

FONDATION DE L'EAU

DOCUMENT



13904

**IMPACT COMPARATIF DES
DETERGENTS MENAGERS
CONTENANT OU NON DU
PHOSPHORE, SUR LA CROISSANCE
DES ALGUES EN EAU DOUCE**

Mai 1989

SOMMAIRE

RESUME	1
1. Objectifs et méthodologie générale	2
1.1 Objectifs	2
1.2 Méthodologie générale	2
1.3 Essais de croissance en laboratoire	3
1.3.1 Limites biologique	3
1.3.2 Limites statistiques	4
2. Composition théorique des eaux essayées	4
2.1 Sources de phosphore	4
2.1.1 Métabolisme humain	4
2.1.2 Apports de la cuisine	5
2.1.3 Effluents de lessive	6
2.1.4 Autres sources de P	7
2.2 Eau synthétique	8
2.2.1 Minéralisation retenue pour les essais	8
2.2.2 Préparation des eaux synthétiques	9
2.3 Protocole expérimental	10
2.3.1 Eau usée sans détergent	10
2.3.2 Solutions mères de détergents	10
2.3.3 Eau de rivière synthétique	10
2.3.4 Dilution selon le débit du milieu récepteur	10
2.3.5 Mélange final	11
3. Réalisation des essais de culture	11
3.1 Rappel de la procédure	11
3.1.1 Appareillage	11
3.1.2 Traitement des résultats	12
3.2 Composition détaillée des eaux essayées	13
3.3 Résultat des tests de laboratoire	14
4. Discussion des résultats des mesures	15
4.1 Classification des résultats	15
4.2 Biomasse obtenue	15
4.3 Croissance	16
4.4 Pollution organique	17

5.	Extension au moyen du modèle	17
5.1	Données de base	17
5.2	Choix de la rivière	18
5.3	Adaptation des données	18
5.3.1	Constantes liées aux algues	19
5.3.2	Rejets polluants	19
5.3.3	Combinaison d'hypothèses	20
5.4	Résultats	21
5.4.1	Chlorophylle	21
5.4.2	Phosphore dissous	22
5.4.3	DBO	22
6.	Conclusions	22
7.	Références	23

GRAPHIQUES

Fig 1 à 13

ANNEXE

Rapport détaillé des essais de Laboratoire

RESUME

Une étude comparative de l'effet prévisible sur la qualité des rivières et notamment l'eutrophisation des lessives domestiques avec et sans phosphate a été effectuée par BETURE-SETAME avec l'appui de la Fondation de l'Eau.

L'étude a comporté une phase d'essais de croissance de l'algue test *Scenedesmus Subspicatus* en fonction de 14 lessives différentes (avec P et sans P). Ces essais ont été menés dans des effluents domestiques reconstitués pour éviter toute contamination et à des dilutions telles que les conditions d'environnement soient fidèlement reproduites.

Le dépouillement des résultats a montré qu'aux doses testées, le panel des lessives sans P pouvaient accélérer la croissance de l'algue par rapport au panel des lessives avec P, pour une cause encore non élucidée.

Dans une seconde étape, on a montré, au moyen de la simulation numérique d'une rivière représentative, actuellement eutrophisée, que dans toutes les situations testées, les lessives avec P se traduisaient par une eutrophisation et une pollution organique **moindres** que les lessives sans P, malgré la diminution de la concentration en phosphore.

Ces résultats suggèrent que l'effet favorable de la diminution du P liée aux détergents qui n'en contiennent pas est plus que contrebalancé par d'autres effets négatifs qui avaient été négligés jusqu'ici mais dont la signification environnementale paraît importante dans la rivière.

Il est toutefois souligné que ces conclusions ne sont pas applicables au cas des eaux stagnantes pour lesquelles l'investigation n'a pas été faite, et pour lesquelles la différence constatée dans les vitesses de croissance n'a pas la même signification, différence dont il conviendrait de calculer les limites d'incidence.

Il est également suggéré que des essais soient conduits sur d'autres espèces et que l'effet éventuel de l'épuration des eaux usées soit mesuré.

Auteurs : Méthodologie, interprétation, modèle
rapports :

**P. CROUZET
BETURE-SETAME**

Essais de laboratoire :

**M. JAUBERT
F.D.E**

1. OBJECTIFS ET METHODOLOGIE GENERALE

1.1. Objectifs

L'étude présentée ici vise à une meilleure connaissance des effets potentiels de différentes formulations lessiviellles sur la croissance phytoplanctonique. Le but principal est donc évidemment une meilleure compréhension des mécanismes régissant l'eutrophisation.

Cette étude a consisté en la réalisation d'essais de laboratoire et en simulation numérique destinée à étendre le domaine d'usage des essais.

Ce rapport définit comment des essais ont été conduits, interprétés et étendus grâce au modèle NOPOLU.

1.2. Méthodologie générale

Selon leur composition, les différentes formulations lessiviellles commercialisées peuvent contenir du phosphore ou en être dépourvues (1). Dans beaucoup de publications, l'évaluation de l'effet sur l'eutrophisation des eaux est déduit de la comparaison directe de la concentration attendue en phosphore dans les eaux, considérant seulement l'abaissement de la concentration en P résultant de l'utilisation de formulations sans P. Cette méthode n'est pas, à notre avis justifiée par des preuves expérimentales solides comme quoi des formulations différentes seraient dépourvues d'effets secondaires sur la croissance phytoplanctonique. En fait, notre opinion initiale était, considérant la toxicité moyenne supérieure des effluents de lavages effectués avec des lessives sans P, que ces formulations pourraient se révéler encore plus efficaces contre les populations phytoplanctoniques intensifiant par la même l'effet dû à la réduction du phosphore.

Toutefois, pour évaluer un effet quelconque, il n'est pas possible de tester des dilutions *ad hoc* de ces différentes formulations dans des eaux naturelles puisque ces eaux contiennent déjà du P apporté par les détergents en usage.

Aussi, une méthodologie adaptée a été mise au point pour supprimer l'effet des contaminations possibles et pour proposer une méthode reproductible de préparation d'eau d'égout domestique synthétique à tester. De même on a envisagé d'obtenir des dilutions finales aussi proches que possible des concentrations réelles observées dans les eaux naturelles. De cette façon les résultats obtenus sont utilisables dans des simulations numériques en limitant les hypothèses de changement d'échelle.

1. Sans la suite les appellations "avec P" et "sans P" désignent exclusivement et respectivement les formulations dans lesquelles le tripolyphosphate de Na (NaTPP) constitue le pôle des formulations.

Dans le cas de traitement du P, l'avantage paradoxal des lessives avec P est diminué. Cela est montré dans les figures 10a, 10b, 11a et 11b, reportant respectivement les scénarios 9 et 8 (avec P, sans P). Malgré la diminution de la teneur en P, le taux de croissance plus élevé reste suffisant pour induire une plus forte teneur en chlorophylle. La régression linéaire indique en effet que la chlorophylle "sans P" est 111% la chlorophylle "avec P".

5.4.2. Phosphore dissous

Les valeurs du P résiduel sont, par nature, plus dispersées que celles de chlorophylle puisque le P non assimilé est décanté ou minéralisé en fonction de sa concentration locale.

La figure 12 indique la faible relation linéaire entre le P simulé (lessives avec P) en fonction du P simulé (lessives sans P) (scénario 1 (scène 1)). La dispersion des points est expliquée par le comportement différent du P.

5.4.3. DBO

La DBO est altérée par le type de lessive en usage, comme l'indiquent les mesures de laboratoire. Comme une partie des scénarios est basée sur l'hypothèse qu'une large partie des effluents n'est pas traitée, argument avancé pour justifier l'emploi des lessives sans P, il faut donc prendre en compte le possible impact de l'accroissement de la DBO dans les eaux usées.

Evidemment, plus le rejet est important, plus l'impact est marqué. Aussi on peut se contenter de considérer l'incidence relative sur la qualité des eaux des deux types de détergents comme cela est résumé figure 13. Les différences ne sont pas considérables, l'écart en concentration étant de 14%, autrement dit la différence de concentration est de 0,7mg/l.

Ceci n'a que peu de signification écologique mais peut avoir une incidence économique non négligeable si les stations d'épuration devaient être agrandies (du point de vue de la capacité d'aération), ce qui pourrait représenter un coût de 40FF par habitant et une augmentation des frais d'exploitation de 15 à 25% selon la file de traitement en usage.

6. **CONCLUSIONS**

Les conclusions de cette étude sont les suivantes :

- 1) Si une méthodologie bien définie est utilisée, il est possible de démontrer des différences significatives dans la croissance d'une algue test soumise à différentes compositions dépendant de différentes formulations lessiviellles.

2) Les différentes formulations envisagées induisent, chez l'espèce testée, les particularités suivantes :

2.1) Les détergents avec P induisent un taux de croissance médian de 1,4 1/j à 24°C, assez peu dispersé.

2.2) Les détergents sans P induisent un taux de croissance très dépendant de la formulation, dont la médiane est 1,65 1/j (1,06 à 1,72) à 24°C. De plus, certains résultats suggèrent que le quota P pourrait être abaissé, ce qui favoriserait l'eutrophisation en abaissant la concentration limitante en P.

Ces conclusions sont à l'opposé d'indications antérieures qui laissaient à penser que les détergents sans P ont plutôt un effet toxique. Selon nous, cela n'est pas contradictoire puisque nos expériences ont été menées à basse concentration, proche des conditions environnementales, les autres expériences ayant été conduites sur des effluents de lave-linge.

3) La simulation numérique suggère que dans une rivière à l'écoulement normal (faible temps de rétention, vitesse proche de 0,4m/s), c'est à dire une rivière tout à fait classique, les détergents sans P pourraient entraîner une augmentation du niveau d'eutrophisation, si tant est que le P n'est pas réduit à des valeurs extrêmement basses. Même dans le cas de traitement normal du P, il n'est pas évident que l'interdiction du P amènerait un résultat meilleur que l'usage de lessives avec P.

Toutefois ces conclusions doivent être maniées avec beaucoup de précautions sachant que :

- a) elles peuvent être inexactes pour des masses d'eau ayant un très long temps de résidente (le P total devenant le facteur primordial),
- b) l'effet du traitement des eaux n'a pas été pris en compte, faute de données expérimentales.

Nous suggérons fortement que ces deux points soient étudiés en détail, au moyen de la même méthode assise sur des essais de laboratoire.

De plus nous suggérons que des investigations de représentativité relative des différentes masses d'eau soient entreprises de manière à indiquer plus précisément dans lesquelles tel ou tel type de résultat serait utilisable.

7 REFERENCES

EPA 1971 Algal assay procedure bottle test. APE publ. Mimeo 80p

FDE 1987 Bioavailability of various sources of phosphorus in natural waters. Contract FDE/RP/CEEP Mimeo 168p

Martin 1987 Présence de produits phosphorés dans l'environnement. Le point sur: Le Phosphore. Lavoisier Ed. Paris

Fontaine 1969 Physiologie Encyclopédie de la Pléiade NRF Paris

Machlin 1972 Phosphorus in human nutrition in Environmental Phosphorus handbook, Willey Interscience pub. NY

Gleisberg Hartz Sorbe 1979 Einfluss der Waschmittelphosphat auf Zusammensetzung und Eigenschaften von Abwässern. Korrespondenz Abwasser,26,5,230-239

Sawyer 1972. Phosphorus and ecology in Environmental Phosphorus handbook, Willey Interscience pub. NY

Kerlan et Senelier 1987 Efficacité des stations d'épuration actuelles vis à vis du phosphore Le point sur: Le Phosphore. Lavoisier Ed. Paris

Stirn 1975 Ostacoli a un adeguado trattamento dovuli alla presenza de composti biologicamente attivi nei liquami. Ingeniera ambientale ,2, 4,143-148.

Laak 1985 .A passive, onsite, advanced treatment system removes phosphorus p317-323. Proceed. Phosphorus management strategies. Lisbonne. Lester and Kirk Ed.