

## Etude écologique d'un étang résiduel témoin d'un ancien chenal de crue de l'III : LE RUSTLOCH (Bas-Rhin)

Un microsite naturel sauvegardé par  
arrêté de protection du biotope

Jean-Paul KLEIN et Roland CARBIENER

Laboratoire de Botanique et Cryptogamie,  
U.F.R. des Sciences Pharmaceutiques de  
l'Université Louis Pasteur  
B.P. 24, F 67401 ILLKIRCH Cedex  
U.A. 95 Centre d'Etudes Ecogéographiques  
du C.N.R.S. et groupe PIREN-Eau Alsace  
du C.N.R.S.

### RESUME

L'étude phytocéno-écologique et hydrologique de certains chenaux de crue du champ d'inondation de l'III permet de mieux cerner les modalités d'échanges, eaux de surface - eaux souterraines. La présence dans ces chenaux de petits étangs permanents réalise des biotopes de taxons devenus rares en Alsace et leur confère un grand intérêt biologique. La présente note expose le cas d'un petit étang de ce type dans le champ d'inondation de l'III. Ce dernier constitue un biotope avec *Utricularia vulgaris*, *Chara hispida* et *Hottonia palustris*. Des fragments du *Nanocyperion* sont aussi présents sur une grève exondée. L'évolution saisonnière de la qualité de l'eau ainsi que les zonation riveraines, sont décrites et discutées.

**Mots-clés :** Lit majeur ordinaire, chenal de crue, qualité de l'eau, phytocénoses aquatiques, échanges rivières-nappe, plaine rhénane, Alsace.

### ZUSAMMENFASSUNG

Es wird eine temporäre Flutrinne im Überschwemmungsfeld der Ill beschrieben. Die pflanzensoziologische und hydrologische Untersuchung erlaubt einen Beitrag zum Verständnis der Austauschprozesse zwischen Oberflächenwasser und Grundwasser.

Ein geschützter Kleinbiotop, bestehend aus einem kleinen Teich mit *Utricularia vulgaris*, *Chara hispida* und *Hottonia palustris*, sowie *Nanocyperion* Fragmenten und die Uferzonierungen werden näher beschrieben. Die jahreszeitliche Evolution der Wasserqualität wird diskutiert.

**Schlüsselworte** : Hochwasserfeld, Wasserqualität, Wasserpflanzengesellschaften, Austausch Gewässer-Grundwasser, Rheinebene, Elsass.

## SUMMARY

The phytoecological and hydrological study of flood channels on the Ill Flood plain allow better understanding of the exchange processes between ground and surface waters. Small, permanent ponds exist in these channels as they constitute the habitat of rare taxa in Alsace. In this paper we consider the case of one of such ponds, where *Utricularia vulgaris*, *Chara hispida* and *Hottonia palustris* can be found. The seasonal evolution of water quality as well as riverbank zonations are described and discussed.

**Key-words** : Flood channel, water quality, Rhine plain, Alsace, river-ground water relations.

## PLAN

1. Introduction : présentation du milieu naturel
2. Le site d'étude
3. Le régime juridique
4. Méthodologie de l'étude phytosociologique et écologique
5. Les paramètres hydrochimiques : évolution saisonnière
6. La végétation aquatique
  - a) Les Phanérogames
  - b) Les Cryptogames
7. La végétation riveraine
  - a) Les grands hélophytes
  - b) Le *Nanocyperion*
8. La ceinture ligneuse
9. La faune associée
10. La gestion conservatoire du site
11. Conclusion

## 1. INTRODUCTION : PRESENTATION DU MILIEU NATUREL

Principal affluent alsacien du Rhin, l'Ill prend sa source au Glaserberg près de Winkel dans le Sundgau et conflue avec le Rhin au Nord de la Wantzenau après un parcours d'environ 217 km. Une vaste dépression humide appelée Ried ello-rhénan s'étend à partir de la hauteur de Colmar entre le Rhin et l'Ill. Cette zone est caractérisée par des sols souvent hydromorphes en raison de la présence à faible profondeur d'une nappe phréatique. Plusieurs types de Rieds ont été décrits. Ils se différencient entre

autres par la nature physicochimique et par la couleur de leurs sols (CARBIENER 1983). Le Ried gris correspond au champ d'inondation ou lit majeur de l'III. Il recèle un réseau hydrographique dense constitué de bras latéraux, de chenaux de crue actifs ou fossiles, de rivières phréatiques et de fossés aquatiques.

L'objectif de ce travail était d'étudier la végétation ainsi que les caractéristiques hydrochimiques d'une petite dépression en eau d'un ancien chenal de crue du Ried gris : le Rustloch.

## 2. LE SITE D'ETUDE (Figure 1)

Situé sur la rive droite de l'III, le Rustloch est une propriété communale de Sermersheim. Ce petit étang à alimentation phréatique est une noue, c'est-à-dire une pièce d'eau signalant dans la plaine alluviale la présence d'un ancien bras presque partout colmaté. Son niveau d'eau suit les oscillations du toit de la nappe phréatique sous-jacente. Cette résurgence phréatique est située au Sud-Est de Sermersheim en marge du Ried gris, c'est-à-dire du champ d'inondation de l'III et au contact de la dépression centrale à chenaux du Ried noir correspondant à l'entité complexe "Ried de la Zems". Elle est entourée par les forêts du Riedwald, de l'Unterwaeldele et le bois de Sermersheim. Ce bois occupe les terrasses surbaissées de l'unité Ried brun gris (défini par ex. dans TRENDEL et CARBIENER 1978). Le Rustloch est longé à l'Ouest par un chemin vicinal et par une rivière intermittente à alimentation souterraine le Neugraben qui parcourt des prairies de fauche. A l'Est, le Rustloch est bordé par d'anciennes prairies permanentes aujourd'hui retournées et cultivées. Ce milieu aquatique d'une surface de 38 ares et 50 centiares est ceinturé de haies et de quelques grands arbres.

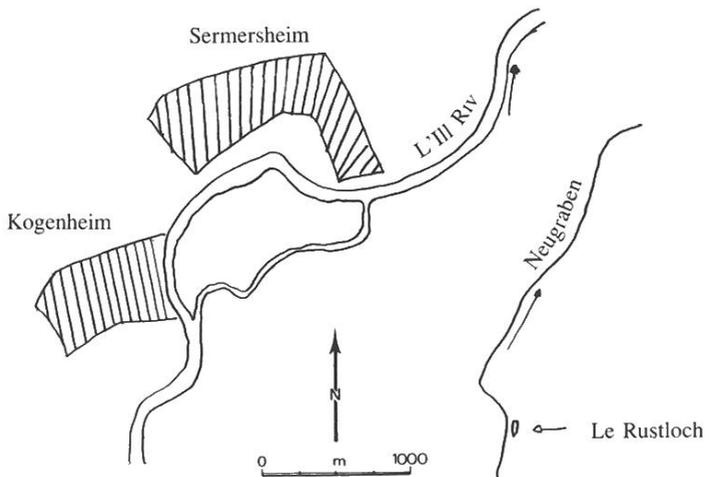


Fig. 1 - Situation géographique du Rustloch

Sur l'initiative du maire de la commune de Sermersheim, Monsieur Eichenlaub, le conservatoire des sites alsaciens (CSA) a été chargé de la gestion et de la réhabilitation de ce biotope notamment en raison de la présence d'Utriculaires. Ces plantes carnivores qui fleurissaient abondamment il y a quelques années étaient menacées de disparition en raison de l'envahissement de la surface de l'eau libre par des Masettes à larges feuilles, des Roseaux et des Saules. En effet, le Rustloch a été sérieusement altéré par un dépôt d'ordures sauvages dont il subsiste encore quelques traces. Confronté à ce problème, le CSA a demandé à la Direction départementale de l'Agriculture et de la Forêt de curer cet espace avec une pelle araignée début 1989. Un an après, les travaux, les Utriculaires réapparaissaient. Par ailleurs, ce microsite est aussi un lieu de reproduction et d'alimentation de batraciens ainsi que de nombreuses espèces d'oiseaux et de mammifères.

### **3. LE REGIME JURIDIQUE**

Le Rustloch fait l'objet d'un arrêté de protection du biotope (APB) datant du 15 octobre 1986. L'arrêté de conservation du biotope plus communément appelé arrêté de protection du biotope a été introduit par un texte d'application de la loi de juillet 1976 relative à la protection de la nature (DUROUSSEAU et WINTZ 1984). C'est le Préfet Commissaire de la République qui ordonne l'instruction du dossier après consultation des parties directement concernées (chambre d'agriculture, ONF, commission départementale des sites). L'intérêt des APB tient à leur vaste champ d'application, à leur rapidité et à leur simplicité d'exécution. Pris par simple arrêté préfectoral, leur inconvénient est qu'ils peuvent être supprimés de la même manière. Le suivi de l'arrêté est assuré par un comité de gestion.

### **4. METHODOLOGIE DE L'ETUDE PHYTOSOCIOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE**

La végétation aquatique ainsi que celle de la zonation riveraine a été étudiée selon la méthode phytosociologique zuricho-montpelliéraine dite aussi "sigmatiste" fondée par Braun-Blanquet. Sur le terrain, nous avons mesuré le pH (Labo-moderne H I 8424), la température, l'oxygène dissous (OXI 96 WTW) et la dureté (Aquamerck\*). Les paramètres chimiques suivants : N-ammoniacal, N-nitrates, P-phosphates solubles, chlorures et DCO (demande chimique en oxygène) ont été dosés selon les méthodes standards (AFNOR 1986). La nomenclature des plantes supérieures adoptée est celle de la flore d'OBERDORFER (1983).

### **5. LES PARAMETRES HYDROCHIMIQUES** (Tableau I)

Les analyses des paramètres hydrochimiques ont montré que l'eau du Rustloch était oligotrophe lors des remontées de la nappe phréatique au printemps ; ce qui confirme l'excellente qualité qui caractérise, jusqu'à ce jour, la nappe phréatique du champ d'inondation de l'III (CARBIENER et al. 1988). Ainsi les données de mars (après une importante inondation en février 1990) sont particulièrement bonnes avec des con-

centrations en ammoniacque très faible (de l'ordre de 10 ppb\*) et des concentrations en phosphates quasi nulles (3 ppb). Seuls les nitrates augmentent légèrement (lessivage de sols nitrifiants en surface de forêts ou de labours par les infiltrations des eaux d'inondation), tout en restant à des taux très modestes (inférieurs à 10 mg/ exprimés en  $\text{NO}_3^-$ ). Cette oligotrophie se poursuit en mai et juin, après un court pic de très modeste mésotrophisation en avril (activation biologique printanière). Ce n'est qu'en été et à l'automne qu'une légère "pollution" ammoniacale (taux supérieurs à 40 ppb) et une discrète mésotrophie phosphatée (25-35 ppb de P des phosphates solubles) se manifestent. Il faut sans doute y voir les "stigmates" de l'ancienne utilisation frauduleuse de ce trou d'eau comme dépotoir et de l'activation biologique qui en résulte. Le pouvoir dénitrifiant lié à l'hydromorphie, c'est-à-dire l'action réductrice des sols environnants, se manifeste parallèlement au cours de l'été par la quasi disparition des nitrates dans les eaux de la nappe (et dans notre étang). Ce pouvoir est typique du champ d'inondation de l'III.

En effet, les sols riches en matières organiques - cas du Ried gris - et réducteurs au niveau des dépôts fins argilo-limoneux situés au contact de la nappe dite dénitrifiante qui ennoie la porosité et chasse l'air, stimulent fortement une microflore spécialisée dans la destruction des nitrates. Les eaux d'inondation qui réalimentent massivement la nappe sont ainsi épurées. L'ammoniacque et les phosphates sont totalement retenus dans les sols et recyclés par la végétation forestière d'où une très forte et exceptionnelle productivité ligneuse des "forêts de l'III". Ces forêts sont les plus productives du Nord-Est, tant qu'elles sont régulièrement inondées.

Il faut comparer les analyses de l'eau de la nappe du champ d'inondation de l'III et celles de l'eau de notre étang à celles des eaux de l'III et des eaux d'inondations provenant du débordement de cette rivière, eaux qui sont infiniment plus chargées en substances fertilisantes (KLEIN et CARBIENER 1988). L'III contient jusqu'à 1000 ppb d'ammoniacque et de phosphates, les eaux d'inondation jusqu'à des centaines de ppb ! Le restant de l'année, l'eau évolue donc vers les mésotrophie, avec toutefois des concentrations restant constamment basses ou modestes pour les phosphates. Le pic ammoniacal et l'augmentation de la DCO du mois de juillet sont liés à la décomposition des algues. En effet, l'ammoniacque est un métabolite issu du catabolisme protidique. La dégradation de la matière organique conduit à la formation d'acides aminés qui subissent une désamination libérant de l'ammoniacque. Les composés ammoniacaux sont alors oxydés en nitrites par des bactéries du genre *Nitrosomonas*. Une deuxième étape d'oxydation est réalisée par des bactéries du genre *Nitrobacter*, elle conduit à la formation de nitrates. Rappelons que le cycle de l'azote assure à de nombreuses plantes la majeure partie de leur azote sous forme de nitrates. Toutes ces dégradations sont effectuées par des enzymes sécrétées par des microorganismes avides d'oxygène. Par contre, si l'oxygène vient à manquer - cas de la décomposition de biomasse végétale, par ex. dans notre site en juillet - l'ammoniacque non oxydé s'accumule. Un tel mécanisme semble être à l'origine de la chute de la concentration d'oxygène dissous mesurée au mois de juin et de juillet. Or, cette forme d'azote, si elle peut servir à la nutrition minérale azotée d'un certain nombre de plantes dites "ammoniophiles" (par ex. beaucoup de Renoncules d'eau...) exerce un effet toxique redoutable sur beaucoup d'espèces aquatiques animales et végétales particulièrement sous la forme non ionisée (eaux basiques) (KOHLENER 1971, GLANZER et al. 1977, CARBIENER et al. 1990).

Nous confronterons les résultats des analyses physicochimiques et ceux des relevés de végétation à la lumière des critères de bioindication antérieurement établis par nos travaux (CARBIENER et ORTSCHNEIT 1987, CARBIENER et al. 1990), et ceux de l'équipe de KOHLER en Allemagne, (KOHLENER 1971, KOHLER 1982).

\* ppb = partie par billion ou milliard soit microgramme par litre ou  $10^{-6}$

Tableau I

EVOLUTION SAISONNIERE DES PARAMETRES HYDROLOGIQUES EN 1990

	pH	T°	DCO mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ug/l	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ug/l	dureté °F
10.03.90	7,72	9,5	13,5	15,9	32,3	9,7	2,20	3,0	32
04.04.90	8,35	13,7	10,5	15,5	31,4	55,0	0,25	45,5	14
12.05.90	9,00	21,9	20,9	15,0	31,2	19,0	0,10	16,5	13
05.06.90	9,20	21,4	32,4	3,3	45,2	29,5	0,05	22,0	12
04.07.90	8,70	28,3	41,5	3,3	42,6	256,0	0,10	24,5	15
15.08.90	8,60	26,5	34,7	—	35,5	33,0	0,10	23,0	15
24.09.90	7,80	18,1	24,7	14,4	33,8	65,0	0,10	23,0	15
02.10.90	8,10	17,1	26,2	13,6	30,1	50,5	0,05	34,5	14
27.10.90	7,42	11,9	32,9	11,1	31,2	30,3	0,05	32,0	20
04.11.90	7,59	8,1	38,2	8,1	31,3	35,0	0,10	25,0	20



## 6. LA VEGETATION AQUATIQUE

### a) les Phanérogames

L'intérêt floristique de ce biotope tient à la présence d'*Utricularia vulgaris* (Utriculaire vulgaire). Cet hydrophyte eurasiatique qui ne figure pas sur la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire national (arrêté du 20 janvier 1982, JO du 13 mai 1982) est néanmoins remarquable par sa rareté en Alsace, ainsi que dans d'autres régions françaises (MERIAUX 1982). Dans les pays limitrophes comme la Suisse, (HESS et al. 1967-1972, AESCHIMANN et BURDET 1989), l'Allemagne (WITTIG et POTT 1981, CASPER et KRAUSCH 1981, OBERDORFER 1983) ou la Belgique (DE LANGHE et al. 1983) la plante est aussi rare et/ou disséminée. Selon OBERDORFER (1977) les groupements à Utriculaires sont rattachés d'une part à la classe des *Lemnetea*, d'autre part à la classe des *Utricularieta intermedio-minoris* selon le cortège associé, en fonction de la qualité de l'eau. L'absence de Lemnacées nageantes dans le Rustloch - qui est un symptôme de pureté relative des eaux - ainsi que des observations analogues en Alsace du Nord nous incite à intégrer ce groupement à la classe des Utricularieta.

*Utricularia vulgaris* aux belles fleurs jaunes d'or, ne doit pas être confondu avec *U. neglecta* (= *australis*), qui lui ressemble beaucoup. La première espèce, de "tempérament" plus continental - nordique que la seconde, frappe l'observateur par les couleurs fréquemment rougeâtres de ses feuilles (vert-jaunâtres chez *neglecta*) sa robustesse et ses grandes utricules rougeâtres atteignant 4,5 mm (jaune-verdâtres ne dépassant pas 3 mm chez *neglecta*). Elle semble actuellement plus rare dans notre région et limitée à des eaux humifères (brunies par des acides humiques en solution) d'étangs anciens isolés, plus ou moins colmatés par rapport à la nappe phréatique ; tels les bras du Rhin forestier externe aux digues du 19<sup>e</sup> siècle (ex. Région de Rhinau). *U. neglecta* semble prospérer en revanche dans les eaux plus "jeunes", en échange plus actif avec la nappe et moins humifères, comme celle de la frange rhénane. Mais cette écologie comparée reste à préciser, car les plantes de ces deux espèces soumises à des variations morphologiques importantes ne sont pas aisées à déterminer avec certitude.

La forte régression des Utriculaires est due à leur très grande sensibilité à la pollution organique et à l'hypertrophisation. Ce sont des plantes de statut typiquement mésotrophe à mésoeutrophe : doses de P des phosphates solubles et de N de l'ammoniaque ne dépassant pas 50 ppb environ, pour 100-250 ppb pour les maximas de courte durée de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> tel celui relevé en juillet dans notre site, (chiffres provisoires à confirmer). *Potamogeton berchtoldii* (Potamot de Berchtold) est une espèce "critique" du groupe pusillus. Cette espèce a souvent été confondue avec *P. panormitanus* (Potamot fluet) sous le nom de *P. pusillus* (p.p. nomen ambiguum). La répartition et la fréquence de ces deux taxons, dont la séparation reste à discuter (WIEGLEB 1985) est encore peu connue aussi bien en Alsace (ENGEL et al. 1974) qu'en Europe (DE LANGHE et al. 1983). *P. berchtoldii* semble préférer des eaux mésotrophes et pas trop "dures" contrairement à son proche parent *P. panormitanus*. Ce dernier se développe plutôt dans des eaux eutrophes et basiques, plus "dures" (bras latéraux de la Moder : J.P. KLEIN résultats inédits de travaux en cours). Nous consacrerons prochainement une note sur l'écologie de ces deux Potamots en Alsace. D'ores et déjà nos observations concernant l'écologie de ces deux taxons rejoignent celles de WOLFF (in GEISSERT et al. 1985, et com. personnelle).

*Hottonia palustris* (Hottonie des marais) dont un seul individu était présent cet été est devenu fort rare dans le Ried central d'Alsace. Cette très belle plante affectionne

également des eaux contenant des acides humiques et pas trop "dures" (calcaires). Ceci explique son absence dans les eaux "jeunes" de la frange rhénane, très bicarbonatées calcaïques. Très rare dans le Haut-Rhin, *Hottonia palustris* est beaucoup plus fréquente en Alsace du Nord où ses colonies semblent se développer (GEISSERT com. orale). Mais dans le Neugraben situé à quelques dizaines de mètres de Rustloch ainsi que dans la Lutter (KLEIN et CARBIENER 1989) *Hottonia palustris* colonise d'importantes surfaces du lit de ces cours d'eau, d'où elle semble provenir. Les stations de *Hottonia palustris* de ce secteur du Ried sont les plus belles qui subsistent dans l'ensemble du Ried ello-rhénan.

Cette plante a fortement régressé dans toute l'Europe de par sa grande sensibilité à la pollution organique (et notamment à la toxicité ammoniacale probablement). Ainsi l'important développement des Characées et la faible diversité spécifique témoignent, d'une part, du caractère pionnier de la végétation aquatique du Rustloch, non encore stabilisée après le récent curage et signent d'autre part, le statut oligo-mésotrophe de ce milieu aquatique que les analyses d'eau (sauf un pic ammoniacal en Juillet 1990) confirment.

### Relevé N° 1 : Végétation aquatique du Rustloch

Surface : 25 × 10 m

Recouvrement : 100 %

Profondeur : 0,1 à 1 m

Date : 15.08.1990

<i>Chara hispida</i> L.	55
<i>Potamogeton berchtoldii</i> Fieb	12
<i>Hottonia palustris</i> L.	+
<i>Utricularia vulgaris</i> L.	+
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	+

L'absence de Lentilles d'eau et d'autres plantes nageantes est à signaler, car elle cadre avec le diagnostic général de mésotrophie. Ces plantes ne commencent en effet, à apparaître qu'à partir de teneurs en phosphates et ammoniacales supérieures à 40-60 ppb.

### b) Les Cryptogames

Dès le printemps on observe à la surface de l'eau des algues. Elles prolifèrent abondamment et leur développement maximal se situe en juin-juillet. Puis elles disparaissent assez brutalement vers la mi-août (pic ammoniacal et DCO élevée). Les algues prédominantes sont *Cladophora glomerata* associée à quelques *Spirogyra* et *Mougeotia*. Il s'agit d'algues ubiquistes qui ont une grande plasticité écologique. Les Cladophores sont des algues vertes pérennantes de la classe des Chlorophycées qui sont présentes dans des eaux très propres, mais se trouvent très favorisées par l'eutrophisation. Les filaments du thalle sont très ramifiés et fixés sur le fond des milieux aquatiques colonisés.

A la mauvaise saison, les parties âgées des Cladophores subsistent et restent accrochées sur le fond pour proliférer à nouveau le printemps suivant. Les genres *Mougeotia* et *Spirogyra* sont aussi des algues vertes qui appartiennent à la classe des Zygothécées. Leurs thalles filamenteux et mucilagineux sont beaucoup plus ténus que ceux des Cladophores et ne sont pas ramifiés. La reproduction sexuée conduit

à la formation d'un zygote qui s'enkyste. Le kyste étant la forme de dormance et de résistance de ces algues durant l'hiver.

Les Spirogyres et autres Zygothécées apparentées sont, d'après une étude néerlandaise récente (SIMONS et VAN BEEM 1990) caractéristiques d'eaux claires non polluées mésotrophes à mésoeutrophes au contraire des Cladophores. Mais ce sont surtout : Hydrodictyon et Enteromorpha qui envahissent les "Brunnenwasser" rhénans, eutrophisés par les infiltrations des eaux du Rhin canalisé dans son lit, de pair avec des Lentilles d'eau de plusieurs espèces - et *Azolla filiculoides*.

L'étude des algues confirme donc, au niveau bioindication, les conclusions tirées des plantes supérieures, à savoir la bonne qualité des eaux du Rustloch.

La macroalgue *Chara hispida* va conforter ce diagnostic. En effet, le lit du Rustloch est colonisé par un tapis monospécifique de *Chara hispida*. Cette algue est connue des rivières phréatiques du Ried pour avoir un statut "catharobe" et xénosaprobe (absence totale de pollution), c'est-à-dire d'eau très pures oligotrophes (CARBIENER et ORTSCHKEIT 1987, CARBIENER et al. 1990). Elle appartient à la famille des Characées qui contient deux genres principaux : *Chara* (eaux calcaires) et *Nitella* (eaux acides *sauf exception*). *Chara hispida* se développe aussi sur d'importantes surfaces du cours moyen de la Lutter situé à quelques km au nord du Rustloch (KLEIN et CARBIENER 1989), c'est-à-dire dans le secteur des principales résurgences de la nappe où se localise aussi le *Potamogeton coloratus* autre espèce ultra oligotrophe. Toutefois, il semble exister une certaine différence dans le statut bioindicateur de cette algue selon qu'elle croît en eaux courantes ou stagnantes. En effet, en eaux stagnantes, elle supporte des pics ammoniacaux ainsi que des taux de phosphates supérieurs à ceux atteints dans les rivières phréatiques ("Brunnenwasser"). Une étude d'étangs rhénans du secteur de Rhinau (ROBACH et al. 1991) le confirme. Cette donnée nous semble actuellement difficile à interpréter, car d'ordinaire le courant facilite, au contraire, la survie d'espèces oligotrophes dans les eaux eutrophisées, peut-être en diminuant la charge en microalgues épiphytiques qui envahissent les feuilles des macrophytes en eaux eutrophisées. Il est vrai que les Characées sont protégées contre de tels concurrents par sécrétion de polysulfures hétérocycliques très toxiques pour les microalgues. Cette sécrétion explique l'odeur désagréable de chien mouillé dégagée par ces plantes.

## 7. LA VEGETATION RIVERAINE

### A. Les grands héliophytes

Les marges du Rustloch sont envahies par un peuplement dense d'héliophytes qui appartiennent principalement aux alliances du *Phragmition* et du *Magnocaricion*. La présence des hautes herbes nitrophiles des alliances du *Convolvulion* et du *Filipendulion* est liée aux travaux d'aménagement dont ce biotope a fait l'objet à la suite de son utilisation ancienne comme dépotoir. La zonation riveraine est liée aux exigences en eau de ces héliophytes qui se répartissent en fonction du gradient hydrique. Les touffes de *Carex pseudocyperus* entre lesquelles se développent *Iris pseudoacorus*, *Alisma plantago-aquatica* et *Lythrum salicaria* forment la première ceinture entourant l'eau libre. Notons que *Carex pseudocyperus*, est une espèce rare et remarquable, typiquement mésotrophe, acidophile et humicole. Elle est quasi absente de ce fait de la frange rhénane, et disséminée dans le Ried Central d'Alsace où elle peut être localement abondante, notamment dans certains chenaux de crue de l'III. Mais cette laiche est

beaucoup plus répandue dans les Rieds situés au Nord de Strasbourg aux substrats comportant des alluvions d'origine vosgienne. Ainsi, il est possible d'observer en bordure de certains bras latéraux de la Moder, une association rare en France : le *Cicuto - Caricetum pseudocyperi* (également sur le cours inférieur de la Lauter). L'enchevêtrement et le développement luxuriant de la végétation nitrophile succédant à la première ceinture héliophytique témoignent de la richesse du sol en substances nutritives (surtout en azote), car ici nous nous trouvons sur des sols aérés nitrifiants (contrairement aux couches sous-jacentes dépourvues de nitrates). Les dépôts de vase sur les cailloutis rhénans, à la suite du curage du Rustloch ont accentué ce caractère nitrophile. Le groupe de taxons nitrophiles comprend outre *Urtica dioica*, *Convolvulus sepium*, *Angelica sylvestris*, *Epilobium hirsutum*. Le classement du relevé ci-dessous en groupes sociologiques permet une analyse fine de l'agencement de la végétation riveraine et des facteurs édaphiques qui la gouvernent (gradient hydrique, teneur en substances nutritives).

### Relevé N° 2 : Rive est du Rustloch

Surface : 4 × 15 m

Recouvrement : 100 %

Substrat : Dépôt de vase sur cailloutis rhéna.

Date : 15.08.1990

#### **Phragmitetalia**

<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin.	11
<i>Iris pseudoacorus</i> L.	+
<i>Typha latifolia</i> L.	+
<i>Mentha aquatica</i> L.	22
<i>Lycopus europaeus</i> L.	32
<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds	+
<i>Carex acutiformis</i> Ehrh.	12
<i>Carex pseudocyperus</i> L.	12
<i>Galium palustre</i> L.	12
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	+
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	+
<i>Scutellaria galericulata</i> L.	+
<i>Solanum dulcamara</i> L.	+
<i>Sparganium emersum</i> L.	+
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla.	+2

#### **Molinetalia caeruleae (Filipendulion)**

<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench	+3
<i>Lythrum salicaria</i> L.	12
<i>Stachys palustris</i> L.	+
<i>Symphytum officinalis</i> L.	12
<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth.	+2
<i>Angelica sylvestris</i> L.	+

#### **Convolvuletalia sepium (Convolvulion)**

<i>Urtica dioica</i> L.	13
<i>Convolvulus sepium</i> L.	12
<i>Epilobium hirsutum</i> L.	+
<i>Eupatorium cannabinum</i> L.	11

#### **Compagnes**

<i>Salix cinerea</i> juv. L.	11
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	+
<i>Frangula alnus</i> juv. Mill	+
<i>Salix alba</i> juv. L.	11
<i>Rubus</i> sp.	+
<i>Galeopsis tetrahit</i> L.	+2
<i>Juncus articulatus</i> L.	+2
<i>Juncus influxus</i> L.	+
<i>Ranunculus reptans</i> L.	11
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	+
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi.) Ten.	+
<i>Rubus caesius</i> L.	+

## b) Les fragments de végétation éphémère de vasières : *Nanocyperion*

La période de sécheresse de l'été 1990 a conduit à l'exondation de la rive sud faiblement déclinive. Elle a aussitôt été colonisée par des plantes remarquables par leur rareté et leur fugacité. Les espèces appartiennent à la classe de l'*Isoeto-Nanojuncetea* Br - B1 et T × 43. Cette unité phytosociologique comporte des taxons pionniers et héliophiles de vases exondées temporairement. Ils colonisent, en effet, les espaces nus et représentent avec le groupement qui l'accompagne le stade initial d'une série évolutive. L'*Isoeto-Nanojuncetea* recèle des thérophytes (plantes annuelles qui passent la période défavorable à l'état de graines) qui affectionnent les milieux humides et détremés. De tels biotopes s'observent en bordure de mares ou de flaques d'eaux, sur les berges d'étangs, sur les sentiers forestiers imperméables ou encore sur la vase des étangs asséchés. Le niveau d'eau variable est le dénominateur écologique commun. En raison de l'instabilité de ces groupements végétaux les plantes, qui les constituent, sont appelées "plantes à éclipses". Cette dénomination est liée à leur floraison capricieuse qui dépend de conditions écologiques particulières. Ainsi la composition floristique de ces groupements peut varier d'une année à l'autre. Dans le fossé rhénan en général (PHILIPPI 1968) et en Alsace en particulier ces groupements sont devenus rares et très localisés (SIMON et GEISSERT 1984, SIMON 1988). Ils sont toutefois encore beaucoup plus répandus et plus fréquents dans les régions à étangs comme la Sologne, la Dombes, la Haute-Saône ou encore la Lorraine.

La classe de l'*Isoeto-Nanojuncetea* comporte un seul ordre, celui des *Cyperetalia fusci* comportant une alliance : le *Nanocyperion*. Dès lors, les caractéristiques de classes sont des caractéristiques d'alliance. *Cyperus fuscus* (Souchet brun), *Samolus valerandi* (Mouron d'eau de Valerand), *Carex serotina* (Laïche tardive), *Eleocharis acicularis* (Scirpe épingle) sont des espèces menacées des Rieds d'Alsace (BERNARD et JACOB-BURCKEL 1989). Selon la nature du substrat où ces plantes se développent on peut observer des adaptations stationnelles (acommodats). Ainsi la taille de *Cyperus fuscus* peut varier de quelques centimètres à quelques dizaines de centimètres.

L'évolution du *Nanocyperion* se fait, soit par rajeunissement (inondation, piétinement), soit par invasion par les héliophytes sociaux et ubiquistes auxquels succèdent la Saulaie ou l'Aulnaie en cas de persistance de l'état exondé. Les groupements du *Nanocyperion* sont en effet liés à une dynamique d'exondation périodique de courte durée (quelques semaines à quelques mois).

### Relevé N° 3 : Fragments du *Nanocyperion* ayant colonisé la rive Sud durant l'année sèche 1990 (abaissement de la nappe phréatique).

Surface : 1 × 10 m

Recouvrement : 50 %

Substrat : cailloux et vases

Date : 15.08.1990

#### *Cyperetalia fusci*

*Cyperus fuscus* L. +2  
*Samolus valerandi* L. 12  
*Carex serotina* Mer. 12  
*Agrostis stolonifera* L. 22  
*Eleocharis acicularis* (L.) R et Sch. +  
*Plantago intermedia* Gilib +

#### *Phragmitetalia*

*Alisma plantago aquatica* L. +  
*Carex pseudocyperus* L. 22  
*Lycopus europaeus* L. 11  
*Iris pseudoacorus* L. +2  
*Mentha aquatica* L. 12  
*Galium palustre* L. 12  
*Phragmites australis* (Cav.) Trin. (+)°  
*Typha latifolia* L. +

### Compagnes

<i>Lythrum salicaria</i> L.	12
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	11
<i>Eupatorium cannabinum</i> L.	+
<i>Juncus articulatus</i> L.	12
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	+
<i>Salix alba</i> juv. L.	+

### Bryophytes

<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.)	
Loeske	12
<i>Plagiommium affine</i> (Funck) Kop.	+

## 8. LA CEINTURE LIGNEUSE

Elle présente, malgré sa faible extension, une grande diversité. Plus de 20 espèces ligneuses y sont représentées. La bordure externe Est du Rustloch, située sur une terrasse appartenant à l'unité géomorphologique "Ried brun-gris", est colonisée par une formation arbustive dense, thermophile et calcicole (relevé N° 4). La grande majorité des espèces ligneuses présentes appartient à un groupement dit de manteau (classe des *Quercu-Fagetea*, ordre des *Prunetalia*, diverses alliances dont la *Berberidion*). Ce groupement permanent cicatrice normalement les lisières forestières. Il est très proche des "haies" qui sont des fruticées liées aux recépages périodiques. Cette formation mantellique est à rattacher au *Ligustro-Prunetum spinosae*. Elle est caractérisée par l'abondance des arbustes calcicoles souvent épineux comme *Prunus spinosa* (Prunellier), *Crataegus monogyna* (Aubépine à un style), *Rosa canina* (Eglantier commun), *Berberis vulgaris* (Epine-vinette), *Ligustrum vulgare* (Troène), *Cornus sanguinea* (Cornouiller sanguin). De telles formations arbustives thermophiles constituent aussi la fruticée typique des berges de l'Ill qui joue un grand rôle esthétique et paysager. Elles sont caractérisées par leur richesse en arbustes à fleurs et à fruits, et se teintent au printemps et en automne de couleurs très variées. Des ensembles voisins occupent aussi d'importantes surfaces sur les collines sous-vosgiennes. Parmi les autres espèces qui participent à la ceinture ligneuse, notons *Evonymus europaeus* (Fusain), *Viburnum opulus* (Viorne Obier), *Viburnum lantana* (Viorne manceienne), *Ulmus minor* (Orme champêtre), *Carpinus betulus* (Charme), *Ulmus laevis* (Orme lisse), *Acer campestre* (Erable champêtre). Elles annoncent la succession vers la forêt : la Chênaie - Charmaie alluviale à Aulne glutineux et Mercuriales, (SCHNITZLER 1988, SCHNITZLER et CARBIENER 1990). Des lianes comme *Humulus lupulus* (Houblon) qui est une espèce hygrophile, et comme *Clematis vitalba* (Clematite) plus calcicole et plus thermophile recouvrent ce groupement de manteau. Elles forment un épais "rideau" parfois renforcé par de grandes Ronces du groupe *Rubus fruticosus* et par *Rubus caesius* (Ronce bleuâtre).

Quelques grands arbres émergent de cette ceinture arbustive : *Salix alba* (Saule blanc), *Salix fragilis* (Saule fragile), *Quercus robur* (Chêne pédonculé), *Fraxinus excelsior* (Frêne), et *Alnus glutinosa* (Aulne glutineux). Ils représentent un fragment de la forêt alluviale précitée et autorisent l'attribution de la fruticée à un groupement de manteau plus ou moins stable et indépendant de l'action humaine. Toutefois, les Saules typiquement pionniers, montrent que le site est soumis épisodiquement à une dynamique érosive liée à l'action des eaux lors des très fortes crues (les plantules de Saules ne peuvent se développer et prospérer qu'après mise à nu de substrats neufs par l'action des eaux). Le relevé N° 4 matérialise la composition et la structure de ce *Ligustro-Prunetum* alluvial marqué par l'abondance du Houblon et de la Ronce bleuâtre, seule Ronce aimant les milieux humides et calcaires.

**Relevé N° 4 : Ligustro-Prunetum spinosae (bordure Est du Rustloch)**

Surface : 75×3 m  
 Recouvrement : 100 %  
 Date : 24.09.1990

**Prunetalia**

*Prunus spinosa* L. ssp. *spinosae* 21  
*Rosa canina* L. 21  
*Crataegus monogyna* Jacq. 11  
*Ligustrum vulgare* L. 22  
*Berberis vulgaris* L. +  
*Evonymus europaeus* L. 21  
*Viburnum opulus* L. +  
*Frangula alnus* Mill. +  
*Humulus lupulus* L. 32  
*Clematis vitalba* L. 32  
*Carpinus betulus* L. +

**Compagnes**

*Ulmus minor* Mill. 21  
*Populus tremula* L. +  
*Quercus robur* L. 11  
*Fraxinus excelsior* L. +  
*Rubus caesius* L. 22  
*Rubus* sp. +  
*Salix purpurea* L. +  
*Salix cinerea* L. +  
*Salix triandra* L. +  
*Cornus sanguinea* L. 21  
*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. +

Enfin, sur la bordure Ouest du Rustloch, à un niveau topographique plus bas, nous trouvons un fragment d'une fruticée très hygrophile à base de *Salix cinerea* (Saule cendré). C'est le *Frangulo-Salicetum cinereae*, (relevé N° 5), groupement pionnier très caractéristique de la recolonisation ligneuse des prairies ou des mégaphorbiées du Ried. Cette fruticée est dominée par *Salix cinerea* (Saule cendré) espèce à port étalé en "boule" très caractéristique des paysages du Ried ello-rhénan. Ce dernier cotoie d'autres Saules pionniers beaucoup plus dispersés, tels que *Salix caprea* (Saule marsault) acidocline (rare le long du Rhin pour cette raison, et fréquent dans le Ried de l'Ill). *Salix triandra* (Saule à trois étamines) espèce subthermophile et eurasiatique qui est lié aux substrats argileux, est typiquement "ellan" lui aussi. *Salix myrsinifolia* (Saule noirissant) calcicole, boréo-alpin et "rhénan", est aussi présent dans ce groupement.

**Relevé N° 5 : Fragment du Frangulo-Salicetum cinereae (bordure Ouest du Rustloch)**

Surface : 15×3 m  
 Recouvrement : 100 %  
 Date : 24.09.1990

*Salix cinerea* L. 44  
*Salix alba* L. +  
*Salix myrsinifolia* Salisb. +  
*Fraxinus excelsior* L. +  
*Cornus sanguinea* L. +  
*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. +  
*Rubus* sp. +  
*Clematis vitalba* L. +  
*Ulmus minor* Mill. +  
*Humulus lupulus* L. +  
*Prunus spinosa* L. ssp. *spinosae* +

## 9. LA FAUNE ASSOCIEE

S'agissant d'un biotope aquatique relictuel du grand Ried central il n'est pas étonnant qu'une faune variée fréquente ce milieu. Pour de plus amples informations, nous renvoyons le lecteur à l'inventaire de ROHMER et BURCKEL (1985). La présence de la grenouille des champs, *Rana arvalis*, espèce rare est présumée mais non encore confirmée.

## 10. LA GESTION CONSERVATOIRE DU SITE

Une gestion rationnelle d'un site naturel repose évidemment sur une connaissance approfondie du milieu. Dans le cas du Rustloch une fauche annuelle tardive de la ceinture riveraine est conseillée afin d'éliminer les espèces rudérales et nitrophiles comme *Convolvulus sepium*, *Urtica dioica* et les *Rubus sp.* La litière devra être enlevée pour éviter l'eutrophisation du biotope. Il a en effet, été montré que le fauchage hivernal des phragmitaies empêche leur dégradation d'une part, par invasion des arbustes et des espèces rudérales et d'autre part, par extension des mégaphorbiées (GRYSEELS 1981). Une taille régulière de la ceinture ligneuse permettra de limiter son extension vers la surface de l'eau libre, et par conséquent, d'éviter l'atterrissement du milieu.

## CONCLUSION

Le Rustloch ainsi que d'autres chenaux de crue de l'III du Ried gris constituent des milieux aquatiques d'un grand intérêt floristique et faunistique. Malgré leur faible extension spatiale leur richesse spécifique mérite d'être soulignée. Leur étude contribue aussi à mieux cerner le fonctionnement du champ d'inondation de l'III. Des plantes remarquables favorisées par des substrats humifères et acidoclines et des eaux mésotrophes non polluées comme, *Carex pseudocyperus*, *Hottonia palustris* et *Veronica catenata* se développent dans ces biotopes. Celles-ci sont bien plus répandues dans la partie Nord de la plaine d'Alsace.

Un autre étang près de l'III un peu plus au Nord et qui sera décrit ultérieurement abritait par ex. *Hydrocharis morsus ranae* (qui présente un comportement écologique apparenté) jusqu'à une date récente, avant de disparaître à la suite de "l'hypertrophisation" progressive de l'étang par les eaux de débordement de l'III. Ainsi, ces écosystèmes aquatiques apparaissent comme des enclaves des Rieds Nords dans la plaine centrale d'Alsace, à la faveur des dépôts alluviaux non carbonatés de l'III. C'est pourquoi des expériences d'introduction dans ces chenaux de crue, de plantes provenant de la partie septentrionale de l'Alsace et récemment disparues du Ried ello-rhénan à la suite de la forte pollution de l'III, comme *Hydrocharis morsus-ranae* et *Cicuta virosa*, ont été réalisées.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient vivement MM. W. KRAUSE (Aulendorf, Allemagne), J.F. PIERRE (Nancy) et V. RASTETTER (Habsheim). Ils ont respectivement

déterminé nos échantillons de Characées, d'Algues et de Bryophytes. P. WOLFF (Saarbrücken, Allemagne) a bien voulu confirmer notre détermination de *Potamogeton bertholdii* ; nous lui exprimons toute notre gratitude.

## BIBLIOGRAPHIE

- AFNOR, (1986) - Eaux, méthodes d'essai. AFNOR éd., Paris. 624 p.
- AESCHIMANN D., et BURDET H.M., (1989) - Flore de la Suisse et des territoires limitrophes - Le Nouveau BINZ - Griffon éd. Neuchatel. 597 p.
- BERNARD A., et JACOB-BURCKEL C., (1989) - La richesse floristique des prairies et milieux ouverts. Bull. Soc. Ind. de Mulhouse. 813 : 77-105
- CARBIENER R., (1983) - Le grand Ried Central d'Alsace : Ecologie et évolution d'une zone humide d'origine fluviale rhénane. Bull. Ecol. 14, 249-277.
- CARBIENER R., et ORTSCHHEIT A., (1987) - Wasserpflanzengesellschaften als Hilfe zur Qualitätsüberwachung eines der grössten Grundwasser-Vorkommens Europas (Oberrheinebene). Proceed. Intern. Symp. IAVS. TOKYO - Yokohama 1984 . 283-312.
- CARBIENER R., TREMOLIERES M., ORTSCHHEIT A. et KLEIN J.P. (1988) - Les associations végétales, biorévélatrices des échanges hydrologiques eaux de surface - eaux souterraines Colloque franco-allemand du 06.10.88 (Stuttgart) in "Nitratbelastung des Grundwassers", Ber. Inst. Wasserbau Univ. Stuttgart 71, 171-200
- CASPER S.J., et KRAUSCH H.D., (1980-1981) - Süßwasserflora von Mitteleuropa. Pteridophyta und Anthophyta. Fischer Verlag Stuttgart - NY 23 et 24 : 942 p.
- CONSERVATOIRE et JARDIN BOTANIQUES de NANCY, (1981) - Plantes menacées du Nord Est de la France. 41 p.
- DE LANGHE J.E., DELVOSALLE L., DUVIGNEAUD J., LAMBINON J. et VANDEN BERGHEM C., (1983) - Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines (Ptéridophytes et Spermatophytes). 3<sup>e</sup> éd. Meise, Patrim. Jard. Bot. Nat. Belg. 1016 p.
- DUROUSSEAU M., et WINTZ M. (1984) - Les arrêtés de protection du biotope dans le Bas-Rhin. Bull. Soc. Ind. de Mulhouse. 795 : 97-101.
- ENGEL R., JAEGER P., KAPP E., OCHSENBEIN G., BASTETTER V., (1974) - Contribution à la connaissance de la Flore d'Alsace et des Vosges. Troisième série. Bull. Ass. Phil. Lorr. 21 : 111-127.
- GLANZER U., HABER W. et KOHLER A., (1977) - Experimentelle Untersuchungen zur Belastbarkeit submerser Fließgewässer-Makrophyten. Arch. Hydrobiol. 79 : 193-232.
- GRYSEELS M. (1981) - L'influence du fauchage hivernal sur la végétation des roselières du "Blankaart" (1) (Woumen, Prov. Flandre. occ., Belgique) : quelques résultats préliminaires. Colloques Phytosociologiques. Végétations aquatiques. Lille 10 : 471-498.
- HERR W., et WIEGLEB G., (1985) - Die *Potamogetonaceae* Niedersächsischer Fließgewässer. Teil 2. Gott. Flor. Rundbr. 1 : 2-16.
- HESS H.E., LANDOLT E., HIRZEL R. (1967-1972) - Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete. 3 volumes. Basel und Stuttgart. B. Kräuser Verlag. 858 p, 950 p, 870 p.
- ISSLER E., LOYSON E., WALTER E. (1982) - Flore d'Alsace 2<sup>e</sup> éd. Strasbourg, 662 p.
- KLEIN J.P., et CARBIENER R., (1988) - Effets des crues de l'Il sur les phytocénoses aquatiques de deux rivières phréatiques du secteur de Benfeld et d'Erstein : la Lutter et le Bronnwasser. Intérêt des plantes aquatiques comme bioindicateurs d'eutrophisation. Bull. Ass. Phil. Als. Lorr. 24 : 3-34.
- KLEIN J.P., et CARBIENER R., (1989) - Intérêt et application de la cartographie écologique à l'étude d'écosystèmes dulçaquicoles. L'exemple de deux rivières phréatiques du champ d'inondation de l'Il. Bull. Ass. Phil. Als. Lorr. 25 : 33-61
- KOHLER A., (1971) - Zur Ökologie submerser Gefäss - Makrophyten in Fließgewässern. Ber. Dtsch. Bot. Ges. 84 : 713-720 Stuttgart.
- KOHLER A., (1982) - Wasserpflanzen als Belastungsindikatoren. Dechenia-Beihefte (Bonn) 26 : 31-42

- MERIAUX J.L., (1982) - Espèces rares ou menacées des biotopes lacustres et fluviaux du Nord-Ouest de la France (Ptéridophytes et Spermatophytes). *Natura Mosana* 34 : 177-194.
- OBERDORFER E., (1977) - Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Gustav Fischer Verlag (Stuttgart - NY.) Teil I. 311 p.
- OBERDORFER E. (1983) - Pflanzensoziologische Exkursions flora. 5<sup>e</sup> éd Eugen Ulmer Verlag. Stuttgart. 1051 p.
- PHILIPPI G., (1968) - Zur Kenntnis der Zwergbinsengesellschaften (Ordnung der *Cyperetalia fuscis*) des Oberrheingebietes Veroff Landstelle Naturschutz Landschaftspflege Bad. - Wurt 36 : 65-130. Ludwigsburg.
- ROBACH F., EGLIN I., et CARBIENER R. (1991) - Hydrosystème rhénan : évolution parallèle de la végétation aquatique et de la qualité de l'eau. *Bull. Ecol.* 22, sous presse.
- ROHMER R., et BURCKEL C., (1985) - Etude pour la protection du biotope : "Etang du Rustloch". Commune de Sermersheim 12 p.
- SCHNITZLER A., (1988) - Typologie phytosociologique, écologie et dynamique des forêts alluviales du complexe géomorphologique ello-rhénan (plaine rhénane centrale d'Alsace) Thèse U.L.P. Strasbourg 494 p + annexes
- SCHNITZLER A., et CARBIENER R., (1990) - Catalogue des stations forestières du Ried ello-rhénan. CRPF Alsace-Lorraine. 199 p.
- SIMON M., et GEISSERT F. (1984) - *Lindernia procumbens* (= *L. pyxidaria*), une plante alsacienne. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest.* 15 : 27-34.
- SIMON M., (1988) - Observations floristiques dans les terrains agricoles inondables en Alsace. *Bull. Soc. Phil. Als. Lorr.* 24 : 69-97.
- SIMONS J., et VAN BEEM A.P. (1990) - *Spirogyra* species and accompanying algae from pools and ditches in the Netherlands. *Aquatic Botany*, 37, 247-70.
- TRENDEL J., et CARBIENER R. (1978) - Etude de la mycoflore des macromycètes de lisières de forêts et d'arbres isolés dans les prairies du grand Ried d'Alsace. *Bull. Soc. Hist. Nat. Colmar*, 56, 27-60.
- WITTIG R., et POTT R. (1981) - Versuch einer Roten Liste der gefährdeten Höheren Wasserpflanzen der Westfälischen Bucht auf der Basis von rasterkartierungen. *Natur-u. Landschaftsk. Westf.* 17 (2) : 35-40.