



**16540 D RM**



Agence de l'eau  
Rhin-Meuse

**L'ASSAINISSEMENT DES  
PETITES COLLECTIVITES  
PAR UN DISPOSITIF DE LAGUNAGE  
DANS LE BASSIN RHIN-MEUSE**

**AVRIL 1992**

## **PREAMBULE**

L'assainissement des petites collectivités est une des priorités du programme d'activité 1990-1996 de l'Agence de l'Eau RHIN-MEUSE.

Pour les petites communes (< 1 000 habitants), les objectifs du programme sont :

- supprimer certains points noirs (propreté, hygiène, qualité de l'environnement),
- contribuer à réduire les risques d'eutrophisation des cours d'eau,
- améliorer le taux de dépollution.

Pour y parvenir, il faut améliorer la collecte et l'épuration des eaux usées. Lors du choix d'un ouvrage d'épuration, la commune examinera les solutions suivantes :

- assainissement autonome,
- assainissement collectif avec lagunage,
- regroupement intercommunaux vers une station d'épuration.

Le présent document fait le point sur le dispositif d'épuration par lagunage dans le bassin RHIN-MEUSE.

- synthèse sur les ouvrages en fonctionnement,
- principe de fonctionnement,
- dimensionnement,
- entretien,
- coût,
- critères de choix.

## **1. INTRODUCTION.**

Le souhait pour des petites collectivités (< 1500 habitants) d'épurer leurs effluents nécessite pour les élus et techniciens de disposer d'outil de dépollution pouvant répondre aux préoccupations suivantes :

- technique mise en oeuvre simple avec des performances adaptées à la protection locale de l'environnement,
- coût d'investissement compatible avec les possibilités financières d'une petite collectivité (le prix de l'eau dans une petite commune est généralement très faible < 2 F/m<sup>3</sup>),
- entretien aisé.

Suivant le contexte environnement, le lagunage peut, sous certaines conditions (dimensionnement et entretien), être une des solutions pour traiter les eaux résiduaires d'habitats regroupés. Le lagunage est un dispositif d'épuration collectif situé en bout de réseaux d'assainissement COMMUNAUX

Le lagunage naturel est un traitement de type biologique dont le processus d'épuration se rapproche de l'auto-épuration naturelle. Il s'agit de créer des bassins dans lesquelles la pollution sera dégradée par l'action des micro-organismes des bactéries et des végétaux.

Il existe deux sortes de lagunes :

- les lagunes "aérées", qui mettent en oeuvre des brassages mécaniques d'oxygénation dont le fonctionnement est voisin d'une station à "boues activées" ; ce procédé ne satisfait pas pleinement vis-&-vis des performances épuratoires face aux coûts de fonctionnement et de maintenance du matériel,
- les lagunes "naturelles", qui utilisent l'action du soleil et de l'air.

Ce sont ces dernières qui seront considérées dans ces propos, car elles correspondent plus aux objectifs énoncés ci-dessus et représentent environ 70 % du parc des lagunes françaises.

## **II. LE LAGUNAGE EN FRANCE ET DANS LE BASSIN RHIN-MEUSE.**

. En France :

On dénombre actuellement 1 800 lagunes naturelles, ce qui place le pays aux premières places pour ce mode de traitement.

Le lagunage représente en FRANCE 13 % du parc des stations et 2 % de la capacité de traitement.

.../...

**. Dans le Bassin RHIN-MEUSE :**

Sur l'ensemble des huit départements situés dans le Bassin RHIN-MEUSE, on dénombre en 1990 42 lagunes :

- 38 lagunes naturelles dont 10 couplées avec une station d'épuration,
- 4 lagunes aérées.

**II.1. Répartition par tranche de capacité**

CAPACITE THEORIQUE	NOMBRE DELAGUNES NATURELLES
250 < EH < 500	9
500 < EH < 1 000	15
1 000 < EH ≤ 2 200	4

Les capacités des lagunes se situent majoritairement entre 250 et 750 EH.

**II.2. Performances obtenues.**

En raison de l'important temps de transit des effluents dans une lagune, un calcul de rendement épuratoire à partir d'une mesure ponctuelle serait erroné. L'interprétation statistique des résultats sur une longue période fournit un jugement plus rigoureux.

A partir des résultats mesurés par le SATESE sur le Bassin RHIN-MEUSE en 1988, 1989, 1990 et 1991, on observe par temps sec les performances suivantes :

	DB05	DCO	MES	Nk	Et
Eau traitée en mg/l*	6-30	30-90	15-50	10-30	3-10
Rendement	70 %-75 %	60-65 %	55 %-60 %	50 %-65 %	40-60 %

Abattement des germes pathogènes de 3 à 5 unités log.

\* Les analyses en DCO ad2 et DB05 ad2 sont réalisées sur échantillon filtré, ce qui constitue un biais avantageux pour les performances d'épuration. En effet, les micro-algues entraînées dans les eaux traitées représentent une pollution non négligeable qui n'est pas prise en compte.

.../...

### II.3. Interprétation des résultats.

En moyenne, les rejets se situent aux niveaux : d, Nk1.

*Rappel* : une station d'épuration à boues activées (très faible charge) permet d'atteindre les niveaux supérieurs : e, Nk2.

On constate dans le Bassin RHIN-MEUSE un sous-dimensionnement des ouvrages dont la majorité n'atteignent pas 15 m<sup>2</sup>/habitants notamment les lagunes construites avant 1987 sur la base de 10 m<sup>2</sup>/habitants.

Ce niveau modeste de traitement n'est pas complètement imputable au procédé, mais également aux défauts du réseau.

S'agissant d'un assainissement collectif, on retrouve les mêmes imperfections d'un réseau urbain (taux de collecte faible).

Les réseaux d'assainissement qui alimentent ces lagunes sont constitués dans 70 % des cas de réseau unitaire, ce qui engendre des surcharges hydrauliques causées par les pluies et la présence d'eaux claires parasites (source, drain,...). Les mesures SATESE font apparaître par temps de pluie, à la sortie des lagunes, des rejets hors normes (flux de temps sec x 4). Cette baisse de performances est liée à l'entraînement des micro-algues.

### 11.4. Constat.

De nombreuses lagunes ont été construites au gré des modes et des régions sans connaître les caractéristiques exactes de l'effluent à traiter (absence d'étude-diagnostic), et sans savoir si cette technique était la plus appropriée à la protection locale de l'environnement (densité des habitations, milieu récepteur, coûts d'investissement et de fonctionnement).

Fort de l'expérience acquise, il apparaît souhaitable de préciser les bases de dimensionnement et de conception du lagunage, les limites du procédé, les coûts financiers, et d'attirer l'attention sur l'entretien des ouvrages.

## III. RAPPEL DU PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU LAGUNAGE NATUREL.

Le lagunage est, un procédé d'épuration naturel des eaux usées proche du phénomène d'auto-épuration dans les cours d'eau.

Les eaux résiduaires s'écoulent dans un ou plusieurs bassins où des micro-organismes se développent au détriment & la matière organique et des sels minéraux contenus dans les effluents.

.../...

L'oxygénation est assurée par le développement de végétaux aquatiques et micro-organismes qui, sous l'action du soleil, produisent de l'oxygène (photosynthèse). Les échanges gazeux "air - eau" contribuent également à l'oxygénation de l'eau.

De par le processus biologique d'épuration, les performances sont étroitement liées à l'ensoleillement et à la température. D'une région à l'autre, ces paramètres sont variables, la durée de la luminescence peut varier en FRANCE dans une proportion de 1 à 6.

#### IV. CONCEPTION ET BASES DE DIMENSIONNEMENT.

Le choix du procédé d'épuration par lagunage sera retenu après examen des autres dispositifs d'épuration en fonction de l'impact des rejets dans le milieu récepteur et de la répartition des habitations.

##### IV. 1. Connaissance du contexte environnement

###### Caractéristiques de l'effluent brut :

Les caractéristiques des eaux usées à traiter doivent être parfaitement connues (DCO, DBO, MES, Nt, Pt, bactériologie).

###### Taux de collecte :

Il faut quantifier la pollution réellement collectée dans la situation actuelle et future en prenant compte de la population saisonnière.

###### Débit (volume et pointe) :

Le débit sera connu par temps sec et par temps de pluie. Le dimensionnement des lagunes est également établi en fonction des apports d'eaux claires parasites. Dans le cas d'un lagunage on pourra être moins exigeant sur le taux de dilution (maximum 2, soit un volume total d'effluent de 450 l/j/EH). Une faible présence d'eaux claires parasites permet d'éviter des fermentations nauséabondes en période très sec et de limiter les coûts des travaux d'élimination d'eaux claires parasites sur les réseaux.

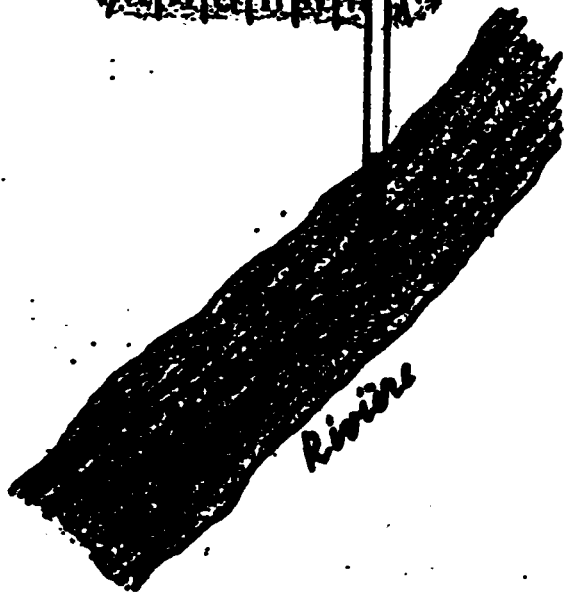
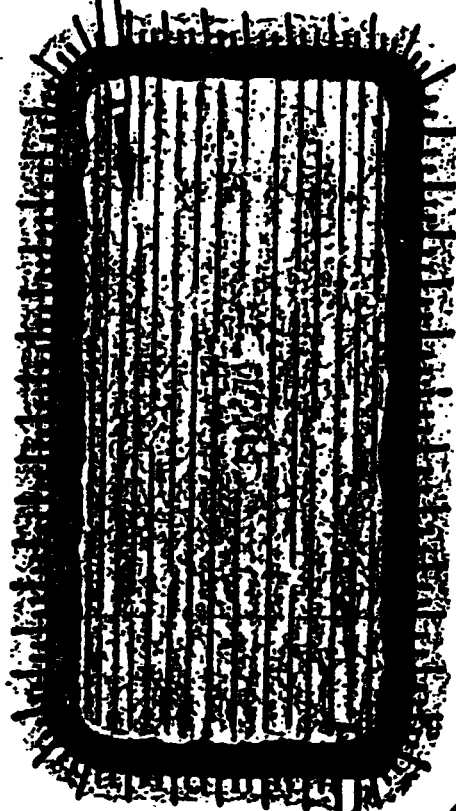
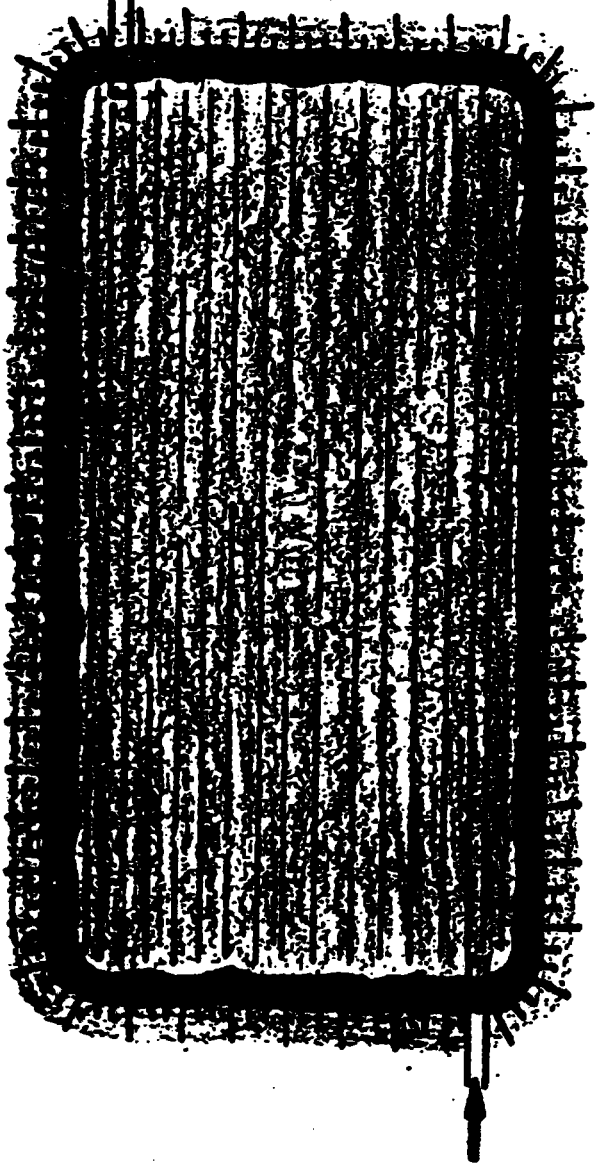
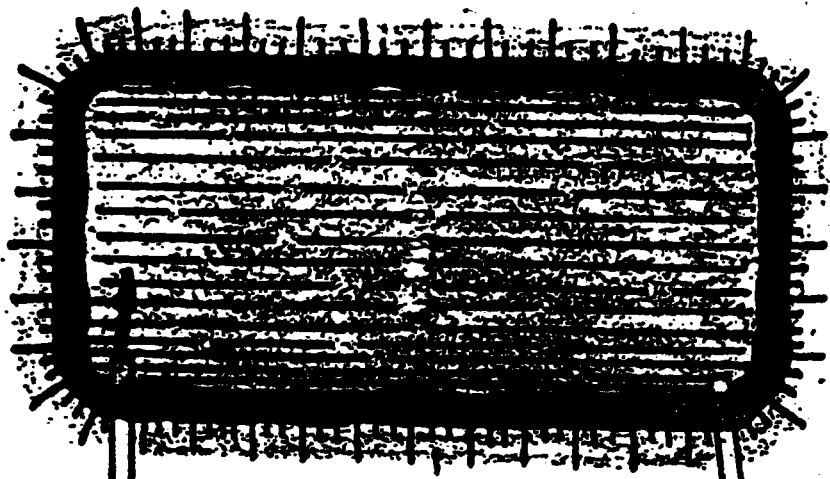
###### Conditions climatiques

L'intensité et la direction des vents dominants doivent être connues car elles contribuent à l'oxygénation de la lagune, mais peuvent dégrader les digues par battillage. Les moyennes mensuelles des températures (minimum) et l'évaporation interviennent sur le dimensionnement des bassins.

###### Contraintes du milieu récepteur - performances épuratoires :

Les performances exigées pour l'ouvrage d'épuration seront clairement indiquées. Le taux d'épuration est guidé par l'écart entre l'objectif et la qualité constatée du milieu récepteur. Les paramètres contraignants du milieu récepteur, notamment les facteurs déclassants (oxygène, azote, phosphore), seront précisés.

à prévoir  
encore



#### IV.2. Conception des installations.

Les conditions générales à remplir pour un lagunage naturel sont :

- une surface adaptée à l'activité de photo-synthèse,
- des volumes disponibles convenables afin de disposer d'un temps de séjour nécessaire à la dégradation de la pollution,
- des formes adéquates pour obtenir un écoulement idéal sans zone préférentielle ou non renouvelée,
- une étanchéité parfaite assurée par des matériaux naturels (argile) ou synthétiques.

Le site retenu devra être facilement accessible avec un terrain adéquat.

#### IV.3. Dimensionnement des ouvrages.

##### Prétraitement :

Comme tous les dispositifs d'épuration, les effluents doivent subir des prétraitements.

Installé en tête de la lagune, le prétraitement est composé d'appareils simples, rustiques et robuste :

- un dégrillage grossier,
- un désableur - déshuileur,
- un chenal de mesure du débit.

L'accès et l'entretien de ces appareils devront être faciles.

##### Les bassins :

Le dimensionnement des lagunes est conçu suivant les performances demandées, en tenant compte du climat dans notre région.

La surface de l'ensemble des bassins sera au moins de 20 m<sup>2</sup>/habitant. Certain maître d'oeuvre préconise :

- pour atteindre les niveaux e, NK2, 25 m<sup>2</sup>/habitant,
- pour atteindre les niveaux e, NGL1 - NGL2, 35 m<sup>2</sup>/habitant.

Le temps de séjour total préconisé est de 60 à 90 jours.

Le recueil de données dans la littérature propose un lagunage composé de trois bassins avec des formes hydrodynamiques pour faciliter la circulation des effluents et éviter les zones mortes.



1er bassin :

La surface recommandée est de 7,5 à 10 m<sup>2</sup> par habitant avec une hauteur d'eau de 1 m à 1,5 m (limite de pénétration de la lumière).

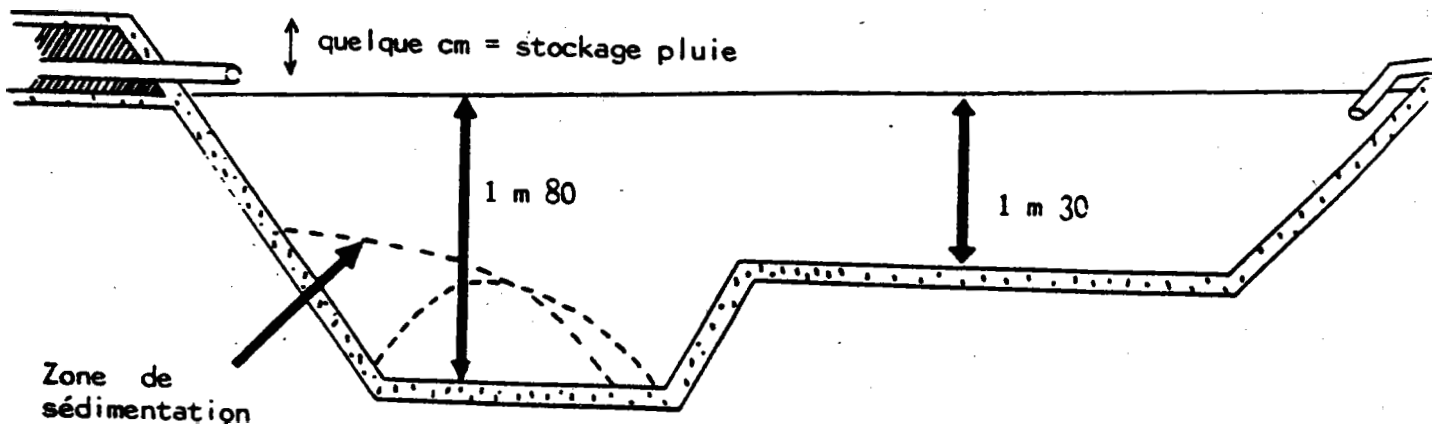
Le rapport longueur/largeur est de 3 à 5 m.

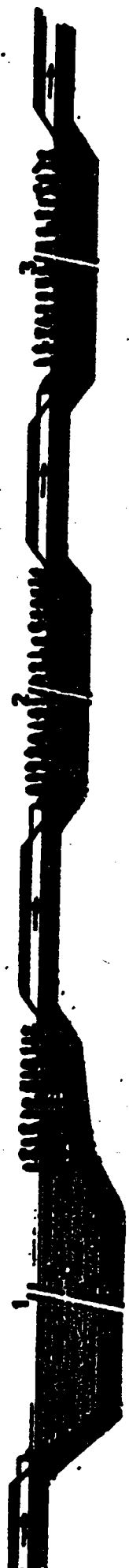
Le premier bassin peut faire office de bassin d'orage en faisant varier la hauteur d'eau.

On peut prévoir, à l'entrée du 1er bassin autour de l'arrivée des eaux brutes, une surprofondeur du bassin pour permettre le dépôt des boues (zone de sédimentation).

Le premier bassin contient des micro-organismes et des algues (microphites).

1er bassin :





### Les autres bassins

La surface préconisée du 2ème et 3ème bassin est 5 à 10 m<sup>2</sup>/habitant pour chaque unité. Suivant la végétation implantée, on trouve deux types de lagune :

- lagune à microphytes,
- lagune à macrophytes.

#### **Lagune à microphytes :**

Le bassin contient des algues et micro-organismes. Les algues peuvent avoir une couleur verte, muge ou bleu. On y rencontre souvent des lentilles d'eau. La surface occupée par les lentilles peut doubler tous les sept jours. La hauteur d'eau préconisée dans ce bassin est de 0,8 à 1 m.

#### **Lagune à macrophytes :**

Elle constitue souvent le dernier bassin. La lagune contient des micro-organismes et algues comme la précédente mais on y ajoute des plantes aquatiques qui se développent en eau peu profonde, tels les juncs. Ces plantes servent de support aux micro-organismes et agissent comme filtre et consomment une partie de nutriments.

Une hauteur d'eau de 0,3 à 0,4 m est préconisée. La dernière lagune peut être remplacée par une rhyzosphère (filtre sablonneux, planté de roseaux).

Ces derniers bassins permettent notamment une réduction de l'azote et du phosphore.

### Iv.4. Précautions pour la réalisation des lagunes

Un dispositif permettant la mesure de débit sera installé en amont et aval de l'ouvrage d'épuration. Outre la mesure des performances de la lagune en terme de flux, il sera possible d'appréhender les écarts de débits entre l'entrée et la sortie (évaporation et/ou infiltration). En période estivale (vent et chaleur), l'évaporation de l'eau des bassins peut représenter 1 cm/jour.

L'étanchéité des bassins devra être soignée :

- Une étude géotechnique préalable déterminera le choix du site (accessibilité, topographie) et les moyens d'imperméabilisation éventuelle (géologie du sol). Les terrains les moins chers à l'achat ne sont pas forcément les plus économiques pour réaliser une lagune.
- Les bassins seront réalisés dans les règles de l'art avec un compactage efficace et uniforme. Les matériaux utilisés pourront être l'argile (minimum 2 couches de 20 cm d'épaisseur) ou une membrane bitumineuse \* (épaisseur > 1mm).

La mise en eau des bassins doit être immédiate car l'argile desséchée engendre des crevasses qui seront le siège d'infiltration.

Chaque bassin doit pouvoir être isolé et alimenté en eau de façon séparée. Des "moines" de vidange permettront de vider chaque bassin.

\* voir un filtre synthétique (type butyl, par exemple)

. L'implantation de canards avec un îlot central sur les bassins peut résoudre le problème de prolifération de lentilles.

. Un local d'exploitation doit être prévu avec eau et électricité.

. L'ensemble de l'ouvrage d'épuration sera cloturé.

## V. L'ENTRETIEN D'UN DISPOSITIF DE LAGUNAGE.

En dehors des problèmes de réalisation, de nombreux dysfonctionnements des lagunes sont liés à un manque d'entretien alors que celui-ci demeure simple.

### Programme d'entretien d'un lagunage

NATURE DE L'OPERATION	FREQUENCE	DUREE
Vérifier et nettoyer les installations de prétraitement et de relevage des eaux	3 à 4/semaine	½ heure/passage
Observer régulièrement l'ensemble des installations (anomalies, rougeurs, bouchage, développement des lentilles)	1 fois/semaine	1 heure
Entretien des abords notamment pendant la période de végétation (tondeuse, débroussaillage)	1 fois/mois	1 à 2 jours
Faucarder les plantes des berges au printemps et en automne	2 fois/an	1 à 2 jours
Faucarder les végétaux aquatiques (macrophytes). La période hivernale peut être propice pour faciliter le travail (surface gelée)	1 fois/an	3 à 4 jours
Entretien des ouvrages annexes (grillage, local d'exploitation, chemin, etc...)	1 fois/an	4 jours
Curage de la zone de sédimentation du 1er bassin	1 fois/an	4 heures
Curage de la totalité du 1er bassin	1 fois/5 à 10 ans	1 jour
Curage de tous les bassins	1 fois/10 à 20 ans	6 jours

.../...

Recommandations :

Au cours des opérations d'entretien, il faut veiller à ne pas porter atteinte à l'étanchéité des bassins

Les boues extraites peuvent être valorisées en agriculture (prévoir un plan d'épandage des boues).

VI. COUT D'INVESTISSEMENT.

D'un site à un autre le coût de construction d'un dispositif de lagunages peut varier en fonction :

- de la capacité de l'ouvrage,
- de la superficie spécifique retenue ( $m^2/habitant$ ),
- du nombre et du type des bassins
- de la qualité apportée à sa réalisation (compactage,...),
- du matériel utilisé pour l'étanchéité des bassins

Au cours des trois dernières années, sur la base d'ouvrages composés de 2 à 3 bassins d'une superficie totale de  $15 m^2/habitant$ , le prix moyen atteint 2 300 F/EH.

VII. CONCLUSION.

Avantages :

- . Pour une collectivité avec une population agglomérée  $< 1\ 500$  habitants, la technique du lagunage peut être une solution adaptée au problème local de l'environnement avec un coût d'investissement, de l'ordre de 2 300 F/EH, inférieur à celui d'une station à boues activées de même capacité.
- . L'architecture d'une lagune s'intègre bien dans un paysage rural.
- . Le procédé accepte des variations saisonnières de la population.
- . Bien dimensionnée, on peut prétendre à un bon abattement de la pollution carbonée et bactériologique. On constate également une réduction de l'azote et du phosphore.
- . L'entretien courant d'un dispositif d'épuration par lagunage est simple et peut être réalisé par un technicien communal.
- . La consommation d'énergie et les frais d'entretien sont faibles (sauf faucardage et curage).

.../...

**Inconvénients :**

- . Il faut disposer d'une surface importante, au minimum 20 m<sup>2</sup>/habitant pour l'ensemble des bassins.
- . Le terrain doit être imperméable, sinon il faut rapporter de l'argile ou recourir à l'étanchéification artificielle.
- . Le coût à l'investissement n'est pas négligeable pour une petite collectivité où le prix de l'eau est particulièrement bas.
- . Les performances épuratoires sont plus faibles qu'un procédé à boues activées.
- . La qualité de l'effluent traité, chargé en algues, répond difficilement au niveau de rejet e.
- . Le milieu récepteur ne doit pas être trop fragile
- . Les rendements sur l'azote et le phosphore sont limités soit du fait du déficit en oxygène ou du relargage saisonnier.
- . Dans le cas de milieu récepteur particulièrement sensible en NH<sub>3</sub> ou P, le lagunage est a priori peu conseillé.
- . Le procédé accepte difficilement des rejets industriels.
- . Il existe un risque de prolifération de moustique et d'odeurs (bassin anaérobie).
- . L'entretien périodique des ouvrages est indispensable.
- . Le faucardage, le curage, la destination des boues doivent être prévus et budgétisés.

DR/SL, le 8 avril 1992.

BIBLIOGRAPHIE

"Dimensionnement et conception de lagune selon  
projet de directive A 201" G. WELLER, KARLSRUHE 1986

. MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT - AGENCE DE BASSIN LOIRE-BRETAGNE

"Lagunage naturel et lagunage aéré, procédés  
d'épuration des petites collectivités". 1978

. CEMAGREF

"Le lagunage naturel" 1983

" Situation actuelle d'une technique d'épuration  
en FRANCE : le lagunage naturel. 1985

" Eau, Industrie et Nuisances n° 104  
le lagunage naturel. 1986

"Le Génie Civil des bassins de lagunage naturel". 1990

. AGENCE DE L'EAU SEINE-NORMANDIE

"Le lagunage naturel : recommandations pour une  
conception et un entretien rationnel". 1991

# CONCEPTION DU LAGUNAGE

## II - CONCEPTION DU PROJET DE LAGUNACE

16540  
D

### I - 7 Mesures de protection des fonds des bassins avant la mise en eau

→ remplir en eau claire pour éviter la fissuration de l'argile au fond du bassin et la colonisation par la végétation (risques de fuites)

## III - OPERATIONS D'ENTRETIEN DU LAGUNAGE

NATURE DE L'OPERATION	FREQUENCE	DUREE
Vérifier et nettoyer les installations de prétraitement et de relevage des eaux	3 à 4/semaine	½ heure/passage
Observer régulièrement l'ensemble des installations (anomalies, rotteurs, bouchage, développement des lentilles)	1 fois/semaine	1 heure
Entretien des abords notamment pendant la période de végétation (tondeuse, débroussaillage)	1 fois/mois	1 à 2 jours
Faucarder les plantes des berges au printemps et en automne	2 fois/an	1 à 2 jours
Faucarder les végétaux aquatiques (macrophytes). La période hivernale peut être propice pour faciliter le travail (surface gelée)	1 fois/an	3 à 4 jours
Entretien des ouvrages annexes (grillage, local d'exploitation, chemin, etc...)	1 fois/an	4 jours
Curage de la zone de sédimentation du 1er bassin	1 fois/an	4 heures
Curage de la totalité du 1er bassin	1 fois/5 à 10 ans	1 jour
Curage de tous les bassins	1 fois/10 à 20 ans	6 jours

## IV - COUTS D'INVESTISSEMENT ET D'EXPLOITATION

### V - CONCLUSIONS

→ Avantages

→ Inconvénients



# CONCEPTION DU LAGUNACE

CRITERES	INCONVENIENTS	AVANTAGES
<b>Qualité des eaux traitées</b>  <b>Rendement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Qualité eau épurée inférieure à celle des procédés conventionnels performants</li> <li>- Rendement en flux sur le carbone limité à cause des rejet d'algues</li> <li>- Influence saisonnière marquée sur les abattements en azote et phosphore</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendements épuratoires satisfaisants au regard de certains objectifs de qualité</li> <li>- Bonne épuration bactériologique</li> <li>- Rendement moyen de 60 à 70 % sur les nutriments et avec les plus faibles concentrations en <math>N-NH_4^+</math> à l'étiage</li> <li>- Fiabilité du procédé</li> </ul>
<b>Caractéristiques des eaux usées brutes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problèmes de fonctionnement du bassin N°1 avec eaux concentrées et effluents septiques</li> <li>- accepte mal des effluents concentrés non domestiques (agro-alimentaires par exemple)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bon comportement avec des eaux diluées</li> </ul>
<b>Variations de débit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possibilité de rejet important d'algues avec de forts débits (cas des orage en été)</li> <li>⇒ Impact important sur le milieu récepteur en période d'étiage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fort pouvoir tampon</li> <li>- Conserve son potentiel de traitement presque à tout débit, supporte les variations de charge</li> <li>- Traite toute la pollution du réseau sans by-pass amont</li> </ul>
<b>Impact sur l'Environnement (hors milieu récepteur)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risque d'odeurs en cas de dysfonctionnement</li> <li>- Prolifération de moustiques si défaut d'entretien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bonne intégration dans le paysage</li> </ul>
<b>Construction</b>  <b>Temin</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Etudes de sol préalables indispensables pour le choix d'un terrain facilement imperméabilisable</li> <li>- Surfaces nécessaire élevées (prix du terrain)</li> <li>- Eloignement minimum de 200 m par rapport aux habitations</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Phasage de la construction possible en liaison avec l'évolution du réseau et des raccordements</li> <li>- Solution alternative lorsque la qualité géophysique du sol permet difficilement la construction d'ouvrages en béton</li> </ul>
<b>Exploitation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Opération lourde de curage des boues tous les 5 à 10 ans</li> <li>- Peu de possibilité d'intervention dans le processus biologique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faible coût d'exploitation</li> <li>- Simplicité d'exploitation bien adapté au personnel des petites collectivités</li> <li>- Bonne minéralisation des boues</li> </ul>
<b>Evolution du procédé</b>  <b>Perspectives</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impact des algues mal connu sur un milieu récepteur sensible</li> <li>- Niveau topographique du dernier bassin souvent insuffisant pour ajouter une infiltration avec alimentation gravitaire (bassins existants)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adaptabilité à des contraintes plus sévères par ajout d'un bassin d'infiltration</li> </ul>