

**Investigation de la faune des macroinvertébrés des
ruisseaux affluents du plan d'eau de Machais**



*Étude effectuée pour le Parc Naturel Régional des Ballons des Vosges
par le Conservatoire des Sites Lorrains*

sous la direction de M. Neville C. MORGAN (Conseiller scientifique)

Réserve Naturelle de la Tourbière de Machais

Investigation de la faune des macroinvertébrés des ruisseaux affluents du plan d'eau

Cliché en page de garde : Ményanthe à trois feuilles

SOMMAIRE

1 - Introduction.....	2
2 – Objectifs de l'étude	2
3 – Cadre contractuel	2
4 – Localisation et territoire d'étude	3
5 – Méthodologie	6
6 – Exploitation et résultats.....	6
7 – Conclusions.....	7
8 – Bibliographie.....	8
<i>Annexe : Tableau synoptique des relevés.....</i>	<i>9</i>

1 -INTRODUCTION

Des craintes avaient été exprimées par rapport à une évolution écotoxicologique des ruisseaux affluents du lac relictuel et de la tourbière flottante de Machais sous l'influence des pluies acides. Cette dynamique défavorable à l'écosystème du bassin-versant imposait un suivi à long terme de la dynamique des habitats aquatiques, notamment au moyen de bioindicateurs.

L'analyse des communautés de macroinvertébrés benthiques est une excellente méthode d'appréhension de l'acidification d'un ruisseau qui intègre de nombreux paramètres. En effet, plusieurs groupes d'invertébrés sont très sensibles à l'acidification, et disparaissent même totalement des inventaires faunistiques dans des conditions d'acidification sévère. Elle a été retenue pour cette étude.

2 - OBJECTIFS DE L'ÉTUDE :

Pour répondre à ces préoccupations, la faune des macroinvertébrés a été examinée en fonction des objectifs suivants :

1. - déterminer d'éventuelles dérives écotoxicologiques liées à un processus d'acidification ;
2. - collecter des données de référence pour un éventuel suivi à long terme de l'état sanitaire des milieux aquatiques de la réserve ;
3. - contribuer aux inventaires faunistiques effectués sur la Réserve Naturelle.

3 - CADRE CONTRACTUEL :

Cette mission d'expertise signée en 1993, a été mise en œuvre sur trois années pour permettre des comparaisons à moyen terme.

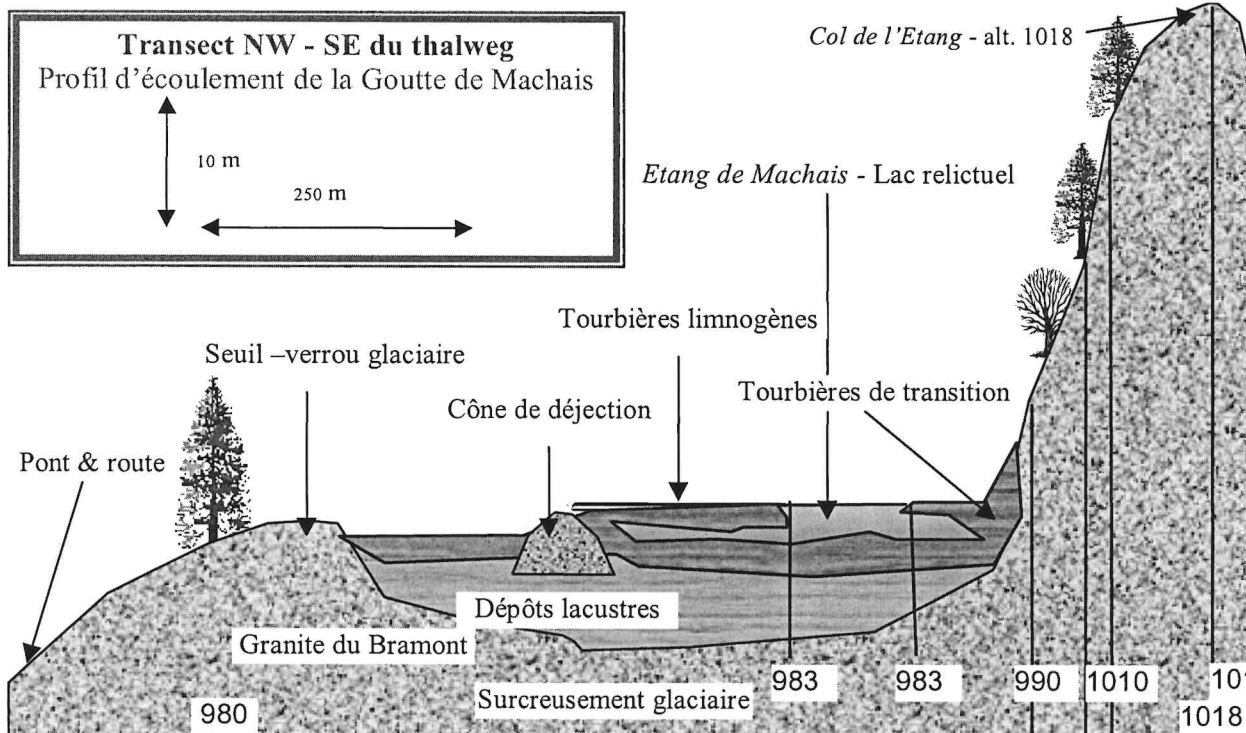
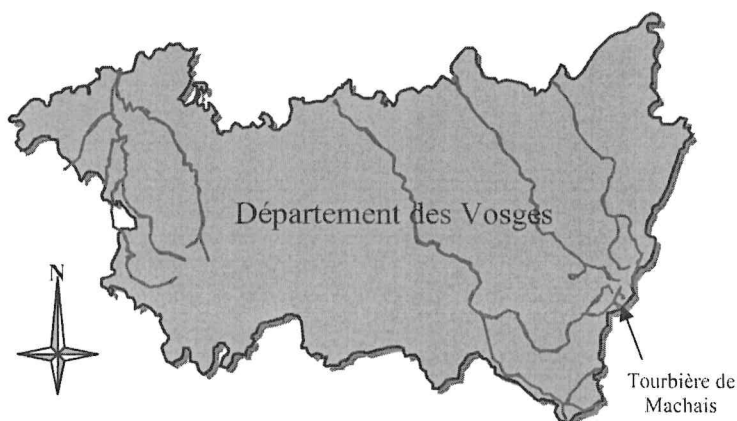
Elle s'inscrit dans le cadre des opérations SE 1, SE 2 et SE 3 du plan de gestion de la *Réserve Naturelle de la Tourbière de Machais*.

4 - LOCALISATION ET TERRITOIRE D'ÉTUDE

La Réserve Naturelle de la Tourbière de Machais est située au cœur des Hautes-Vosges. Elle couvre une partie de la zone d'intersection entre la chaîne principale Hohneck-Grand Ballon et la chaîne secondaire reliant le Grand Ventron au Ballon d'Alsace.

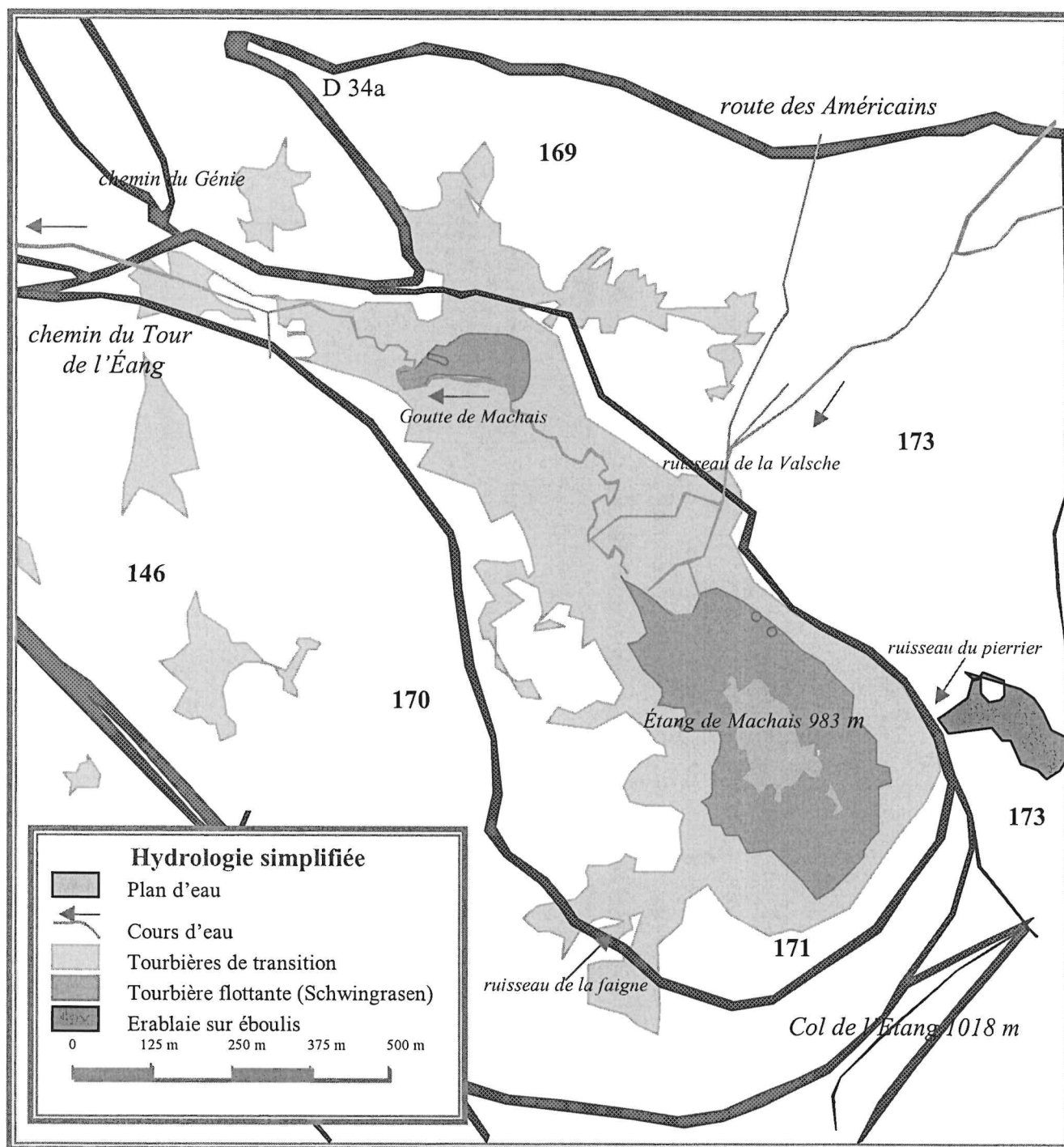
Cet interfluve sépare la vallée glaciaire de la Thur, affluent de l'Ill et du Rhin, de celle de la Moselotte, affluent de la Moselle.

Le lac relictuel ("*Étang de Machais*") et son ruisseau effluent ("*Goutte de Machais*") occupent le thalweg d'une vallée glaciaire suspendue entre un ancien col de diffluence glaciaire avec la vallée de la Thur ("*Col de l'Étang*" ou "*Seesattel*") et une gorge de raccordement qui rejoint le bassin de la Moselotte en sautant un seuil. Ils sont alimentés par trois ruisseaux principaux, fonctionnant sur un mode torrentiel dans leur partie supérieure et débouchant chacun sur un cône de déjection fluvio-glaciaire et fluvatile toujours actif en amont de la tourbière principale. L'essentiel du débit percole ensuite à travers les matériaux des cônes de déjection puis rejoint le plan d'eau par des aqueducs souterrains naturels dans la tourbe. Un seul de ces affluents, en rive gauche, parvient au plan d'eau par un cours partiellement aérien.



Le socle géologique est un granite du Bramont (granite porphyroïde à biotite, localement à amphibole et muscovite) relativement pauvre en magnésium et calcium, assez riche en sodium et potassium. La couverture est formée localement d'altérites (arène, "boules" de granite), d'éboulis, de moraines ou de tourbe.

La faune piscicole¹, encore représentée par trois espèces il y a deux décennies dans l'*Étang de Machais* et la *Goutte de Machais*, n'est plus représentée depuis une décennie que par la Truite fario dans le ruisseau effluent. Cette évolution est au moins pour partie liée à l'abandon partiel de l'alevinage par la société de pêche locale.



¹ Cf. rapport d'expertise restitué au P.N.R.B.V. en juillet 1995 par le CSL "Inventaire de la faune piscicole en 1994".

Les échantillons ont été prélevés dans la partie aérienne du cours inférieur des trois ruisseaux affluents principaux du plan d'eau, à proximité du *chemin du tour de l'étang* entre 990 et 1010 m d'altitude (Cf. carte). En l'absence de toponymie de ces cours d'eau, ils ont été dénommés arbitrairement pendant le déroulement de l'étude en fonction des sites dont ils sont issus :

- le *ruisseau du Valsche*, en adret du bassin-versant de la Goutte de Machais, affluent largement majoritaire dont la source est en contrebas de la *chaume du Valsche* ; il traverse la hêtraie-sapinière et des lambeaux de tourbière soligène ; ses crues importantes à la fonte des neiges alimentent le cône de déjection en matériaux sablo-graveleux ;
- le *ruisseau du pierrier*, en adret également, dont la contribution hydraulique est très minoritaire et dont la source est située à seulement quelques mètres au-dessus du chemin forestier, dans la partie aval du grand éboulis cryoclastique ;
- le *ruisseau de la faigne*, également minoritaire, sort d'une tourbière de pente en ubac, en aval de forêts caducifoliées ; l'arène granitique de son lit est très blanche, presque réduite au seul quartz après l'hydrolyse des micas et feldspaths par les acides organiques dissous.

Ces trois ruisseaux fournissent la majorité des apports en eaux superficielles du plan d'eau et de la tourbière flottante (l'essentiel de leur contribution, voire la totalité en période d'étiage, s'effectue pourtant par percolation à travers les matériaux sablo-graveleux des cônes de déjection puis par des aqueducs souterrains creusés dans la tourbe, qui cachent leur confluence).

Les dépôts aréneux sont peu épais et localisés, les roches et cailloux sont peu émoussés, leur périphyton est peu développé. La bryoflore aquatique est monotone et rare (absence de la banale *Fontinalis antipyretica* notamment). La végétation aquatique vasculaire est réduite à quelques pieds de Glycérie flottante en aval du *ruisseau du Valsche*. La litière provenant des forêts traversées par ces ruisseaux est assez importante, jusqu'à créer localement des petites embâcles. Il semble en fait que l'essentiel de la production primaire des ruisseaux soit importée : ce sont les feuilles, aiguilles et rameaux tombant de la végétation aérienne qui fondent la chaîne alimentaire, situation assez banale dans les ruisseaux de montagne.

Nom ruisseau et n° de station	courant pente	largeur(m)	profond (cm)	qualité eau	substrat	taille roches	flore
Ruisseau du Valsche stat°1 (amont buse)	fort pentu	1,6	< 30	claire, litière hêtre/sapin	granit & arène	roches <15 cm	bryoflore (R.= 50%)
Ruisseau du Valsche stat° 2 (amont buse)	moyen plat	2	< 20	claire	granit, arène, bois	roches <15 cm	bryoflore: 0 glycérie
Ruisseau du Valsche stat° 3 (aval buse)	faible plat	2	< 30	claire	granit & arène	roches <10cm	bryoflore: 0 glycérie
Ruisseau du pierrier st°.1	faible	0,3	< 15	claire	granit, arène litière	roches <5 cm	/
Ruisseau du pierrier st°.2 (aval buse)	faible	0,20 <	< 5	claire	granit, arène litière	tourbe	/
Ruisseau du pierrier (Randlagg) st°. 3	très faible	< 0,60	< 5	brune	tourbe	/	/
Ruisseau de la faigne st° 1 aval chemin	faible plat	< 0,30	15	claire	granit, arène litière	rocs <5 cm	mousses rares
Ruisseau de la faigne stat°2 amont chemin	moyen pentu	< 0,20	< 5	claire	granit, arène litière	rocs <5 cm	mousses rares
Ruisseau de la faigne stat° 3 (entre 1 & 2)	moyen pentu	< 0,20	< 5	claire	granit, arène litière	roc s<5 cm	/

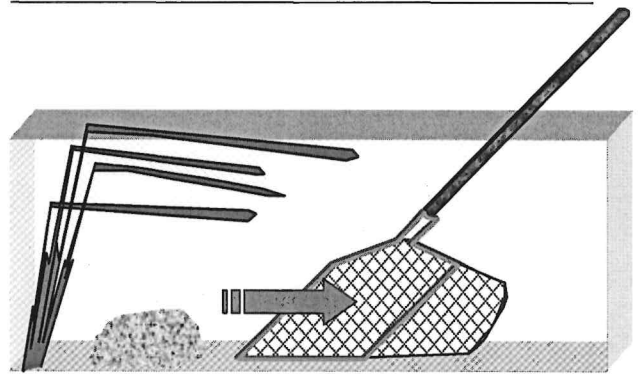
5 - MÉTHODOLOGIE :

Le suivi des macroinvertébrés aquatiques, engagé de 1993 à 1995 a comporté 3 campagnes annuelles. Pour des raisons d'efficacité, les résultats ont porté sur une comparaison entre les seules années 1993 et 1995 ; néanmoins les échantillons prélevés en 1994 ont été triés, conservés et ont subi une première identification ; ils restent disponibles pour étude ultérieure.

Les prélèvements ont été effectués deux fois par an selon la méthode standard des "three kicks"² au moyen d'un filet normalisé d'ouverture 25 cm x 25 cm, conformément à la méthode semi-quantitative de HYNES (1961). Celle-ci présente l'avantage d'être utilisable sur une grande variété de substrats et peut favorablement être comparée avec d'autres techniques telles que les méthodes d'échantillonnage de SURBUR ou la méthode du "filet-pelle"(MORGAN & EGLISHAW,

1965). Les échantillons ont été prélevés en mars et août des années 1993 à 1995 pour mettre en évidence des spécimens des faunes printanière et estivale. Dans la mesure des possibilités (en fonction des contraintes liées à l'enneigement ou à l'étiage d'un ruisseau), les prélèvements ont été effectués à chaque campagne sur trois stations pour chaque cours d'eau afin d'optimiser la représentativité des prélèvements.

Ils ont été déposés dans des flacons vissants sur le terrain, et immédiatement conservés dans le formol. Tous les animaux de chaque échantillon ont été ensuite séparés des débris végétaux en laboratoire et conservés dans l'alcool à 70% pour examen ultérieur et identification microscopique.



6 - EXPLOITATION ET RESULTATS :

Les résultats des comptages et des identifications sont résumés dans le tableau annexé en fin de document.

Rappel : Une étude de l'acidification des ruisseaux du massif vosgien et de son impact sur les macroinvertébrés benthiques a été effectuée par GUEROLD (1992). Trente quatre ruisseaux ont été examinés, dont onze étaient très acides, avec un pH = 5,5 et des concentrations en cation aluminium (Al^{+++}) = 190 µg/l. Un groupe moyen de huit sites incluant Machais présentait un pH compris entre 5,65 et 6,25 ainsi qu'une concentration en cation aluminium inférieure à 160 µg/l. Les quinze autres sites présentaient un pH supérieur à 6,5 et une concentration en aluminium inférieure à 50 µg/l, avec des caractéristiques plus alcalines. PROBST & al. (1990), également dans le cadre d'une étude des ruisseaux du massif vosgien, a démontré pour certains ruisseaux des évidences d'acidification anthropogène avec des pH inférieurs à 5,6 et une concentration en aluminium supérieure à 200 µg/l. Ces valeurs ont été interprétées comme le facteur limitant de la présence de la truite.

Le macrobenthos est également sensible à ces niveaux de concentration. Comme dans le cas d'autres formes de pollution, il peut être utilisé pour apprécier les conditions chimiques dans le ruisseau. Comme leur cycle de développement s'exprime en mois, elles reflètent les conditions à cette échelle temporelle et l'état sanitaire du ruisseau.

On sait que la quantité et la composition du macrobenthos des ruisseaux varient en relation avec leur richesse en minéraux (nutriments) : elles sont faibles en eau acide (eau oligotrophe, voire dystrophe) et beaucoup plus élevées en eau alcaline (eau mésotrophe à eutrophe). Cette corrélation tient à la nature du substrat rocheux. Egglshaw et Morgan (1965) l'ont montré sur un échantillon de 50

² La « Three kicks method » est ainsi dénommée car elle s'effectue en trois temps : l'opérateur tient le filet appliqué sur le fond du ruisseau, face au courant, en raclant le fond du ruisseau au moyen de sa botte à trois reprises et à des profondeurs croissantes. Cette technique simple permet de prélever un large échantillonnage d'invertébrés appartenant aussi bien aux espèces vivant dans la végétation, la litière, sur ou sous les pierres, ou encore enterrées à diverses profondeurs.

ruisseaux dans les Highlands d'Écosse. On pourrait donc penser que dans le massif vosgien, où les ruisseaux coulent sur granite acide, le macrobenthos serait limité en termes de biodiversité et de biomasse. Dans ces ruisseaux, la faune est dominée par les Plécoptères et les Oligochètes (Cf. GUEROLD, 1992).

Résultats : L'examen du tableau du macrobenthos collecté dans les affluents du plan d'eau de Machais montre que la faune correspond à ce qui avait été anticipé dans les ruisseaux naturellement acides. Elle est dominée par les Oligochaeta, Turbellaria, Plecoptera et *Simulium*. Les Ephemeroptera, Trichoptera, Coleoptera et Chironomidae sont moins représentés, et les Crustaceae et Mollusca, typiques de sites plus alcalins sont pauvrement représentés. La présence d'une quantité considérable de *Pisidium* dans un relevé d'août 1995 effectué dans le ruisseau du pierrier est liée au prélèvement d'un échantillon à proximité de la confluence avec la tourbière du plan d'eau. La présence de ce type de mollusque qui se nourrit par filtration est un indice de bonne qualité de l'eau.

7 -CONCLUSIONS :

1 - La composition de la macrofaune ne montre aucune évidence d'acidification anthropogénique des trois principaux ruisseaux affluents de Machais. Ils présentent les caractéristiques des ruisseaux naturellement acides du massif.

2 - Une première liste d'inventaire des invertébrés (Cf. annexe) est maintenant disponible. La diversité spécifique minimale s'élève à 43 espèces, parmi lesquels ont été identifiées :

- 13 espèces de *Plecoptera* ;
- 3 d'*Ephemeroptera* ;
- 6 de *Trichoptera* ;
- 3 de *Coleoptera* ;
- 3 de *Mollusca*.

3 - Cette approche semi-quantitative et ses résultats fournissent une base de comparaison pour apprécier dans l'avenir la dynamique des ruisseaux face aux changements subis par l'environnement ou face aux modifications des modes de gestion. Il ne semble pas opportun de reconduire dans l'immédiat le suivi hydrobiologique. Il est cependant envisageable de le répéter à plus ou moins longue échéance.

8 - BIBLIOGRAPHIE :

- CLAVERI B., GUÉROLD F., PIHAN J.C.**, 1993 - Acidification des ruisseaux du Massif Vosgien et contamination métallique (Al, Mn, Pb, Cd) : mise en évidence dans l'eau et dans les bryophytes transplantés, *Hydroécol. Appl.*, tome 5, Vol 1, pp 111-125.
- EGGLISHAW H. J., MORGAN N. C.**, 1965 A survey of the bottom fauna of streams in the Scottish Highlands. Part II. The relationship of the fauna to the chemical and geological conditions, *Hydrobiology* 26 : 173-183.
- GUEROLD F.**, 1992 - *L'acidification des cours d'eau, impact sur les peuplements de macroinvertébrés benthiques. Application au massif vosgien*, thèse université de Metz.
- GUEROLD F., PIHAN J.C.**, 1989 - L'acidification des torrents vosgiens, mise en évidence, impact sur les populations de macroinvertébrés, *Revue des Sciences de l'Eau*, 2 (1989), pp. 921-640.
- GUEROLD F., VEIN D., JACQUEMIN G.**, 1991 - Les peuplements d'éphéméroptères, de plécoptères et de trichoptères des ruisseaux acides et non acides du massif vosgien : première approche, *Revue des Sciences de l'Eau*, 4 (1991) : 299-314.
- GUEROLD F., VEIN D., JACQUEMIN G., MORETEAU J.-CL.**, 1993 - Impact de l'acidification des ruisseaux vosgiens sur la biodiversité de la macrofaune benthique ; *C.R. Acad. SC. Paris*, 316 : 1388-1392.
- GUEROLD F., VEIN D., JACQUEMIN G., PIERRE J. F.**, 1992 - *Impact de l'acidification des cours d'eau sur les peuplements de macroinvertébrés benthiques*, rapport de contrat Agence de bassin Rhin-Meuse, février 1992, 27 p. + biblio et annexes.
- GUEROLD F., VEIN D., JACQUEMIN G., PIHAN J.-CL.**, 1995 - The macroinvertebrate communities of streams draining a small granitic catchment exposed to acidic precipitations (Vosges Mountains, northeastern France), *Hydrobiologia* 300/301 : 141-148.
- GRAS F., MANSUY D., GAGNY C.**, 1990 - *Acidification des eaux du bassin du Rouge-Rupt dans les Vosges cristallines*, 34^e Congrès National AFL, Metz-Nancy, 28-31 mai 1990, p. 28.
- HYNES H. B. N.**, 1961 - The invertebrate fauna of a Welsh mountain stream, *Arch. Hydrobiol.* 57 : 344-388.
- JACQUEMIN G.**, 1992 - Évaluation des milieux aquatiques par leur peuplement d'Odonates (libellules) et éphémères. 27 p.+ illustrations, cartes..
- J.C. MAFFABULO, B. FRITZ et B. BURTIN**, 1987 - Mise en évidence de ruisseaux à pH < ou = 5 dans les Vosges, *Compte-rendu de l'Académie des Sciences*, Tome 305, série III : 121-124.
- MEIER-BROOK C.**, 1963 - Über die Mollusken der Hochschwarzwald- und Hochvogesengewässer, *Arch. Hydrobiol.*, Suppl. n° 28 pp. 1-44.
- MORGAN N. C.**, 1992 - A survey of the bottom fauna of streams in the Scottish Highlands, *Hydrobiology* 25 : 181-211.
- MORGAN N. C., EGGLISHAW H. J.**, 1965 - A survey of the Bottom Fauna of streams in the Scottish Highlands, *Hydrobiologia*, 25 : 181-211.
- MOSELY M. E.**, 1934 - A collecting trip in the Vosges and Bas-Rhin districts of France : Trichoptera, Plecoptera and Neuroptera, *Entomol.*, n° 67 : 87-89', 108-111.
- PIHAN J. C.**, 1987 - Situation du réseau hydrographique du massif vosgien (Nord-Est de la France) face au problème des précipitations acides, *Natural. Can.*, n° 114, pp. 261-167.
- PIHAN J. C., GAGNY C., MANSUY D., GRAS F., GUEROLD F., VEIN D., JACQUEMIN G.**, 1991 - *Acidification des eaux du massif vosgien*, Rapport de contrat Laboratoire d'Ecologie de l'Université de Metz/Ministère de l'Environnement, SRETI, 155 p.
- PROBST A., MASSABUAU J.Ch., PROBST J.L., FRITZ B.**, 1990 - Acidification des eaux de surface sous l'influence des précipitations acides : rôle de la végétation et du substratum, conséquences pour les populations de truites : le cas des ruisseaux des Vosges, *C. R. Acad. Sci. Paris*, t 311 (a), Série II : 405-411.
- VEIN D., JACQUEMIN G., GUEROLD F.**, 1995 - Inventaire des Espaces Naturels Sensibles du département des Vosges : Évaluation des cours d'eau par échantillonnage des macroinvertébrés benthiques, rapport CSL/Conseil Général des Vosges, octobre 1995, 43 p + annexes.

ANNEXE : TABLEAU SYNOPTIQUE DES RELEVÉS

Légende : Les valeurs mentionnés décrivent les abondances de chaque espèce dans les prélèvements.
 10+ = de 11 à 50 ; 50+ = 51 à 100 ; 100 + = 101 à 300.

Nom du ruisseau ⇒	Ruisseau du Valsche				Ruisseau du Pierrier				R. de la Faigne			
Date des collectes ⇒	mars 93	août 93	mars 95	août 95	mars 93	août 93	mars 95	août 95	mars 93	août 93	mars 95	août 95
PORIFERA												
<i>Spongilla</i> sp.				5								
TURBELLARIA												
<i>Crenobia alpina</i>	10 +	8	0	0	8	1	100 +	3	100 +	10 +	50 +	
<i>Polycelis</i> sp.												1
<i>Phagocata</i>				?								
NEMATODA		1			1							
OLIGOCHETA												
<i>Lumbriculidae</i>		10 +	100 +	100 +	10 +	50 +	50 +	50 +	10 +			50 +
<i>Naididae</i>	10 +								6		25 +	
CRUSTACEA												
<i>Gammarus</i> sp.								1				
INSECTA												
Plecoptera												
<i>Brachyptera risi</i>	300 +		4									
<i>Protonemura</i> sp.												1
<i>Protonemura meyeri</i>			3								25 +	
<i>Amphinemura</i> sp.				1								
<i>Amphinemura standfussi</i>				2								
<i>Nemurella picteti</i>		3			3		3				10 +	4
<i>Nemoura cinerea</i>							1		3			
<i>Capnia vidua</i>			1									
<i>Leuctra</i> spp.	25 +	50 +	1	25 +	50 +		25 +		10 +	50	50	100 +
<i>Leuctra fusca</i>										1		
<i>Leuctra hippopus</i>	10 +								1			
<i>Leuctra geniculata</i>											1	
<i>Leuctra nigra</i>									3			
<i>Diura bicaudata</i>				3								
<i>Isoperla</i> sp.				1								
<i>Chloroperla tripunctata</i>			7								2	

.../...

SUITE

Nom du ruisseau ⇒	Ruisseau du Valsche				Ruisseau du Pierrier				R. de la Faigne			
Date des collectes ⇒	mars 93	août 93	mars 95	août 95	mars 93	août 93	mars 95	août 95	mars 93	août 93	mars 95	août 95
Ephemeroptera												
<i>Baetis</i> sp.												1
<i>Baetis rhodani</i>				3			10					
<i>Rhithrogena semicolorata</i>				6								
Trichoptera				9						3	4	
<i>Sericostoma</i> sp.		3	6	10 +	3	2	4	100 +		4	3	1
• Polycentropidae		3			3					1		15
<i>Polycentropus</i> sp.				10								
<i>Plectronema</i> sp.	1						2			1		
<i>Philopotamus</i> sp.	1											
<i>Mystacides azurea</i>						1						1
<i>Silo</i>					1							
Coleoptera		1			1	3						
• Elmidae			3									
<i>Limnius</i> sp.		10 +	4	5			1					
<i>Helodes</i> sp.	1		1	9			1					
• Dysticidae											1	
Diptera			4									
• Chironomidae (larves)				10 +		25				10 +	1	
• Chironomidae (nymphe).								3			2	2
• Orthocladiinae (larves)		1	5		1	1	1					
• Tanypodinae (larves)			2	7						4		
<i>Dicranota</i> sp.		2		3	2	1	-			1	5	9
<i>Pericostoma</i> sp.	1											
<i>Simulium</i> (larves)	10 +	4	4	6	4	10 +	10 +		2	5	50 +	10
ARACHIDNA												
<i>Hydracarina</i>	1				1	1						
MOLLUSCA												
<i>Pisidium</i> sp.								25				
<i>Limnaea trunculata</i>								1				
<i>Zonitoides nitidus</i>								1				
AMPHIBIA												
<i>Triturus</i> sp. (larves)						5		1				