

Société Aquapure Pradines 12160 BARAQUEVILLE
--

RAPPORT PRELIMINAIRE D'ETUDE sur la lagune de Baraqueville (Aveyron) Rédigé par Olivier Marvallon

Réhabilitation d'une lagune naturelle.

Fiche d'identité de la lagune de Baraqueville (Terminologie : voir annexe 1)
--

Classification suivant la population végétale :

- Bassins à microphytes.

Classification suivant l'approvisionnement en oxygène :

- Bassins aérobies.

Classification suivant la position dans la chaîne de traitement :

- Lagunage intégral.
- Station avec dégrilleur-dégraisseur en tête.

Classification suivant les différents types de réseaux :

- Réseau pseudoséparatif.

Etanchéité des bassins :

- Naturelle (argile).

RAPPORT PRELIMINAIRE D'ETUDE PORTANT SUR LA RESTAURATION DES STATIONS D'EPURATION PAR LAGUNAGE NATUREL EN PHASE DE DYSFONCTIONNEMENT

1 - Situation actuelle :

1.1) Le lagunage naturel :

Le lagunage naturel a connu un développement très important ces dernières années pour l'épuration des petites collectivités. On dénombre plus de 2500 installations. Le créneau privilégié d'application de ce procédé rustique peut être défini comme suit :

- petites collectivités < 1000 habitants
- eaux résiduaires domestiques peu concentrées DBO < 300 mg . l⁻¹
- nature du sol imperméable
- grande disponibilité de terrain

1.2) Rappel du fonctionnement :

L'épuration, classiquement réalisée dans trois bassins successifs, repose sur le pouvoir auto-épurateur des organismes aquatiques, schématiquement résumé comme suit :

- digestion des matières organiques par voie microbienne (minéralisation).
- assimilation par les algues des matières obtenues d'azote et de phosphore.

1.3) Limites du lagunage :

Les risques d'eutrophisation :

De par leur conception, les bassins de lagunage sont à considérer en tant que photo-réacteurs hyperproducteurs en algues (la technique de lagunage est reprise et appliquée à la production orientée de certains taxons).

A l'heure actuelle, ces productions naturelles d'algues sont largement critiquées et apparaissent comme une des limites du système de traitement (passage d'une pollution chimique à une "pollution biologique"). En effet, une partie de ces algues s'échappent avec le rejet et sont exportées vers le milieu récepteur.

Ce transfert de biomasse pourrait avoir un impact néfaste sur l'écosystème en contribuant de façon plus ou moins directe à l'eutrophisation.

Nous sommes actuellement en train d'étudier cet impact pour le compte du FNDAE.

L'apparition de lentilles :

Suite aux dernières réunions techniques regroupant les divers spécialistes nationaux du traitement des effluents par voie biologique, le problème de l'apparition de lentilles d'eau parasites sur les bassins de lagunage a plusieurs fois été soulevé.

A l'heure actuelle, peu d'études portant sur le développement des lentilles d'eau ont été réalisées. Le plus souvent, elles portent sur les possibilités de valorisation mais, il semble qu'aucune filière sérieuse de valorisation n'ait été envisagée.

L'entretien :

Le principe du fonctionnement des lagunes est simple, mais c'est de cette simplicité relative que naissent, semble-t-il, les principaux problèmes de gestion et d'entretien des systèmes. En effet, le lagunage nécessite un minimum de gestion à la fois technique et budgétaire. Or, actuellement, certains sites sont laissés à l'abandon :

- soit partiel (absence de surveillance régulière, développement de lentilles d'eau parasites, manque de plan de vidange...)
- soit total (friches, abords inaccessibles...) et ce, malgré les contrôles et les incitations des SATESE.

Le dysfonctionnement :

Il résulte souvent d'une surcharge des stations qui passent en anaérobiose permanente et totale. L'aération est le plus souvent la solution à adopter dans un cas de surcharge, toutefois, les techniques classiques (aérateurs de surface) sous-entendent :

- la création de renforts de berges anti-batillage.
- un renforcement du sous-bassement des bassins, ce qui représente des contraintes techniques et financières.

Une autre solution consiste à installer un pré-traitement renforcé de type station d'épuration classique et à utiliser la lagune comme traitement tertiaire de finition. Cette solution très efficace reste particulièrement onéreuse.

2 - Intérêts du système retenu :

Nous prospectons actuellement sur l'impact que pourrait avoir une aération du premier bassin par aérateurs à jet d'air et à composante horizontale. Cette solution relativement économique semble facile d'installation (légère et modulable) et adaptée aux faibles profondeurs. Elle réduit les zones d'eaux mortes, assure un bon mélange, évite les aérosols et les nuisances sonores.

Cette expérimentation est réalisée en collaboration avec la société EDF (Direction des Etudes et Recherches de Châtou). Elle a pour but d'apprécier qualitativement et quantitativement la capacité d'un système d'aération immergé à jet d'air pour résoudre le dysfonctionnement lié au manque d'oxygène et améliorer le rendement des lagunes.

Les aérateurs que nous utiliserons lors de cette expérimentation (voir note de documentation en annexe) n'imposent aucune modification de l'existant et sont d'un coût d'investissement modéré.

3 - Protocole d'analyses :

Dimensionnement du système d'aération :

En premier lieu et afin de dimensionner le système d'aération, nous réaliserons un bilan des charges entrantes.

Par la suite, les analyses porteront sur les points suivants :

- **Efficacité du pré-traitement (dégrilleur, dégraisseur) .**

Pour cela nous réaliserons des mesures en continu avant et après pré-traitement sur l'effluent brut et pré-traité.

Nous avons retenu les paramètres suivants :

pH, O₂, T, Cond., DCO, DB01-2-3-4-5, MES, NTK, NH₄, NO₃, NO₂, PO₄, PT.

- **Suivi de la qualité de l'effluent en entrée de station :**

Ces analyses seront effectuées tous les jours sur des échantillons moyens diurnes et nocturnes proportionnels au débit entrant. Les prélèvements seront réalisés toutes les 15 minutes par des échantillonneurs automatiques couplés à un débitmètre.

Nous avons retenu les mêmes paramètres de mesure que précédemment.

- **Efficacité du traitement dans le premier bassin :**

Nous vérifierons l'abattement théorique de 1/3 de la charge entrante sur la tête de station.

De la même façon, des analyses seront réalisées en sortie de station afin d'établir un bilan sur le premier bassin. Nous réaliserons toujours dans les mêmes analyses, auxquelles s'ajouteront une mesure de Chlorophylle a et une mesure de disparition du disque de Secchi.

Enfin, un enregistreur automatique relèvera les mesures de température et d'oxygène à la sortie du bassin.

- **Rendement global d'épuration de la station :**

Les mêmes mesures seront réalisées à la sortie du troisième bassin pour quantifier l'efficacité globale du traitement.

Toutes ces analyses seront effectuées avant et après aération. Cela permettra de définir précisément l'impact de l'aération et sa périodicité d'utilisation (continue ou alternative) pour en définir son coût de fonctionnement.

Résultats :

Calcul de charge entrante :

Les premières mesures ont permis de quantifier la charge entrante, ainsi la station de Baraqueville initialement dimensionnée pour recevoir 1800 équivalent habitant (1.8 ha de surface en eau) reçoit actuellement une charge de 3500 à 4300 EH, en raison du développement du bourg et des industries agro-alimentaires nouvellement installées.

Ces résultats préliminaires servent à dimensionner le système d'aération.

Nous avons retenu :

3 aérateurs FUCHS de 3 kW et 2 de 4 kW.

Efficacité du pré-traitement (dégrilleur, dégraisseur) :

Le pré-traitement permet un abattement moyen de 50 % des matières en suspension, son rendement, pour ce qui concerne les DCO, est relativement faible avec seulement 12 % de pertes, les autres paramètres sont peu affectés.

Ces résultats pourraient sans doute être améliorés par une mise en fonctionnement continu du dégraisseur. On peut regretter ici le sous-dimensionnement de l'ouvrage de collecte des graisses, rendant son entretien fastidieux.

Suivi de la qualité de l'effluent en entrée de station :

Voir courbe (valeur moyenne obtenue sur 75 séries d'analyses).

Efficacité du traitement dans le premier bassin :

Abattement théorique de 1/3 de la charge entrante sur la tête de station :

Nous obtenons sur trois séries d'analyses une valeur moyenne d'abattement de 69 % des MES et 52 % des valeurs de DCO, soit plus des 1/3 pressentis. Pour les autres paramètres mesurés nous avons enregistré un abattement d'environ 50 % entre l'entrée de la station et la 2^{ème} chicane (voir courbe).

Bilan d'épuration sur le premier bassin :

On note un bon abattement en MES (- 76 % avant aération et - 89 % après), et un début de décomposition bactérienne malgré les faibles températures (-58 % avant aération et -73 % après).

On peut noter la remarquable efficacité du système d'aération sur la période considérée avec une diminution de près de 50 % pour l'ensemble des paramètres étudiés.

Rendement global d'épuration de la station :

Deux périodes sont à prendre en compte. On obtient, durant l'hiver, des rendements de l'ordre de 85 % pour les teneurs en DBO et en DCO, par contre peu de changements sont constatés pour les autres paramètres.

Ceci peut s'expliquer par la très faible concentration en algues en hiver (58.28 g/l de MES) et donc l'absence d'activité photosynthétique.

A partir de la mi-mars, on constate une nette dégradation de la situation. Toutefois, ces mauvais résultats semblent imputables au brassage de la colonne d'eau de la station sous l'influence du réchauffement. En effet, on constate des remontées de vase et de charges organiques dissoutes ainsi que du phosphore relargué par le sédiment.

5 - Conclusions préliminaires :

Après trois mois d'utilisation il est clair que l'impact de l'aération se fait sentir. Ainsi les teneurs en oxygène dissous du premier bassin sont passées de 0.1 - 0.2 mg/l à 7 mg/l.

Il est à noter une remarquable diminution des MES en sortie de premier bassin à laquelle s'ajoute corrélativement une diminution de 50 % de l'ensemble des valeurs des paramètres analysés.

Si le système mis en place semble particulièrement bénéfique au fonctionnement de la station, l'expérimentation doit être poursuivie jusqu'au mois de septembre, ce qui permettra, notamment, de contrôler la réaction de la station lors des fortes températures (période la plus critique de l'année pour la désoxygénation).

Rapport

**Electricité de France
Direction Recherche et Environnement
Chatou (78)
30 juin 1994
Rédigé par Marie-Laure Outre**

**Présentation des résultats obtenus sur la
lagune de Baraqueville (Aveyron)**

Présentation des résultats obtenus lors de l'essai d'aération

En 1979 une lagune de trois bassins a été construite, elle devait permettre de traiter les eaux usées des 1700 EH Aujourd'hui Baraqueville a largement évolué puisqu'elle abrite 2600 habitants, deux industries agro-alimentaires ainsi qu'une blanchisserie, ce qui représente au total 4000 EH (soit 35 % de la charge).

Il est ressorti de l'étude du SATESE un dépassement important des paramètres tels que la DCO, la DBO₅ et les MES.

De plus, le premier bassin est très souvent anaérobie, ce qui se manifeste par un taux d'oxygène dissous quasiment nul, des odeurs nauséabondes (H_2S et NH_4^+), et une couleur brune à rougeâtre (présence de bactéries photosynthétiques anaérobies pourpres).

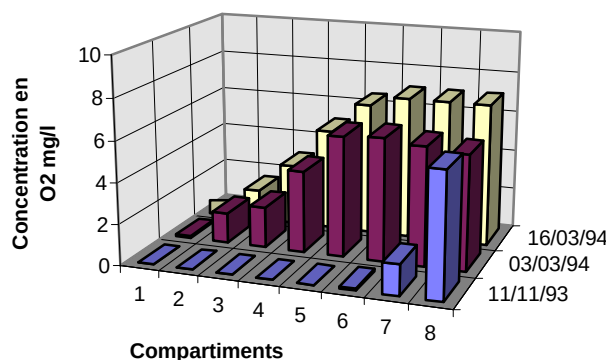
Le dysfonctionnement général observé sur la lagune est provoqué par une surcharge entrante.

Il a donc été décidé d'installer 5 aérateurs FUCHS à partir du 4 janvier 1994 (de la société ISMA) sur la lagune afin de la réoxygéner et d'améliorer ses rendements épuratoires.

L'institut AQUAPURE a été chargé des prélèvements des échantillons et de leur analyse.

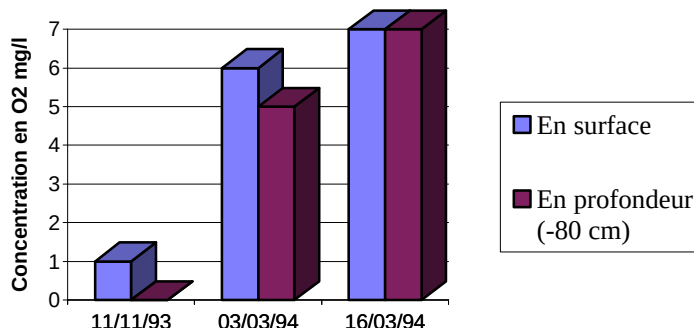
Oxygénation :

Mesures réalisées en surface (-20 cm) :



Avant aération, la concentration moyenne en oxygène dissous était de 1.39 mg/l, taux insuffisant en vue d'une épuration biologique aérobie. L'aération a permis une augmentation de ce taux à une valeur de 5.64 mg/l au 3/3/94 et 7.13 mg/l au 16/3/94 (moyenne 6.35 mg/l). Les aérateurs s'avèrent donc très efficaces pour les eaux de surface puisqu'ils ont permis d'accroître le taux d'oxygénation de l'eau d'un facteur 4.5.

- répartition moyenne de l'oxygène en surface et en profondeur :



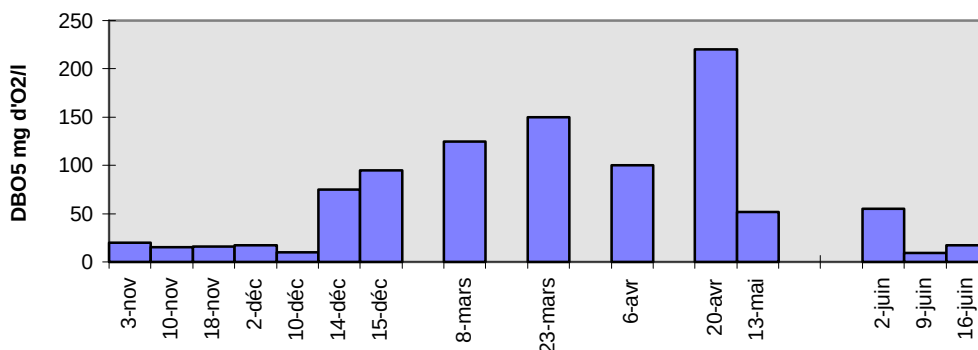
Ce graphique démontre très nettement l'efficacité du système d'aération.

Cette bonne répartition de l'oxygène permet à la fois une épuration horizontale et verticale. Le travail des bactéries aérobies s'effectue donc à tous les niveaux, ce qui doit améliorer la qualité de l'épuration. De plus, ils induisent également des mouvements d'eau empêchant ainsi les matières à traiter de se déposer au fond du bassin.

Efficacité du traitement :

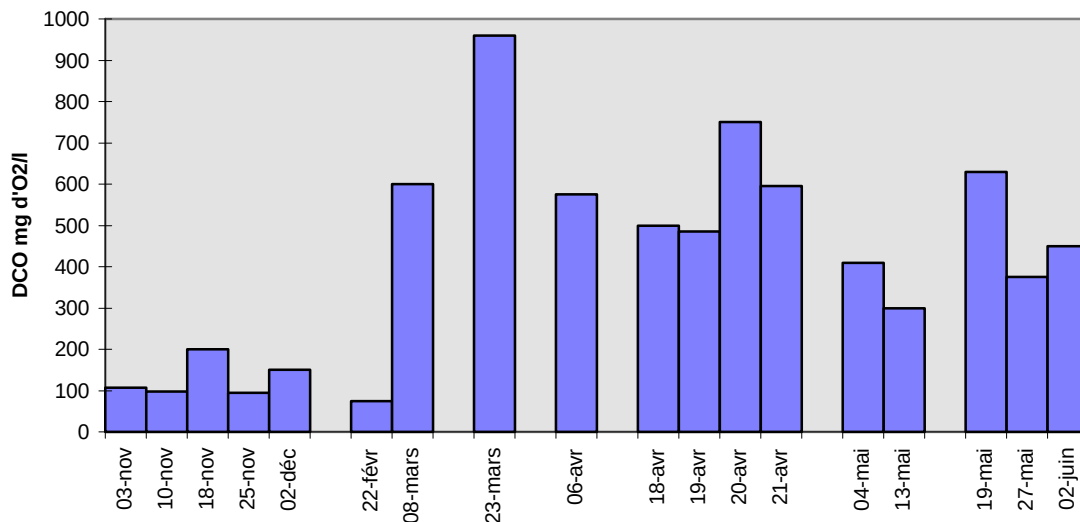
Il s'agit d'étudier l'évolution des valeurs de la DBO₅, DCO, des MES, et autre en fonction des divers paramètres régissant l'épuration effectuée par la lagune.

- DBO₅ brute en sortie 3 :



Globalement, des mois de janvier à avril la DBO₅ brute en entrée est de 467 mg/l.

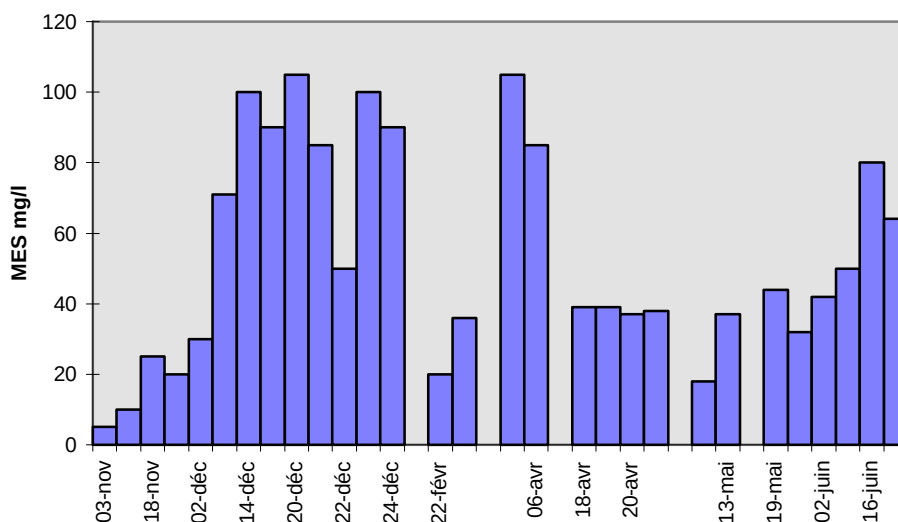
A partir de la remise en fonctionnement normal de la lagune (sans le by-pass), les résultats s'avèrent très satisfaisants pour une DBO₅ brute, elle varie en effet de 10 à 15.5 mg/l, ce qui permet le respect de la norme "f". En ce qui concerne la DBO₅ filtrée, elle est comprise entre 10 et 11 mg/l lors des dernières mesures, ce qui respecte largement la norme "e". Le développement des bactéries aérobies, provoqué par l'aération prolongée, induit une augmentation du rendement épuratoire des matières organiques.



Globalement les résultats obtenus pour la DCO sont moins satisfaisants que ceux de la DBO₅, mais il faut noter que le rapport DCO/DBO₅ en entrée de lagune est de 6.2 alors qu'il doit être au maximum de 2.5 (Norme NF-U-44.041 de juillet 85) si on utilise uniquement un traitement biologique. En effet dans le cas de Baraqueville, il y a une quantité trop importante de matières non biodégradables pour qu'un traitement biologique suffise à obtenir de bons résultats.

La DCO brute moyenne en entrée au cours des mois de février à avril se situe autour de 2825 mg/l. En ce qui concerne la DCO filtrée, elle est de 1237 mg/l sur la même période. Le taux globalement élevé de la DCO filtrée en S3, environ 162 mg/l à compter de la mi-mai, provient de la possibilité pour les bactéries de dégrader tout ce qui est minéral. L'aération a surtout une action vis à vis des matières organiques, or, la DCO est ici fortement minérale. Mais il faut noter qu'il y a quand même eu un abattement d'un coefficient 7 par rapport à la DCO en entrée, ce qui constitue un bon résultat.

- MES en sortie 3 :



On observe une légère remontée des MES début juin induite par l'installation des deux aérateurs sur les bassins 2 et 3.

Le système d'aération a permis de diminuer d'un coefficient de 2 les MES par rapport aux mois de novembre-décembre où le taux était de 59.11 mg/l. Les résultats obtenus se rapprochent de la norme "e" et respectent tout à fait la "d".

- NTK et NH_4^+ en sortie 1 :

En moyenne avant aération le NTK se situait autour de 50.44 mg N/l alors qu'aujourd'hui le taux est de 33.1 mg N/l.

Les aérateurs favorisent donc nettement l'activité et le développement des bactéries aérobies chargées de dégrader l'azote organique puis le NH_4^+ , qui voient leur population se stabiliser en phase de croissance exponentielle.

De la même manière on remarque une nette amélioration du taux de NH_4^+ avant et après aération puisqu'il évolue de 40.2 mg N/l à 22.05 mg N/l, toujours grâce à une activité bactérienne soutenue.

- NTK et NH_4^+ en sortie 1 :

Nous ne disposons que de deux valeurs en S3 pour le NTK après mise en place des aérateurs. Il apparaît cependant que les résultats sont plus satisfaisants depuis leur fonctionnement. En moyenne, avant l'aération le NTK se situe à 38 mg N/l, alors qu'il est de 23.1 mg N/l après. Depuis la mise en place des aérateurs, les résultats tendent à s'approcher de la norme NK2, ils respectent déjà tout à fait la NK1.

On retrouve au niveau de la NH_4^+ ce que l'on observe pour le NTK, c'est à dire une amélioration des résultats depuis le fonctionnement des aérateurs. Avant aération les taux d'azote organique atteignaient 8.08 mg N/l alors qu'après il n'est plus que de 3.33 mg N/l. En S3 après aération le NTK est donc quasiment constitué uniquement par le NH_4^+ .

Les nitrates et nitrites en S3 demeurent négligeables, il faut noter qu'ils l'étaient déjà avant la mise en place du système d'aération, ce qui signifie que la population de microphytes ou de phytoplanctons était suffisante pour absorber les nitrates.

En ce qui concerne l'azote global ($\text{NGL} = \text{NTK} + \text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$) on peut donc considérer qu'il équivaut au NTK. Etant donné que la valeur du NTK en S3 se situe à 23.1 mg N/l, on peut considérer que c'est également la valeur de NGL et que la norme NGL1 est respectée.

On peut donc considérer que le cycle de l'azote est bien équilibré au niveau de la lagune.

- PT et PO_4^{3-} en sortie 3 :

L'accroissement de l'élimination du phosphore total reste difficile car il est constitué en majorité de phosphore minéral (à 75 %) qui ne peut être dégradé par les bactéries. Les aérateurs peuvent favoriser l'activité des bactéries dégradant le phosphore organique et le développement des algues dans les deux derniers bassins, ce qui permet une meilleure absorption du PO_4^{3-} à ce niveau.

Conclusion générale :

La capacité des aérateurs à augmenter le taux d'oxygène dissous a été largement démontrée par les résultats obtenus après la mise en service du système d'aération, ces résultats ont d'ailleurs été confirmés par l'essai d'arrêt des aérateurs puis des réoxygénations. Cet oxygène supplémentaire apporté à la lagune favorise la prolifération des bactéries aérobies et la digestion associée de la pollution organique.

On constate que le système d'aération favorise très notablement l'épuration de tous les composés d'origine organique de la pollution urbaine grâce à son action favorable sur les bactéries aérobies. Pour ce qui est de la partie minérale, son effet est relativement réduit, cependant, il contribue à aider le développement des végétaux sur les deux derniers bassins qui peuvent de leur côté éliminer une bonne partie des phosphates présents.

La mise en place d'un filtre gravier de 10 à 15 mm comme l'a suggéré la société ISMA, devrait contribuer à supprimer la turbulence induite par l'aérateur du troisième bassin et ménager une zone de décantation des MES. Ce qui devrait améliorer sensiblement la DCO.

NH_4^+