

# L'épuration des eaux usées par bio-disques

par D. CAUDRON

Ingénieur A.I.Lv. à Sodameca S.A.

65/21098

## I. DESCRIPTION DU PROCÉDE

Le traitement biologique d'épuration aérobie des eaux requiert un contact intime entre trois éléments:

- l'eau usée qui transporte les matières organiques polluantes;
- la masse biologique active qui assure la dégradation de ces matières;
- l'oxygène.

Le contact de ces trois éléments est réalisé par la mise en mouvement:

- soit de l'eau (lits bactériens),
- soit de l'oxygène et de la masse active (boues activées),
- soit de la masse biologique active (bio-disques).

La masse biologique ou bien se développe sur un support (lits bactériens ou bio-disques) ou bien flotte librement dans l'eau (boues activées).

Dans le premier cas, le contact se réalise sur la surface de support; l'apport d'oxygène est assuré par échange sur la surface extérieure mouillée et correspond spontanément aux besoins de la masse biologique.

Dans le second cas, le contact se réalise dans l'eau usée même; l'apport d'oxygène est assuré par insufflation d'air dans la masse liquide; la quantité de boues actives étant maintenue plus ou moins constante.

La caractéristique du bio-disque, constituant le support de la masse biologique active est sa mise en mouvement: plongé à mi-corps dans une cuve traversée par l'eau usée, il tourne lentement dans le sens du courant de l'eau; il met la masse biologique alternativement en contact avec l'eau usée et avec l'air.

Sa surface couverte de flore biologique est très grande: 14 m<sup>2</sup> par disque; elle est exposée directement à l'air et une saturation en oxygène est de suite atteinte. L'apport en oxygène est généralement tel qu'à l'issue du traitement épuration, on enregistre dans l'eau épurée une concentration supérieure à 4 mg O<sub>2</sub>/l.

Par la manière dont il assure le mélange intime des trois éléments permettant l'épuration biologique, le système à bio-disques s'apparente à la fois aux lits bactériens et aux boues activées.

### — aux lits bactériens:

Le bio-disque constitue un support sur la surface duquel se forme le gazon biologique.

Lors de l'immersion, les bactéries se développent au sein du gazon adsorbent les impuretés ou matières organiques se trouvant dans l'eau; lors de l'émersion, ces mêmes bactéries, en contact avec l'air, seaturent d'oxygène nécessaire à la dégradation des matières organiques.

### — aux boues activées:

Le liquide contenu dans la cuve à bio-disques constitue un mélange complet au sein duquel la boue activée, détachée du support, est en contact intime avec l'eau à traiter.

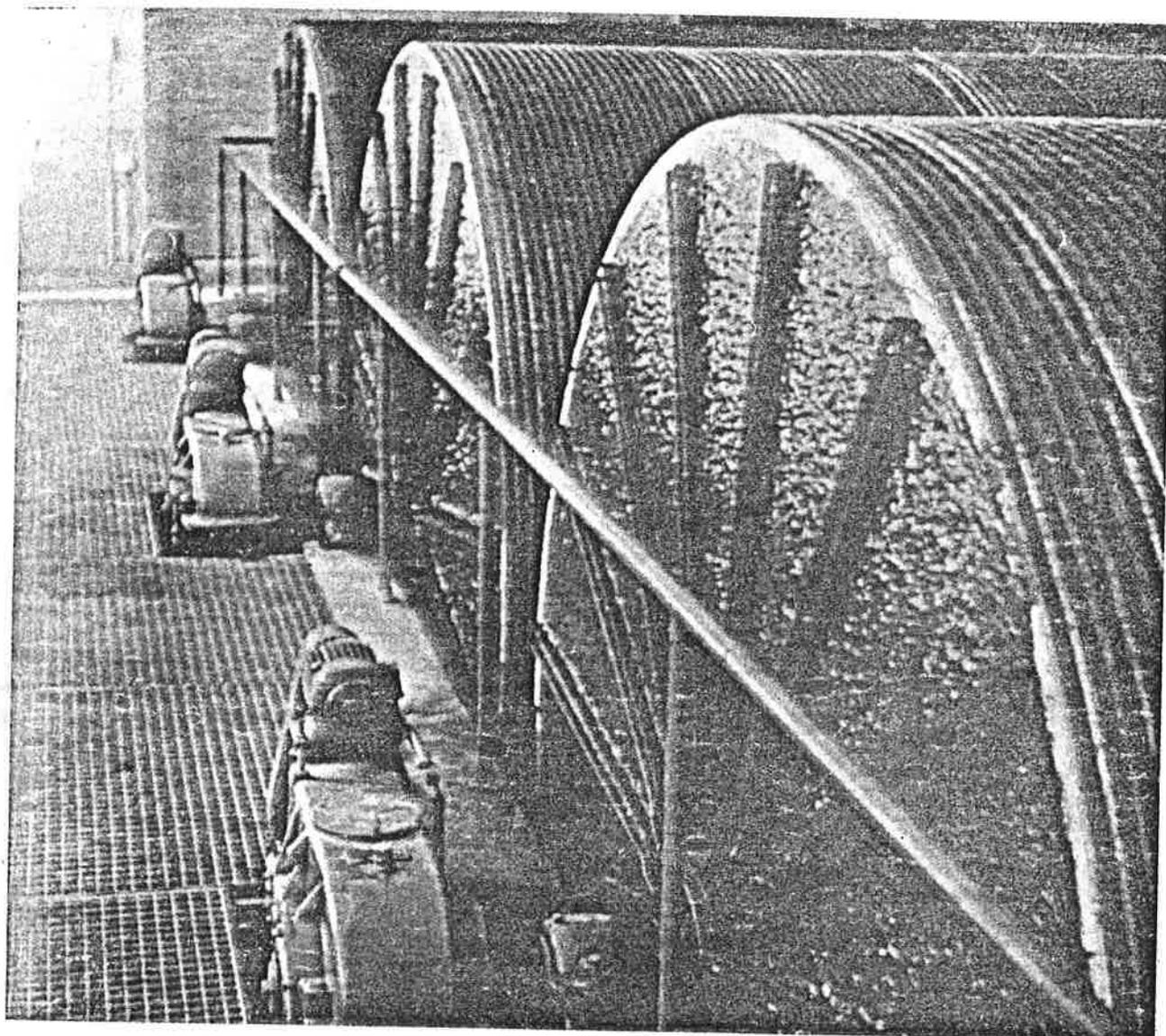
Cette boue activée est maintenue en suspension par le mouvement qu'imprime la rotation des disques.

La flore biologique présente sur les disques étant toujours saturée d'oxygène, à chaque immersion, le surplus pénètre dans le bassin et assure l'oxygénation de la boue active en suspension.

A la limite et c'est ce qui se fait aux Etats-Unis, on peut utiliser les bio-disques comme aérateurs. En assurant en effet une rotation rapide des disques, on y maintient une couche très mince de bio-masse. Les disques jouent alors essentiellement le rôle de pourvoyeurs d'oxygène à la masse en suspension.

Les matières organiques sont donc adsorbées et transformées tant par la flore microbienne fixée aux bio-disques que par la flore microbienne en suspension dans l'eau.

C'est ce double phénomène qui permet de classer l'installation à bio-disques aussi bien parmi les systèmes à lit bactérien que parmi les systèmes à boues activées et qui en fait un principe fondamental de traitement des eaux usées.



## II. DIMENSIONNEMENT DES BIO-DISQUES DANS UNE STATION DE TRAITEMENT D'EAUX RESIDUAIRES DOMESTIQUES

La capacité à épurer biologiquement une eau usée dépend principalement:

- du débit d'eau amené quotidiennement à la station ( $m^3/jour$ ) et
- de la quantité de pollution qu'elle contient ( $Kg\ DBO_5/jour$ ).

D'autres facteurs influenceront également le dimensionnement de l'installation:

- les variations de débit et de concentration enregistrées au cours de la journée;
- la qualité requise de l'affluent ou le degré d'épuration à obtenir.

A l'heure actuelle, il n'existe pas une modélisation mathématique satisfaisante de l'épuration par bio-disques.

A ce sujet nous vous renvoyons à l'étude de MM. Edeline et Vandevienne du Cebedeau sur « Cinétique de l'épuration dans les bio-disques » paru dans le tribune du Cebedeau de janvier-février 1979, n° 422-423.

Des diagrammes permettent le dimensionnement des stations à bio-disques. Ils rendent compte de ces influences diverses. Leur établissement procède d'expérimentations sur des installations de toutes grandeurs et de toutes charges.

Le dimensionnement de base se trouve représenté dans le *diagramme 1*.

Ce diagramme 1 est valable exclusivement:

- pour une eau usée domestique normale et fraîche, sans mélange important avec de l'eau industrielle

- sa concentration n'excédera pas 600 mg DBO<sub>5</sub>/l, après décantation primaire.

— pour une installation à 2 étages de bio-disques.

— Lorsqu'on doit atteindre des résultats d'épuration fort élevés (par exemple moins de 15 mg DBO<sub>5</sub>/l en permanence), il faut recourir à des installations de plus de 2 étages et donc utiliser d'autres abaques (fig. 2).

— A noter que l'utilisation d'un plus grand nombre d'étages impose un facteur de correction.

Le diagramme indique la surface de disques nécessaires par m<sup>3</sup> de débit/minute, pour les concentrations visées (80 à 600 mg DBO<sub>5</sub>/l) en vue d'obtenir le pourcentage d'épuration requis.

### Explication des valeurs portées sur le diagramme 1.

§  $F/D_1$ : abscisse

$F$  (m<sup>2</sup>) = la surface de disques requise lorsque l'installation comporte 2 étages de disques.

Si l'installation comporte plus de 2 étages (par exemple, pour des raisons de normalisation, 1 étage ne peut comporter plus de 200 disques), la surface  $F$  (m<sup>2</sup>) de disques nécessaires sera réduite par l'application d'un facteur de correction:

0,91 pour 3 étages  
0,87 pour 4 étages  
0,85 pour plus de 4 étages.

$D_1$  (m<sup>3</sup>/minute) = le volume d'eau traversant le cœur de l'installation sur 24 heures,  $D_1$  (m<sup>3</sup>/minute) =  $\frac{m^3/jour}{24 \times 60}$ .

Cette valeur pourra être corrigée en fonction des variations de débit et de pollution qui seront escomptées de la population appelée à desservir la station.

La courbe est établie en fonction des pointes que l'on peut atteindre de communautés urbaines de 10.000 E.H. et plus.

Les stations de communautés plus petites seront l'objet de variations plus importantes.

Pour ces communautés un facteur de correction sera employé qui correspond à la faculté d'absorption du bio-disque.

population	facteur de correction de q.
plus de 10.000 EH	
10.000 à 5.000 EH	1,0
5.000 à 1.500 EH	1,1 à 1,2
1.500 à 400 EH	1,2 à 1,3
moins de 400 EH	1,3 à 1,5

Ce facteur de correction signifie donc que pour une station de moins de 400 EH, il faudra prévoir une surface de disques de 50 % supérieure à celle qui sera proportionnellement nécessaire à l'épuration d'une population de 10.000 EH.

A noter que pour des installations alimentées en eaux usées industrielles principalement ou exclusivement, des diagrammes spécifiques doivent être utilisés.

§ % (ordonnée) d'épuration requis

Le degré d'épuration requis de l'installation est fonction de la charge de l'eau usée décantée admise aux bio-disques et de la valeur de décharge requise par les Autorités.

### Calcul de la surface de disques - (diagramme 1).

a) le calcul du degré d'épuration requis des bio-disques s'exprime par une valeur (%) localisée sur l'ordonnée.

b) en considérant la courbe spécifique de la concentration de l'eau usée à traiter, on lit alors directement en abscisse la valeur  $F/D_1$ .

c) la valeur  $D_1$  éventuellement adaptée (facteur de correction) a été calculée; la surface de disques nécessaire est donc connue.

$$F \text{ (m}^2\text{) (2 étages)} = \frac{F}{D_1} \times D_1 \text{ corrigé.}$$

$$F \text{ (m}^2\text{) corrigé (> 2 étages)} = \frac{F}{D_1} \times D_1 \text{ corrigé.}$$

A partir de la surface de disques  $F$ , on obtient le nombre de disques nécessaire en divisant la surface totale par la surface utile d'un disque:

14 m<sup>2</sup> pour un bio-disque de 3 m. de diamètre

6 m<sup>2</sup> pour un bio-disque de 2 m. de diamètre.

Le nombre de disques obtenu est divisé en parts égales et n'excédant pas 200 pour former le nombre de batteries.

Le nombre de batteries dépend de 3 facteurs:

- le nombre maximum de disques qu'il est possible de placer sur un axe: soit 200;
- l'efficacité d'épuration;
- l'économie de l'investissement.

A efficacité égale, le plus petit nombre de batteries sera retenu avec un minimum de 2 batteries.

Deux batteries assurent avec une totale sécurité l'efficacité épuratoire classiquement requise: soit l'obtention de résultats inférieurs en permanence à 30 ou à 20 mg DBO<sub>5</sub>/l. Pour obtenir un résultat inférieur en permanence à 15 mg DBO<sub>5</sub>/l, on utilisera plus de 2 étages et on consultera d'autres abaques.

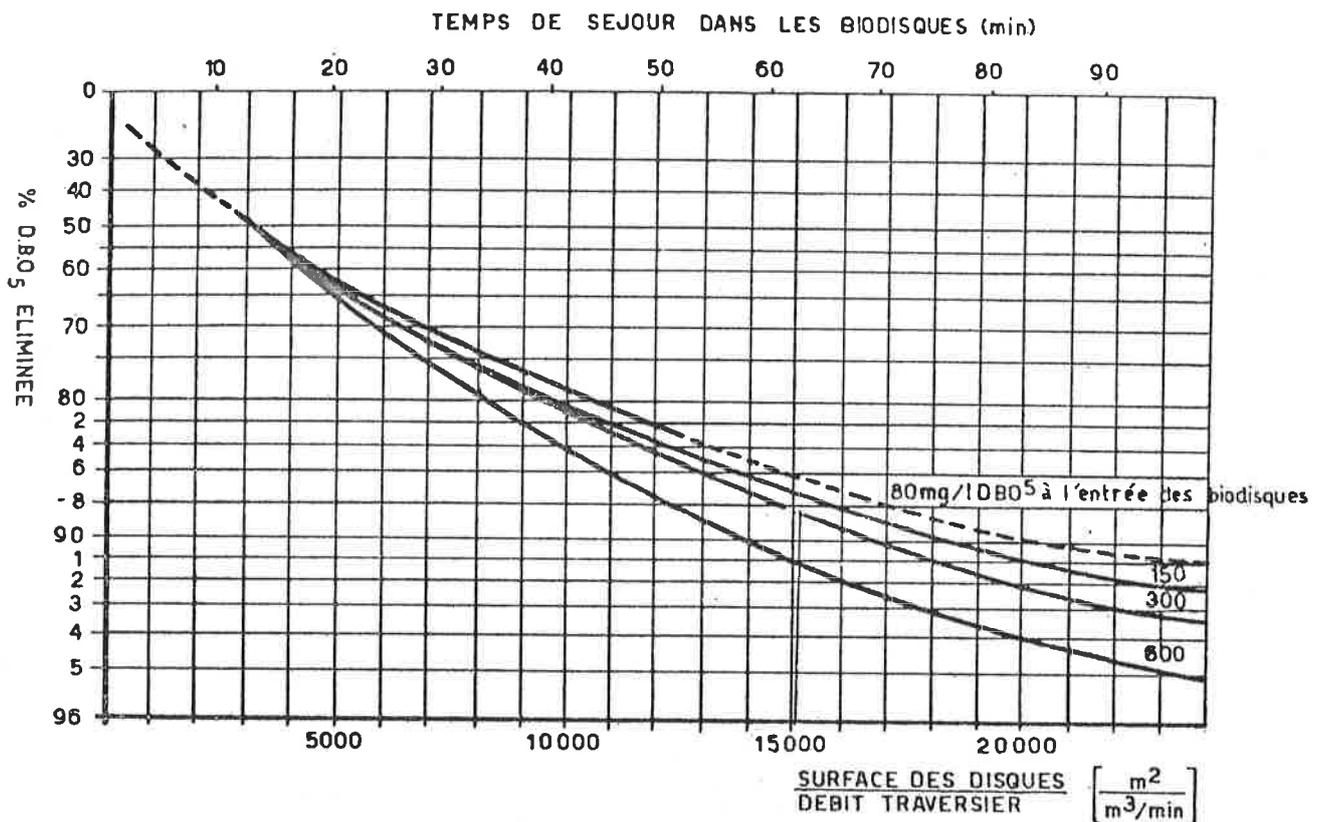


Diagramme 1 — Abaque valable pour deux étages et pour de l'eau résiduaire urbaine non putride.

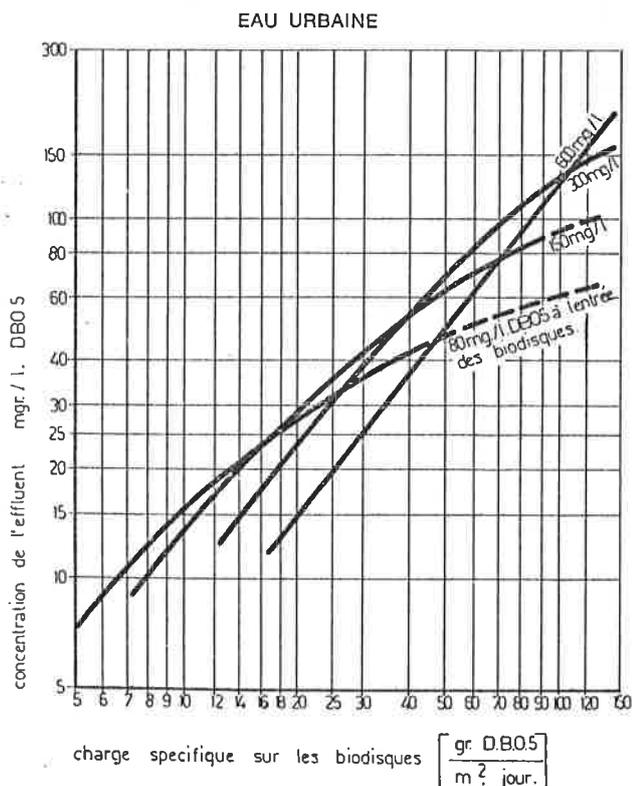


Diagramme 2 — Abaque destiné au calcul de la charge spécifique des bio-disques utilisé en particulier lorsque le degré d'épuration requiert plus de 2 étages, ex.: résultat inférieur à 15 mg DBO<sub>5</sub>/l en permanence.

Ainsi, 3 batteries de 30 disques chacune permettront d'attendre le même résultat que 2 batteries de 50 disques. A efficacité égale, on choisira la seconde solution, plus économique.

**Contrôle des surfaces obtenues** (eaux résiduaires domestiques).

En partant de la charge spécifique sur les disques (après décantation primaire) (soit:  $g \cdot DBO_5/m^2$  de disque  $\cdot$  jour), on peut effectuer un contrôle aisé des surfaces obtenues: pour une charge organique journalière moyenne maximum de 300 mg DBO<sub>5</sub>/l sur les bio-disques, la charge spécifique admise n'excédera pas:

24 g DBO<sub>5</sub>/m<sup>2</sup> de disque  $\cdot$  jour pour un résultat n'excédant pas 30 mg DBO<sub>5</sub>/l.

20 g DBO<sub>5</sub>/m<sup>2</sup> de disque  $\cdot$  jour pour un résultat n'excédant pas 25 mg DBO<sub>5</sub>/l.

17 g DBO<sub>5</sub>/m<sup>2</sup> de disque  $\cdot$  jour pour un résultat n'excédant pas 20 mg DBO<sub>5</sub>/l.

13 g DBO<sub>5</sub>/m<sup>2</sup> de disque  $\cdot$  jour pour un résultat n'excédant pas 15 mg DBO<sub>5</sub>/l.

### III. CHAMP D'UTILISATION DES INSTALLATIONS A BIO-DISQUES

La méthode de dimensionnement décrite ci-avant correspond au traitement des eaux usées domestiques normales.

L'utilisation des bio-disques n'est pas restreinte au traitement de ces seules eaux.

### 1. Les eaux industrielles à forte concentration

Tant par sa technique que par l'économie de son fonctionnement, le bio-disque sera dans certains cas utilisé plus avantageusement que d'autres systèmes.

C'est le cas du traitement des eaux usées à forte concentration: telles que les eaux résiduaires d'abattoirs, laiteries, brasseries, malteries, fromageries, conserveries, élevage, etc...

Les avantages constatés au cours du traitement par bio-disques de ces eaux fortement chargées s'expliquent de la manière suivante:

a) la quantité d'oxygène puisé dans l'air et fourni à la flore microbienne en satisfait toujours les be-

soins. Il n'est jamais nécessaire de faire appel à un apport extérieur d'oxygène; il n'est pas davantage nécessaire de diluer l'affluent avec de l'eau fraîche ou de l'eau de recirculation.

b) Les installations à bio-disques sont conçues à plusieurs étages. Sur chaque étage d'une même installation se développe une flore appropriée à la nature de l'affluent au niveau de cet étage. La flore biologique s'adapte donc aux modifications que subit l'eau usée au fil même du traitement.

— les bio-disques ne se colmatent jamais; tandis que cet inconvénient de colmatage peut se rencontrer dans les installations à lit bactérien trop fortement chargées.

Dans ce cas, l'on recourt à l'utilisation de lits alternés ou de la dilution par recyclage. L'un et l'autre

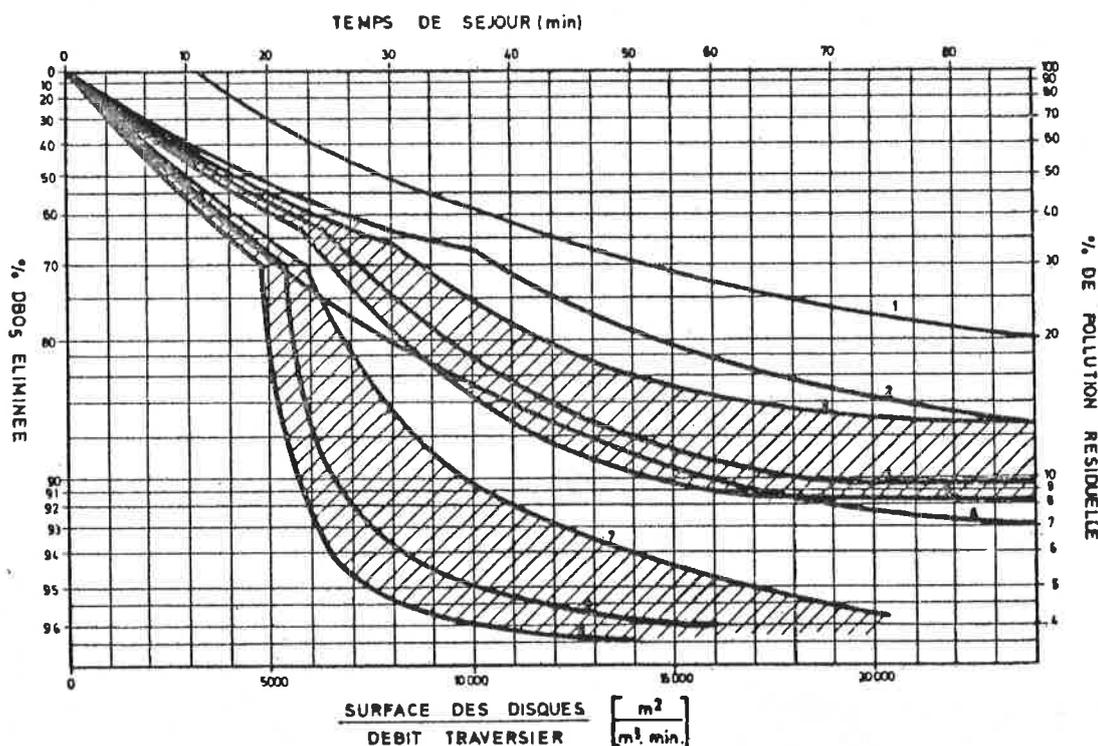


Diagramme 3 — Courbes de décomposition par les bio-disques d'eau résiduaire domestique et d'eau résiduaire mixte « domestique - industrielle ».

1. Eau résiduaire putride.
2. Eau résiduaire de grandes communautés urbaines.
3. Eau résiduaire domestique diluée: 120 mg DBO<sub>5</sub>/l (1).
4. Eau résiduaire domestique classique: 250 mg DBO<sub>5</sub>/l (1).
5. Eau résiduaire domestique concentrée: 20 mg DBO<sub>5</sub>/l (1).
6. Eau résiduaire de laiteries et eau résiduaire domestique: 1.000 mg DBO<sub>5</sub>/l (1).
7. Eau résiduaire domestique et eau résiduaire industrielle organique, diluées: 300 mg DBO<sub>5</sub>/l (1).
8. Eau résiduaire domestique et eau résiduaire industrielle organique (brasseries, malteries, Industries alimentaires).
9. Eau résiduaire domestique et eau résiduaire industrielle organique concentrées: 600 mg DBO<sub>5</sub>/l (1).  
(1) après décantation primaire (décomposition: usuellement 30 %).

N.B.

a) Sur ce diagramme 3 le % de DBO<sub>5</sub> éliminée est mesuré à la sortie des bio-disques. L'élimination complémentaire de DBO<sub>5</sub> par l'effet de la décantation secondaire approche généralement 5 %.

b) Les mesures de DBO<sub>5</sub> ont été faites sans inhibiteur de nitrification.

remède font appel à des frais très élevés d'investissement et d'exploitation.

On peut éviter un engorgement des lits bactériens par l'utilisation de matières synthétiques à larges sections transversales laissant libre le passage de l'eau. L'inconvénient qui résulte de l'emploi de ce système réside dans le temps de contact très court entre l'eau traversant le lit bactérien et la flore biologique, sans parler des frais de pompage provoqués par une recirculation répétée.

c) La consommation d'énergie résultant de l'utilisation du système à bio-disques est minime.

Le principe des boues activées autorise des temps de contact très longs. Lorsqu'il s'agit d'affluents à forte pollution cependant, l'apport de l'oxygène requis n'est possible que moyennant une consommation énergétique très élevée.

d) Les bio-disques ne requièrent aucun réglage, aucune intervention. Il n'est pas nécessaire de s'assurer les soins d'une personne qualifiée pour entretenir la station d'épuration.

L'emploi du bio-disque pour le traitement d'eaux industrielles peut se combiner avec l'utilisation d'autres techniques d'épuration biologique.

C'est ainsi que l'on assure au moyen de boues activées avec un temps de séjour très réduit, l'épu-

ration poussée d'un affluent dont la plus grosse partie de la pollution a été enlevée par les bio-disques qui assurent également la protection du bassin d'aération contre toute crête de pollution.

Cette combinaison du système peut présenter un intérêt économique au niveau de l'investissement pour le traitement final d'affluents lentement décomposables.

Il ne s'agit plus pour les boues activées que de décomposer une dernière fraction de la DBO initiale; l'apport d'oxygène requis sera dès lors modéré.

Les variations de concentration et les chocs provoqués par les pointes de pollution seront interceptés par les bio-disques et n'influenceront plus l'installation complémentaire à boues activées.

Si contre toute attente, la boue activée de l'installation complémentaire venait à être endommagée ou détruite par un produit toxique par exemple, elle pourra être rapidement revitalisée en amenant au bassin à boues activées la flore biologique du disque, qui n'aura, grâce à l'épaisseur de sa couche, subi que superficiellement les méfaits de l'empoisonnement.

## 2. Le bio-disque et les charges irrégulières

Pöpel (1) a fait des recherches sur la réaction du bio-disque aux charges irrégulières; nous en extrayons les conclusions suivantes, illustrées par la figure 4 comprenant 3 courbes:

- charge continue,
- surcharge de 400 % durant 5 h.,
- surcharge de 400 % durant 2 1/2 h.

### — Surcharges

En présence de surcharges égales à 400 % de la charge nominale de l'installation, et d'une durée de 2 1/2 h., on enregistre immédiatement une multiplication par 3 de la capacité de décomposition par le bio-disque.

Si cette même surcharge devait se prolonger durant 5 heures, l'élévation de la capacité de décomposition correspondrait à 2,5 fois.

### — Sous-charges

Lorsque l'eau usée n'arrive plus à l'installation pendant plusieurs heures, voire plusieurs jours, on ne constate, au retour de la charge, aucune perturbation.

Aussitôt la station récupère sa capacité d'épuration. L'installation ne doit pas être réamorcée.

Aucune difficulté de fonctionnement n'est davantage constatée lorsqu'une fraction seulement du volume prévu arrive à l'installation.

(1) F. Pöpel: Leistung, Berechnung und Gestaltung von Tauchtroppkörperanlagen. München 1964 - page 102.

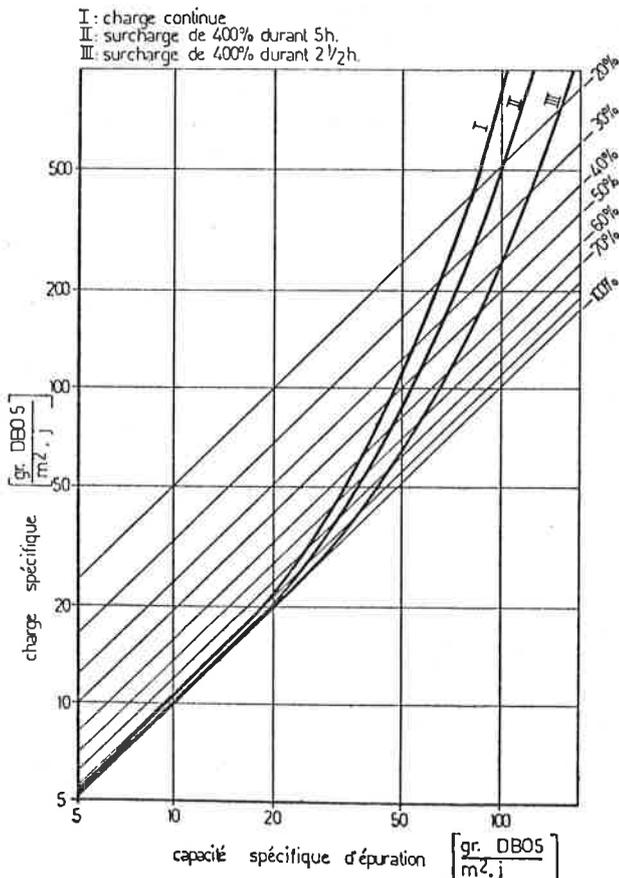


Diagramme 4 — Augmentation de la capacité d'épuration du bio-disque en cas de surcharge (eau résiduaire urbaine)

Les caractéristiques de cette installation répondent particulièrement bien aux problèmes que posent les centres touristiques, villages de vacances, centres sportifs, etc...

Dans le même cadre, il faut citer les « Travaux conduits au Cebedeau sous contrat du Ministère des Travaux Publics, 310.522 du 1.3.1973 » sous la référence: « Etude des problèmes particuliers dus à la surpopulation saisonnière des zones de tourisme et de loisirs dans les régions de l'Ourthe et de la Semois ».

Des essais ont été effectués en augmentant le débit dans un rapport de 2 à 5, le doublement du débit ne se marquant pratiquement pas sur le résultat.

Pour des débits triplés ou quadruplés cela se traduit par une perte de rendement de  $\pm 25\%$  sur le DCO, perte d'efficacité disparaissant dès que le débit nominal est rétabli dans le cas du débit triple, tandis que pour le débit quadruple un régime transitoire s'établit.

### 3. La décomposition par les bio-disques des huiles minérales

Bringmann et Kühn (1) ont étudié expérimentalement la décomposition par les bio-disques des huiles, des essences et des graisses minérales.

Leurs recherches ont permis de constater que les bio-disques offraient un support idéal aux organismes destructeurs des hydrocarbures; la surface des disques se couvre d'une pellicule d'huile et reçoit une quantité optimale d'oxygène.

Pour une charge de 10 à 20 g/m<sup>2</sup> de disque · jour, ils ont obtenu réduction de 99 % (essence), 98 % (pétrole), 97 % (mazout).

Les huiles de machine ont également subi une décomposition appréciable: de 82 à 95 % pour une charge de 1 g/m<sup>2</sup> disque · jour.

### 4. Le bio-disque et les poisons biologiques

Plus d'une fois, on a vécu l'afflux accidentel sur les bio-disques de cyanure, de métaux lourds ou d'importantes quantités de produits désinfectants.

La surface de la flore biologique du bio-disque fut inévitablement détériorée. La capacité de décomposition n'a cependant que peu ou pas régressé; à tel point que seule une plus grande expulsion de boues secondaires a permis de déceler le déversement sauvage.

En effet, la flore biologique épaisse a, pendant le passage des poisons, un contact fort bref avec l'eau intoxiquée de telle sorte que l'effet du poison sur le

(1) Biologischer Abbau von Mineralölprodukten in Scheibentauchkörper Verfahren. Gesundheits-Ingenieur (89, 1968), page 179 à 186.

cœur de la bio-masse est presque nul. Aucun réensemencement n'est nécessaire après le passage de l'afflux toxique éventuel.

### 5. Les bio-disques et la température

Dans tout procédé d'épuration biologique, la température conditionne pour une part importante le rendement de l'installation; le processus biologique régresse avec la température et nous savons que vers 0° son efficacité est généralement nulle.

Le procédé bio-disques, cependant, est particulièrement réputé pour fonctionner d'une manière très satisfaisante en hiver. En effet:

1. Dans un bassin où les bactéries sont brassées avec l'eau usée par apport extérieur d'oxygène, elles prennent la température de l'eau; par contre si elles sont amalgamées sur un support en un gazon très dense, ces bactéries conservent leur température propre.

La réaction au sein de cette culture étant exothermique, la culture conserve une température de 4 à 8° même si la température de l'eau descend vers 0°; cette culture se comporte comme un corps vivant plongé périodiquement dans une eau très froide.

Les effets de cette réaction sont d'autant plus appréciables que les bio-disques sont abrités dans un local; ils tempèrent d'ailleurs ce local en hiver au point de faire fondre la neige du toit.

2. Le maintien de l'efficacité d'épuration est de surcroît favorisé par la multiplication automatique des bactéries sur le bio-disque en périodes de basse température.

Puisque, en effet, les organismes présentent à faible température un rythme de vie et de respiration ralenti, l'oxygène pénètre plus profondément la masse active sur le support; cette pénétration assure le maintien en vie d'une biomasse plus épaisse avant détachement du disque. C'est ainsi que les disques sont nettement plus couverts en hiver qu'en été; cette concentration favorise le rendement épuratoire.

Les références en région froide (- 25 à - 30°) sont nombreuses; et le système a été reconnu efficace dans les stations de montagne par l'Institut Fédéral Suisse EAWAG.

## IV. COUT D'EXPLOITATION DES INSTALLATIONS A BIO-DISQUES

### 1. Energie

Une des caractéristiques essentielles du bio-disque réside dans le coût d'exploitation exceptionnellement faible qu'il requiert.

Les disques réalisés en matière plastique légère et résistante, insensible aux actions chimiques et

mécaniques des eaux résiduaires, ainsi qu'à l'action des microorganismes ont une épaisseur de 12 mm, sont fixés côte à côte sur un arbre horizontal pour fermer une batterie indéformable. Des entretoises assurent un espacement de 20 mm entre les disques.

Les bio-disques sont mis en rotation par un groupe moto-réducteur de faible puissance, la vitesse de rotation étant de 2 t/min. pour un disque diamètre 2 m et 0,8 t/min. pour un disque diamètre 3 m.

La puissance spécifique consommée par disque est de 1,47 W pour un diamètre 2 m et 2,5 W pour un diamètre 3 m. La puissance nécessaire à l'aération par bio-disque est minimum 3 fois plus faible que par un autre système d'aération.

Il n'est pas possible de donner des valeurs exactes. Le rapport d'énergie consommée est variable cas par cas, en fonction de la technique d'aération choisie, des DBO<sub>5</sub> à l'entrée et à la sortie, des dimensionnements des tanks d'aération...

Cependant, pour illustrer d'une manière plus concrète cette économie d'énergie on se réfère à un exemple pratique calculé pour 1.000 EH soit 54 kg DBO<sub>5</sub>.

#### a) bio-disques

— Pollution entrant aux bio-disques après décantation primaire: 70 % soit 37,8 kg DBO<sub>5</sub>.

— Pour une charge spécifique de disques de 13 g/m<sup>2</sup> on a besoin de  $\frac{37.800}{13} = 2.907,7$  m<sup>2</sup> de disques soit  $\frac{2.907,7}{14} = 207,7$  disques.

— Pour 250 disques retenus la consommation journalière est de  $250 \times 2,5 \times 24 = 15$  kW/j.

#### b) aération prolongée

La quantité d'oxygène nécessaire est fixée par les cahiers des charges suivant la formule  $CO = 1,37 \frac{D}{X}$  × L<sub>0</sub> où

D = demande théorique d'oxygène à 20 °C pour l'élimination de 1 kg DBO<sub>5</sub>. D est au minimum égal à 1,25 kg O<sub>2</sub>/kg DBO<sub>5</sub>.

L<sub>0</sub> = charge polluante entrant à la station en kg DBO<sub>5</sub>/j.

X = rapport entre les coefficients de transfert d'oxygène en eau pure et en eau usée:

- 0,7 à 0,75 par fines bulles,
- 0,8 à 0,85 par moyennes ou grosses bulles,
- 0,9 à 0,95 par aérateurs de surface.

Cette formule conduit aux quantités d'oxygène nécessaires pour l'aération dans le cas présent à 97,3 kg O<sub>2</sub> par aérateur de surface.

Si l'installation d'aération prolongée est précédée d'un décanteur primaire, ces valeurs peuvent être réduites de 30 % ce qui donne:

- 68,12 kg O<sub>2</sub> par aérateur de surface,
- 76,16 kg O<sub>2</sub> par moyennes en grasses bulles,
- 86,31 kg O<sub>2</sub> par fines bulles.

Une estimation des puissances nécessaires à mettre en œuvre peut être faite d'après le tableau ci-après, repris de l'étude « Aération et épuration biologique des eaux usées. Systèmes d'aération. Principes et modes techniques de réalisation », par le professeur L. Delvaux de l'Université de Liège.

Dans le meilleur cas, on aurait donc:

$$\text{sans décantation primaire } \frac{97,3}{2,13} = 45,68 \text{ kW/j,}$$

$$\text{avec décantation primaire } \frac{68,11}{2,13} = 31,98 \text{ kW/j}$$

soit des rapports de consommation d'énergie de

sans décantation primaire: 3,05,

avec décantation primaire: 2,13.

Pour les petites et moyennes stations d'épuration, les cahiers des charges ne prévoient pas de décanteur primaire en aération alors que celui-ci est imposé pour les bio-disques.

## 2. Entretien

S'il n'y avait pas la nécessité d'assurer un graissage semestriel du motoréducteur et des roulements de paliers on laisserait fermée la porte d'accès aux bio-disques.

En effet, le bio-disque ne demande aucun entretien. Il ne requiert pas davantage de contrôle.

## V. CONCLUSION

Dans le cadre des petites et moyennes stations d'épuration l'avenir semble particulièrement souriant à la technique d'épuration par bio-disques et ce pour les raisons suivantes:

— coût d'exploitation particulièrement faible et principalement consommation énergétique, le critère prendra dans les années à venir une importance de plus en plus grande en fonction du coût croissant de l'énergie et des restrictions de consommation qui en résulteront.

— autorégulation du processus biologique par adaptation de l'épaisseur du film en fonction des variations de pollution.

— faible sensibilité des bio-disques aux variations de température, aux hydrocarbures et aux poisons biologiques.

TECHNIQUES D'AERATION — TABLEAU RECAPITULATIF

Type d'équipement	Caractéristiques	Applications	Avantages	Désavantages	Efficacité kg O <sub>2</sub> /kWh
<b>DIFFUSEURS</b>					
— Poreux	Bulles fines ou petites. Tubes ou plaques en céramique. Tubes revêtus en plastique.	Procédés clas. à boues activées capac. Import.	Bon transfert d'O <sub>2</sub> . Bon mélangeage. Maintien d'une tempér. de liquide élevée. Souplesse par variat. du débit.	Coûts élevés d'installation tendance au colmatage. Pas adéquat pour mélangeage complet.	0,55 à 0,91
— Non poreux	Bulles de grande dimension produites par orifices (tuyères, etc...)	Toutes dimens. de procédés conv. à boues activées.			
— Statiques	Entraînement d'un mélange d'air et d'eau dans tube vertical contenant le dispositif hélicoïdal de mél. stat.	Principalement en lagunage aéré.	Intérêt économique. Faible coût d'entretien. Efficacité du transfert élevé comparat. aux autres diffusions.	Capacité de mélangeage d'un bassin d'aération en quest. Avec gar. pour syst. biol. à charge élevée.	1,22 à 1,82
<b>AERATEURS MECANIQUES</b>					
Flux radial et	Faible vitesse. Diamètre de turbine élevé.	Toutes les dim. des systèmes.	Efficacité élevée du transfert d'O <sub>2</sub> .	Possibilités de givrage en climat froid.	
Faible vitesse	Utilisé avec réducteur de vitesse. Le plus souvent monté sur pont ou plateforme fixe.	Convnt. à boues activées et du lagunage aéré.	Adaptabilité aisée à types variés de cuves. Capacité de pompage élevée.	Coût d'invest. sup. aux disp. à flux axial. Problèmes d'entre. liés à la présence de réducteurs.	
Flux axial et vitesse élevée		Lagunage aéré et boues activées.	Coût initial faible. Installation et entretien faciles. Adaptable à niveau d'eau variable. Souple.	Possibilités de givrage en climat froid. Accessibilité limitée pour l'entretien.	1,52 à 2,13
Brosses mécaniques		Fossé d'oxygénation employé comme lag. aéré pr. à b. act.	Coût Initial d'invest. relat. faible. Install. et entret. faciles. Accessibilité de l'équipement.	Sensibilité aux variations des conditions opératoires.	
<b>AERATEUR-TURBINE</b>	L'ensemble comprend: 1 turbine à basse vitesse, 1 insufflation d'air comprimé sur un anneau de dist. (montage sur support fixe).	Procédés convnt. à boues activées.	Bon mélangeage. Forte capac. de trait. par volume unitaire. Applic. aux bassins à grande profondeur. Variabilité élevée du domaine d'O <sub>2</sub> . Souplesse de fonctionnement.	Nécessité du réducteur et du compresseur. Tendance au mousage. Consom. tot. d'énergie élevée.	1,03 à 1,46

**MEMENTO TECHNIQUE DE L'EAU**

La huitième édition française du MEMENTO DEGREMONT (17ème édition, toutes langues confondues), s'est enrichie d'un tiers par rapport à la précédente, grâce aux progrès accomplis et à l'expérience acquise par ses 25 auteurs au cours des six dernières années.

De nouveaux chapitres sont consacrés à l'action de l'eau sur les matériaux, aux méthodes de séparation solide liquide par adsorption ou à l'aide de membranes, et aux échanges gaz-liquide.

Les récents progrès des techniques de décantation, de filtration, de traitement aérobie des effluents, avec et sans oxygène, de déminéralisation totale, sont exposés en détail.

Les développements sur le traitement des boues (qui constitue désormais une des préoccupations majeures du traiteur d'eau) ont doublé d'importance. On trouvera entre autres, dans les chapitres correspondants, des données numériques sur les rendements des principaux procédés de déshydratation des boues.

Les exemples d'application sont multipliés dans la partie de l'ouvrage consacrée aux traitements des eaux selon leur origine et leur destination: c'est à ce titre que sont exposés, sous tous leurs aspects, les procédés de déferrisation et de démanganisation des eaux, que, dans le domaine des eaux résiduaires, les traitements physico-chimiques et les traitements tertiaires sont présentés avec leurs avantages et leur domaine d'emploi.

Les parties relatives aux renseignements généraux et au formulaire contiennent des développements nouveaux sur les méthodes d'analyse AFNOR des eaux résiduaires, sur les analyses des boues, sur des notions de physique de la chaleur.

On trouvera enfin au chapitre « Législation » les normes comparées de traitement (eaux potables et eaux résiduaires) des principaux pays.

La présentation de l'ouvrage a aussi été améliorée: caractères plus lisibles, rappel des chapitres en tête de chaque page, index alphabétique enrichi, signet comportant à la fois le sommaire et le mode d'emploi du MEMENTO.

Grâce à cette version approfondie, le véritable « Dictionnaire de l'eau » que constitue le MEMENTO DEGREMONT restera l'ouvrage de base de la bibliothèque du traiteur d'eau.

**EVOLUTION DE LA VIE PISCICOLE D'UNE RIVIERE EN COURS D'AMENAGEMENT - LA MORTAGNE**

Ministère de l'Agriculture - Service Régional de l'Aménagement des Eaux de Lorraine, Centralisateur du bassin Rhin-Meuse, 2, En Bonne Ruelle - 57000 METZ

**RESUME**

La MORTAGNE, rivière lorraine, sous-affluent de la MOSELLE, fait l'objet depuis 1975 de travaux d'aménagement.

Le projet tend à concilier trois objectifs — évacuation des crues dommageables aux cultures, restauration et protection du milieu aquatique, recherche de la meilleure intégration dans le site de la vallée — retenus à la suite de diverses études préalables, écologiques en particulier.

La présente étude concerne l'évolution de la situation piscicole de l'ensemble du cours d'eau par comparaison d'un état initial 1974 et d'un état 1978, soit un an après une première tranche de travaux (réduction d'un foyer de pollution, curages, rescindements, seuils) intéressant un tronçon de 16,5 km.

Le bilan montre que, sur le tronçon envisagé, le milieu s'est amélioré à la fois en qualité et en quantité.

Il est intéressant d'observer en outre que, sur le secteur amont du précédent, non concerné par le projet, les espèces de poissons ont régressé. Une intervention humaine serait de nature à rétablir une situation tendant de toute évidence à se détériorer. S.R.A.E. de Lorraine - Bassin Rhin-Meuse, 2, En Bonne Ruelle, 57000 Metz.

**L'HYDROTECHNIQUE AU SERVICE D'UNE POLITIQUE DE L'EAU**

**Evolution des problèmes de l'eau au cours de la dernière décennie**

Amélioration des ressources en eau. Amélioration de la qualité des eaux de surface. Protection des eaux souterraines contre la pollution. Hydraulique agricole. Aménagements des cours d'eau et du littoral. Aménagements hydrauliques pour la production d'énergie et les besoins industriels.

Cet ouvrage rassemble les 6 Rapports Généraux et les 75 Mémoires présentés aux XV<sup>e</sup> JOURNEES DE L'HYDRAULIQUE (Toulouse, 1978) par 180 des meilleurs experts français et quelques spécialistes étrangers vient de paraître.

Il comporte également le compte rendu complet des Discussions auxquelles ces travaux ont donné lieu.

*Amélioration des ressources en eau* - 13 mémoires

*Rapporteur Général:* J. Picard, Ingénieur en Chef du G.R.E.F., Directeur de l'Agence Financière de Bassin « Loire-Bretagne », Orléans.

*Amélioration de la qualité des eaux de surface* - 12 mémoires

*Rapporteur Général:* J.F. Janin, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Service de l'Industrie et des Mines, Région Auvergne-Limousin, Clermont-Ferrand.

*Protection des eaux souterraines contre la pollution* - 12 mémoires

*Rapporteur Général:* G. Castany, Ingénieur en Chef, Conseiller de Direction du Service Géologique Nationale, B.R.G.M., Orléans.

*Hydraulique agricole* - 14 mémoires

*Rapporteur Général:* F. Pelissier, Ingénieur en Chef du G.R.E.F., Chef du S.R.A.E. de la Région « Provence-Alpes-Côte d'Azur », Aix-en-Provence.

*L'aménagement des cours d'eau et du littoral* - 13 mémoires

*Rapporteur Général:* P. Savey, Directeur des Etudes et Travaux, Compagnie Nationale du Rhône, Lyon.

*Aménagements hydrauliques pour la production d'énergie et les besoins industriels* - 11 mémoires

*Rapporteur Général:* G. Maurin, Directeur adjoint de la Production et du Transport, Chef du Service de la Production Hydraulique, Electricité de France, Paris.

Deux tomes 21 x 29,7 - 650 pages - 500 F (Tirage limité).

SOCIETE HYDROTECHNIQUE DE FRANCE, 199, rue de Grenelle, 75007 Paris. Tél. (1) 705.13.37.

**« EPANDAGE DES EAUX USEES »**

Ouvrage élaboré récemment par les Ministères de la Santé, de l'Environnement, et du Cadre de vie, et de l'Agriculture.

Manuel de recommandations « techniques », réalisé par B. MARESCA, Chargé d'étude au Service de l'Hydraulique du ministère de l'Agriculture, dont vous trouverez ci-dessous le sommaire:

AVANT-PROPOS	1
INTRODUCTION	9
PREMIERE PARTIE: L'épuration par épandage: ses grands principes et ses applications	
L'épandage: définition, objectifs	13
L'épandage: différents systèmes	16
Conclusions	28
DEUXIEME PARTIE: Les données de base du projet d'épandage: l'effluent et le site	
L'effluent	35
Le site	45
TROISIEME PARTIE: La mise en œuvre de l'épandage: choix du procédé, conception et conduite de l'opération	
La gestion de l'épandage	61
La conception technique du projet	71
La conduite de l'épandage	89
ANNEXE I : Mécanismes d'épuration dans le sol	105
ANNEXE II : Fiches effluents	110
ANNEXE III: Les matériels d'arrosage	133
ANNEXE IV: Sensibilité des cultures à l'apport d'eaux usées	144
ANNEXE V : Réglementations	147
INDEX	173