartition des effectifs de <i>Caldesia parnassifolia</i> en fonction de la hauteur d'eau (cm).....	211
Figure n°40 : Teneurs moyennes en N et P2O5 (%) par population de <i>Caldesia parnassifolia</i> dans les sédiments.....	212
Figure n°41 : Effectifs de <i>Caldesia parnassifolia</i> par unité de surface en eau des étangs (hectare) en fonction des valeurs de la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ...	214
Figure n°42 : Effectifs de <i>Caldesia parnassifolia</i> par unité de surface en eau des étangs (hectare) en fonction des valeurs de la dureté (degré français).....	214
Figure n°43 : Effectifs de <i>Caldesia parnassifolia</i> par unité de surface en eau des étangs (hectare) en fonction des valeurs de la transparence (cm).....	215
Figure n°44 : Effectifs de <i>Caldesia parnassifolia</i> par unité de surface en eau des étangs (hectare) en fonction des valeurs du pH.....	215
Figure n°45 : Distribution du rapport des valeurs de l'alcalinité (mg/l CaCO_3) obtenues au niveau des stations de <i>Caldesia parnassifolia</i> et à la bonde des mêmes étangs.....	216
Figure n°46 : Distribution du rapport des valeurs de la dureté (degré français) obtenues au niveau des stations de <i>Caldesia parnassifolia</i> et à la bonde des mêmes étangs.....	216
Figure n°47 : Distribution du rapport des valeurs du pH obtenues au niveau des stations de <i>Caldesia parnassifolia</i> et à la bonde des mêmes étangs.....	217

Figure n°48 : Teneurs en azote total (N total) mesurée à la bonde en fonction de la teneur mesurée au niveau des stations de <i>Caldesia parnassifolia</i> (juillet 2000)....	217
Figure n°49 : Teneurs en phosphore total (P total) mesurée à la bonde en fonction de la teneur mesurée au niveau des stations de <i>Caldesia parnassifolia</i>	218
Figure n°50 : Répartition du nombre de relevés contenant <i>Caldesia parnassifolia</i> , par classe phytosociologique (96 relevés phytosociologiques réalisés en Brenne,1998-1999).....	225
Figure n°51 : Tableaux de contingence dits « automates cellulaires » représentant les variations des effectifs (par classe) de <i>Caldesia parnassifolia</i> observés sur 15 étangs de la Brenne entre deux années consécutives	227
Figure n°52 : Évolution des effectifs de <i>Caldesia parnassifolia</i> entre 1993 et 1999 sur l'étang F. (données : Daudon 1993-1997, Otto-Bruc 1998-1999).....	227
Figure n°53 : Représentation graphique, dans le plan factoriel défini par les deux premiers axes de l'ACC, des espèces, des relevés phytosociologiques et des variables environnementales.....	248
Figure n°54 : Représentation graphique, dans le plan factoriel défini par les deux premiers axes de l'ACC, des espèces, des relevés phytosociologiques et des variables d'analyses d'eau.....	251
Figure n°55 : Représentation graphique, dans le plan factoriel défini par les deux premiers axes de l'ACC, des espèces, des relevés phytosociologiques et des variables de gestion piscicole.....	252
Figure n°56 : Représentation graphique, dans le plan factoriel défini par les deux premiers axes de l'ACC, des espèces, des relevés phytosociologiques et d'autres variables de gestion piscicole.....	254
Figure n°57 : Représentation graphique, dans le plan factoriel défini par les deux premiers axes de l'ACC, des espèces, des relevés phytosociologiques et des caractéristiques générales des étangs.....	257

Liste des tableaux

	Page
Tableau n°1 : Classification hiérarchique des hydrophytes selon Arber (1920) mise en tableau par D. Chicouène (comm. pers.).....	27
Tableau n°2 : Catégories d'étangs piscicoles en France.....	38
Tableau n°3 : Catégories d'étangs étudiées en fonction de la surface cadastrale.....	66
Tableau n°4 : Echantillonnage des analyses d'eau au cours des trois années d'études (1998-1999-2000).....	73
Tableau n°5 : Présentation des différents domaines de recherches, des principaux objectifs et des méthodes abordés dans les chapitres suivants.....	82
Tableau n°6 : Typologie des 42 étangs de la Brenne étudiés en fonction des caractéristiques générales des étangs (moyennes des résultats par groupe).....	101
Tableau n°7 : Typologie des 42 étangs de la Brenne étudiés en fonction de la gestion piscicole des étangs (moyennes des résultats par groupe).....	105
Tableau n°8 : Résultats des analyses de 180 échantillons d'eau réalisées sur 42 étangs de la Brenne.....	107
Tableau n°9 : Exemples de variations observées entre des mesures physico-chimiques réalisées « simultanément » à la bonde et sur les côtés des étangs D, E, k et Q en juillet 2000.....	109
Tableau n°10 : Moyennes des valeurs physico-chimiques au cours des trois années d'étude (sauf azote et phosphore total).....	110
Tableau n°11 : Moyennes mensuelles des précipitations (mm) entre janvier et août 1998, 1999 et 2000 à la station météorologique de Rosnay (synthèse à partir des données de Météo-France Châteauroux-Déols comm. pers.).....	111
Tableau n°12 : Moyennes des valeurs physico-chimiques au cours des trois années d'étude.....	113
Tableau n°13 : Résultats des teneurs moyennes en azote total (Nt) et anhydride phosphorique (ou phosphore échangeable, P ₂ O ₅) (%) obtenues sur le côté des 42 étangs étudiés en Brenne.....	115

Tableau n°14 : Typologie des 42 étangs de la Brenne étudiés en fonction des caractéristiques générales des étangs (moyennes des résultats par groupe).	119
Tableau n°15 : Recouvrements moyens (%) en eau libre, sol nu, hydrophytes, hélrophytes, amphiphytes et algues estimés sur l'ensemble des 42 étangs étudiés (1998-1999).....	124
Tableau n°16 : Résultats des analyses d'eau réalisées au niveau des populations de <i>Caldesia parnassifolia</i> (mars et juillet 2000).....	213
Tableau n°17 : Test de comparaison entre deux moyennes de valeurs d'analyses d'eau (mars 2000).....	218
Tableau n°18 : Test de comparaison entre deux moyennes de valeurs d'analyses d'eau (juillet 2000).....	219
Tableau n°19 : Résultats des analyses d'eau réalisées au niveau de la bonde des étangs n'abritant plus <i>Caldesia parnassifolia</i> (mars et juillet 2000).....	220
Tableau n°20 : Test de comparaison entre deux moyennes de valeurs d'analyses d'eau (juillet 2000).....	220
Tableau n°21 : Test de comparaison entre deux moyennes de valeurs d'analyses d'eau (mars 2000).....	220
Tableau n°22 : Causes de baisse possible des populations de <i>Caldesia parnassifolia</i> à l'échelle de la Brenne.....	235
Tableau n°23 : Typologie des 42 étangs de la Brenne étudiés en fonction de 4 critères : caractéristiques générales, gestion piscicole, qualité de l'eau et communautés végétales.....	245

Liste des tableaux phytosociologiques synthétiques

Tableau I : <i>LEMNETEA MINORIS</i> Tüxen ex O. Bolòs & Masclans 1955 em. Th. Müller in Oberdorfer 1977.....	127
Tableau II : <i>CHARETEA FRAGILIS</i> F. Fukarek ex Krausch 1964.....	133
Tableau III : <i>POTAMETEA PECTINATI</i> Klika in Klika & Novák 1941.....	139
Tableau IV : <i>GLYCERIO FLUITANTIS-NASTURTIETEA OFFICINALIS</i> Géhu & Géhu-Franck 1987.....	153

Tableau V : <i>LITTORELLETEA UNIFLORAE</i> Braun-Blanq. & Tüxen ex V. Westh., Dijk & Passchier 1946.....	157
Tableau VI : <i>ISOETO DURIEUI-JUNCETEA BUFONII</i> Braun-Blanq. & Tüxen ex V. Westh., Dijk & Paschier 1946.....	161
Tableau VII : <i>BIDENTETEA TRIPARTITAE</i> Tüxen, W. Lohmeyer & Preising in Tüxen 1950.....	169
Tableau VIII : <i>PHRAGMITI AUSTRALIS-CARICETEA ELATAE</i> Klika in Klika & V. Novák 1941.....	175
Tableau IX : <i>MOLINIO CAERULEAE-JUNCETEA</i> Braun-Blanq. ex O. Bolòs 1950.....	184
Tableau X : <i>SCHEUCHZERIO PALUSTRIS-CARICETEA FUSCAE</i> Tüxen 1937.....	186
Tableau XI : <i>AGROSTIETEA STOLONIFERAE</i> Oberd. ex Görs 1968.....	188
Tableau XII : <i>ALNETEA GLUTINOSAE</i> Braun-Blanq. & Tüxen ex V. Westh., Dijk & Passchier 1946.....	189
Tableau XIII : Tableau synoptique de <i>Caldesia parnassifolia</i> (L.) Parl. (96 relevés phytosociologiques réalisés en Brenne, 1998-1999).....	222

Table des photographies

Photographie n°1 : Pêche d'étang en Brenne : le poisson est prélevé à l'aide d'une filanche (vaste époussette en forme d'arc) dans la pêcherie (ou « poêle ») où s'est rassemblé le poisson lors de la vidange progressive de l'étang.....	57
Photographie n°2 : Tri des poissons sur la chaussée de l'étang : avant la pesée, le poisson est trié sur une « table de triage » en fonction des espèces et de leur taille.....	57
Photographie n°3 : Les communautés à <i>Nuphar lutea</i> (Nénuphar jaune) et à <i>Trapa natans</i> (Châtaigne d'eau), qui sont de même type biologique, s'excluent mutuellement.....	147
Photographie n°4 : Illustration d'un groupement à <i>Potamogeton nodosus</i> (Potamot à feuilles flottantes).....	147
Photographie n°5 : Illustration d'une rive d'étang, à dominante sableuse, exondée en fin d'été : des espèces amphibies et terrestres des <i>Littorelletea uniflorae</i> et des <i>Isoeto durieui-Juncetea bufonii</i> forment un véritable « gazon » entre les touffes de <i>Juncus effusus</i> (Jonc épars).....	165
Photographie n°6 : Tapis de <i>Baldellia ranunculoides</i> (Flûteau fausse-renoncule) (espèce des <i>Littorelletea uniflorae</i>) sur la vase exondée encore humide en bord d'étang.....	165
Photographie n°7 : Illustration d'un étang mis en assec récemment : la vase craquelée est rapidement colonisée par la végétation (ex : <i>Salix</i> sp., <i>Eleocharis ovata</i> , <i>Polygonum</i> sp., <i>Cyperus fuscus</i>).....	171
Photographie n°8 : Etang en assec depuis plusieurs mois, colonisé par de nombreuses espèces des <i>Bidentetea tripartitae</i> (ex : <i>Polygonum</i> sp., <i>Bidens</i> sp., <i>Rumex maritimus</i>).....	171
Photographie n°9 : <i>Caldesia parnassifolia</i> (L.) Parl. en fleurs : l'espèce présente des feuilles flottantes en forme de cœur dont la couleur du limbe peut virer du vert-bronze au rouge-foncé lorsque la plante est en situation bien ensoleillée.....	203

Table des annexes

Annexe n°1 : Liste et codes des 42 étangs étudiés (1998-1999-2000).....	305
Annexe n°2 : Liste des 81 étangs de la Brenne où <i>Caldesia parnassifolia</i> a été observée depuis le début du XXe siècle	306
Annexe n°3 : Méthodologies utilisées pour l'analyse des échantillons d'eau et de sédiment récoltés durant 1998-1999 et 2000.....	307
Annexe n°4 : Questionnaire de l'enquête piscicole.....	308
Annexe n°5 : Liste des 87 variables environnementales classées par ordre alphabétique..	314
Annexe n°6 : Résultats des analyses de la dureté, de l'alcalinité, de l'azote total, du phosphore total, du pH, de la conductivité et de la transparence de l'eau réalisées en 1998-1999-2000.....	317
Annexe n°7 : Résultats de l'ACP et de la CAH réalisées sur les variables physico-chimiques de l'eau mesurées en 1998 et 1999 sur 42 étangs.....	320
Annexe n°8 : Analyse Factorielle des Correspondances réalisée sur 1500 relevés phytosociologiques (axes F1xF2) en présence-absence.....	321
Annexe n°9 : Tableau synthétique des résultats de la Classification en Boules Optimisées permettant d'obtenir 8 groupes de relevés phytosociologiques..	325
Annexe n°10 : Liste des unités phytosociologiques des étangs de la Brenne étudiés en 1998 et 1999.....	329
Annexe n°11 : Liste des associations végétales par étangs.....	335
Annexe n°12 : Liste floristique des étangs de la Brenne étudiés en 1998-1999.....	345
Annexe n°13 : Tableaux phytosociologiques analytiques.....	351
Annexe n°14 : Codes des associations végétales utilisés pour l'ACP.....	405
Annexe n°15 : Représentation graphique, dans le plan factoriel défini par les deux premiers axes de l'ACP, des étangs et des communautés végétales.....	407
Annexe n°16 : Variations des valeurs de la conductivité, de la dureté, de la transparence et du pH en fonction des effectifs de <i>Caldesia parnassifolia</i>	408
Annexe n°17 : Comparaison des valeurs physico-chimiques de l'eau entre la bonde et les stations de <i>Caldesia parnassifolia</i> (mars 2000).....	409
Annexe n°18 : Comparaison entre les valeurs physico-chimiques mesurées à la bonde et au niveau d'une ou plusieurs stations de <i>Caldesia parnassifolia</i> (juillet 2000).....	410
Annexe n°19: Variations estivales des groupements abritant <i>Caldesia parnassifolia</i>	411
Annexe n°20 : Codes des espèces végétales utilisés pour l'ACC.....	412
Annexe n°21 : Variables soumises à l'ACC, classées par catégories.....	414

TABLE DES MATIERES

	Page
Remerciements.....	3
Sommaire.....	7
Avant-propos.....	11
Introduction.....	15
Première partie	
PROBLEMATIQUE, SITE ET METHODES D'ETUDE.....	
19	
Chapitre I : CONTEXTE SCIENTIFIQUE ET PROBLEMATIQUE.....	21
I. D'une approche par compartiment à une vision plus globale de l'écosystème « étang » : les apports de la bibliographie.....	21
I.1. Travaux sur la végétation des eaux douces stagnantes.....	21
I.1.1. Définitions de l'étang et de son écosystème.....	21
I.1.2. Les plantes associées aux étangs : définitions et champ d'étude.....	23
I.1.3. Etudes de la flore et des groupements végétaux des étangs.....	30
I.1.4. Approche phytosociologique.....	31
I.1.5. Relations « végétaux des milieux aquatiques stagnants » et « qualité de l'eau ».....	33
I.1.6. Etude spécifique : <i>Caldesia parnassifolia</i> (L.) Parl.....	37
I.2. Travaux sur la pisciculture d'étang.....	37
I.3. Effets des activités humaines sur la végétation des milieux dulçaquicoles stagnants.....	41
II. Mesures de conservation de la végétation des étangs.....	46
II.1. Les communautés végétales.....	46
II.2. <i>Caldesia parnassifolia</i>	47
III. Un cadre conceptuel pour les hypothèses de travail.....	47
Chapitre II : SITE, METHODES ET MATERIELS.....	53
I. Présentation du site d'étude.....	53
I.1. La Brenne.....	53
I.2. Les étangs de la Brenne.....	55
I.2.1. Caractéristiques.....	55
I.2.2. Historique.....	56
I.2.3. La pisciculture.....	59
I.2.3.1. Le cycle d'exploitation.....	60
I.2.3.2. Les pratiques piscicoles.....	62
I.2.4. La chasse et les aspects récréatifs.....	65
II. Choix des étangs.....	65

III. Collecte des données.....	68
III.1. Données floristiques et déterminations.....	68
III.1.1. Fréquence des prospections.....	68
III.1.2. Relevés phytosociologiques.....	69
III.1.3. Paramètres mésologiques.....	69
III.1.4. Étude des populations de <i>Caldesia parnassifolia</i>	69
III.1.5. Limites de la méthode.....	70
III.2. Données physico-chimiques.....	71
III.2.1. Analyses de l'eau.....	71
III.2.2. Analyses du sédiment.....	74
III.3. Données concernant la gestion des étangs.....	75
III.3.1. Les personnes enquêtées.....	75
III.3.2. Le questionnaire.....	75
III.3.3. Limites de la méthode.....	75
IV. Traitement des données.....	75
IV.1. Tests statistiques.....	75
IV.2. Analyses Factorielles des Correspondances, Boules optimisées et Méthode des Tableaux.....	76
IV.3. Analyses en Composantes Principales.....	78
IV.4. Analyses Canonique des Correspondances.....	79

Seconde partie

ANALYSE DE L'ECOSYSTEME « ETANG » A DIFFERENTS NIVEAUX D'INTEGRATION..... 83

Chapitre III. : CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET ANTHROPIQUES.....	85
I. Généralités.....	85
I.1. Caractéristiques physiques	85
I.2. Vocations des étangs.....	86
II. Gestion piscicole.....	87
II.1. L'assec.....	87
II.2. La pêche d'étang.....	88
II.3. L'empoisonnement.....	89
II.4. Les pratiques piscicoles.....	90
II.4.1. Les amendements calciques.....	90
II.4.2. La fertilisation.....	91
II.4.3. Le nourrissage des poissons.....	92
II.4.4. La limitation de la végétation en eau	93
II.5. Les travaux	95
II.5.1. Les travaux d'entretien.....	95
II.5.2. Modifications des étangs.....	96
II.6. La production piscicole.....	96
III. L'agraineage des oiseaux d'eau.....	97

IV. Projets des exploitants.....	97
V. Historique de la gestion des étangs.....	98
VI. Typologie des étangs en fonction des caractéristiques générales	98
VII. Typologie en fonction des facteurs anthropiques	101
VIII Conclusion.....	105
Chapitre IV. : CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES.....	107
I. Physico-chimie de l'eau.....	107
I.1. Généralités.....	107
I.2. Relations entre les paramètres.....	108
I.3. Variations spatiales.....	109
I.3.1. Variations inter-étangs.....	109
I.3.2. Variations intra-étang.....	109
I.4. Variations temporelles.....	110
I.4.1. Variations inter-annuelles.....	110
I.4.2. Variations saisonnières.....	111
I.4.3. Variations journalières.....	115
II. Physico-chimie des sédiments.....	115
III. Typologie des étangs.....	116
IV. Conclusion.....	120
Chapitre V. : CARACTERISTIQUES PHYTOSOCIOLOGIQUES.....	123
I. Mise en évidence des unités phytosociologiques.....	123
II. Recouvrement des communautés végétales.....	123
III. Synécologie des groupements végétaux	124
III.1. <i>Lemnetea minoris</i> Tüxen ex O. Bolòs & Masclans 1955 em. Th. Müller in Oberdorfer 1977.....	125
III.2. <i>Charetea fragilis</i> F. Fukarek ex Krausch 1964.....	131
III.3 <i>Potametea pectinati</i> Klika in Klika & Novák 1941.....	138
III.4. <i>Glycerio fluitantis-Nasturtietea officinalis</i> Géhu & Géhu-Franck 1987.....	152
III.5. <i>Littorelletea uniflorae</i> Braun-Blanq. & Tüxen ex V. Westh., Dijk & Passchier 1946.....	155
III.6. <i>Isoeto durieui-Juncetea bufonii</i> Braun-Blanq. & Tüxen ex V. Westh., Dijk & Paschier 1946.....	160
III.7. <i>Bidentetea tripartitae</i> Tüxen, W. Lohmeyer & Preising in Tüxen 1950	167
III.8. <i>Phragmiti australis-Caricetea elatae</i> Klika in Klika & V. Novák 1941.....	173
III.9. <i>Molinio-caeruleae-Juncetea</i> Braun-Blanq. ex O. Bolòs 1950.....	183
III.10. <i>Scheuchzerio palustris-Caricetae Fuscae</i> Tüxen 1937.....	185
III.11. <i>Agrostietea stoloniferae</i> Oberd. ex Görs 1968.....	187
III.12. <i>Alnetea glutinosae</i> Braun-Blanq. & Tüxen ex V. Westh., Dijk & Passchier 1946...	187

IV. Typologie symphytosociologique des étangs.....	190
V. Végétation des étangs : synthèse.....	193
VI. Conclusion de la deuxième partie.....	195

Troisième partie

APPROCHE SPECIFIQUE : ETUDE DE <i>CALDESIA</i> <i>PARNASSIFOLIA</i> (L.) Parl. ET DE SES POPULATIONS.....	195
--	------------

Chapitre VI : CARACTERISTIQUES DE L'ESPECE : LES APPORTS DE LA BIBLIOGRAPHIE.....	197
--	------------

I. Diagnose.....	197
II. Répartition géographique et problèmes taxinomiques.....	198
II. Caractéristiques biologiques.....	200
IV. Position au sein des communautés végétales.....	205

Chapitre VII : RESULTATS ET DISCUSSION.....	207
--	------------

I. Caractéristiques biologiques.....	207
II. Stratégies de reproduction.....	209
III. Données écologiques.....	210
IV. L'espèce au sein des communautés végétales.....	221
V. État et variations temporelles des populations en Brenne.....	225
V.1. Dynamiques estivales.....	225
V.2. Variations inter-annuelles.....	226
V.3. Variations des populations depuis le début du XX ^e siècle.....	228
VI. Causes possibles de régression de l'espèce et perspectives de recherches...	229

Conclusion de la troisième partie.....	236
---	------------

Quatrième partie

INFLUENCE DES ACTIVITES HUMAINES SUR LES GROUPEMENTS VEGETAUX ET LA FLORE DES ETANGS.	239
--	------------

CHAPITRE VIII. : CROISEMENT DES TYPOLOGIES INDEPENDANTES DES ETANGS.....	241
---	------------

I. Typologie en fonction des caractéristiques physiques, anthropiques, physico-chimiques et phytosociologiques des étangs.....	241
II. Position de <i>Caldesia parnassifolia</i> au sein de la typologie.....	245

CHAPITRE IX : CROISEMENT DES DONNEES PHYTOSOCIOLOGIQUES ET ENVIRONNEMENTALES.....	247
I. Analyse sur l'ensemble des variables environnementales.....	247
II. Analyses par lots de variables environnementales.....	250
II.1. Variables relatives à la qualité de l'eau	250
II.2. Variables relatives à la gestion piscicole des étangs.....	252
II.3. Variables relatives à d'autres facteurs de gestion.....	253
II.4. Variables relatives aux caractéristiques des étangs.....	256
Conclusions de la quatrième partie.....	258
 Cinquième partie : FACTEURS ANTHROPIQUES ET VEGETATION DES ETANGS DE LA BRENNE : SYNTHESE ET DISCUSSION.....	
CHAPITRE X : APPORTS ET LIMITES DES METHODES D'ETUDE.....	263
I. L'approche compartimentale.....	263
II.1. Connaissance des modes de gestion exercés sur les plans d'eau	263
II.2. Estimation de la qualité de l'eau et du sédiment	264
II.3. Connaissance des communautés végétales.....	266
II. L'approche spécifique : <i>Caldesia parnassifolia</i>.....	268
III. L'approche fonctionnelle de l'écosystème « étang »	270
II.1. La méthode du croisement des typologies indépendantes.....	270
II.2. La méthode du croisement des données phytosociologiques et environnementales (ACC).....	272
II.2.1. Relation entre la qualité de l'eau et la végétation	273
II.2.2. Relation entre les pratiques piscicoles et la végétation	274
II.2.3. Relation autres facteurs de gestion et végétation	275
II.2.4. Relations entre les caractéristiques des étangs et la végétation	276
CHAPITRE XI : DETERMINISME DE LA COMPOSITION FLORISTIQUE DES ETANGS.....	278
Bibliographie.....	285
Annexes.....	305
Table des figures.....	419
Liste des tableaux.....	423
Liste des photographies.....	426
Table des annexes.....	427
Table des matières.....	428



Résumé :

Les étangs sont des milieux artificiels, principalement à vocation piscicole, qui présentent un patrimoine naturel de grand intérêt. Traditionnellement extensive, la pisciculture enregistre depuis quelques décennies d'importants progrès techniques qui peuvent constituer un facteur de dégradation de ce patrimoine biologique.

Dans le contexte européen de conservation des milieux et des espèces (Directive Habitats 92/43/CEE), ce travail a pour objectif d'analyser les paramètres naturels et liés à la gestion piscicole susceptibles d'influencer la végétation des étangs de la Brenne (région Centre, département de l'Indre).

L'approche spatiale adoptée va de l'échelle du compartiment à une vision fonctionnelle de l'écosystème « étang » par la mise en évidence de liens entre les facteurs anthropiques, les caractéristiques physiques et physico-chimiques de l'eau et du sédiment, et les communautés végétales. Une attention particulière a été portée à une hydrophyte méconnue, rarissime en Europe Occidentale et dont les populations sont majoritairement situées en Brenne : *Caldesia parnassifolia* (L.) Parl. (Alismataceae).

Les résultats portant sur les caractéristiques physiques, les pratiques piscicoles, la qualité de l'eau et les associations phytosociologiques permettent d'aboutir à quatre typologies indépendantes qui ont été croisées. Cependant, le croisement des données floristiques et environnementales par Analyse Canonique des Correspondances donne des résultats plus précis que le croisement manuel de ces typologies. Les activités humaines ne sont pas les seuls facteurs pertinents expliquant la composition floristique des étangs et la présence de *Caldesia parnassifolia* : la qualité de l'eau, les caractéristiques physiques et édaphiques, l'environnement proche des étangs jouent également un rôle important.

Mots clefs : étangs, conservation, hydrophytes, amphiphytes, hélophytes, *Caldesia parnassifolia* (L.) Parl., phytosociologie, pratiques piscicoles, physico-chimie de l'eau, Brenne.

VEGETATION OF FISHPONDS OF THE BRENNÉ (INDRE, CENTRAL FRANCE). THE INFLUENCE OF FISH FARMING PRACTICES AT THE PLANT COMMUNITY LEVEL AND ON A PLANT SPECIES OF EUROPEAN IMPORTANCE: *CALDESIA PARNASSIFOLIA* (L.) PARL.

Abstract:

Fishponds "étangs" are a manmade habitat, principally used for fish farming, that support a very interesting natural history. Fish farming, traditionally on an extensive basis, has undergone important technical changes in the last twenty years or so that could be a principal factor in the deterioration of this natural heritage.

Within the context of European conservation of species and habitats (Habitats Directive 92/43/CEE), this study aims to analyse the natural parameters and relevant fish farming management susceptible of influencing the plant community of the Brenne's fishponds (department of Indre, Centre region of France).

The spatial approach adopted here goes from a compartment scale to that of an overall vision of the fishpond ecosystem by showing evidence of links between human factors, the physical and physicochemical characteristics of the water and sediments, and the plant communities. Particular attention has been paid to a relatively unknown aquatic plant, rare in western Europe with the major part of its distribution in Brenne: Parnassus-leaved Water-plantain *Caldesia parnassifolia* (L.) Parl. (Alismataceae).

The results concern physical characteristics, fish farming practices, water quality and phytosociological associations allowing to acquire four independent typologies that are compared. However, the analysis of floristic and environmental data using Canonical Correspondence Analysis gives more precise results than those obtained by comparing the typologies. Human activities are not the only pertinent factors that explain the floristic composition of the fishponds and the presence of *Caldesia parnassifolia*: water quality, physical and edaphic characteristics and the surrounding environment of the fishponds also play an important part.

Key words: fishponds, conservation, hydrophytes, amphiphytes, helophytes, *Caldesia parnassifolia* (L.) Parl., phytosociology, fish farming practices, water physicochemistry, Brenne.