



LE LAGUNAGE NATUREL

LES LEÇONS TIRÉES DE 15 ANS DE PRATIQUE EN FRANCE

Coordination :

Y. RACAULT
(Cemagref)

Membres du Comité de rédaction :

J.-S. BOIS
J. CARRÉ
Ph. DUCHÊNE
B. LEBAUDY
J. LESAVRE
P. LICKEL
M. RATEAU
A. VACHON

SOMMAIRE



PRÉAMBULE	7
I - INTRODUCTION	9
II - PERFORMANCES DU LAGUNAGE	11
2.1. Origine des données - Méthodologie d'exploitation	11
2.2. Charges reçues sur les installations	12
2.3. Performances épuratoires des lagunes	13
2.4. Facteurs influençant les performances	14
2.5. Conclusion sur les performances des lagunes (carbone, azote, phosphore)	16
III - DYSFONCTIONNEMENT	17
3.1. Détection des dysfonctionnements et conséquences	17
3.2. Causes de dysfonctionnement	17
3.3. Remèdes	19
IV - CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DU LAGUNAGE NATUREL	21
4.1. Prétraitements	21
4.2. Traitements primaires	21
4.3. Les lagunes	23
4.4. Ouvrages annexes et de communication	25
V - EXPLOITATION	27
5.1. Tenue d'un cahier d'exploitation	27
5.2. Surveillance générale	27
5.3. Entretien du prétraitement	27
5.4. Entretien des abords	27
5.5. Lutte contre les rongeurs	28
5.6. Curage des boues en tête du premier bassin	28
5.7. Lutte contre les lentilles d'eau	29
5.8. Faucardage des macrophytes	29

VI - LE CURAGE DES BASSINS	31
6.1. Répartition des boues dans les bassins	31
6.2. Taux moyen d'envasement	32
6.3. Décision de curage	32
6.4. Méthode de curage	32
6.5. Coûts d'élimination des boues	33
6.6. Caractéristiques agronomiques et sanitaires des boues	33
VII - LE SUIVI TECHNIQUE	35
7.1. Nature et fréquence des visites	35
7.2. Les opérations particulières	36
VIII - LES COÛTS DU LAGUNAGE	39
8.1. Coût d'investissement	39
8.2. Coût de fonctionnement	39
IX - CONCLUSION	41
BIBLIOGRAPHIE	45
ANNEXES	47
ANNEXE 1 : Le lagunage anaérobie	48
ANNEXE 2 : Le lagunage de décantation primaire	49
ANNEXE 3 : Les filtres plantés de roseaux	50
ANNEXE 4 : Le lagunage tertiaire en aval de procédés conventionnels	51
ANNEXE 5 : L'infiltration sur sable des effluents traités par lagunage	53
ANNEXE 6 : Lutte contre les lentilles d'eau	55
ANNEXE 7 : Détermination du volume de boues dans les bassins	57
ANNEXE 8 : Caractéristiques des eaux usées brutes alimentant les lagunes (enquête)	59

LE LAGUNAGE NATUREL

LES LEÇONS TIRÉES DE 15 ANS DE PRATIQUE EN FRANCE

PRÉAMBULE

La technique de traitement des eaux usées domestiques par lagunage a connu un large développement en France depuis le début des années 80. Les règles de conception appliquées jusqu'ici dans notre pays proviennent principalement du document Inter-Agences de 1979. Les bases de dimensionnement et les recommandations développées dans ce cahier technique résultaient alors d'une synthèse de la bibliographie de l'époque et de quelques expériences nationales. Une filière typiquement française s'en est dégagée et elle a été largement appliquée au cas des petites collectivités.

Sans remettre en cause les principes de base présentés dans le document de 1979, qui demeurent valables dans leur grande majorité, l'expérience acquise sur le terrain au cours des quinze dernières années mérite d'être valorisée pour préciser le domaine d'utilisation privilégié du lagunage et améliorer les règles de conception. La nature même du procédé lagunage, du fait notamment du long temps de séjour des effluents dans les bassins, incite par ailleurs à évaluer son fonctionnement et ses performances avec une approche très différente de celle utilisée pour les procédés conventionnels.

Afin de dégager une image représentative des performances de la filière de traitement lagunage, une enquête nationale a été lancée en 1992 avec l'aide des Satese, des Agences de l'eau et de l'ENSP dans le cadre d'un groupe de travail spécialisé Cemagref - Satese.

S'appuyant sur l'état de l'art du lagunage, le présent document cherche à fournir aux maîtres d'œuvre, aux services techniques, aux bureaux d'étude, les éléments de choix de cette filière de traitement et de son adéquation aux contraintes locales, les règles de dimensionnement actualisées, les performances que l'on peut attendre, le type d'exploitation à réaliser et une aide à l'interprétation du comportement des bassins. L'essentiel de ce cahier sera consacré au LAGUNAGE SIMPLE ou NATUREL, filière comportant le plus souvent trois bassins en série.

I - INTRODUCTION

Au cours des quinze dernières années, le lagunage naturel a pris dans notre pays une place importante parmi les procédés de traitement des eaux usées domestiques, notamment en milieu rural. Si en capacité de traitement cumulée, il ne totalise **qu'à 2 %** de la pollution globale à épurer, l'effectif de stations de ce type représente environ **20 %** du parc sur l'ensemble du territoire et, dans certains départements ruraux, cette part peut atteindre **50 %**.

Avec près de 2 500 installations, la France est, avec l'Allemagne, le pays d'Europe où cette technique est la plus développée. Le lagunage connaît aussi ces dernières années une croissance importante dans certains pays d'Europe du Sud, en particulier au Portugal et en Espagne, avec un objectif complémentaire de réutilisation des eaux traitées.

Une enquête nationale (Cemagref, 1986) a établi de manière exhaustive l'état d'implantation du lagunage dans les différents départements français, dix années après son introduction. On a alors pu y constater le rapide développement du procédé. Sa simplicité a répondu aux attentes de beaucoup de petites collectivités où les techniques traditionnelles avaient jusqu'alors donné des résultats souvent décevants et insuffisants.

La taille moyenne des installations de lagunage recensées était alors de 5 500 m², soit une capacité de 500 - 600 EH (équivalents habitants). Depuis, le caractère rural de ce **procédé** a encore été accentué, même si quelques rares grandes installations ont été construites pour répondre à des situations très particulières.

L'évolution du parc de lagunes de 1970 à 1989 par bassin hydrographique ainsi que la part occupée par ce procédé sont illustrées par les figures 1 et 2. On notera qu'environ la moitié des lagunes se situent dans le bassin Loire-Bretagne où elles représentent 28 % de l'effectif total des stations d'épuration.

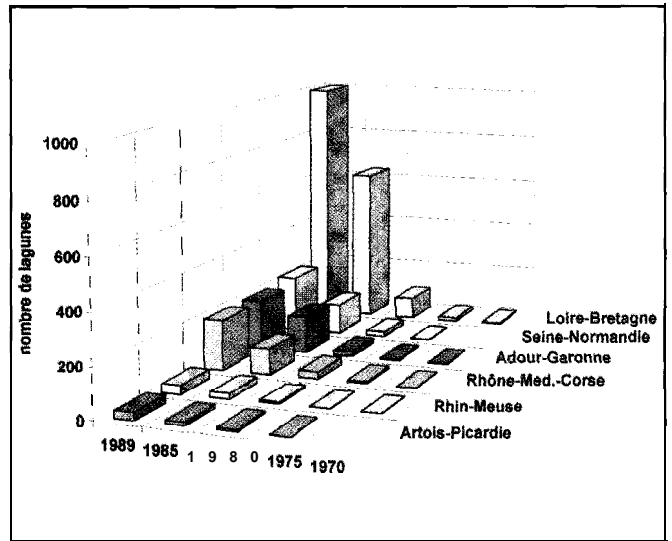


Fig. 1 - **Évolution** du nombre de lagunes dans /es différents Agences de l'Eau. (d'après Berland et Barraqué, 1990)

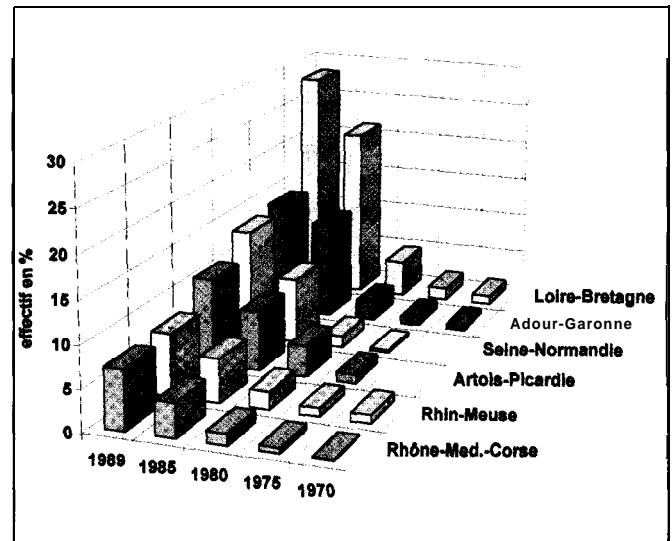


Fig. 2 - Évolution de la part occupée par le lagunage dans les différents bassins. (d'après Berland et Barraqué, 1990)

Divers travaux (enquêtes du Cemagref, nombreuses observations des Satese, ...) ont permis de constater que la mise en œuvre du procédé, qualifié un peu trop **rapidement** de rustique, s'écartait souvent des règles de base pourtant indispensables à respecter (cf. Étude **Inter-Agences** sur le lagunage de 1979).

IX - CONCLUSION

Après plus de quinze années de pratique du lagunage naturel en France pour traiter les eaux usées domestiques, notamment en milieu rural, et alors qu'une meilleure fiabilité des procédés d'épuration devient un **objectif** prioritaire, il était nécessaire de tirer un premier bilan de l'expérience acquise sur cette technique.

Le caractère particulier du lagunage naturel a conduit à s'appuyer sur une expérience diversifiée reposant sur un grand nombre de situations différentes (charge reçue, âge des installations, volume de sédiments...) et couvrant une longue période d'observation.

Répertorié dans les procédés biologiques extensifs, le lagunage naturel diffère toutefois des procédés biologiques conventionnels sur les points suivants :

- il intègre des mécanismes biologiques complexes comparables à ceux des milieux naturels tant du point de vue des chaînes alimentaires que plus généralement des cycles du carbone, de l'azote et du phosphore (importance des échanges sédiment-eau) ;
- les temps de séjour y sont beaucoup plus longs que dans les procédés intensifs ;
- l'oxygénation, assurée principalement par la photosynthèse des micro-algues, n'est pas maîtrisable ;
- le fonctionnement des bassins est très largement dépendant des conditions climatiques (ensoleillement, température, vent...);
- les débits ne sont pas conservatifs (infiltration, évaporation, pluie...).

Ainsi, en dépit de la simplicité apparente du lagunage, on comprend que nombre de questions relatives au fonctionnement du procédé requièrent des **réponses** nuancées, souvent très liées aux conditions locale: d'utilisation.

Concernant le dimensionnement, il convient de **se maintenir** dans un optimum "technico-économique" pour **conserver** l'intérêt du lagunage. En effet, la

généralisation de pratiques récentes de certains départements, reposant sur des bases discutables, conduirait à de fortes augmentations de surface, rendant parfois difficile le maintien du niveau d'eau et entraînant des coûts prohibitifs en regard d'autres procédés.

Le bilan des performances du lagunage en France, établi à partir d'un échantillon représentatif d'installations réparties sur l'ensemble du territoire et recevant en moyenne environ 50 % de la charge organique nominale, montre que le procédé répond globalement aux **objectifs** de qualité qui lui ont été assignés (niveau d); qualité compatible avec certains milieux récepteurs. Les abattements en nutriments (azote et phosphore) sont de **65 à 70 %** en moyenne, avec des variations saisonnières importantes. Ces résultats sont généralement meilleurs que ceux obtenus sur la plupart des procédés adaptés aux petites collectivités (lits bactériens...).

La nature du réseau influe significativement sur la stabilité du fonctionnement et sur le niveau de concentration des eaux traitées. Il apparaît nettement que la filière conventionnelle française, comprenant un premier bassin de lagunage facultatif (partiellement aérobie) est plutôt mal adaptée pour recevoir des eaux usées domestiques concentrées (**DBO₅** des eaux à traiter supérieure en moyenne à 300 mg/l).

Les mécanismes conduisant à une anoxie périodique et au dysfonctionnement sont désormais mieux connus, suite notamment aux résultats obtenus lors de récentes études approfondies. L'expérience acquise par les exploitants et les organismes chargés du suivi vient par ailleurs rappeler qu'un risque de dysfonctionnement sur une lagune ne peut être totalement écarté. Des précautions sont donc nécessaires pour s'en affranchir au maximum.

En complément au document sur le lagunage de **1979**, il est désormais possible de mieux préciser le domaine d'application de cette technique et d'apporter un certain nombre de modifications dans la conception générale des installations.

Domaine d'application

La classe de taille privilégiée du lagunage naturel se situe entre 100 e + 1 500 EH, et plus particulièrement entre 200 e+ 1000EH. S'écarter de ces valeurs doit se justifier par d e s contraintes très particulières (décontamination bactériologique par exemple) e + une confrontation avec d e s solutions conventionnelles est indispensable.

Conception générale

La stabilité d u fonctionnement d'un lagunage repose e n grande partie sur la conception du premier bassin.

En conséquence, p o u r limiter les risques d'anaérobiose totale d u premier bassin résultant d'une charge organique excessive, une augmentation de la surface d e celui-ci d e 20 % est nécessaire par rapport o u dimensionnement antérieur (Étude Inter-Agences, 1 979), soit désormais 6 m²/EH. Forme e + profondeur recommandées p o u r ce bassin doivent être respectées. Pour les d e u x bassins suivants, la conception générale demeure inchangée, soit une surface cumulée d e 5 m²/EH.

Caractéristiques des eaux à traiter

La présence d'eaux usées concentrées et/ou septiques est difficilement compatible avec le lagunage naturel.

Implantation du lagunage

Des circonstances particulières pouvant entraîner l'anaérobiose du premier bassin e+ donc des nuisances olfactives, il est recommandé d e laisser 200 m entre l'installation de lagunage e+ les plus proches habitations, e n tenant compte d e s vents dominants.

Recours aux macrophytes

Le gain d e qualité d e traitement par)e s macrophytes plantés dans le bassin terminal demeure incertain. Les containtes d'exploitation engendrées par l'implantation d e macrophytes sont par contre bien mises e n évidence. En conséquence, la surface impliquée doit être limitée.

Afin d'apporter les éléments indispensables au choix d u procédé, le tableau 6 synthétise les avantages et les inconvénients du lagunage naturel.

Tableau 6 : bilan synthétique des avantages et inconvénients du lagunage naturel

CRITÈRES	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<p>Qualité des eaux traitées</p> <p>Rendement</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rendements épuratoires satisfaisants au regard de certains objectifs de qualité • Bonne épuration bactériologique Rendement moyen de 60 à 70 % sur les nutriments et avec les plus faibles concentrations en N-NH₄⁺ à l'été • Fiabilité du procédé 	<ul style="list-style-type: none"> • Qualité de l'eau épurée inférieure à celle des procédés conventionnels performants sur la matière organique • Rendement en flux sur le carbone limité à cause des rejets d'algues • Influence saisonnière marquée sur les abattements en azote et phosphore
<p>Caractéristiques des eaux usées brutes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bon comportement avec des eaux diluées et des forts débits en période pluvieuse 	<ul style="list-style-type: none"> • Accepte mal des effluents concentrés non domestiques (agro-alimentaires par exemple) • Problèmes de fonctionnement du bassin N°1 avec eaux concentrées et effluents septiques
<p>Variations de débit</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fort pouvoir tampon • Conserve son potentiel de traitement presque à tout débit, supporte les variations de charge • Traite toute la pollution du réseau sans <i>by-pass</i> amont 	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilité de rejet important d'algues avec de forts débits (cas des orages en été) → Impact possible sur le milieu récepteur en période d'été
<p>Impact sur l'environnement (hors milieu récepteur)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne intégration dans le paysage 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque d'odeurs en cas de dysfonctionnement • Développement de moustiques si défaut d'entretien
<p>Construction</p> <p>Terrain</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Solution alternative lorsque les caractéristiques géotechniques du sol permettent difficilement la construction d'ouvrages en béton • Phasage de la construction possible en liaison avec l'évolution du réseau et des raccordements 	<ul style="list-style-type: none"> • Études de sol préalables indispensables pour le choix d'un terrain facilement imperméabilisable • Surfaces nécessaires élevées (coût du terrain)
<p>Exploitation</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Faible coût d'exploitation • Simplicité d'exploitation bien adaptée au personnel des petites collectivités • Bonne minéralisation des boues 	<ul style="list-style-type: none"> • Opération lourde de curage des boues tous les cinq à dix ans • Peu de possibilité d'intervention dans les processus biologiques
<p>Évolution du procédé</p> <p>Perspectives</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptabilité à des contraintes plus sévères par ajout d'un bassin d'infiltration, mais altimétrie des bassins existants souvent insuffisante pour obtenir une alimentation gravitaire. 	<ul style="list-style-type: none"> • Impact des algues mal connu sur un milieu récepteur sensible