

TPE

**Thème :
environnement
et progrès**

Sommaire

I : Utilité d'une station d'épuration sur l'environnement

- 1) Différentes pollution de l'eau
- 2) Le rejet de l'eau épurée
- 3) La réutilisation de l'eau épurée

II : Fonctionnement d'une station d'épuration

1) Le prétraitement ou traitement primaire

- a) Dégrillage
- b) Dessablage
- c) Dégraissage
- d) Décantation primaire

2) Traitement secondaire

- a) Le traitement biologique
- b) Le traitement physico-chimique

3) Traitement tertiaire

4) Traitement des boues

5) Compte-rendu de l'expérience

les stations d'épuration

Une solution au problème de l'eau

Introduction

L'eau a depuis toujours été une ressource indispensable à la vie ; or celle-ci est très inégalement répartie sur notre planète. En effet la «planète bleue» est constituée à 97% d'eau, cependant seulement 0,6% de celle-ci est de l'eau douce. Pour tenter de préserver cette eau, la nature a mis en place un système d'auto épuration capable à lui seul de dégrader la pollution naturelle. Cependant, celui-ci reste limité et ne suffit pas à couvrir la pollution produite par les hommes. De plus au fil du temps, la production de pollution humaine augmente constamment.

L'homme conscient de son activité néfaste et irréversible sur l'écosystème a dû mettre en place un système capable d'éviter au milieu naturel de subir les conséquences des activités humaines.

C'est pourquoi les stations d'épuration ont été mises à disposition des municipalités et des industries afin de traiter les rejets nocifs pour l'environnement.

À quoi sert une station d'épuration ?

En quoi est-elle une solution aux problèmes de la pollution de l'eau ?

Partie I

UTILITÉ D'UNE STATION D'ÉPURATION

Les stations d'épuration jouent un rôle crucial pour l'environnement et la conservation de notre planète. En effet, les activités domestiques et industrielles ont de graves répercussions sur la préservation de l'eau. La pollution de cette denrée précieuse peut se présenter sous différentes formes : chimique, thermique, bactériologique... Il faudrait pour remédier à ce problème construire davantage de stations d'épuration qui vont limiter la pollution et permettre une économie de l'eau.

1) Différentes pollutions de l'eau

La pollution chimique est due aux utilisations d'engrais, aux rejets de produits chimiques utilisés dans l'industrie mais également aux rejets domestiques. Ces différents produits s'infiltrent dans la terre et polluent ainsi les nappes phréatiques. L'Etat tente de sensibiliser les agriculteurs afin qu'ils utilisent de manière plus appropriée les engrais ou autres traitements chimiques.

La pollution thermique est, soit le résultat de changements importants de la température d'un milieu, soit dû aux rejets des eaux de refroidissement de différentes industries. Ces variations ont un impact important sur la faune et la flore aquatiques. Ce type de pollution touche généralement les lacs et les cours d'eau.

La pollution bactériologique provient de divers rejets contenant des germes bactériens d'origine intestinale.

Afin de réduire la pollution de l'eau de nombreuses stations d'épuration sont mises en place. Même si à la sortie de ces stations, l'eau n'est pas totalement dépolluée ou potable, elles permettent de réduire considérablement la présence de molécules polluantes et ainsi d'atténuer les problèmes dus à l'activité humaine.

2) Le rejet de l'eau épurée

La forte concentration des hommes et donc la forte pollution ont obligé les grandes agglomérations à construire des stations d'épuration. Ces dernières



servent à éviter une pollution trop importante des milieux naturels. Cette réduction de pollution évite une eutrophisation* des cours d'eau et la contamination de leurs écosystèmes.

photo d'une rivière polluée

3) La réutilisation de l'eau épurée

La réutilisation des eaux usées épurées (REUE) n'est que très rarement pratiquée car elle nécessiterait la mise en place d'un double réseau pour prendre en charge séparément l'eau potable et l'eau épurée, ce qui serait très coûteux. Seuls quelques secteurs pratiquent à grande échelle cette REUE.

La réutilisation agricole des eaux épurées comme moyen d'économiser la ressource a été une des premières voies de développement des projets de REUE. Certains pays étant victimes de graves pénuries d'eau ont développé une politique de REUE à l'échelle nationale. En France, la quasi-totalité de ces projets sont agricoles.

Le bénéfice de la REUE peut donc être double d'un point de vue économique mais également écologique (diminution de la pollution agricole). Mais toutefois, cela présente plusieurs risques tels que des risques sanitaires, techniques, agronomiques et environnementaux. L'utilisation d'eaux épurées pour l'irrigation doit donc se faire avec précaution.

La REUE industrielle est intéressante dans le secteur de l'énergie, dans les circuits de refroidissement... La qualité requise de l'eau est spécifique à chaque industrie car sa composition chimique peut avoir des répercussions sur les processus industriels.

La station de Palo Verde est la plus grosse centrale nucléaire des États-Unis (4 millions de kW). Elle se trouve à Phoenix, en Arizona. Elle est aujourd'hui l'unique exemple dans le monde d'une centrale nucléaire qui utilise des eaux épurées pour ses tours de refroidissement. Cependant plusieurs traitements supplémentaires sont nécessaires au préalable.

Il existe d'autres moyens d'utiliser cette eau, tels que la réutilisation en zone urbaine (circuits incendies, lavage des rues, arrosage...), la production d'eau potable ou encore la recharge des nappes phréatiques.

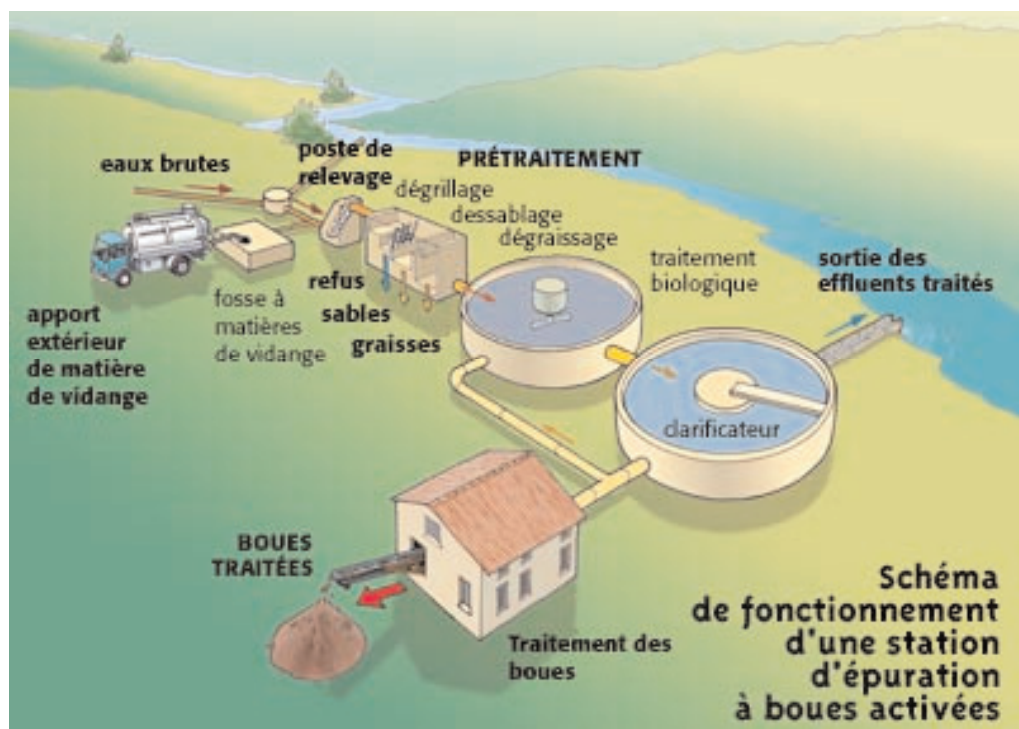
Les applications de projets de REUE sont donc multiples, aussi elles dépendent de nombreux facteurs : la quantité des ressources disponibles, l'usage que l'on veut en faire, la réglementation et aussi l'avis de la population. Ce dernier aspect n'est pas à négliger car il est fréquent que les gens soient mal renseignés, il est donc important de bien informer la population des risques et des avantages de la REUE.

Partie II

FONCTIONNEMENT D'UNE STATION D'ÉPURATION

Pourquoi une station d'épuration et non une station de traitement des eaux usées ?

Les stations de traitement des eaux ont pour but de prélever l'eau issue des milieux naturels (rivière, lac, nappe phréatique) afin de la rendre potable. Une station d'épuration correspond quant à elle au procédé d'épuration des eaux usées avant leur rejet dans le milieu naturel (rivière ou mer).



Les stations d'épuration utilisent des procédés artificiels imitant le processus d'auto-épuration de la rivière. À la fin du traitement, l'eau épurée est rejetée dans le milieu naturel. L'épuration d'un effluent* est, en général, composée de quatre étapes :

- 1** - Le traitement primaire ou pré-traitement : élimination des matières en suspension dans l'eau.
- 2** - Le traitement secondaire : élimination des matières en solution dans l'eau
- 3** - Le traitement tertiaire : désinfection ou traitement de l'azote et du phosphore
- 4** - Le traitement des boues : réduction, stabilisation et élimination des boues.

1) Le pré-traitement ou traitement primaire

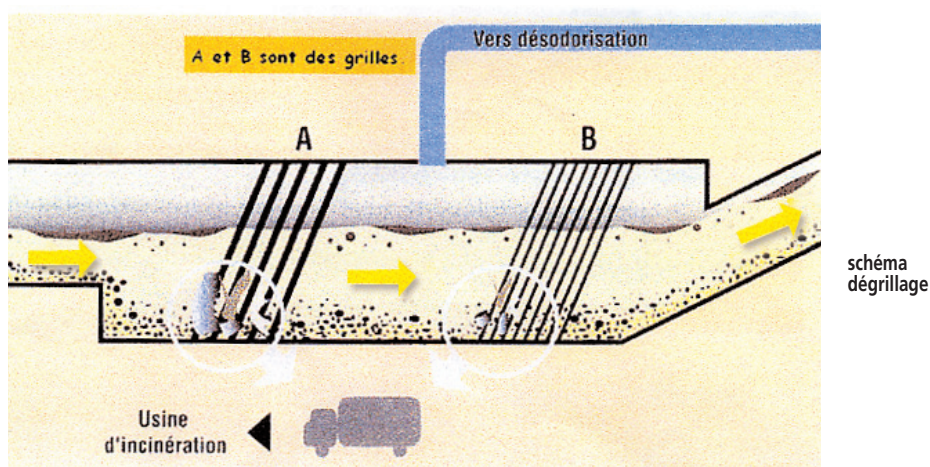
C'est un processus physique et mécanique dont le but est d'extraire de l'eau les éléments dont la taille, le pouvoir abrasif* et la masse pourraient endommager le matériel ou perturber la suite du protocole d'épuration.

a) Dégrillage

Dans un premier temps a lieu la phase appelée dégrillage qui consiste à évacuer les matières les plus volumineuses à l'aide d'un système comparable à un filtre géant. Il se divise en trois parties :

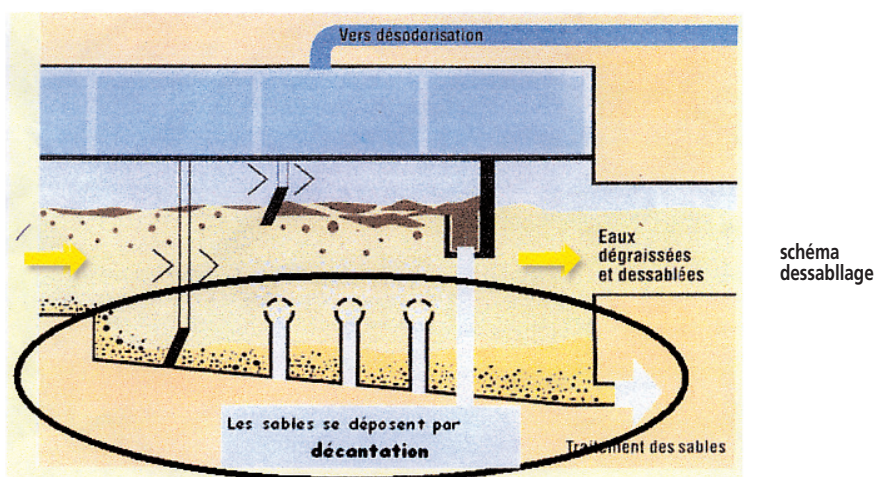
- le pré-dégrillage (grilles de 50 à 100mm)
- le dégrillage moyen (grilles de 10 à 35mm)
- le dégrillage fin (grilles de 5 à 10mm).

Néanmoins, si l'eau est très chargée en déchets, on peut alors procéder au tamisage, qui est un dégrillage plus poussé avec des mailles allant de 0,3 à 100µm de large.



b) Dessablage

La deuxième phase est appelée dessablage car les eaux usées contiennent des sables ou des graviers susceptibles d'abîmer les différentes machines composant la station. La technique utilisée fait intervenir la densité des sables. En effet, leur densité est supérieure à celle de l'eau, on fait donc passer le liquide à traiter dans un bassin avec vitesse donnée (0,3m/s), les grains les plus lourds se déposent alors au fond de la cuve de dessablage entraînant avec eux les grains légers. Le fond du bassin est ensuite nettoyé par un racleur qui entraîne les graviers dans une nouvelle cuve, les séparant ainsi de l'eau à épurer. Les sables ainsi récoltés sont ensuite utilisés par les entreprises de travaux publics.



c) Dégraissage

La troisième étape du pré-traitement est appelée dégraissage : son rôle est de séparer les phases grasses* solides et liquides de l'eau. Cette étape est indispensable lorsqu'il n'y a pas de décantation primaire dans une station d'épuration. Comme pour les sables, on utilise la différence de densité de l'huile par rapport à celle de l'eau, mais l'huile est cette fois moins dense que l'eau. On insuffle alors de l'air par le dessous à l'aide d'une pompe qui permet de faire remonter l'huile à la surface, que l'on récupère au final à l'aide de racleurs.

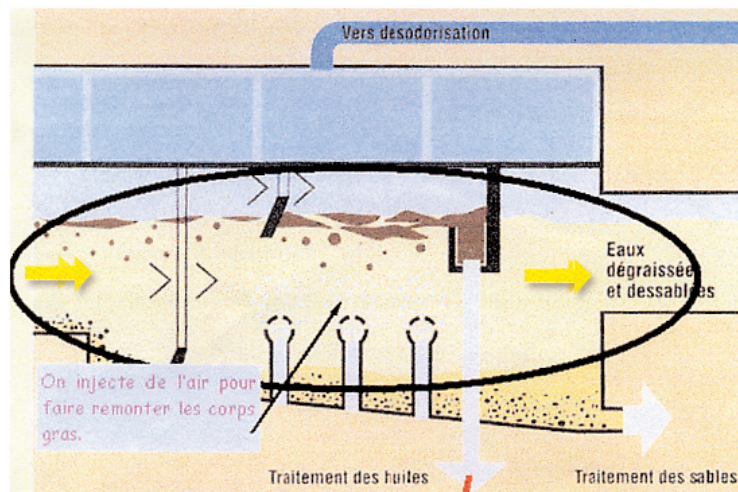


schéma dégraissage

d) Décantation primaire

Le traitement primaire fait appel à des procédés physiques, avec décantation plus ou moins aboutie, éventuellement assorti de procédés physico-chimiques, telles que la coagulation-floculation*. Avec coagulation et floculation dans des décanteurs lamellaires, on peut éliminer jusqu'à 90% de Matière En Suspension (MES).

La décantation primaire classique consiste en une séparation des éléments liquides et solides sous l'effet de la pesanteur, on procédera à un dégrillage, un dégraissage et un dessablage. Ce traitement élimine 50 à 55% des MES et réduit d'environ 30% la DBO* et la DCO*.

La décantation est encore plus performante lorsqu'elle s'accompagne d'une floculation préalable, ceci éliminera jusqu'à 90% de MES et réduira de 75% la DBO.

2) Le traitement secondaire

a) Le traitement biologique

Ce procédé est utilisé lorsque les impuretés sont biodégradables et ne contiennent pas de produits toxiques.

Ce traitement est la phase durant laquelle la pollution organique dissoute va être éliminée par des moyens biologiques car ce sont les procédés les moins coûteux.

Le traitement secondaire reproduit certaines réactions biologiques présentes dans le milieu naturel. Autrement dit, le traitement biologique consiste à favoriser le développement des bactéries dans l'eau en leur fournissant les conditions nécessaires (nourriture en très grande quantité + oxygène ou non) ; on crée ainsi un écosystème bactérien, ces bactéries vont digérer les impuretés et les transformer en boues : c'est l'auto épuration naturelle en accéléré. Ensuite, la décantation secondaire permet de recueillir les polluants sous forme de boues. Si la séparation est correcte, on obtient après traitement 85 à 95% d'épuration.

b) Le traitement physico-chimique

Ce procédé consiste à transformer chimiquement les éléments polluants non touchés par le traitement biologique en enchaînant ces différents processus :

- La coagulation : rassemblement des particules sous une forme plus ou moins solide.
- La floculation : précipitation des matières afin d'accélérer et de compléter leur décantation.
- La centrifugation : séparation sous la force centrifuge des particules en suspension.
 - L'oxydation et la réduction chimique : transformation des polluants en substances non toxiques.
- L'osmose inverse : c'est un système de purification de l'eau contenant des matières en solution par un système de filtrage très fin qui ne laisse passer que les molécules d'eau.

3) Le traitement tertiaire

Après le traitement secondaire, les eaux sont parfois rejetées dans le milieu naturel. Autrement, elles subissent un traitement complémentaire ou "affinage". Cet affinage permet soit :

- Une réutilisation à des fins industrielles ou agricoles.
- La protection du milieu naturel où cette eau est rejetée.
- La protection des prises d'eau situées en aval.

Méthodes utilisées

La désinfection : elle est utilisée quand le milieu récepteur est sensible et qu'il nécessite une élimination de la pollution bactériologique, pour un milieu de culture ou de baignade par exemple. Une lagune en fin de traitement de boue activée* réduit les germes pathogènes en leur imposant des conditions de vies difficiles. On trouve également le traitement par UltraViolet qui agit directement sur les chaînes moléculaires des germes. Enfin la chloration permet une désinfection persistante tout au long du réseau de distribution.

Ces traitements complémentaires servent à limiter l'eutrophisation en éliminant l'azote et le phosphore. Ils vont être de plus en plus utilisés dans les stations d'épuration au regard des nouvelles normes imposées.

4) Le traitement des boues

Une station d'épuration produit en moyenne deux litres de boues résiduelles par habitant et par jour. Les boues extraites du clarificateur ont une teneur en eau voisine de 85% et sont donc fermentescibles*. Suivant leur destination, les boues subissent des traitements différents et un conditionnement ayant pour but de réduire leur volume et de les durcir par compactage.

Un soin tout particulier est apporté aux analyses de ces boues. En effet, tout dépassement de normes entraîne l'impossibilité d'épandre les boues (présence de métaux lourds).

Actuellement, il existe quatre utilisations pour les boues semis liquides ou préalablement séchées :

- L'épandage agricole : c'est la filière la plus couramment utilisée, elle représente une valorisation de ce sous-produit fertilisant (azote, phosphore et matière organique) malgré une mauvaise réputation bien que les contrôles soient draconiens.

- L'élaboration de compost : par incorporation de paille ou de sciure.
- L'incinération : pour quelques grosses unités ou lorsqu'une installation locale existe déjà pour les ordures ménagères. Cette filière est très coûteuse et donc utilisée lorsque l'épandage est impossible.
- La mise en décharge : solution devant être progressivement abandonnée à partir de 2002.

5) Compte-rendu de l'expérience

Le but de cette expérience est de reproduire le fonctionnement d'une station d'épuration. Pour cela nous fabriquons des eaux usées, en utilisant de l'huile, du sable du glucose, et différents détritux minéraux et végétaux. Cette eau sert de base à l'expérience.

Nous avons suivi le protocole suivant :

1- Nous versons dans un premier temps les eaux usées sur la grille recouvrant la cuve 1. Cette manipulation, appelée dégrillage, permet d'éliminer les déchets grossiers.

2- Nous attendons ensuite 10 minutes. Pendant ce temps, les sables de densité supérieure tombent au fond de la cuve, et les graisses, de densité inférieure restent à la surface de l'eau. Ainsi, en ouvrant le premier robinet, l'eau s'écoule dans la cuve 2, les sables et les graisses restent dans la cuve 1. Cette manipulation permet de reproduire le dégraissage et le dessablage.

3- Nous ajoutons dans la cuve 2 des levures contenant des bactéries protozoaires utilisées en station d'épuration qui vont dégrader le glucose.

Ensuite, nous agitons l'eau pendant 10 minutes afin de l'oxygéner. Ce protocole permet le développement des bactéries contenues dans les levures. Nous avons placé au préalable un bulleur dans la cuve 2 qui va oxygéner l'eau. Cette étape de l'expérience est en condition réelle le traitement biologique : il y a élimination de la pollution organique (le glucose) par les micro-organismes (les levures).

4- L'ouverture du deuxième robinet permet l'écoulement de l'eau dans la cuve 3.



Nous y ajoutons du chlorure de fer (FeCl_3), qui va jouer le rôle de polymère, et servir à la floculation des argiles. Nous attendons ensuite 10 minutes afin que la floculation s'achève.

5- L'ouverture du troisième robinet permet l'écoulement dans un entonnoir rempli de sable et posé sur un flacon. Ici, le sable sert de filtre, et va retenir les matières

en suspension, il fait office de clarificateur. L'utilisation de ces filtres à sable comme traitement tertiaire pour obtenir une meilleure qualité de l'eau, n'est pas systématiquement utilisée dans toutes les stations d'épuration.

6- Enfin nous ajoutons de l'eau de javel dans le flacon afin de désinfecter les eaux traitées.

Conclusion

Les stations d'épuration permettent donc de limiter la pollution de l'eau. En effet à cause de la surpopulation urbaine, l'auto-épuration naturelle n'est pas suffisante à l'élimination des nombreux détritiques polluants. Il est donc indispensable de mettre en place des stations d'épuration qui vont, grâce à la succession de plusieurs traitements éliminer progressivement la quasi-totalité de la pollution. Les stations d'épuration permettent également une économie d'eau, grâce à la réutilisation de celle-ci. Cependant ce procédé n'est que très peu pratiqué en raison d'un fort coût de mise en place.

L'économie de l'eau est une des préoccupations de la société actuelle en raison de son épuisement. C'est pourquoi l'homme a également mis en place des usines de dessalement de l'eau de mer et des stations de traitements des eaux qui permettent de rendre cette dernière potable.

Glossaire

Épuration : Méthode permettant de débarrasser l'eau de produits toxiques accumulés à cause de la pollution.

L'eutrophisation : C'est une forme singulière mais naturelle de pollution de certains écosystèmes aquatiques qui se produit lorsque le milieu reçoit trop de matières nutritives assimilables par les algues et que celles-ci prolifèrent. Les principaux nutriments à l'origine de ce phénomène sont le phosphore (contenu dans les phosphates) et l'azote (contenu dans l'ammonium, les nitrates, et les nitrites).

Effluent : Ensemble des eaux usées.

Abrasif : Matière qui use, nettoie, polit par frottement.

Phases : Chacune des parties homogènes limitées par des surfaces de séparation, d'un système chimique.

Coagulation : Précipitation de particules en suspension, causée par le chauffage, l'addition d'un acide ou une réaction de condensation.

Floculation : Rassemblement, sous forme de petits flocons, des particules d'une suspension colloïdale.

Colloïdale : Solution ou mélange dans un solvant liquide d'un soluté formé de particules de tailles supérieures à celle des molécules.

DCO : C'est la demande chimique en oxygène. Elle représente la quantité totale de pollution oxydable, elle correspond à la quantité d'oxygène que l'on doit fournir, grâce à des réactifs chimiques puissants pour oxyder les matières contenues dans l'effluent.

DBO : Cela représente la quantité de pollution biodégradable présente dans l'effluent. C'est la quantité d'oxygène nécessaire aux bactéries et microorganismes contenus dans l'eau pour oxyder une partie des matières carbonées.

Traitement de boue activée : Mise en contact des eaux usées avec un mélange riche en bactéries afin de dégrader la matière organique en suspension ou dissoute.

Fermentescible : Désigne un déchet composé exclusivement de matière organique biodégradable.

Bibliographie

Sources :

- diaporama obtenu grâce à M.Böhm
- documents obtenus à la station d'épuration de Bernières sur mer.
- dossier sur l'organisation et le fonctionnement d'une station d'épuration obtenu d'un professeur de L'IUT de Caen.
- http://www2.ac-lyon.fr/enseigne/biologie/ress/epuration/mod_epu.html
- <http://www.univ-lehavre.fr/cybernat/pages/cyberi.htm>
- <http://www.cieau.com/accueil.htm>
- www.ors-idf.org/etudes/pdf/REURapport.pdf

Contacts :

- M.Böhm, chef de département à l'IUT de Caen, rencontré le 20/11/06. Cette rencontre avait pour but de nous renseigner sur le fonctionnement d'une station d'épuration.
- Visite de la station d'épuration de Bernières sur mer.