

Association Française  
pour l'Etude des Eaux

DOCUMENT NON SELECTIONNE

NUMERO G 11554

Trop spécialisé

Sans intérêt

Pas de mon domaine

Pas le temps

NOM : Mme BOISSON.

DATE ENVOI : 19 MARS 1991

DATE RETOUR : 02 AVR. 1991

66 173222

TYPE . RAPPORT

TITRE . Rapport de l'étude des pollutions d'origine diffuse dans  
\*le Bassin Lémanique

SOURCE . LAUSANNE, CIPEL

DATE . 1988

PAGES . 128+TABL+FIG

COTE . G11554

cialista  
document  
très  
commandé

Z

67

Nombre de  
Références

34

Auteur (s)

Y 1

X 1		X 3

Bon document

Titre original :

Pollution du bassin versant du Léman. Importance des apports  
diffus en phosphore d'origine agricole. Compte-rendu d'étude  
(1983-1987) et présentation détaillée de la méthodologie  
retenue. G 11554.

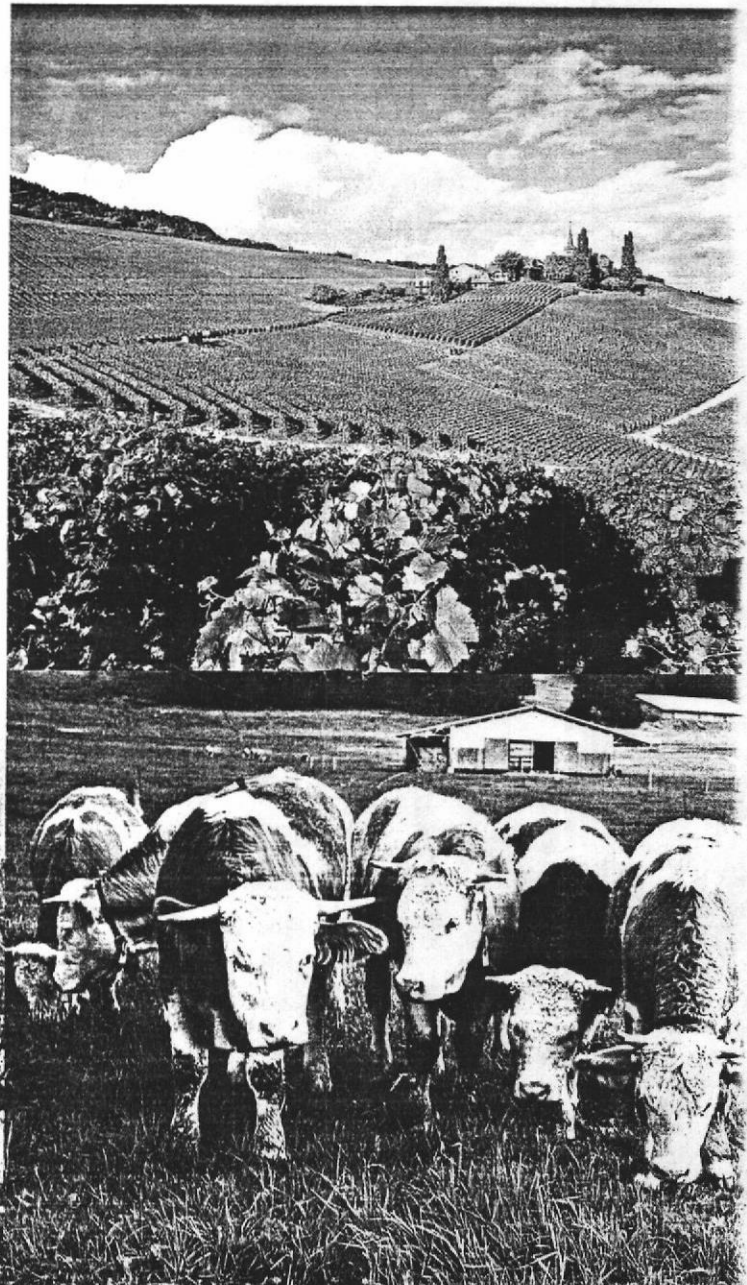
BOISSON

66/73222

# RAPPORT

DE L'ÉTUDE DES POLLUTIONS  
D'ORIGINE DIFFUSE  
DANS LE BASSIN LÉMANIQUE

COMMISSION INTERNATIONALE  
POUR  
LA PROTECTION DES EAUX DU LÉMAN  
CONTRE LA POLLUTION



G 11554

## S O M M A I R E

	RESUME ET CONCLUSIONS	5
1.	INTRODUCTION	9
1.1	GENERALITES	9
1.2	FACTEURS INFLUENCANT LES POLLUTIONS D'ORIGINE DIFFUSE	9
1.2.1	Précipitations	10
1.2.2	Sols et modes d'utilisation des sols (MUS)	12
1.2.3	Apports en fumures	12
1.3	PERTES SPECIFIQUES ET APPORTS ATMOSPHERIQUES, DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES	12
1.4	IMPORTANCE PROBABLE DES POLLUTIONS DIFFUSES DANS LE BASSIN VERSANT DU LEMAN	14
1.4.1	Evaluation globale des apports diffus	14
1.4.2	Influence des précipitations et des débits de fonte des neiges	16
1.5	APPROCHES DE LA CIPEL	18
1.5.1	Enquête préalable	18
1.5.2	Modélisation selon BUEHRER et WAGNER	20
1.5.3	Etude de sites représentatifs sur le bassin versant lémanique	21
2.	METHODOLOGIE	23
2.1	CADRE GENERAL DE L'ETUDE	23
2.2	DESCRIPTION DES SITES REPRESENTATIFS	24
2.3	INVENTAIRE DES APPORTS EN ELEMENTS NUTRITIFS	25
2.3.1	Fumures	25
2.3.2	Précipitations	25
2.3.3	Eau d'arrosage	25
2.4	INVENTAIRE DES EXPORTATIONS	26
2.4.1	Récoltes	26
2.4.2	Réseau hydrographique superficiel	26
2.4.2.1	Description du matériel de mesure et de prélèvement	26
2.4.2.2	Programme d'analyses	28
2.4.2.3	Périodes de fonctionnement des appareils de mesure et de prélèvement sur les sites	28
2.5	ENQUETES AGRICOLES	30
2.6	ANALYSES DES SOLS ET FUMURES	31
2.6.1	Résultats des analyses et appréciation des terres	31
2.6.2	Phosphore du sol et fumures phosphatées	39
2.6.3	Analyse minéralogique de la phase argileuse des sols types des sites témoins	40
2.6.3.1	Introduction	40
2.6.3.2	Méthodologie	40
2.6.3.3	Minéralogie de la phase argileuse des sols types des sites témoins	40
2.6.3.4	Caractérisation des sédiments et des matières en suspension du REDON	42
2.7	CALCUL DES FLUX	43
2.8	BIODISPONIBILITE DES DIVERSES FORMES DU PHOSPHORE	45
2.8.1	Généralités	45
2.8.2	Méthodologie	46
2.8.3	Résultats et discussion	47
2.9	REPRESENTATIVITE DU PRELEVEMENT INTEGRE QUANT AUX TENEURS EN MATIERES EN SUSPENSION, PHOSPHORE TOTAL ET PHOSPHORE DISSOUS	49

3.	<b>REPRESENTATIVITE DES SITES TEMOINS POUR L'ENSEMBLE DU BASSIN LEMANIQUE</b>	51
3.1	CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS	51
3.2	REPRESENTATIVITE DES SITES TEMOINS	51
3.2.1	Phosphore	51
3.2.1.1	LE REDON	54
3.2.1.2	ROLLE	54
3.2.1.3	CULLY	55
3.2.1.4	LEYTRON	55
3.2.1.5	PRAZ-POURRIS	55
3.2.1.6	BEX	55
3.2.1.7	LA MASSA	56
3.2.1.8	Représentativité par rapport à l'ensemble du bassin versant du Léman	56
3.2.2	Azote	57
4.	<b>APPORTS</b>	59
4.1	APPORTS PAR LES FUMURES	59
4.2	APPORTS ATMOSPHERIQUES	59
4.3	APPORTS PAR EAU D'ARROSAGE	64
5.	<b>ETUDE DES PERTES AUX EXUTOIRES DES SITES TEMOINS</b>	65
5.1	REMARQUES PRELIMINAIRES	65
5.2	ETUDE DES VARIATIONS DES CONCENTRATIONS EN ELEMENTS DISSOUS ET PARTICULAIRES	65
5.3	BILAN DES PERTES AUX EXUTOIRES DES SITES REPRESENTATIFS	75
5.3.1	Etude des résultats bruts	75
5.3.2	Résultats corrigés	78
5.3.3	Pondération des pertes spécifiques en phosphore en fonction de la biodisponibilité des formes présentes	79
5.4	COMPARAISON ENTRE PERIODE DE CRUE ET PERIODE D'ETIAGE	81
5.5	EXTRAPOLATION A LA SURFACE TOTALE DU BASSIN VERSANT LEMANIQUE	85
6.	<b>INVENTAIRE DES MESURES DEJA PRISES EN FRANCE ET EN SUISSE</b>	89
6.1	MESURES PRISES PAR LA COMMISSION INTERNATIONALE	89
6.1.1	Recommandations aux Gouvernements français et suisse	89
6.1.2	Communiqués et conférences de presse	91
6.1.3	Sensibilisation des milieux agricoles	92
6.2	MESURES PRISES PAR LA FRANCE	92
6.2.1	Au niveau national	92
6.2.2	Au niveau local	92
6.3	MESURES PRISES PAR LA SUISSE	93
	<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	97
	<b>GLOSSAIRE</b>	99
Annexe 1 :	Période de fonctionnement des mesures et prélèvements	101
Annexe 2 :	Représentativité du prélèvement intégré quant aux teneurs en matières en suspension, phosphore total et phosphore dissous.	109
Annexe 3 :	Exemples de fiches utilisées lors des enquêtes agricoles	115
Annexe 4 :	Cartes : bassin versant du Léman : surfaces représentées par les sites témoins	119
	<b>LISTE DES AUTEURS</b>	128

## RESUME ET CONCLUSIONS

Les recherches entreprises par la Commission internationale pour la protection des eaux du Léman pour connaître l'importance des pollutions d'origine diffuse dans le bassin versant de ce lac ont débuté en 1983 et se sont terminées en 1987. Elles sont fondées sur l'étude d'un certain nombre de sites estimés représentatifs des occupations de sol les plus répandues.

Ces sites ou bassins témoins, au nombre de sept, ont été choisis de manière à pouvoir évaluer les pertes en éléments nutritifs - en premier lieu phosphore assimilable ou potentiellement disponible pour les végétaux - subies non seulement par les sols à vocation essentiellement agricole, mais également par les terrains non cultivés. La superficie de ces sites est comprise entre 10 et 3'300 hectares pour les sols cultivés et entre 200 hectares et 200 km<sup>2</sup> pour les zones dites naturelles.

Les sites témoins retenus pour l'étude sont caractéristiques des occupations de sol suivantes : PERRIGNIER (bassin du REDON) : polycultures et herbages; ROLLE, CULLY, LEYTRON : vignes de la rive nord du lac et du canton du Valais; PRAZ-POURRIS : arboriculture; BEX : forêts des Préalpes; LA MASSA : zones incultes de haute altitude, vallée du Rhône. La superficie du bassin versant lémanique vouée à l'agriculture est relativement faible, contrairement à la situation rencontrée sur les rives des lacs de la Suisse centrale; les conclusions de l'étude de la CIPEL ne peuvent donc être sans autre extrapolées à ces régions.

La somme des surfaces représentées dans le bassin du Léman par les sites témoins s'élève à quelque 4'200 km<sup>2</sup>, soit 56 % du bassin versant lémanique pris dans son ensemble. La superficie non représentée (44 %, soit 3'350 km<sup>2</sup>) est essentiellement occupée par les pâturages d'altitude, les zones incultes des Préalpes de la Haute-Savoie et du canton de Vaud et les surfaces urbanisées; au plan des pollutions strictement d'origine diffuse, leur impact sur les eaux du lac est probablement faible.

Les résultats des mesures sur les sites permettent de calculer les pertes spécifiques caractéristiques de chaque occupation de sol. Avec l'appareillage choisi pour cette étude, les prélèvements effectués en continu - dits aussi prélèvements intégrés - surestiment, comme l'expérience l'a montré, les matières en suspension et le phosphore particulaire; il est donc nécessaire d'appliquer des facteurs de correction, déterminés expérimentalement.

Les pertes spécifiques de matières particulaires (transportées sous forme de matières en suspension), corrigées en fonction de la mauvaise représentativité des échantillons intégrés, montrent que les phénomènes d'érosion sont très actifs à ROLLE et à CULLY - respectivement 10 et 8 tonnes/ha.an - et, dans une proportion moindre, à LEYTRON et à LA MASSA - entre 4 et 5 tonnes/ha.an -.

Les pertes en phosphore total dépendent, suivant les cas, du type de culture, de la pente des sols, des conditions de fumures, de la nature des roches mères et des pollutions ponctuelles. Ainsi, les vignobles de ROLLE, de CULLY et de LEYTRON, du fait des fumures appliquées et des phénomènes d'érosion, accusent des pertes importantes, de l'ordre de 10 kg P/ha.an pour le premier site et entre 7 et 8 pour les deux autres. Le site naturel de LA MASSA, compte tenu de la nature géologique de son bassin versant, est caractérisé par des pertes également élevées, estimées à 4 kg P/ha.an; une situation identique se rencontre à BEX, de façon cependant moins marquée (0.8 kg/ha.an). En revanche PERRIGNIER, zone de polycultures et d'herbages, et PRAZ-POURRIS, parcelle d'arboriculture sans érosion, présentent des pertes plus faibles, estimées à 0.31 et 0.09 kg P/ha.an respectivement. Enfin, les flux du REDON à son embouchure (SECHEX) sont, pour une part importante, influencés par des pollutions ponctuelles.

Comme l'ont montré les premières études des formes du phosphore dans le bassin du Rhône amont (BURRUS, 1984), il faut, pour estimer l'impact réel des apports en phosphore total dans un bassin, tenir compte des formes directement ou potentiellement utilisables par les plantes (biodisponibilité). Pour le bassin lémanique, la proportion maximale du phosphore total utilisable (orthophosphates + phosphore organique dissous + phosphore particulaire inorganique non apatitique + phosphore organique particulaire) est proche de 80 % à PERRIGNIER, de l'ordre de 50 % pour les vignobles de ROLLE et CULLY et la parcelle arboricole de PRAZ-POURRIS, estimée à 35 % pour les vignes de LEYTRON et le bassin naturel de BEX et, enfin inférieure à 10 % pour les zones incultes de haute altitude du Valais, représentées par LA MASSA.

Les pertes spécifiques en azote minéral total (ammoniaque + nitrites + nitrates) varient fortement d'un bassin à l'autre. Elles sont égales ou inférieures à 6 kg N/ha.an à PERRIGNIER, BEX et LA MASSA, comprises entre 8 et 12 kg N/ha.an à ROLLE, PRAZ-POURRIS et à l'embouchure du REDON et atteignent les valeurs très élevées de 25.1 et 27.4 kg N/ha.an respectivement à LEYTRON et à CULLY. La répartition des trois formes de l'azote minéral total montre que les nitrates sont prépondérants.

En partant des pertes spécifiques corrigées de chaque site et des superficies qu'il représente dans le bassin du Léman, on obtient les apports annuels suivants (pour 56 % du bassin versant lémanique) :

- 130 tonnes de phosphore directement ou potentiellement disponible pour les végétaux (orthophosphates + phosphore organique dissous + phosphore particulaire inorganique non apatitique + phosphore organique particulaire), sur les 840 tonnes de phosphore total mesurées
- 1'970 tonnes d'azote minéral total
- 4'250 tonnes de chlorures
- 5'470 tonnes de potassium

Sur les 130 tonnes de phosphore directement ou potentiellement disponible, seules 35 tonnes - les orthophosphates - sont directement assimilables par les plantes.

La répartition de ces 130 tonnes de phosphore montre que, dans le cas particulier du bassin du Léman, la superficie, pour un mode donné d'occupation de sol, est plus pénalisante que les apports spécifiques proprement dits. Ainsi les 25 km<sup>2</sup> de vignobles représentés par ROLLE et CULLY, malgré des pertes spécifiques élevées, de l'ordre de 4 à 5 kg/ha.an en phosphore directement ou potentiellement disponible, n'entraînent au lac qu'environ 11 tonnes de cet élément par année. En revanche, les 3'400 km<sup>2</sup> de zones naturelles assimilables aux sites de BEX et de LA MASSA, caractérisés par des pertes spécifiques faibles, respectivement de 0.18 et 0.34 kg/ha.an, apportent au Léman quelque 90 tonnes de phosphore directement ou potentiellement disponible. Enfin, les 700 km<sup>2</sup> de polycultures et herbages, représentés par PERRIGNIER, accusent des pertes de l'ordre de 17 tonnes, correspondant à des pertes spécifiques de 0.24 kg P/ha.an.

En vue d'affiner la représentativité des sites témoins dans l'ensemble du bassin versant lémanique, on a de plus défini un facteur de correction lié au risque érosif, en fonction en particulier de la pente des sols. Cette pondération n'apporte pas de modification notable dans l'évaluation des apports diffus en phosphore.

Pour réellement appréhender l'importance relative des apports diffus dans le bassin lémanique, il convient de les comparer aux apports totaux connus déversés annuellement dans le lac :

- Ces apports sont, pour le phosphore total, estimés entre 1983 et 1987 en moyenne à 1'250 tonnes par année. Les apports diffus du 56 % de la superficie du bassin versant s'élèvent à quelque 840 tonnes par année, soit environ le 66 % du flux total.

La proportion des formes biodisponibles du phosphore total n'est actuellement pas connue pour toutes les sources; la comparaison ne peut donc être faite qu'entre les apports diffus tels que définis dans cette étude, les apports du Rhône à son embouchure et ceux de l'ensemble des stations d'épuration, déversoirs d'orages compris. Les apports diffus s'élèvent annuellement à 130 tonnes par an de phosphore directement ou potentiellement disponible, dont 40 en provenance des bassins agricoles. En comparaison, les apports du Rhône à son embouchure atteignent environ 220 tonnes, ceux des stations d'épuration, 230 tonnes en 1986 et 170 tonnes en 1987. Ces apports étaient encore d'environ 290 tonnes en 1985, avant l'interdiction en Suisse des phosphates dans les produits de lessive.

- Pour l'azote minéral total, les apports d'origine diffuse, estimés à 1'970 tonnes par année, représentent 38 % des apports par les quatre affluents principaux (Rhône + Dranse + Venoge + Aubonne).
- La part diffuse des chlorures - 4'250 tonnes par année - correspond à environ 11 % des apports des quatre affluents principaux.
- Les apports en potassium d'origine diffuse - 5'470 tonnes par année - sont pratiquement équivalents aux apports des quatre affluents principaux, ce qui montre bien l'origine détritique de cet élément.

Cette rapide comparaison indique que les apports en phosphore total sont, pour une large part, d'origine diffuse; par contre, le phosphore directement ou potentiellement disponible pour les végétaux provient aussi bien de sources ponctuelles ménagère ou industrielle que de sources diffuses.

Ces constatations prouvent que les apports diffus d'origine agricole jouent aussi un rôle, à côté des sources ponctuelles, dans l'eutrophisation des eaux du Léman et qu'il est donc absolument nécessaire :

1. d'éliminer toutes les sources de phosphore, non seulement dans les produits de lessive mais également dans tous les produits de nettoyage utilisés à l'échelon domestique et industriel

2. de raccorder toutes les sources de pollutions ponctuelles soit à un réseau de collecte relié à une station d'épuration soit à un système individuel d'assainissement
3. de doter toutes les stations d'épuration du bassin lémanique de la déphosphatation et de contrôler de façon permanente l'efficacité de celle-ci
4. d'améliorer les réseaux de collecte d'eaux usées en séparant mieux les eaux claires parasites
5. en regard des pertes spécifiques des terres agricoles sensibles à l'érosion, tels en particulier les vignobles, de promouvoir :
  - l'optimisation des techniques intégrées de production, en particulier :
    - . travail du sol
    - . fertilisation
    - . protection des végétaux
    - . conduite des cultures
  - la lutte contre l'érosion :
    - . mode de travail du sol
    - . cultures en travers de la pente
    - . enherbement ou paillage
    - . culture dérobée
6. de tenir compte, lors de restructurations et d'améliorations foncières :
  - . de l'orientation des parcelles
  - . des réseaux de drainage
  - . des chemins d'accès
  - . de la récolte des eaux de surface
  - . de la protection en bordure des cours d'eau
7. de promouvoir, par le biais en particulier de la Vulgarisation agricole et des Chambres d'Agriculture, l'application stricte des directives, normes et recommandations concernant les fumures, en vue d'optimiser les apports en nutriments
8. de gérer l'épandage du purin, des lisiers, des composts et des boues d'épuration, entre autres en favorisant la création ou l'adaptation des fosses à purin et lisiers. Cette action nécessite une planification à long terme avec l'aide financière des pouvoirs publics
9. lors d'aménagement de cours d'eau et de leur bassin versant, d'appliquer des mesures tendant à limiter l'érosion, par exemple en ralentissant l'écoulement de l'eau, en conservant les lits naturels des ruisseaux et rivières et en maintenant les zones de rétention.

Les recherches de la Commission internationale sur les pollutions d'origine diffuse dans le bassin du Léman reposent, comme déjà indiqué, sur l'étude des flux des cours d'eau drainant les sites témoins choisis. La plupart de ces cours d'eau, de type essentiellement torrentiel, sont caractérisés par des plages de débits très larges pouvant varier d'un facteur de 1 à 100, voire plus. De plus, pour certains d'entre eux, les phénomènes d'érosion sur leur bassin versant sont très actifs, conduisant à des teneurs en matières en suspension dans les eaux pouvant dépasser la valeur de 10 g par litre. Dans ces conditions, un échantillonnage tout à la fois proportionnel au débit de la rivière et représentatif de la composition réelle des eaux, surtout en matières en suspension, est difficile, sinon impossible, à réaliser.

Dans la présente étude, la mesure des débits a été favorisée par rapport à la représentativité des échantillons d'eau. Ce choix, du fait en particulier de phénomènes de sédimentation en amont des seuils de mesures, conduit à une surestimation des concentrations en particules solides. Au vu de l'expérience acquise, il conviendrait, tel est tout au moins l'avis des membres du groupe de travail chargé de l'étude des pollutions diffuses, de prévoir, dans de telles recherches, un échantillonnage le plus représentatif possible au détriment de la mesure des débits.

En conséquence, vu l'option prise, les flux indiqués dans le présent rapport représentent plus des ordres de grandeur que des valeurs précises.