

UNIVERSITE LOUIS PASTEUR - STRASBOURG I

U.F.R. de GEOGRAPHIE

CENTRE D'ETUDES ET DE RECHERCHES ECO-GEOGRAPHIQUES

LABORATOIRE DE BOTANIQUE ET DE CRYPTOLOGIE
U.E.R. DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES

DIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES
"SYSTEMES SPATIAUX ET AMENAGEMENTS REGIONAUX"

LE GEOSYSTEME NATUREL TEMPERE:

STRUCTURE, FONCTIONNEMENT ET MISE EN VALEUR AGRICOLE

"UTILISATION DE BIOINDICATEURS BRYOPHYTES POUR
L'ÉTUDE COMPARATIVE DES ÉCHANGES
RIVIÈRES (RHIN, ILL) - NAPPE PHRÉATIQUE EN
PLAINE D'ALSACE"

Présenté par:

Ute Roeck

Membres du jury:

M. R. Carbiener
M. A. Exinger
M. L. Zilliox



n° 14243

REMERCIEMENTS

La présente étude a reçu le soutien financier de la FONDATION SANDOZ et du P.I.R.E.N. - EAU ALSACE. Elle a été effectuée sous la direction de M. le Professeur R. Carbiener que je tiens à remercier pour sa compétence et son intérêt montré pour les projets envisagés.

Je tiens aussi à remercier Mme M. Trémolière dont la bonne connaissance des peuplements végétaux des cours d'eau de la plaine d'Alsace a facilité ma recherche des points de prélèvements.

Mes remerciements s'adressent également à M. A. Exinger qui a accepté de m'accueillir dans son laboratoire où les dosages des métaux lourds ont été effectués.

Je tiens aussi à exprimer ma reconnaissance au personnel du laboratoire d'Hydrologie qui m'a conseillée et accompagnée grâce à ses connaissances des techniques d'analyses et du fonctionnement de l'appareillage.

Mes remerciements vont également à M. Hilberer qui a bien voulu m'accompagner lors de mes sorties sur le terrain.

S O M M A I R E

	page:
I. INTRODUCTION	
1. PROBLEMATIQUE	1
2. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	2
2.1. LA GEOMORHOLOGIE DE LA PLAINE D'ALSACE	2
2.2. LE GRAND RIED CENTRAL D'ALSACE	5
2.3. LES COURS D'EAU DE LA ZONE D'ETUDE	6
2.3.1. LE RHIN	6
2.3.2. LES RIVIERES PHREATIQUES OU "BRUNNENWASSER"	8
2.3.3. L'ILL	11
2.3.4. LES RIVIERES VOSGIENNES	12
2.4. LA NAPPE PHREATIQUE ELLO-RHENANE	12
2.4.1. LE SECTEUR RHENAN	13
2.4.2. LE SECTEUR CENTRAL	14
2.4.3. LE SECTEUR ELLAN	14
2.5. LES METAUX LOURDS	16
2.5.1. GENERALITES	16
2.5.1.1. L'ARSENIC	20
2.5.1.2. LE CADMIUM	20
2.5.1.3. LE ZINC	21
2.5.1.3. LE PLOMB	21
2.5.1.4. LE CHROME	22
2.5.1.6. LE MERCURE	22
2.6. LES METAUX LOURDS DANS LE MILIEU AQUATIQUE	23
2.6.1. LE MERCURE DANS LE MILIEU AQUATIQUE	27
2.6.2. LE DEGRE DE LA POLLUTION MERCURIELLE DANS LA PLAINE D'ALSACE	30

	page:
5.3. LA METHODE D'ANALYSE	59
5.4. LE DOSAGE DES ECHANTILLONS	60
III. RESULTATS	
1. PRESENTATION DES DONNEES	62
IV. DISCUSSION	
1. LE DEGRE DE POLLUTION REFLETE PAR LE "SCREENING" DU MOIS DE MARS 1989	87
2. LA VARIATION TEMPORELLE DES TENEURS EN MERCURE DES BRYOPHYTES	93
2.1. L'EVOLUTION SPATIO- TEMPORELLE DES TENEURS EN MERCURE DE TROIS TYPES DE COURS D'EAU DE LA ZONE D'ETUDE: LE RHIN, L'ALTWASSER ET LA LUTTER, ET L'ILL	95
3. FUTURES ETUDES A ENTREPRENDRE	97
CONCLUSION	99
BIBLIOGRAPHIE	100
ANNEXE	110

I. INTRODUCTION

I.1. PROBLEMATIQUE

Le RHIN a été sujet de pollutions importantes par le mercure (Hg) dans les années 60 et 70.

Les caractéristiques du réseau hydrologique du RHIN sont dues à son évolution géomorphologique post-glaciaire dans le secteur de la PLAINE D'ALSACE située dans le fossé tectonique rhénan subsident dans cette zone.

Le RHIN supérieur coule dans un lit qu'il a creusé dans ses propres alluvions, c'est à dire dans son cône de déjection, de la période post-glaciaire constitués de graviers grossiers et de sables. Le gravier comporte un des plus grands réservoirs en eau souterraine d'EUROPE. Ses caractéristiques inhérentes pourraient avoir comme conséquence que les échanges entre le RHIN et la nappe phréatique se trouvent facilités à cause de l'absence de matériel de colmatage du lit mineur du RHIN.

Des injections d'eau du fleuve dans la nappe phréatique seraient susceptibles d'apporter également des micropolluants tels que le mercure et d'autres métaux lourds.

Des BRYOPHYTES aquatiques comme FONTINALIS ANTIPYRETICA constituent des bioindicateurs d'accumulation pour des métaux lourds à partir de l'eau. Pour cette capacité et pour sa présence fréquente dans les cours d'eau de la plaine, cette mousse a été choisie dans le but de faire des dosages de métaux lourds sur sa biomasse sèche afin de déceler des secteurs d'injection de "filtrats rhénans". L'hypothèse consiste à dire que les filtrats du RHIN laissent des traces de Hg, métal qu'ils transportent depuis le fleuve jusque dans la nappe phréatique, un fait reflété par les mousses vivant dans les Brunnenwasser, rivières alimentées par la nappe phréatique, de la zone d'étude. Celle-ci se situe entre SCHOENAU au Sud, ERSTEIN - KRAFFT au Nord, le RHIN à l'Est et l'ILL à l'Ouest.

Le fait de cerner des secteurs d'échanges entre le RHIN et la nappe ainsi que ceux de l'ILL avec la nappe, rivière à régime hydrologique contraire de celui du RHIN, permettrait de mieux comprendre le fonctionnement hydrologique des échanges entre des cours d'eau et leur nappe.

I.2. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.2.1. LA GEOMORPHOLOGIE DE LA PLAINE D'ALSACE

La plaine du RHIN SUPERIEUR se trouve dans le fossé d'effondrement tectonique situé entre les VOSGES et la FORET NOIRE. Sur le côté alsacien, la plaine est environ deux fois plus large que sur le côté badois. Elle constitue une plaine alluviale récente correspondant à peu près à la zone de subsidence quaternaire maximale du fossé tectonique rhénan (CARBIENER 1969). La base des graviers rhénans se trouve actuellement à plus de 100 m en dessous du niveau de la mer. Géomorphologiquement et à petite échelle, la plaine est très homogène. Elle a été façonnée par l'activité fluviale postglaciaire du RHIN, surtout du RHIN SAUVAGE jusqu'au milieu du siècle dernier (CARBIENER 1969). Entre BALE et LAUTERBOURG, on peut distinguer trois secteurs, selon CARBIENER 1969 :

1. - le secteur amont à forte pente (1 %) entre KEMBS et BRISACH - MARCHOLSHEIM
2. - le secteur moyen caractérisé par une pente de 0,7 % entre MARCKOLSHEIM et STRASBOURG où se situe notre zone d'étude
3. - le secteur inférieur en aval de STRASBOURG à pente relativement faible (0,5 %) introduisant le secteur à méandres de ce fleuve

Dans le secteur amont de la plaine alsacienne, le RHIN postglaciaire, montrant une forte dynamique fluviale, édifia un cône de déjection glaciaire (würmien). Les bancs de graviers nous en portent témoignage. Le matériel du cône est à dominante de galets très grossiers, mal triés (CARBIENER 1969).

La zone d'étude se trouve dans le secteur moyen entre MARCKOLSHEIM et STRASBOURG. Ce secteur constitue un glacis de raccordement, le soubassement du GRAND RIED CENTRAL D'ALSACE (CARBIENER 1969).

CONCLUSION

L'interprétation des données obtenues à l'aide des dosages de métaux lourds et particulièrement de Hg a permis de confirmer les résultats d'études antérieures. L'ILL, une rivière subissant au moins une pollution chronique par le Hg, mais probablement aussi par le Cr, ne fuit pas son lit mineur et ne contamine pas la nappe phréatique par des filtrats. Les substrats de son champs d'inondation constituent (encore) un filtre efficace quant aux micropolluants. Les inondations de l'ILL assurent de cette manière une recharge en eau de qualité. La pollution des cours d'eau de la zone d'étude par d'autres métaux lourds et des métalloïdes est jusqu'à présent, exception à part, peu inquiétante.

Le RHIN, par contre, injecte toujours de l'eau dans la nappe phréatique, mais depuis son aménagement il fait ceci uniquement par voie d'injections à partir de son lit mineur. Cela entraîne, entre autres, une contamination de la nappe par le Hg venant d'anciennes pollutions. Une contamination du RHIN par des polluants toxiques constitue un risque potentiel pour la qualité de l'eau de l'aquifère en PLAINE D'ALSACE, réservoir en eau potable très important au niveau économique et social.

Le RHIN et le réseau des "BRUNNENWASSER", donc également la nappe phréatique, dans notre zone d'étude sont particulièrement particulièrement vulnérable à des pollutions par le Hg. Ceci exige un contrôle continu et une bonne prévention quant à ce métal et quant à des micropolluants en général.

Le réseau hydrologique comprenant le RHIN, les "BRUNNENWASSER" et de cette manière également la nappe phréatique dans notre zone d'étude est particulièrement vulnérable à des pollutions par des micropolluants organiques et minéraux tel que le mercure. Ceci exige un contrôle continu et une bonne prévention quant à ce métal et quant aux micropolluants en général.

Des études plus approfondies d'une part et un réseau élargi de points de prélèvements d'autre part semblent prometteurs quant à une meilleure compréhension des fonctionnements hydrologiques des systèmes "cours d'eau - nappe phréatique" et en ce qui concerne la surveillance de la qualité de l'eau souterraine destinée à, entre autre, la consommation humaine.