ANALYSE HYDROBIOLOGIQUE DES COURS D'EAU DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

PAR

A. M. Madeleine MOLITOR

I. *Introduction.*

L'Administration des Eaux et Forêts, chargée, entre autre, de la conservation des ressources naturelles et de l'aménagement piscicole des eaux, effectue, depuis longtemps, la surveillance de la qualité biologique des eaux de surface du pays dont le réseaux fluvial est représenté sur la carte 1.

* *

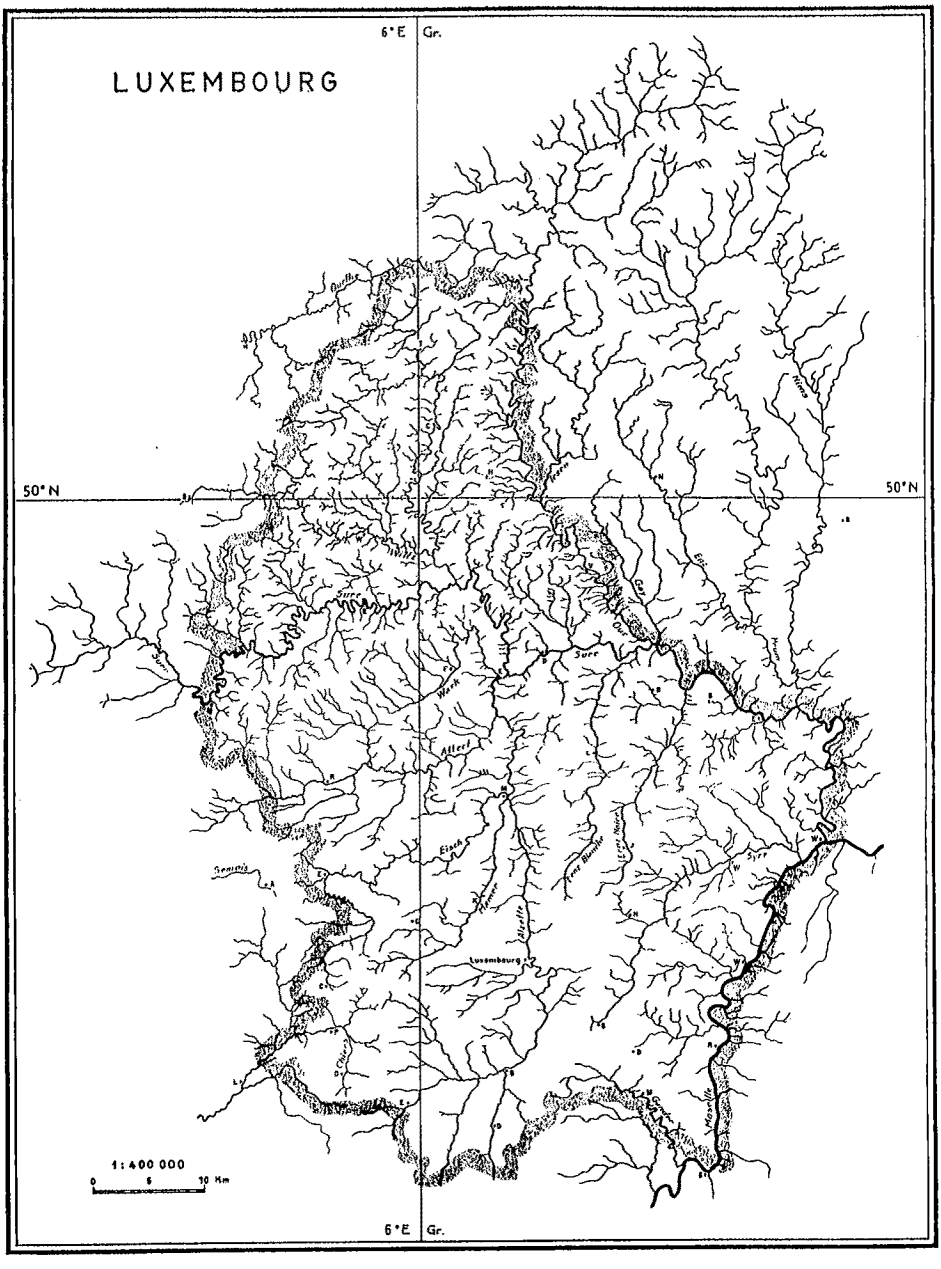
Au cours des années 1973 et 1974, une campagne d'investigation a été entreprise pendant laquelle 496 stations, réparties sur 1170 km du réseau fluvial, ont été contrôlées systématiquement afin d'arriver à retenir quantitativement et qualitativement les composants de la faune des Macro-Invertébrés benthiques vivant sur les pierres.

Cette analyse a été faite dans le but de fournir des indications sur la capacité de production mais surtout sur le degré de pollution des cours d'eau contrôlés.

II. *Généralités.*

Un caractère typique d'un cours d'eau est son profil longitudinal. On peut y définir plusieurs régions se distinguant bien par leurs propriétés physico--chimiques (figure 1).

En aval de la source, le ruisselet coule, en principe, d'abord le long d'une pente assez importante. Il s'ensuit que sa vitesse est importante. Les fines fractions des sols érodés sont enlevées et le fond du ruisselet est recouvert de gros cailloux et de pierres résistant à la force d'entraînement du courant. Sur



Carte 1 : Réseau fluvial du Grand-Duché de Luxembourg
(carte exécutée par M. HEUERTZ)

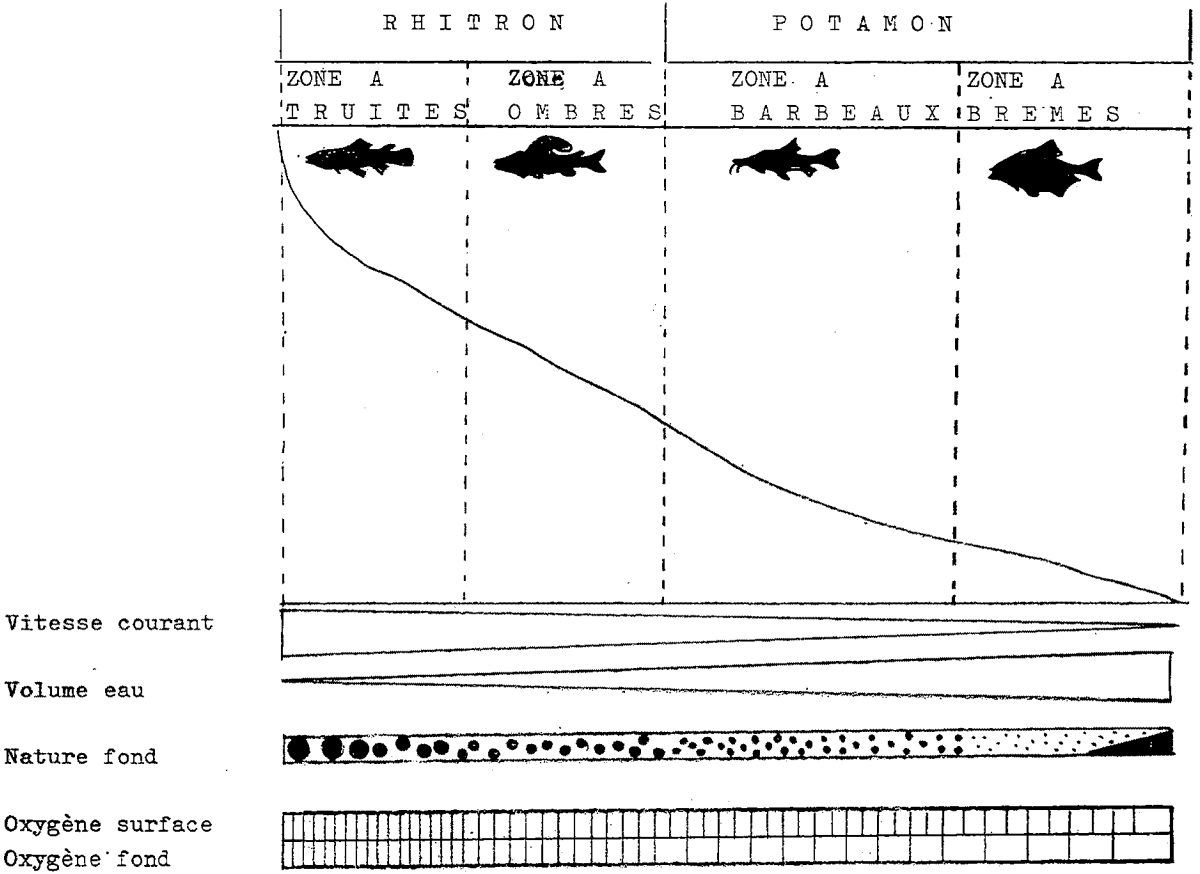


Fig.1 : Profil longitudinal d'un cours d'eau.

ce fond irrégulier, des tourbillons se forment qui conditionnent une excellente oxygénation de l'eau. Le climat à ces altitudes plus ou moins élevées est relativement frais. Les températures moyennes de l'eau, généralement plus basses qu'en plaine, augmentent l'oxygénation de l'eau jusqu'à la saturation théorique et même au-delà. Le ruisselet est étroit et peu profond. Vu le faible volume d'eau, la température de l'eau suit de très près les variations diurnes et saisonnières de la température de l'air.

Au fur et à mesure que le ruisseau descend en plaine, sa pente diminue, sa largeur et profondeur augmentent. La vitesse du courant diminue. Les fractions fines de sable et de matières organiques se sédimentent et le cours d'eau s'envase. La rivière s'écoule d'une façon régulière, non-turbulente, ce qui ne favorise pas la diffusion d'oxygène dans toute la masse d'eau. En outre, la couche vaseuse recouvrant le fond du lit possède une activité bactériologique intense, accompagnée d'une forte consommation d'oxygène. La température moyenne de l'eau, plus élevée, diminue la quantité d'oxygène disponible; le volume d'eau est devenu important de sorte que les variations diurnes et saisonnières des températures de l'eau sont tamponnées par rapport à ces variations de température de l'air.

Il est évident que d'autres facteurs, tels le substrat géologique, la végétation environnante, la lumière, le pH, la conductivité chimique, les différents éléments entrant dans la composition chimique de l'eau interviennent également dans la caractérisation écologique d'une rivière. Toujours existe-t-il néanmoins une différence frappante entre les 2 régions décrites plus haut, c'est-à-dire entre:

1. — la zone à vitesse de courant rapide et à conditions d'oxygénation excellentes pour laquelle nous adoptons le terme de RITHRON défini par J. ILLIES en 1961 et

2. — la zone à vitesse de courant lente et à conditions d'oxygénation mauvaises, dénommée POTAMON par ce même auteur.

A ces différentes zones correspondent des associations végétales et animales à adaptations très typiques. Dans les parties

du cours d'eau à forte pente, le facteur de sélection est principalement le courant. Il y est installé une faune et flore résistant très bien, grâce à de nombreuses adaptations, aux forces d'entraînement dues aux grandes vitesses du courant. Dans les parties de cours d'eau à faible pente par contre, le facteur de sélection est surtout la basse concentration en oxygène. Il y existe une faune spécialement dotée de mécanismes d'adaptation très ingénieux pour tirer profit, au maximum, des plus faibles quantités d'oxygène présentes dans le milieu.

Du point de vue piscicole les ruisseaux à forte pente, où la vitesse du courant se situe entre 100 et 50 cm/sec., sont considérés comme eaux affectionnées par les *Salmonidae*. Elles sont subdivisées en zone à Truites et zones à Ombres. Les eaux à courant faible de 50 à 25 cm/sec. et moins sont considérées comme eaux à *Cyprinidae;* elles sont subdivisées en zone à Barbeaux et zone à Brêmes.

Mentionnons dans ce contexte la « règle des pentes » formulée en 1946 par M. HUET et qui dit: Dans un territoire biogéographique déterminé, des eaux courantes de même importance quant à la largeur et la profondeur et possédant des pentes comparables ont des caractères biologiques et spécialement des populations piscicoles analogues. En se servant du graphique des pentes (figure 2) élaboré par cet auteur il est facile d'établir l'appartenance de chaque portion de cours d'eau à une certaine zone piscicole.

Jadis, la plupart des ruisseaux et petites rivières du Grand-Duché (photos 1 et 2) était affectionnée par les Truites. L'Ombre se pêchait dans l'Attert (photo 3), l'Eisch, la Wark et la Mamer. L'Alzette, la Chiers, la Sûre depuis Ettelbruck à Wallendorf appartenaient à la zone à Barbeaux (photo 4). Dans la Sûre frontalière depuis Wallendorf jusqu'à Wasserbillig (photo 5) et dans la Moselle la Brême était le Poisson dominant.

Cette zonation, appuyée sur la prédominance de populations vertébrées dans différents secteurs d'un réseau fluvial, s'étend aussi sur la faune invertébrée, parmi laquelle les nombreuses espèces de Macro-Invertébrés benthiques passent pour très importantes et des plus intéressantes.

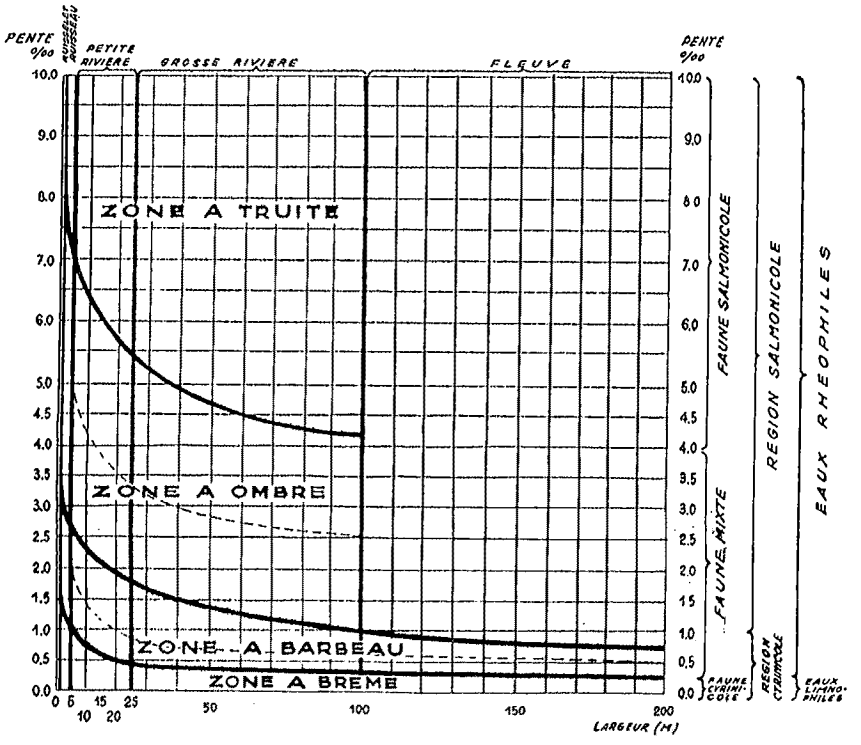


Fig. 2 : Relations entre la pente et les zones piscicoles (d'après HUET 1946).

La zone à *Salmonidae* est peuplée d'une faune très riche en espèces, mais en principe pauvre en individus pour chacune. J. ILLIES (1963) cite pour le Rithron les familles suivantes:

Ephéméroptères: *Ecdyonuridae, Ephemerellidae, Leptophlebiidae;*

Plécoptères: *Capniidae, Leuctridae, Nemouridae, Gripopterygidae;*

Trichoptères: *Rhyacophilidae, Odontoceridae, Glossomatidae, Philopotamidae* (sans Chimarrha);

Diptères: *Blepharoceridae, Simuliidae, Podonomidae, Psychodidae;*

Coléoptères: *Elmidae, Psephenidae, Helodidae, Hydraenidae;*

Hydrachnellae: *Hygrobatidae, Protziidae.*

Photo 1 :

Ruisseau à Truites :
la BLEES à Bleesbrück.

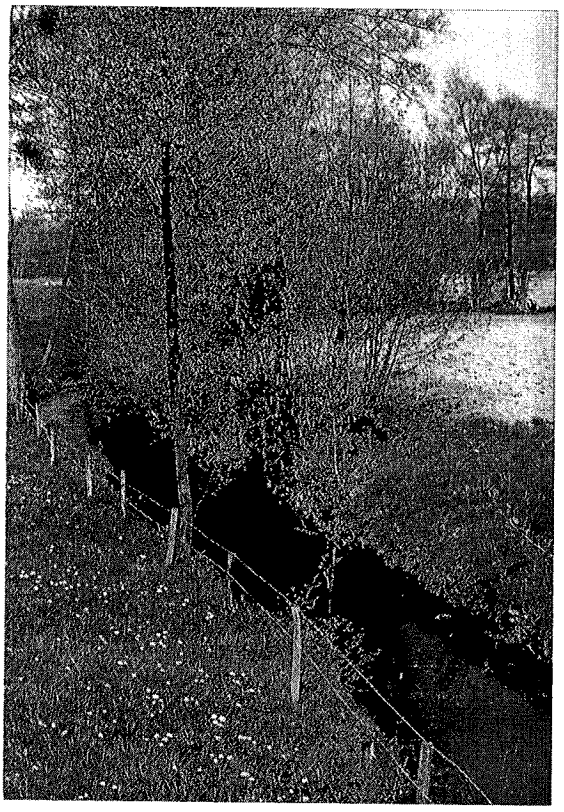


Photo 2 :

Rivière à Truites :
la SYRE en aval de
Manternach.



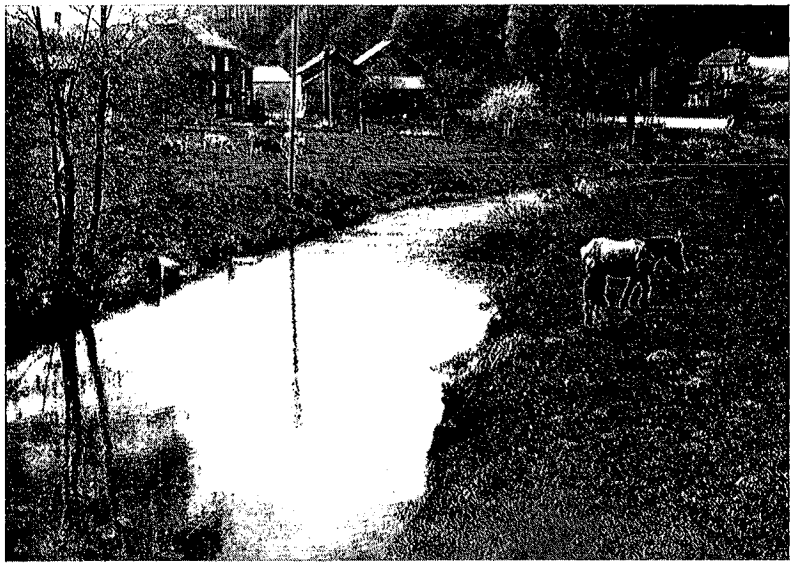


Photo 3 :

Zone à Ombres :
l'ATTERT à Bœvange.

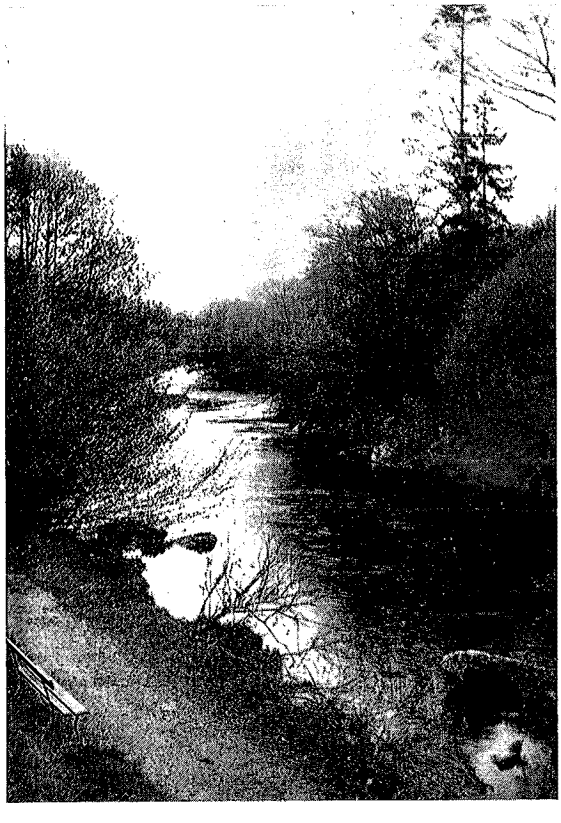


Photo 4 :

Région à Barbeaux :
la SURE en amont
d'Echternach.

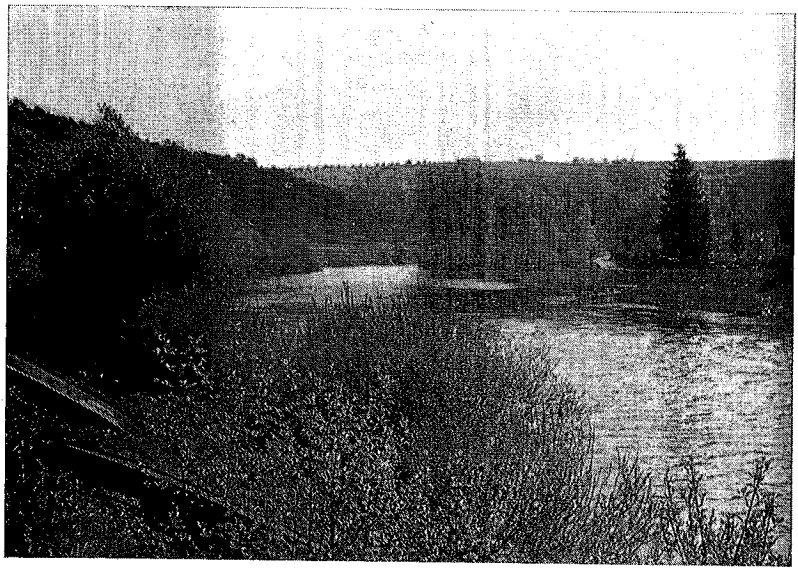


Photo 5 :

Rivière à Brêmes : la SURE près de Wasserbillig.

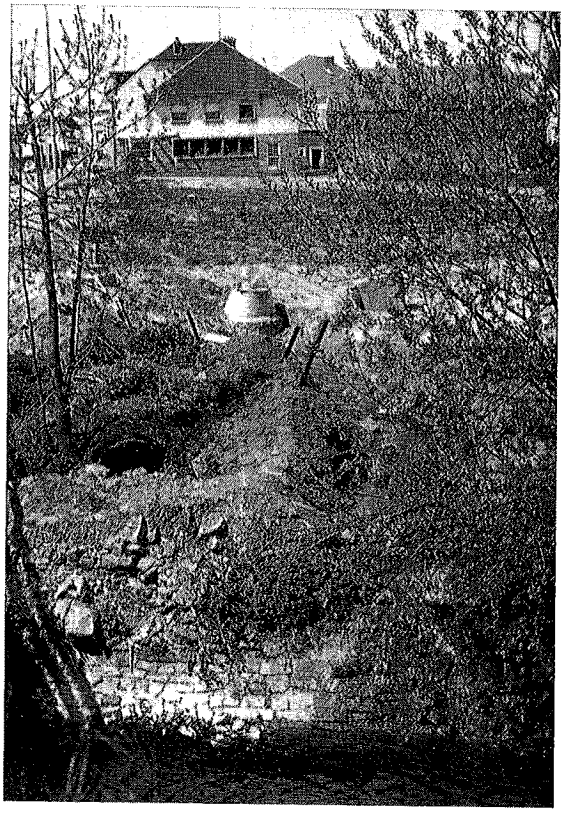


Photo 6 :

La MAMER à Mamer.

On peut encore y ajouter certaines espèces de Planaires, d'Amphipodes et de Mollusques *(Ancylus fluviatilis)*.

Toutes ces formes sont caractérisées par un grand besoin d'oxygène. Elles sont dotées de particularités morphologiques ou de mécanismes adaptatifs qui empêchent qu'elles ne soient entraînées par le fort courant.

Dans les régions à *Cyprinidae* cette faune est graduellement remplacée par des associations dont les différents types arrivent à tirer profit des plus faibles concentrations d'oxygène, mais ils sont souvent très mal équipés pour résister au courant. J. ILLIES (1963) cite les familles suivantes caractéristiques du Potamon:

Ephéméroptères: *Siphlonuridae, Potamanthidae, Polymitarcidae, Caenidae, Baetidae;*

Plécoptères: *Perlodidae, Perlidae;*

Trichoptères: *Leptoceridae, Hydroptilidae;*

Diptères: *Chironomariae, Culicidae, Tabanidae, Stratiomyidae;*

Coléoptères: *Dytiscidae, Haliplidae;*

Hétéroptères: *Corixidae, Notonectidae.*

Il faut encore y ajouter les Odonates, les Isopodes, les Vers Oligochètes, les Sangsues ainsi que d'autres espèces de Planaires, d'Amphipodes et de Mollusques *(Limnea sp.)* que dans le Rithron.

Du point de vue spécificité et distribution au Luxembourg, la faune aquatique est assez bien étudiée au Grand-Duché.

Alphonse de la FONTAINE (1872), Ernest FELTGEN (1902), Victor FERRANT (1915) ont inventorié, à 3 reprises, la faune des Poissons du Grand-Duché. Victor FERRANT (1902) a renseigné sur les Mollusques installés dans nos eaux. De 1950 à 1972, Jos. HOFFMANN a analysé les Ephéméroptères, les Vers Achètes, les Odonates, les Plécoptères, les Amphipodes, les Trichoptères et les Oligochètes du Luxembourg. Léon SCHANDEL (1962) a réuni, en révisionnant les données fournies par FERRANT, des renseignements plus amples sur les *Sphaeridae* de nos eaux. Jules HOFFMANN a inventorié les Hétéroptères (1959) et les Turbellaires triclades (1964). Marie-Jeanne

REUTER (1973) a présenté la revision des *Margaritanidae, Unionidae* et *Dreissenséidae* du Luxembourg.

* *

Comme il a été dit plus haut, les facteurs physico-chimiques caractérisant les cours d'eau sont nombreux. Ils sont d'autant plus nombreux et variés que les sources de pollution ont augmenté. Tous ces facteurs, toutefois, n'évoluent ni linéairement, ni parallèlement d'amont en aval et d'une rive à l'opposée. De ce fait un cours d'eau est constitué finalement d'une mosaïque de biotopes. Chaque élément de la mosaïque est en quelque sorte la résultante de l'impact des différents facteurs qui y sont intervenus.

Dans un cours d'eau pollué, ces éléments sont peu nombreux et distribués assez régulièrement le long des profils longitudinal et transversal. La classification typologique peut être rapprochée de celle qui est préconisée par J. ILLIES (1961) et détaillée par J. ILLIES et L. BOTOSANEANU en 1967 et dont nous avons déjà parlé auparavant (Rithron-Potamon). Mais dans une eau subissant de nombreuses pollutions, au contraire, les éléments de la mosaïque sont très nombreux et distribués d'une façon très irrégulière.

A chaque élément de la mosaïque correspond une faune et une flore associée et ce n'est que la caractérisation de ces éléments et la connaissance de leur distribution dans le courant qui nous permettra d'obtenir une image fidèle de l'écologie d'une rivière ou d'un réseau fluvial. G. MARLIER (1951) a tenté cette approche dans une étude relative au Smohain ainsi que J. VERNEAUX (1973) dans son essai de biotypologie du réseau hydrographique du Doubs.

* *

Comme nous n'avons eu, jusqu'à date actuelle, ni moyens ni temps pour une étude aussi détaillée que les prémentionnées, nous sommes partie du principe que jadis nos cours d'eau non ou peu pollués auraient répondu aux caractéristiques du Rithron et Potamon telles qu'elles sont définies par J. ILLIES et L. BOTOSANEANU.

Actuellement il s'avère de plus en plus difficile d'observer cette succession naturelle des faunes caractéristiques du Ri-

thron et du Potamon du fait qu'elle est fortement perturbée par la pollution. Le déversement de produits toxiques conditionne la disparition de la faune ou du moins l'élimination des formes les plus sensibles. La pollution par matières organiques favorise le développement de Bactéries, grandes consommatrices d'oxygène et conduit à la longue à l'envasement des fonds. Ainsi la pollution organique peut-elle conduire en zone à *Salmonidae* à des conditions se rapprochant de celles d'une zone à *Cyprinidae*. Elle aura comme conséquence une remontée des Cyprins dans les régions salmonicoles et le remplacement de la faune typique de ruisseau par une faune de rivière.

L'analyse faunistique des associations animales des cours d'eau nous permet donc d'avoir un avis sur leur degré de pollution. Le changement de la faune et de la flore sous l'influence des pollutions organiques est le principe de base du système des saprobies mis au point par R. KOLKWITZ et M. MARSON et amplifié par H. LIEBMANN. Ce système permet de déterminer le degré de pollution des eaux ainsi que leur pouvoir auto-épurateur par une inventorisation des Algues, Bactéries, Champignons, Protozoaires et Macro-Invertébrés.

L'analyse faunistique des associations animales des Macro-Invertébrés benthiques telle que nous l'avons pratiquée n'est donc qu'une analyse partielle, simplifiée du même genre et qui, à notre avis, n'est vraiment efficace que pour le Rithron.

En effet si nous y observons une déviation de l'association normale pour cette région vers un groupement de formes adaptées aux conditions de Potamon, nous pouvons conclure à une pollution organique. Par contre la constatation d'une faune de Cyprins ou de faune benthique adaptée à la vase ou à de faibles concentrations d'oxygène dans le Potamon ne nous permet pas d'avis sans équivoque à propos d'une possibilité de pollution, comme la faune constatée y est également présente en absence de toute perturbation d'origine humaine.

Comme la plupart de nos cours d'eau appartient au Rithron, cette méthode de détermination de la pollution par l'analyse hydrobiologique des associations faunistiques de Macro-Invertébrés benthiques est donc particulièrement bien indiquée pour obtenir une vue globale du degré de pollution des eaux courantes de notre pays.

III. *Méthode.*

A chaque station, il a été prélevé, dans le courant, trois à quatre pierres totalisant une surface de 500 cm² environ. Elles ont été lavées soigneusement et la faune ainsi receuillie a été réunie dans l'alcool pour être déterminée et comptée au laboratoire. Tous les animaux ainsi traités sont conservés. L'association faunistique de chaque station est gardée séparément avec indication du nom du ruisseau, de l'endroit et de la date de prélèvement ainsi que d'un numéro d'ordre repris dans un catalogue. Il y a ainsi à l'Administration des Eaux et Forêts une collection de référence assez complète des Macro-Invertébrés aquatiques existant encore actuellement dans notre pays.

La méthode d'analyse et d'interprétation des résultats est celle préconisée par G. TUFFERY et P. DAVAINE (1970), chercheurs qui se sont appuyés sur la méthode mise au point par la « Trent River Authority » et due à F. S. WOODIWISS (1964).

A chaque association faunistique d'une station est attribué un indice de diversité biotique en se servant d'un tableau de référence indiquant cet indice en fonction des catégories et du nombre de groupes systématiques inventoriés (tableau 1). Nous supposons que l'association faunistique du Rithron en situation non-polluée est celle qui correspond aux indices biotiques 9 et 10. Tout écart à ces valeurs correspond à une pollution qui est d'autant plus grave que cet écart devient considérable. Le tableau 2 montre les cinq correspondances que nous avons établies entre les indices biotiques et les degrés de pollution.

A chaque degré de pollution nous attribuons un signe distinctif. Ces indications par station sont reportées sur une carte du Grand-Duché. Après extrapolation de ces résultats vers l'amont et vers l'aval, en tenant compte des facteurs locaux de pollution, on peut estimer en kilomètres les parties d'un cours d'eau appartenant aux cinq catégories de pollution.

Soulignons encore une fois que de cet inventaire sont exclues la Moselle, l'Alzette et la Sûre depuis Ettelbruck jusqu'à Wasserbillig. Ces cours d'eau appartenant au Potamon sont impropres à notre méthode d'analyse. Nous faisons encore remarquer que la plupart des stations n'ont été visitées qu'une seule

fois. Mais des contrôles répétés à quelques unes au cours de toute l'année ont montré que la structure des associations typiques des différentes catégories de pollution ne change pas beaucoup au fil des saisons. Cette étude biologique s'est effectuée au cours d'une période de sécheresse (tableau 3). Les débits très faibles de tous les cours d'eau ont aggravé la situation de pollution du pays.

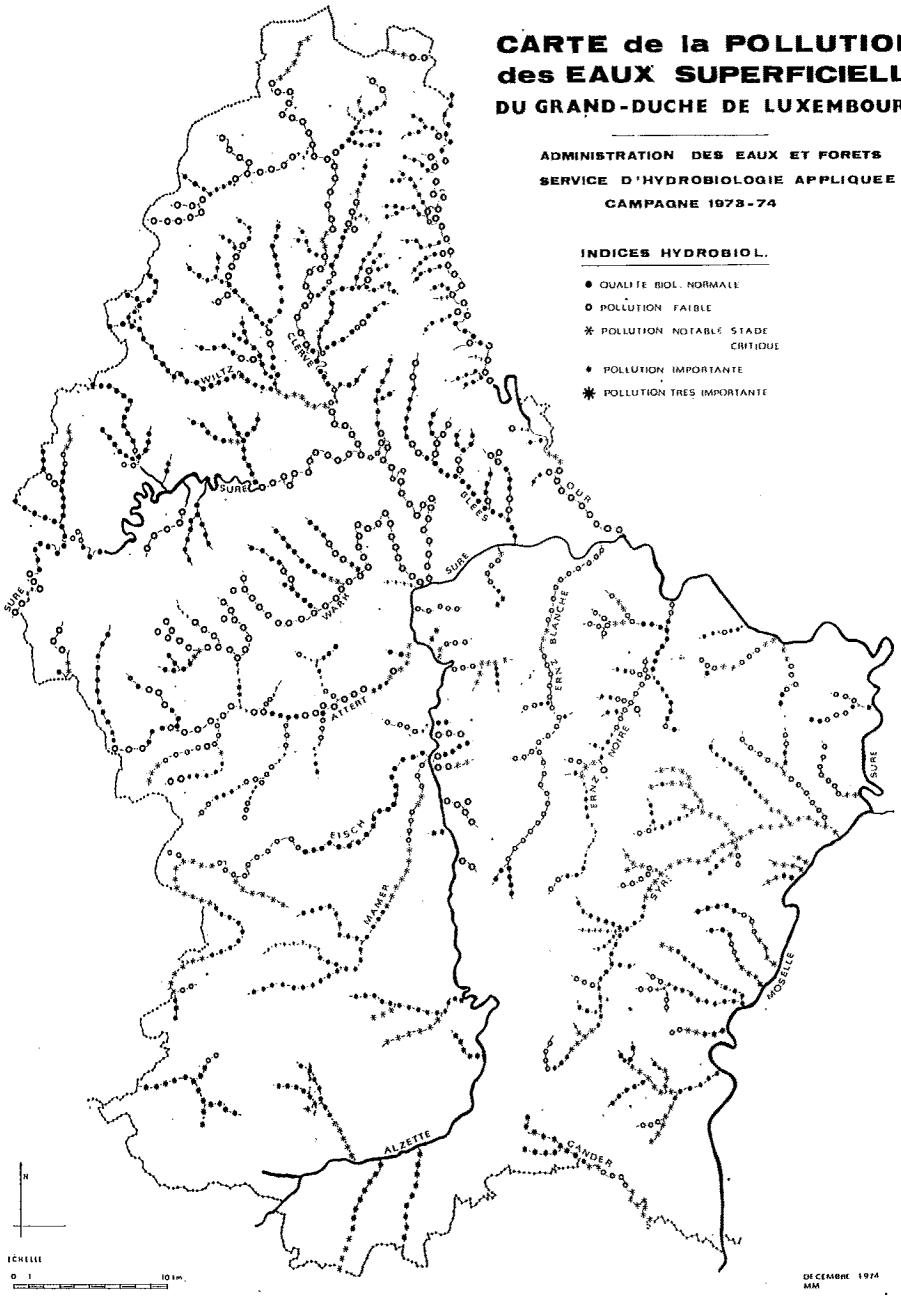
IV. *Résultats et discussion.*

La carte de la pollution des eaux superficielles du Grand-Duché (carte 2) montre l'état de nos cours d'eau en 1973 et 1974. Le tableau 4 résume les résultats en totalisant par bassin versant les kilomètres de cours d'eau appartenant aux différentes classes de pollution.

Dans l'**Oesling** la situation est encore bonne. Il est vrai que la faune subit une certaine pollution en quelques endroits. Les causes en sont un mauvais fonctionnement d'une station d'épuration, l'absence d'une telle installation dans de toutes petites agglomérations ou des redressements de cours d'eau. Ces pollutions sont souvent quantitativement peu importantes, mais comme les dimensions du ruisseau sont faibles, la répercussion de ces dérangements est assez forte. La situation la plus alarmante existe en aval de Wiltz. La WILTZ subit ici une pollution très importante, tant organique que toxique, qui a causé à maintes reprises de grands torts à la faune piscicole depuis Wiltz jusqu'à la rencontre avec la Clerve et même jusqu'à l'entrée dans la Sûre.

Dans le **Gutland** la situation n'est pas bonne en beaucoup d'endroits. Sont bien pollués les ruisseaux du bassin minier et ceux des environs de la Ville de Luxembourg, régions très peuplées et fortement industrialisées. Des stations d'épuration importantes mises en service depuis quelque temps et de grands projets en voie d'exécution pourront améliorer la qualité de l'eau de ces régions.

La MAMER depuis sa source jusqu'à Kopstal et à Schœnfels ainsi que ses deux principaux tributaires sont dans un très mauvais état (photo 6). Au cours des derniers temps la population a beaucoup augmenté dans cette région, l'agriculture et l'éle-


CARTE de la POLLUTION
des EAUX SUPERFICIELLES
DU GRAND-DUCHE DE LUXEMBOURG
ADMINISTRATION DES EAUX ET FORETS
SERVICE D'HYDROBIOLOGIE APPLIQUEE
CAMPAGNE 1973-74
INDICES HYDROBIOL.
QUALITE BIOL. NORMALE
POLLUTION FAIBLE
POLLUTION NOTABLE STADE CRITIQUE
POLLUTION IMPORTANTE
POLLUTION TRES IMPORTANTE
WILTZ
CLERVAUX
SURE
OUR
BLIES
WARK
ATTERT
ERNZ BLANCHE
ERNZ NOIRE
SYR
FISCH
HAMER
ALZETTE
CANDER
MOSELLE
ECHELLE
0 1 10 km
DECEMBRE 1974
MM

vage s'y pratiquent d'une façon intensive et de petites industries se sont implantées un peu partout. Les mesures d'assainissement sont encore en préparation.

A son entrée dans le Grand-Duché, l'EISCH subit des pollutions notables surtout dans la région de Steinfort. Mais dès que la population humaine devient plus clairsemée, en aval de Hobscheid, la qualité biologique de cette rivière redevient normale.

L'eau de l'ATTERT est excellente jusqu'à Bissen. Les déversements de produits toxiques par les industries installées autour de cette agglomération provoquent en aval de cette localité des dépérissements réguliers du peuplement de Poissons. Les tributaires de l'Attert, faibles en volume, « digèrent » mal les charges polluantes non-épurées des villages qu'ils traversent et leur qualité biologique est loin d'être acceptable.

Les eaux de la WARK et de ses affluents sont de très bonne qualité à l'exception du passage de deux affluents dans des villages importants.

L'ERNZ BLANCHE est encore en bon état, sauf en aval de Larochette, cité touristique et de Medernach, agglomération avec quelques petites industries, dépourvus tous les deux de stations d'épuration.

L'ERNZ NOIRE est fortement polluée dans sa partie supérieure et ne récupère que dans le Mullerthal. La pollution organique lui venant, par ses affluents, depuis les villages de Reuland, Christnach, Waldbillig, Consdorf et Beaufort a suffisamment diminué grâce à la capacité d'auto-épuration de ces ruisseaux pour ne plus nuire à la bonne qualité de l'Ernz noire.

La SYRE et ses affluents sont très menacés. Ils traversent des régions à activités agricoles importantes. Les stations d'épuration sont rares ou trop petites.

Les affluents de la MOSELLE sont également en mauvais état. La vie dans les ruisseaux coulant à travers ces régions agricoles et viticoles est fortement perturbée par les sous-produits de ces activités et les produits chimiques utilisés pour l'amélioration et la protection des cultures.

V. *Conclusions.*

Le but de notre analyse était de contrôler si la qualité de l'eau des cours d'eau était bonne et la nourriture présente en qualité suffisante pour permettre le maintien et le développement d'une population de poissons équilibrée.

Nous pouvons affirmer que pour deux tiers de nos cours d'eau ces conditions sont remplies. Il reste encore à vérifier la présence de zones de frai et d'abri pour les poissons et qu'il faudra aménager au besoin afin de réunir partout les conditions indispensables au développement complet du cycle biologique des poissons.

Un tiers de nos cours d'eau (environ 400 km) est bien pollué. Un aménagement piscicole y est très difficile. Environ 150 km de cette eau en mauvais état sont encore considérés de par la loi comme zone à Salmonidae et sont de ce fait soumis à l'amodiation et au repeuplement obligatoire. Des mesures d'assainissement mises en place le plus vite possible sont les seuls moyens pour sauver la vie dans ces ruisseaux à Truites gravement menacés et empêcher leur déclassement par arrêté ministériel.

VI. *Appendice.*

Pour déterminer le degré de pollution des eaux avec la plus grande exactitude une approche chimique, biologique et biochimique est nécessaire. Les résultats de ces analyses sont complémentaires et doivent être considérés conjointement. En effet l'analyse chimique fournit des renseignements très détaillés quant à la nature et la quantité de polluant, mais ces valeurs ne se rapportent qu'à l'état de l'eau au moment du prélèvement. Il n'est souvent pas possible de prélever d'échantillon dans la vague de la pollution de sorte que l'image offerte par l'analyse chimique est parfois plus belle que la réalité.

L'examen de la faune et de la flore perturbée ne fournit pas de renseignements quantitatifs et qualitatifs précis au sujet de la cause du dérangement, mais la blessure ou la cicatrice observable dans le groupement végétal et animal permet de mettre en évidence des pollutions qui se sont produites dans un passé plus ou moins reculé et qui ne se font peut-être plus

au moment du contrôle. L'examen biologique peut donc dans certains cas faire croire à une pollution plus importante qu'elle n'est en réalité. C'est donc la synthèse des résultats de ces deux types d'analyses qui donne l'image la plus fidèle de la situation de pollution réelle.

L'analyse chimique des eaux du Grand-Duché de Luxembourg est réalisée par le Laboratoire des Eaux de l'Institut d'Hygiène et de Santé Publique du Ministère de la Santé Publique et de l'Environnement Humain. Une collaboration s'est organisée entre le laboratoire de l'Administration des Eaux et Forêts du Ministère de l'Intérieur et celui du Ministère de la Santé Publique et de l'Environnement Humain afin de faire cette synthèse des résultats chimiques et biologiques pour les cours d'eau les plus importants du pays.

Pour ce faire nous avons eu recours au diagramme de A. HAMM (1968). Cet auteur l'a réalisé en se basant sur ses propres recherches chimiques, sur les travaux biologiques de H. LIEBMANN et de R. PANTLE et H. BUCK (1959) ainsi que sur les travaux biochimiques de K. OFFHAUS et K. REIMANN. Le diagramme de HAMM permet de donner aux résultats des analyses du Laboratoire des Eaux un indice chimique de pollution compris entre 1 et 4, échelle établie par H. LIEBMANN (1966) dans la méthode munichoise de détermination de la qualité de l'eau.

La méthode biologique de PANTLE et BUCK utilisée dans le diagramme de HAMM et tenant compte de tous les groupes floristiques et faunistiques ne pouvait pas être employée par nous dont l'analyse s'est limitée aux groupes des Macro-Invertébrés. Nous avons donc établi une équivalence logique entre les indices de saprobie de LIEBMANN et les indices biotiques de TUFFERY et DAVAINE (tableau 4). La moyenne entre la cote chimique et la cote biologique permet d'attribuer à chaque station une valeur chiffrée dans l'échelle de LIEBMANN. Après extrapolation et ceci en fonction des conditions locales de pollution, une carte polychrome (sous presse) selon la méthode de Munich est éditée conjointement par les deux Ministères compétents.

* *

Remerciements.

Ce travail a été exécuté dans le cadre de l'Administration des Eaux et Forêts, dirigée par Monsieur E. Gillen, sur l'initiative de Monsieur le Ministre E. Krieps, à l'époque Secrétaire d'Etat au Ministère de l'Intérieur, sous la direction de Monsieur Nic. Koenig et avec la collaboration sur le terrain de Messieurs P. Rausch, M. Tibolt et J. Thill.

La carte de la pollution a été réalisée avec l'aide du service de l'Aménagement des bois administrés, dirigé par Monsieur P. Schram.

Le texte a été revu et corrigé par Monsieur Jos. Hoffmann, professeur à Luxembourg ainsi que par Monsieur M. Poll, Mademoiselle J. Naisse et Monsieur G. Josens, professeurs et chercheurs de l'Université Libre de Bruxelles.

Que toutes ces personnes trouvent ici l'expression de mes bien sincères remerciements.

BIBLIOGRAPHIE

DE LA FONTAINE, A. 1873 - Faune du Pays de Luxembourg. Poissons. Public. Inst. Roy. Gr.-D. Luxbg. *8* p: 1-80.

FELTGEN, E. 1902 - Vademecum des Luxemburger Fischerei-Liebhabers. Worré-Mertens, Luxbg.; 148 p.

FERRANT, V. 1902 - Faune des Mollusques terrestres et fluviatiles du Grand-Duché de Luxembourg. M. Huss, Luxbg.; 232 p.

FERRANT, V. 1915 - Faune du Grand-Duché de Luxembourg. Vertébrés. 1re partie: Poissons. Fasc. jubil. Soc. Nat. Luxbg.; p: 435-515.

HAMM, A. 1968 - Nomogramm zur Ermittlung von Gewässergüteklassen. Wasser- und Abwasserforschung *5* p: 169-171.

HOFFMANN, J. 1950 - Essai d'un inventaire des Euplécoptères du Grand-Duché de Luxembourg. Arch. Inst. Gr.-D. Luxbg.; Soc. nat., phys., math. NS. *19* p: 509-554.

HOFFMANN, J. 1955 - Faune des Hirudinées du Grand-Duché de Luxembourg. ibid. NS *22* p: 175-211.

HOFFMANN, J. 1956 - Cystobranchus respirans Troschel. ibid. NS. *23* p: 209-239.

HOFFMANN, J. 1960 - Faune des Plécoptères du Grand-Duché de Luxembourg. ibid. NS. *27* p: 121-208.

HOFFMANN, J. 1960 - Les Odonates du Grand-Duché de Luxembourg. ibid. NS. *27* p: 210-238.

HOFFMANN, J. 1960 - Notules hirudinologiques. ibid. NS. *27* p: 285-291.

HOFFMANN, J. 1962 - Faune des Amphipodes du Grand-Duché de Luxembourg. ibid. NS. *29* p: 79-128.

HOFFMANN, J. 1968-1969 - Faune des Trichoptères du Grand-Duché de Luxembourg.
Première partie: ibid. NS. *32* p: 135-265.
Deuxième partie: ibid. NS. *34* p: 91-136.
Dernière partie: ibid. NS. *34* p: 137-169.

HOFFMANN, J. 1968-1969 - Les Oligochètes du Grand-Duché de Luxembourg. ibid. NS. *34* p: 53-90.

HOFFMANN, J. A. 1959 - Les Hétéroptères aquatiques du Grand-Duché de Luxembourg. ibid. NS. *34* p: 53-90.

HOFFMANN, J. A. 1964 - Faune des Triclades paludicoles du Gr.-Duché de Luxembourg. ibid. NS. *30* p: 181-261.

ILLIES, J. 1961 - Versuch einer allgemeinen biozönotischen Gliederung der Fließgewässer. Int. Rev. ges. Hydrobiol. *46* p: 205-213.

ILLIES, J. et BOTOSANEANU, L. 1963 - Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. Mitt. int. Ver. Limnol. N° *12;* 57 p.

LIEBMANN, H. 1966 - The Bavarian register of water quality. Third. int. Conf. Water Poll. Res., Munich *1-7* p: 1-6.

MARLIER, G. 1951 - La biologie d'un ruisseau de plaine, le Smohain. Inst. roy. Sc. nat. Belg.; Mém. *114;* p: 1-98.

PANTLE, R. et BUCK, H. 1959 - Biologische Flußüberwachung. Sonderschrift der Reg.-Präs. Nord-Württemberg; 26 p.

REUTER, M.-J. 1974 - Révision des Margaritanidae, Unionidae et Dreissensiidae du Grand-Duché de Luxembourg. Dissertation (sous presse).

SCHANDEL, L. 1963 - Les Sphaeriidae au Grand-Duché de Luxembourg. Bull. Soc. Nat. Luxbg. *68* p: 47-167.

TUFFERY, G. et DAVAINE, P. M. 1970 - Niveau faunistique le plus élevé et indice de diversité biotique. in: Diagnose écologique en cours d'eau à Salmonidae. CECPI 6e session, Cracovie, Pologne. EIFAC 70/SC 191; 6. 3. 70; 29 p.

VERNEAUX, J. 1973 - Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs-essai de biotypologie. Mém. N° 84 de Fac. Sc. Besançon et A. O. 8 923 au CNRS; 257 p.

WOODIWISS, F. S. 1964 - The biological system of stream classification used by the Trent River Board. Chem. Ind. p: 443-447.

Adresse : Administration des
Eaux et Forêts
Boîte Postale 411
Luxembourg-Ville

Tableau 1: *Attribution des indices de diversités biotiques*

Groupes faunistiques		Nombre total de groupes systématiques				
		1—2	3—5	6—10	11—15	16 et plus
		Indices biotiques				
PLECOPTERES EPHEMEROPTERES TRICHOPTERES	les trois ordres sont présents	—	7	8	9	10
	Plécopt. et Ephéméropt. ou Trichoptères	5	6	7	8	9
	Trichoptères et Ephéméroptères	5	5	7	8	9
	Trichoptères ou Ephéméroptères (Baetidae) seuls	5	5	6	7	8
Les groupes prémentionnés absents :						
AMPHIPODES ODONATES MOLLUSQUES (Limnea) SANGSUES	Gammaridae présents	4	5	6	6	7
	Gammaridae absents	2	3	4	5	5
Tous les groupes prémentionnés absents :						
ASELLIDAE, TUBIFICIDAE, CHIRONOMIDAE		1	2	3	4	—

Tableau 2: *Relation entre les indices biotiques et les degrés de pollution.*

Indices biotiques	Degrés de pollution
10—9	Qualité biologique normale
8—7	Pollution faible
6—5	Pollution notable, stade critique
4—3	Pollution importante
2—1	Pollution très importante

Tableau 3 : *Précipitation moyenne annuelle au Luxembourg.*

Précipitation en 1971 :	598,0 mm
1972 :	757,3 mm
1973 :	619,4 mm
Moyenne des 28 dernières années :	818,0 mm

Tableau 4 : *Degrés de pollution des cours d'eau du Grand-Duché de Luxembourg.*

Cours d'eau	Total	Qualité biol. norm.		Pollution faible		Pollution notable		Pollution import.		Pollution très import.	
	km	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%
Bassin MOSELLE											
GANDER	18,0	—	—	2,8	16	6,0	33	2,4	13	6,8	38
Affluents MOSELLE	76,3	7,0	9	16,1	21	28,1	37	10,1	13	15,0	20
SYRE	32,2	—	—	1,7	5	17,8	55	11,0	35	1,7	5
Affluents SYRE	76,7	—	—	21,4	28	25,3	33	16,1	21	13,9	18
Sous-Total :	203,2	7,0	3	42,0	21	77,2	38	39,6	20	37,4	18
Bassin ALZETTE											
Affluents ALZETTE	102,4	4,5	4	28,9	28	26,6	26	11,8	12	30,6	30
MAMER	24,7	—	—	5,6	23	7,2	29	5,5	22	6,4	26
Affluents MAMER	15,1	—	—	—	—	4,5	30	3,1	20	7,5	50
EISCH	46,0	15.0	34	12,5	27	9,5	20	5,7	12	3,3	7
Affluents EISCH	14.0	1,5	11	6,0	43	5,0	35	—	—	1,5	11
ATTERT	26,0	6,3	24	13,2	51	5,0	19	0,8	3	0,7	3
Affluents ATTERT	102,6	17,6	17	51,2	50	20,4	20	9,2	9	4,2	4
WARK	25,5	—	—	25,5	100	—	—	—	—	—	—
Affluents WARK	19,1	—	—	16,0	84	2,5	13	—	—	0,6	3
Sous-Total :	375,4	44,9	12	158,9	42	80,7	21	36,1	10	54,8	15

Tableau 4 (suite)

Cours d'eau	Total	Qualité biol. norm.		Pollution faible		Pollution notable		Pollution import.		Pollution très import.	
	km	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%
Bassin SURE											
SURE (Martelange à Ettelbruck	47,5	8,8	19	35,9	75	2,8	6	—	—	—	—
Affluents SURE	125,2	64,8	52	44,6	35	10,8	9	2,7	2	2,3	2
ERNZ NOIRE	24,5	3,8	16	8,0	32	3,4	14	7,8	32	1,5	6
Affluents ERNZ NOIRE	27,3	4,5	16	12,5	46	2,8	10	3,8	14	3,7	14
ERNZ BLANCHE	30,2	5,0	17	23,0	76	2,2	7	—	—	—	—
Affluents ERNZ BLANCHE	6,5	0,8	12	4,2	65	—	—	1,5	23	—	—
BLEES	17,7	13,2	74	4,5	26	—	—	—	—	—	—
Affluents BLEES	23,7	15,0	63	8,7	37	—	—	—	—	—	—
OUR	41,5	6,5	16	32,0	77	3,0	7	—	—	—	—
Affluents OUR	60,1	44,5	74	11,8	20	3,8	6	—	—	—	—
WILTZ	28,4	12,4	44	6,0	21	5,0	18	3,0	10	2,0	7
Affluents WILTZ	47,8	38,1	80	9,7	20	—	—	—	—	—	—
CLERVE	38,4	8,8	23	24,6	64	5,0	13	—	—	—	—
Affluents CLERVE	73,2	32,9	45	29,6	41	5,8	7	3,8	5	1,1	2
Sous-Total :	592,0	259,1	44	255,1	42	44,6	8	22,6	4	10,6	2
TOTAL :	1170,6	311,0	26	456,0	40	202,5	17	98,3	8	102,8	9

Tableau 5 : *Equivalence entre les indices de saprobie de LIEBMANN et les indices biotiques de TUFFERY et DAVAINE.*

Tuffery et Davaine	Liebmann		Equivalence		
Indice biotique	Classes	Indices de saprobie	Tuffery-Davaine		Liebmann
10	I	1,0—1,5	10	=	1,15
9			9	=	1,35
8	I—II	1,5—1,8	8	=	1,65
7	II	1,8—2,3	7	=	2,05
6	II—III	2,3—2,7	6	=	2,50
5	III	2,7—3,2	5	=	2,95
4	III—IV	3,2—3,5	4	=	3,35
3	IV	3,5—4,0	3	=	3,75
2		4,0	2	=	4,00
1	Verödungszone		1	=	4,00