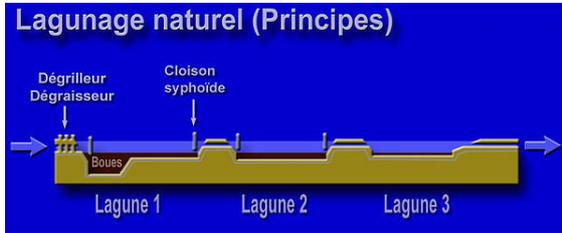


# Lagunage



Schémas de lagunage naturel.



Des berges lagunées ont été créées (2010) par VNF (Voies navigables de France), en guise de mesure compensatoire à la mise à grand gabarit de l'Escaut dans le nord de la France.



Le lagunage peut aussi être linéaire et avoir vocation de corridor biologique ( utilisant un fossé ou ici une berge de canal, en bordure de la Deûle, en aval de Lille). Réalisation : VNF (photo de 2004).



Le lagunage lors de sa construction a été structuré formes complexes et méandres de manière à allonger l'écotone eau-sol et à mieux épurer l'eau de l'Escaut. Les pentes très faibles défavorisent l'installation du rat-musqué ou du ragondin

Le **lagunage**, est une technique naturelle d'épuration des eaux fondée sur la déséutrophisation. Le principe est de recréer des bassins « tampons » durant lesquels les eaux usées vont transiter, avant d'être rejetées dans le milieu naturel. Les phénomènes d'auto-épuration des eaux se font ainsi dans ces bassins, de grande surface, plutôt que dans le milieu naturel (lac, rivière) qui est ainsi préservé des conséquences néfastes de ce phénomène d'auto-épuration (la dégradation de la matière organique par les micro-organismes aérobies, entraîne une chute du taux d'oxygène dissous, ce qui a pour conséquence d'asphyxier la macrofaune et la microflore aquatique).

## 1 Description

Le lagunage consiste à établir un écoulement lent par gravité des eaux usées dans plusieurs bassins de rétention peu profonds en éliminant le risque d'infiltration dans les eaux souterraines. Pour cela, les bassins sont rendus étanche par la mise en place d'une géomembrane synthétique, ou plus rarement par une couche d'argile compactée.



*Ce lagunage est alimenté en eau par l'Escaut lui-même ; passivement en l'absence de trafic ou plus "activement" lors du passage de chaque péniche (qui produit une vague avec surpression puis dépression).*



*Cette berge lagunée compense la forte artificialisation des berges du fleuve canalisé*



*Berges lagunées après un an d'installation de la végétation. Outre son intérêt écologique, ce lagunage a un intérêt paysager évident. La promenade ou d'autres activités liées à l'eau peut toutefois y être source de dérangement pour les oiseaux ou d'autres animaux*

## 1.1 Fonctionnement

Comme dans toute station d'épuration collective, l'eau usée est généralement prétraitée au préalable par un dégrilleur (élimination des déchets solides grossiers de type bouteilles, branches, etc...) et éventuellement un dégraisseur/dessableur (décanteur et insufflateur d'air, dimensionnés pour des vitesses ascensionnelles rapides et permettant la décantation du sable et la flottation des graisses).

Les premiers bassins sont des bassins à micro-organismes, où est dégradée la matière organique contenue dans les eaux usées. L'eau transite ensuite dans des bassins moins profonds, dont le but est le traitement de l'azote (généralement transformé en nitrates lors de la dégradation de la matière organique par les micro-organisme) et du phosphore. La photosynthèse favorise le développement de microphytes (planctons, algues) qui consomment de l'azote et du phosphore.

Il est possible d'optimiser le fonctionnement d'une lagune en la plantant de macrophytes (iris, roseaux, joncs...). Ces derniers assurent une oxygénation complémentaire des sédiments, et absorbent une partie des éléments minéraux issus de la dégradation de la matière organique pour leur croissance.

Le fonctionnement d'une lagune peut être optimisé également par la mise en œuvre de brasseurs d'eau ou d'aérateurs dans les premiers bassins, ce qui favorise la recirculation de l'eau. Dans ce cas, on parle de lagunage à haut-rendement ou de lagunage aéré.

Cette technique présente la caractéristique de nécessiter une surface importante de 12 m<sup>2</sup>/E.H (Équivalent Habitant) d'eau en moyenne, voilà pourquoi on lui attribue la propriété extensive. Le temps de séjour doit être élevé (minimum 30 jours, voire plus). Les boues se concentrant sur le fond et intervenant dans la biologie du système ne doivent être évacuées qu'après quelque 5 à 10 années.

Une lagune peut servir en tant que traitement à part entière pour des petites collectivités (de l'ordre de 100 à 1000 Equivalents-Habitants), mais certaines villes moyennes comme Rochefort ou Mèze ont mis en oeuvre ce procédé, même s'il a fallu pour cela aménager des surfaces importantes.

Une lagune peut également servir de traitement de finition en sortie d'une filière intensive de type boues activées, afin d'affiner les performances de traitement, dans les cas où c'est nécessaire (présence de sites classés ou zones sensible, performances exigées sur le paramètre phosphore ou sur les micro-organismes pathogènes).

Les lagunes de terre, pourvues de talus ayant une pente d'un tiers. Si une protection contre l'infiltration dans les eaux souterraines est nécessaire, les fonds et les remblais doivent être colmatés. Elles sont généralement rectangulaires.

L'eau qui sort de ce système est conforme aux normes de

la directive 91-271 du 21 mai 1999 concernant les paramètres d'épuration : DCO, DBO, MeS, Pt, Nk...

## 1.2 Entretien hebdomadaire

Pour que le système fonctionne au mieux, il est nécessaire d'effectuer chaque semaine un nettoyage des prétraitements, une tonte régulière des abords, et une surveillance de l'ensemble de la station.

## 1.3 Entretien annuel

Pour éviter toute contamination de l'eau, il faut faucher les macrophytes chaque année, en automne. C'est l'un des principaux postes d'entretien des stations de lagunage.

Il faut également prévoir, tous les 5 à 10 ans, l'élimination des boues accumulées au fond de la lagune : c'est l'opération de curage. Deux techniques sont envisageables :

- la première, la plus usitée, consiste en la vidange de la lagune suivie du raclage des sédiments, à l'aide d'un engin de chantier par exemple<sup>[1]</sup>. Elle nécessite toutefois la mise en place d'un *bypass* des eaux usées le temps du raclage.
- la seconde, non invasive, consiste en un pompage des boues par l'intermédiaire d'un radeau qui se déplace en surface de la lagune<sup>[2]</sup>. Cette méthode ne nécessite pas de modifier le fonctionnement habituel de la lagune.

## 1.4 Exemple de Rochefort

A Rochefort (Charente-Maritime) se trouve la plus vaste station de lagunage en Europe. Elle se situe en bordure de la Charente. Chaque année, des milliers d'oiseaux viennent se poser sur les bassins de cette station. Ce centre de traitement écologique a aussi pour but de traiter les eaux usées de la ville de Rochefort grâce au processus du lagunage. Après un premier traitement physique décomposé en 4 phases, l'eau décantée va subir un traitement biologique. Celui-ci consiste en la circulation de l'eau dans plusieurs lagunes ré-oxygénées grâce à l'action du vent et du soleil.

Les trois bassins de la station servent aussi de reposoirs aux oiseaux aquatiques et constituent de merveilleux réservoirs de nourriture en toutes saisons. Ainsi, fuligules milouins, foulques et grèbes bénéficient de l'abondance du plancton et de la tranquillité du site.

## 2 Organismes utilisés

Les organismes participant aux processus d'épuration, en particulier les bactéries et les algues, sont classés selon leur activité en organismes hétérotrophes et organismes autotrophes.

Le premier bassin est la lagune à microphytes où l'on trouve les bactéries et les algues microscopiques. La minéralisation de la matière organique soluble en suspension est assurée par les bactéries aérobies, elles la transforment en eau, gaz carbonique, nitrates et phosphates. Ces composés simples vont être assimilés par les algues qui, grâce à la lumière du soleil, vont effectuer la photosynthèse pour assurer leur métabolisme et libérer de l'oxygène essentiel pour la vie des bactéries aérobies dans la lagune. La matière organique sédimentant au fond des bassins (décantation) est dégradée par les bactéries anaérobies selon le processus de fermentation anaérobie produisant la minéralisation des boues et des dégagements gazeux (azoté) fixés pour certains par les algues. Les eaux restent environ 50 jours dans le bassin à microphytes.

Les lagunes à macrophytes constituent le plus souvent le deuxième et le troisième bassin (s'il y en a trois). Il y vit en plus des algues macroscopiques et des plantes aquatiques capables d'absorber des substances inorganiques notamment les formes minérales de l'azote et du phosphore, l'ammonium, le nitrate, l'o-phosphate et de les mettre en valeur. Les plantes aquatiques fixent également les sels minéraux pour leur croissance, il se développe alors des micro-organismes qui se nourrissent des plantes elles-mêmes. L'apparition de zooplancton (daphnie, cyclopes, ...) permet d'améliorer la filtration de l'eau. Il s'établit ainsi des chaînes alimentaires entre les bactéries, le phytoplancton, le zooplancton et les végétaux. Les eaux restent environ 40 jours dans ce type de lagune.

Le lagunage est placé au niveau D en matière d'impact des rejets sur le milieu récepteur, en accord avec les quantités minimales suivantes :

- matières en suspension totales (MES) : 180 mg/l ;
- demande chimique en oxygène (DCO) : 120 mg/l ;
- demande biologique en oxygène en 5 jours (DBO5) : 40mg/l.

On constate aussi une grande efficacité sur la réduction des concentrations en phénols, hydrocarbures, détergents et engrais dans les eaux en sortie de lagunage. La longue exposition des eaux aux rayons ultraviolet du soleil permet de réduire considérablement le nombre d'agents pathogènes l'été (bactéries, virus et parasites...), ce qui justifie l'intérêt de la filière si le rejet des eaux traité est effectué dans une zone de baignade naturelle.

### 3 Energie nécessaire

Une puissance de  $20 \text{ W/m}^3$  permet que l'ensemble des boues reste en suspension et soit transporté avec l'effluent. Si un recyclage des boues provenant de la décantation secondaire est prévu, l'installation est alors une installation à boues activées avec de grandes durées d'aération.

Le plus répandu est le lagunage mixte. Une puissance de  $3 \text{ à } 4 \text{ W/m}^3$  suffit alors pour faire circuler et alimenter en oxygène la totalité de l'eau. Mais dans ce cas, la boue se dépose au fond et agit sur les matières nutritives ramenées au-dessus d'elle, comme une boue fixe, avec action biologique aérobie, analogue au film biologique du lit bactérien. La puissance la plus réduite peut être atteinte avec l'utilisation de turbine lente de grand diamètre qui ont une excellente capacité de mélange. De nouvelles turbines solaires existent aussi et permettent de supprimer totalement la consommation d'énergie au réseau. De cette manière, on retrouve des lagunes non connectées au réseau mais qui disposent des avantages des lagunes aérées.

Le lagunage naturel comme procédé d'épuration des eaux est conseillé pour des stations ayant une capacité de 250 à 1500 éq-hab<sup>[3]</sup> (mais peut se rencontrer de 100 à 2000 éq-hab). Le lagunage aéré est conseillé de 400 à 2000 éq-hab (mais peut se voir de 200 à 3000 éq-hab).

### 4 Avantages / Inconvénients

#### 4.1 Avantages

Le lagunage naturel présente de nombreux avantages par rapport aux procédés traditionnels :

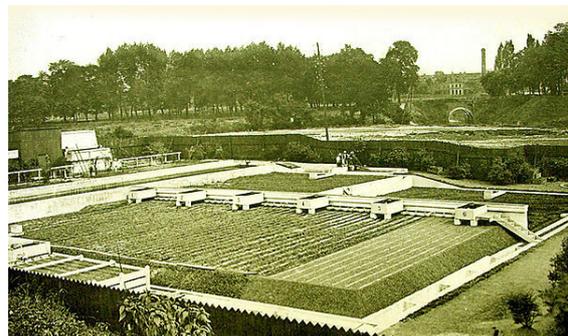
- Excellente élimination de la pollution microbiologique ;
- Faibles coûts d'investissement et de fonctionnement ;
- Très bonne intégration paysagère, voire écopaysagère ;
- Valorisations aquacole et agricole possibles de la biomasse de plancton produite (et des effluents épurés) ;
- Contribue au développement et à la diversification de la flore locale, ainsi qu'à la protection de la faune et de la biodiversité, tout en améliorant les microclimats estivaux (par l'évapotranspiration des hydrophytes<sup>[4]</sup> ou des arbres utilisés en épuration tertiaire quand c'est le cas).

#### 4.2 Inconvénients

- Grande emprise foncière

- Contraintes possibles s'il y a la nécessité d'imperméabiliser le sol.
- Variation saisonnière de la qualité de l'eau en sortie.
- N'apprécie pas les grandes pollutions ponctuelles et les pollutions chimiques.
- En cas de mauvais fonctionnement, risque d'odeurs.
- Veiller à ne pas atteindre l'état de putréfaction.

### 5 Histoire



Lagunage expérimental du Pr Calmette, Lille, vers 1900-1910

Dès 1901, la ville de San Antonio au Texas aménagea un lac artificiel de 275 hectares destiné à l'épuration des eaux usées<sup>[5]</sup>. Dans les années 1920, le lagunage se développa largement de par le monde, notamment aux États-Unis, au Canada, en Australie, en Suède et en France, où il était déjà utilisé depuis des siècles, mais son optimisation et la mesure scientifique de ses performances ne datent que du début du XX<sup>e</sup> siècle, avec par exemple les études du professeur Albert Calmette à Lille (photo ci-contre).

En 1960, en Californie, la première lagune à haut rendement fut construite ; elle mettait en jeu la culture intensive d'algues. Aujourd'hui, on trouve des bassins d'épuration écologique dans plus de 50 pays du monde et leur nombre augmente tous les jours<sup>[6]</sup>.

### 6 Notes et références

[1] , p.20

[2]

[3] *équivalent habitant*

[4] Allen RG, Prueger JH & Will RW (1992) *Evapotranspiration from isolated stands of hydrophytes : cattail and bulrush* ; Transactions of the ASAE, 35(4), 1191-1198.

[5] Le Lac Mitchell (en).

[6] Source : Y. Piétrasanta et D. Bondon ; 1994 ; « Le lagunage écologique » éditions ECONOMICA

## 7 Bibliographie

- Yves Piétrasanta, Daniel Bondon, *Le Lagunage écologique*, Economica, Paris, 1994, (ISBN 2-7178-2636-X)
- Collectif (2014) *Le filtre planté de roseaux - Guide d'exploitation* ; Editions Johanet ; guide destiné au personnel de terrain et aux gestionnaires des stations "FPR" (résumé).

## 8 Voir aussi

### 8.1 Articles connexes

- Pollution de l'eau
- Phytoremédiation
- Phytoépuration
- Recyclage des eaux usées
- Marais filtrant
- Piscine biologique
- Myco-épuration
- Lit bactérien
- Hélophyte
- Boue activée
- Observatoire de l'eau

### 8.2 Liens externes

- Site sur la gestion de l'eau
- Article sur la construction de filtre planté
- Article sur le lagunage
-  Portail de l'eau
-  Portail de l'assainissement

## 9 Sources, contributeurs et licences du texte et de l'image

### 9.1 Texte

- **Lagunage** *Source* : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Lagunage?oldid=113470521> *Contributeurs* : Ryo, Hemmer, Abrahami, Loïc, MedBot, Sam Hocevar, TigH, Natmaka, Poulpy, AUDO, Laurent Jerry, David Berardan, Platypus~frwiki, Jerome66, Ficelle, Julianedm, Moulins, 08pb80, Sum, Pautard, Dosto, Xofc, Astirmays, Ji-Elle, Lamiot, Jeanboyer, Carlitotard, Sonusfaber, Alef Burzmali, Chnosos, A2, Kzo, Manuguf, Linumbrs, Botz, Auxerroisdu68, Nono64, Cqui, So Leblanc, VonTasha, Salebot, Wikijoe, Ptbougrou, Skiff, PipepBot, Chatsam, Ifouquet, Cgu68200, ZetudBot, Ggal, Luckas-bot, Pihoute, Piscine-biologique, Nouill, Lomita, Benkerroum, Hyronimus299, Midas02, Phytoépuration, FDO64, Montpellierain3434, Happy-marmotte, Addbot, Janinou et Anonyme : 22

### 9.2 Images

- **Fichier:Berges\_Escaut\_lagunées\_2010\_a.jpg** *Source* : [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ed/Berges\\_Escaut\\_lagun%C3%A9es\\_2010\\_a.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ed/Berges_Escaut_lagun%C3%A9es_2010_a.jpg) *Licence* : CC BY-SA 3.0 *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Janinou
- **Fichier:Berges\_Escaut\_lagunées\_2010\_i.jpg** *Source* : [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/20/Berges\\_Escaut\\_lagun%C3%A9es\\_2010\\_i.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/20/Berges_Escaut_lagun%C3%A9es_2010_i.jpg) *Licence* : CC BY-SA 3.0 *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Janinou
- **Fichier:Berges\_Escaut\_lagunées\_2011\_juillet\_a.jpg** *Source* : [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5b/Berges\\_Escaut\\_lagun%C3%A9es\\_2011\\_juillet\\_a.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5b/Berges_Escaut_lagun%C3%A9es_2011_juillet_a.jpg) *Licence* : CC BY-SA 3.0 *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Janinou
- **Fichier:Berges\_Escaut\_lagunées\_2011\_juillet\_b.jpg** *Source* : [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e4/Berges\\_Escaut\\_lagun%C3%A9es\\_2011\\_juillet\\_b.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e4/Berges_Escaut_lagun%C3%A9es_2011_juillet_b.jpg) *Licence* : CC BY-SA 3.0 *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Janinou
- **Fichier:Berges\_Escaut\_lagunées\_méandres\_2010\_E.jpg** *Source* : [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/62/Berges\\_Escaut\\_lagun%C3%A9es\\_m%C3%A9andres\\_2010\\_E.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/62/Berges_Escaut_lagun%C3%A9es_m%C3%A9andres_2010_E.jpg) *Licence* : CC BY-SA 3.0 *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Janinou
- **Fichier:Icono\_Gota\_de\_Agua.svg** *Source* : [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/Icono\\_Gota\\_de\\_Agua.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/Icono_Gota_de_Agua.svg) *Licence* : GFDL *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : **Rastrojo** (D•ES)
- **Fichier:LagunageNaturelSchéma.jpg** *Source* : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/92/LagunageNaturelSch%C3%A9ma.jpg> *Licence* : CC BY 2.5 *Contributeurs* : F Lamiot (own work) *Artiste d'origine* : F Lamiot (own work)
- **Fichier:Lagunage\_Calmette\_Lille\_vers\_1910.jpg** *Source* : [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d8/Lagunage\\_Calmette\\_Lille\\_vers\\_1910.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d8/Lagunage_Calmette_Lille_vers_1910.jpg) *Licence* : Public domain *Contributeurs* : F lamiot *Artiste d'origine* : ?
- **Fichier:Lagunage\_linéaire\_Lambersart\_2004.jpg** *Source* : [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3e/Lagunage\\_lin%C3%A9aire\\_Lambersart\\_2004.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3e/Lagunage_lin%C3%A9aire_Lambersart_2004.jpg) *Licence* : CC BY 2.5 *Contributeurs* : F lamiot *Artiste d'origine* : F Lamiot (Own Work)
- **Fichier:Vista-trashcan\_empty.png** *Source* : [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0d/Vista-trashcan\\_empty.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0d/Vista-trashcan_empty.png) *Licence* : GPL *Contributeurs* : ? *Artiste d'origine* : ?

### 9.3 Licence du contenu

- Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0