INSTITUT DES SCIENCES DE L'INGENIEUR DE MONTPELLIER

RAPPORT DE STAGE

Département SCIENCES et TECHNOLOGIE de l'EAU

Stage
Réalisé du 15 février au 15 septembre 1999

A Montpellier

Sous la responsabilité de M. Bouché

Gestion de connaissances appliquée à l'épuration des eaux usées par lombrifiltration - La station pilote de Combaillaux : une approche systémique

Dario Di Gangi

Tuteur ISIM
F. Brissaud

Eiffel MONTPELLIER

INSTITUT DES SCIENCES DE L'INGÉNIEUR DE MONTPELLIER
UNIVERSITÉ MONTPELLIER II SCIENCES ET TECHNIQUES DU LANGUEDOC
Place Eugène Bataillon 34095 MONTPELLIER CEDEX 5
Tél. : 04 67 14 31 60 - Télécopie : 04 67 14 45 14
E mail : isim@univ-montp2.fr

UNIVERSITÉ MONTPELLIER II

ISIM

L'érudit se rappelait l'enthousiasme de sa jeunesse quand il croyait lui aussi qu'on peut finir une thèse

« Deux étés » - Erik Orsenna

SOMMAIRE

Avant-propos 2

I – Introduction 3

II Présentation du lieu de la station 4

2.1Le pilote de Combaillaux 4
2.2 Le pilote dans sa station : description de l'implantation et son schéma général 4

III – Les objectifs du pilote : générales et spécifiques 7

IV – Systémique de la lombrifiltration 8

4.1 Concepts 8
4.2 Le système : station pilote de Combaillaux 9
4.2.1 Le sous-système de pre-traitement 11
4.2.2 Le sous-système de traitement : la théorie de la lombrifiltration 13
4.2.3 Le sous-système de post-traitement 16

V Problèmes et solutions : le travail d'équipe 17

5.1 Problèmes au départ (premiers résultats et suivi des débits) 17
5.2 Résolution du problème d'aspersion (dessableur) 18
5.3 Mis en place des colonnes expérimentales 19
5.4 Protocole d'alimentation des lombrifiltres 21
5.5 Le travail d'équipe 22

VI Résultats, interprétations : possible optimisation et entretien 23

VII Conclusions 24

VIII Références Bibliographiques 25

IX Annexes 27

Avant-Propos

Cette expérience naît de la nécessité d'adopter une nouvelle technique au procédé de traitement des eaux résiduaires, en particulier d'utiliser des nouveaux procédés avantageux du côté économique, au niveau de la gestion et surtout au niveau d'efficience.

C'est la Lombrifiltration qui réponds à ces requises : le mot lombrifiltration a été forgé pour indiquer un filtre de type organique comprenant des vers de terre ou «lombriciennes ».

Toute cette aventure, je tiens à souligner, a commencé par hasard dans l'occasion de chercher le stage pour finir mes études.

J'exprime ici toute ma reconnaissance, ma sympathie et mon amitié à Monsieur M. Bouché, Directeur du Laboratoire de Zooécologie du sol de l'INRA, qui a bien voulu me recevoir dans son laboratoire dans le cadre de ce stage.

Je rappelle la disponibilité de monsieur Brissaud, directeur du laboratoire de GeofluidoBassin de l'eau.

J'adresse mes remerciements à Monsieur C. Joseph, Ingénieur au Laboratoire d'Hydrologie Mathématique, dont la collaboration, en tant qu'expert, fut précieuse.

Je remercie également Monsieur P. Soto qui m'a démontré comme travailler à l'ordinateur sans absorber technostress.

Je voudrais également rappeler mes copains de travaille, sans lesquelles je ne pouvais pas être capable d'arriver aux résultats dont je suis abouti : je mentionne Meyling, Jacques et Sebastien.

«The least but not the last », je remercie Monsieur J. Coma, professeur de Génie des Procédés à l'ISIM pour avoir me donné d'aide à la recherche de ce stage.

I Introduction

Depuis 3 janvier 1992, avec la Loi sur l'eau, le droit de l'eau en France a considérablement été enrichie ; surtout cette loi a donné plus de pouvoir aux collectivités locales.

C'est dans ce contexte qu'apparaît la petite commune de Combaillaux avec ses problèmes d'assainissement à résoudre.

En particulier les travaux d'aménagement qu'ont été réalisé dans le système d'assainissement de Combaillaux, dans la station du secteur des Sajolles, à la fin de mai 1998, ont prévu l'installation d'un dégrilleur, d'un poste de relevage avec une pompe, et d'un «lombrifiltre ».

Ce «lombrifiltre » est composée de 4 bacs et d'un système d'aspersion.

Tout l'ensemble représente un nouveau type de traitement d'épuration des eaux usées urbaines et domestiques.

Il s'agit d'un système pour l'épuration de la **ressource** eau usée, par filtration à travers un «lombrifiltre » : un dispositif d'un ensemble de couches, un des quelles est inoculé par de «lombrics » ou communément dites vers de terre.(fig. 1)

En plus ce système prends autour de son principe la réutilisation de l'eau traitée au niveau agricole, industrielle, municipale : tout ça après un traitement de désinfection de l'eau de sortie du filtre.

La réalisation de ce système démarre une étude complexe et complet à l'issue de valider ce nouveau procédé comme efficient et reproductible dans les même conditions biotiques et non.

Justement l'activité biologique des lombrics et de toute la biocénose présente dans le filtre influence positivement l'action bio-physico-chimique de ce dernier.

On sait déjà le travail mécanique des vers de terre qui améliorent la micro et la macro porosité du lombrifiltre.

La première garantie l'augmentation de la capacité de rétention de l'eau alors que la deuxième limite les phénomènes de pollution, ou d'**encrassement** du lombrifiltre.

En plus les vers de terre contribuent activement à stimuler l'activité microbienne.

Les paramètres qui varient sont plusieurs, alors devient un peu plus difficile gérer nos connaissances sur ce nouveau procédé.

Mais on peut simplifier le problème en s'approchant de la façon systémique à la saisie des données : c'est comme ça qu'on peut aboutir à quel qu'on appelera la théorie de la lombrifiltration.

Cette nouvelle technique a été importée par l'Hérault du Chili, en particulier en prenant comme modélé la station de Mellipilla.

Les réalisations de systèmes de lombrifiltration au Chili ont obtenu excellentes performances.

Au-delà de la station de Mellipilla (pas loin de Santiago), où se trouve une implantation pilote pour 1000 personnes qui fonctionne très bien, et au-delà de systèmes un peu plus petits pour habitations privées, qui travaillent au même niveau de la précédente, ils y ont autres systèmes pour 30-12000 e.h. dans tout le Chili.

Surtout on peut poser l'attention sur le fait que le types d'eaux traitées sont de différentes origines : eaux résiduaires de tomate (industrie de AGROZZI, 109 l/s, aire de 1,4 hectares), eaux résiduaires d'industries laiteries (Agricola Lechera

CHILOLAC, 400 m^3/j) ; et des nouvelles stations sont prévues dans les prochains mois, comme Temuco, Colina et «Nogales »(12000).

Pris confiance de la possibilité d'un bon fonctionnement de cette nouvelle technologie, nous chercherons de l'adapter aux conditions locales françaises et d'optimiser l'espèce de lombrics plus performante pour ce type de procédé.

II Présentation du lieu de la station

Les eaux usées de la population de Combaillaux sont traitées par deux stations d'épuration qui adopte deux différents types de procédés pour assainir la commune même.

On peut distinguer le secteur de Haute de la Fontaine et le secteur des Sajolles.

Ce dernier représenté l'ancien village de Combaillaux, avec ses 80 e.h..

En vérité on appelle le Sajolles l'ensemble des maisons qui se trouve sur le monticule en face cet ancien village. (fig. 3)

Alors on donne le nom de la Balagade au secteur qui pour simple commodité on appelle des Sajolles.

La raison de tout ça est que la station d'épuration se trouve plus proche aux Sajolles qu'à l'ancien village.

Dans les prochains mois les eaux usées des Sajolles seront collectées à la station, augmentant la population desservie jusqu'à 250 e.h..

2.1 Le pilote de Combaillaux

Afin de valider dans les conditions locales la technologie de la lombrifiltration en précisant certains mécanismes et en tirant tout le parti il a été décidé d'effectuer une unité pilote de petite dimension, plus flexible au niveau économique qu'une grosse unité et se prêtant aux mesures des mécanismes à préciser. La municipalité de Combaillaux s'est prêtée à cette validation avec l'espoir de promptement l'étendre à une unité de traitement plus importante qu'elle projette de réaliser, l'expérience acquise étant disponible d'abord localement et pour le département, mais évidemment, sous réserve d'adaptation à d'autres applications.

Les études en pilote branchés sur des situations concrètes : il s'agit à la fois de démontrer en situations réelles les performances des lombrifiltres et d'en optimiser la conception en les adaptant à des situations concrètes.

Par contre les études en modèles de laboratoire permettent de bien analyser les mécanismes pour en permettre l'optimisation en pilote.

2.2 Le pilote dans sa station : description de l'implantation et son schéma général

Le pilote de Combaillaux est implanté dans une station de traitement des eaux usées préexistantes autorisée, qui comporte :

a) un degrilleur
b) un décanteur digesteur
c) une chasse d'eau
d) une cuve de répartition
e) les lits à sables

Afin d'éviter d'obtenir une autorisation nouvelle, toujours difficile d'obtenir, pour un prototype, il a été décidé d'utiliser la totalité des eaux usées arrivant à cette installation préexistante, de la détourner sur notre nouveau procédé et quelle que soit la qualité des eaux épurées obtenues de "retraiter" inutilement des eaux par les lits à sables de cette installation préexistante.

Les eaux usées arrivent sur les installations par deux réseaux séparés ; l'un reçoit les eaux usées, l'autre les eaux pluviales. La station pilote (fig.2,4) est conçue pour traiter les eaux usées d'une partie de la population (le vieux village) Combaillaux, en comptant 80 habitants. La station est constituée de :

1) un dégrilleur
2) un poste de relevage
3) 4 lombrifiltres
4) une cuve de répartition
5) les lits à sable

1) Le dégrilleur est une installation de pretraitement permettant de retenir le MES (matière en suspension) grossières par une grille. Le dégrilleur est de type automatique vertical, avec un écartement des barreaux de la grille de 5 mm. Le fonctionnement de celle-ci est commandé de une armoire électrique placé dans un local. Ce local a été prévu également pour y faire les analyses et pour y garder les outils.
2) Après le dégrilleur on arrive, par une canalisation (ϕ=200 mm) au poste de relevage (ou cuve d'alimentation) (fig. 5). Dans cette cuve, faite de résine de fibres de verre, on a une électro-pompe submersible de 0,75 kW de puissance utile, qui monte l'eau au système hydraulique d'aspersion dans les 4 lombrifiltres. Celui-ci est composé d'un tuyau principal (ϕ=50 mm) alimentant des tuyaux de répartition (ϕ=25 mm) au nombre de un par lombrifiltre. Chacun est équipé d'une vanne permettant de régler le débit ce qui, nous permet au cours de l'année de faire varier à notre convenance la charge sur les lombrifiltres afin de déterminer leurs caractéristiques épuratoires. Un by-pass (ou canalisation de trop plein) permet de court-circuiter le reste de la station d'épuration en rejetant un débit d'eau excédentaire dû aux précipitations atmosphériques, directement dans le milieu naturel. La pompe est équipée de deux flotteurs servant de fin de course niveau haut et bas et elle est commandée par la même armoire électrique. Cette armoire régle aussi le fonctionnement d'un débitmètre électromagnétique qui est placé entre le poste de relevage et les lombrifiltres. Le débitmètre mesure le débit instantané par l'intermédiaire d'un afficheur électronique.
3) Les 4 lombrifiltres (fig. 6) sont composés de trois couches. La première couche (h =20 et 30 cm) est de lombricompost, la deuxième de sciure (h =50 cm) ; ces deux couches constituent la couche active séparée au fond par une toile plastique d'une couche de gravier (h =25 cm), ayant une granulométrie en variant entre 6 et 40 mm servant de drainage. L'aire de chaque bac est de 3,4 mètres carrés ; le bac contient deux électrodes ayant la fonction de mesurer les variations d'humidité en utilisant la méthode resistimetrique. A trois différents niveaux du substrat du bac, chacun correspondant à chaque couche du lombrifiltre (lombricompost, sciure et graviers) des tuyaux sortent latéralement pour permettre des analyses.
4) Les eaux lombrifiltrées sont acheminées via une canalisation vers une cuve pour se répartir dans les lits à sable de la filière décantation-digestion. Cette étape ne

sera plus ultérieurement utile, l'eau étant épurée par lombrifiltration, mais est reprise ici pour raison d'autorisation, comme justifié ci-dessus. Dans cette cuve de répartition se retrouve un by-pass qui à la même fonction que le premier.

5) L'installation préexistante à deux lits à sable, disposées à gauche et à droite de la cuve de répartition, de façon que quand un se colmate l'autre est capable de recevoir de l'eau pour la traiter. Les dimensionnes des lits à sable nous permet de traiter les eaux de 100 e.h.. Le procédé de traitement est l'infiltration-percolation ; elle garantit la qualité des rejets en attendant les résultats de notre étude. Après ce traitement l'eau se déverse dans le ruisseau (ou milieu récepteur en général) qui coule à coté de la station.

III - Objectifs du pilote : générales et spécifiques

Le pilote de Combaillaux a pour objectifs généraux :

1°) de créer une première réalisation française de lombrifiltration en situation réelle

2°) de constituer un outil de Recherche et Développement avec possibilité d'évaluer les paramètres de performance et de modifier certaines variables (débits, nature des couches actives, mode d'aspersion et de temporisation des aspersions, choix d'espèce lombricienne optimale, ...)

3°) de valider dans les conditions climatiques et socio économiques locales les acquis preliminaires obtenus au Chili.

4°) de constituer une plate-forme de démonstration et d'évaluation pour d'autres réalisations, à commencer par la future station d'épuration de Combaillaux, mais aussi au profit de département de l'Hérault, de la France et de l'étranger (voir China, Vietnam ou Italie).

On peut citer aussi des objectifs spécifiques qui se diffèrent des premières sur le plan des intéressés en jeux.

L'optimisation du lombrifiltre et en particulier du filtrage physique, de l'activité lombrico-microbienne, du mode d'aspersion et de la choix d'un taux journalier pour alimenter le lombrifiltre, c'est le plus important objectif spécifique.

Pour réaliser cet objectif on doit étudier les différentes couches composantes le lombrifiltre, l'hydraulique du filtre et l'action des vers de terre et des microorganismes.

Autre objectif à envisager c'est la biosurveillance des risques écotoxicologiques : analyse des cancérogènes, métaux lourds, etc. dans les vers de terre, qui sont soumis à se nourrir des refus des pre-traitements

En fait on prévoit de placer un bac de «lombricompostage » sur la station ayant le but de traiter ultérieurement la matière extraite du système d'épuration.

Seront les différentes espèces des vers qui avec leur action plus ou moins performante, transformeront le refus en vermicompost.(fig. 7)

IV Systémique de la lombrifiltration

Pour mieux comprendre l'approche systémique à l'étude de la «lombrifiltration » on doit préciser qu'est-ce qu'on entend pour système.

Le mot *système* prend son origine du mot grec *sustêma* qui ça veut dire assemblage ou composition ; au moins de deux éléments.

Ces éléments doivent être en relation entre eux, doivent être, dans un sol mot, *organisé*.

Si le système est l'ensemble des éléments organisé, la systémique est «la théorie des systèmes complexes »(Le Petite Robert, 1983).

4.1Concepts

De la définition donnée par J. de Rosnay (Le Macroscope), on peut dire que "*l'approche systémique est une methodologie qui permet de rassembler et d'organiser les connaissances en vue d'une plus grande efficacité de l'action*".

Une demarche holofuge , qui s'alloignet de l'entier, ça veut dire partir du global (= considerée dans sa complexité) pour arriver aux systèmes particulier, elle nous permet de exploiter nos connaissances sous formes utilisables.

C'est une demarche de type inductive que nous permet de constituer les types des étapes de traitement d'épuration des eaux usées, en partant de la synthèse pour arriver à l'analyse du système entier.

Chaque système est composée des objects (ou connaisssances) : dans chaque object sont presentes la matière, l'energie et l'information.

Un système est caracterisée pour le dynamisme des elements composants et par son evolution vers un but final.

Le système reel ou concret peut être decrit par les sciences exactes, comme la physique,la chimie et la biologie, ou être representé par des modeles, abstraites ou materieles.

Eusystème, naturel ou artificiel, c'est quel que nous appellons le concret descriptible par des caracteristiques bio/physico/chimique (Bouche, 1996).

A son tour, l'eusystème est composèe par des elements organisées entre eux, ou **compartiments**, ayants des **connexions** entre eux ;ces connexions sont representées par des **cinèses** portant sur des échanges ou transferts de matière, énergie et information.

Leur etude est fait par l'eusystémique: ça suffit d'^etre identifiable et connectable pour creer un système hierarchisé de sous-eusystème.

Les exigences de ces derniers sont l'identifiabilité et la connexité des composants.

Les **composants** sont de deux types: les compartiments et les cinéses.

Les cinéses sont des débits caracterisants l'entrée et la sortie de chacun compartiment: ce sont de quantités fonction d'un durée.

Existe une etroite relation entre les cinéses et l'état des compartiments: les premières modifient les deuxièmes, et les deuxièmes regulents les premières.

Les composants des eusystèmes sont donc caracterisé par leur connexité.

L'exterieur ou "son atour" est conceptualisé comme un compartiment connecte à l'eusystème considerée.

On peut tomber dans la non-connaissance si nous ne faisions bien attention au fait que la choix des composants implique l'identification de les mêmes: on doit savoir identifier le compartiments et mesurer les cinéses (entrée et sortie) entre eux.

Ça suffit d'être identifiable et connectable pour creer un système hierarchisé de sous-eusystème.

Tout système complexe est constitué d'une grande varieté d'élements possédant des fonctions specialisées.

Ces élements sont organisés en niveaux hiérarchiques internes.

Les différents niveaux, les différents éléments sont reliés par une grande varieté de liaisons, ce qui se traduit par une grande densité d'interconnexions.

La nature nous offre des systèmes vivants: ceux-ci sont des systèmes ouverts, et telles doivent être les systèmes pour se evoluer et vivre.

Etant bien entendu que un système ouvert peut rester en equilibre: alors on parle d'equilibre dynamique opposé à l'equilibre statique dans le cas de systèmes clos.

Lors de la présence d'une homme, celui-là a deux competences specifiques dans l'ensemble de le système: la premiére est l'energie physique et l'autre est quelle de capter et traiter les informations.

4.2 Le système : station pilote de Combaillaux

La station pilote de Combaillaux traite les eaux usées d'origine urbaine et domestique de son vieux village, ou autrement dite, le bourg des Sajolles.

Les capacités nominales de l'implantation ce référent à 100 e.h., mais ils sont destinés à augmenter jusqu'au desservir d'une population de 250 e.h., dans les mois prochains.

Le débit nominal instantané de la pompe qui aliment les lombrifiltres est de 15 m^3/h et la charge massique nominale est de 5.4 kg DBO_5/j.

Le système se compose de trois compartiments principaux : l'amont de la station, la station, et l'aval de la station.

La source de notre système sont les eaux usées des Sajolles : à partir de là on peut considérer système les trois compartiments liés entre eux par des échanges ou connexions.

Chaque compartiment a un état initial et un état final qui caractérise le temps et l'espace de l'action sur l'objet du système.

Ce dernier on peut le visualiser avec le traitement d'épuration des eaux usées envisagées.

« Source » extérieure du système est le village, considéré dans sa structure physique (maisons, mairie, fontaines, piscines etc.).

Après le système on a le «puits » extérieur : le milieu récepteur, qui dans notre cas est le ruisseau qui coule à coté la station.

On peut envisager que ces deux termes «source et puits» généralement nous font mieux comprendre la systémique.

Dans le cas de notre étude n'existe pas des sources ou des puits où l'eau disparaît.

Le procédé de lombrifiltration fait la partie d'un plus grand procédé qu'est le «cycle d'eau ».

Mais en général peut être un terrain (irrigation de type agricole), une industrie (recyclage industriel) ou une agglomération quelconque (re-usage municipaux et domestique), ou encore une nappe souterraine (afin de pousser les eaux salines avec des eaux douces), etc....

Hors du système on peut considérer aussi, si besoin est, les conséquences agro-environmentales ; mais ça est une question qu'on peut discuter seulement à la fin de ça dissertation.

Ce qu'on a juste décrit est un **systemon** (Bouché, 1990), ou pour mieux dire un système ou eusystème unique échangeant avec son extérieur.

Par contre chacun systèmon initial peut être formalisée comme un compartiment d'un systèmon de niveau supérieur.

En pratique donc l'eusystème devient un modèle à compartiments, et dans ces compartiments on peut analyser encore un eusystème.

Alors les trois compartiments initiaux de la station pilote de Combaillaux peuvent devenir chacun des eusystéms et ses respectifs compartiments devenir à son tour eusystèms, jusqu'à on arrive à former une véritable hiérarchie eusystémique de sous-eusystèmes.

En analysant **le système amont de la station**, on peut reconnaître comme objet, toujours les eaux usées du village, et comme action qui s'exerce sur eux, leur transport.

Quand on parle de transport on entend le changement de lieu, caractéristique de et dans l'éspace.

La chose plus important à souligner dans ce système est le concept de transformation de notre objet quand le temps change.

Nous distinguons 3 compartiments dans ce sous-système : une première est le réseau collectif des eaux à traiter, un deuxième s'intéresse au poste de refoulement et un dernier troisième aux tuyaux d'adduction à la véritable station.

Les connexions existant entre eux sont dues au flux même des eaux résiduaires et sont mesurables à n'importe quel niveau.

Chaque compartiment est caractérisé d'un état des eaux usées, qui peut changer ou se maintenir.

En précisant que le but de l'analyse de ce système est d'alimenter la station avec des eaux qui contient des paramètres correspondants aux meilleures conditions de vie pour l'espèce de vers de terre inoculée dans le filtre, on essaye de mesurer la sortie de ce système pour connaître l'entrée du système de la station.

Le réseau d'assainissement, évacuant des eaux usées ou/et des eaux pluviales est un ensemble complexe de canalisations destinées à la collecte et sélection des effluents, au transport, à l'admission et relevage des eaux, à la protection du réseau, au stockage et évacuation du réseau, à déboucher dans le milieu naturel et à faire des mesures.

Tout ce réseau ne doit guère varier l'état physico bio-chimique des eaux à traiter.

Dans notre cas les caractéristiques optimales des eaux pour un état reproduisant des lombrics doivent être référées aux températures (10° 30°C), conditions aérobiques (mesure d'oxygène libre dissous), ph neutre, présence de matière organique disponible et absence des toxiques.

On entend toxique tout ce qui est nuisible aux vers de terre, en commençant avec les sels.

L'état initial des eaux usées qui doivent être traitées par la technique de la lombrifiltration c'est une première information qu'on peut stocker sans la transformer.

Cette information fait l'objet de l'action du système lombrifiltration pour l'épuration des eaux.

Alors on considère la station comme un gros compartiment avec une entrée (état initial des eaux) et une sortie (état final «souhaitée » des eaux traitées).

Les eaux qui entrent dans la station peuvent avoir des caractéristiques variables mais non excédantes certaines valeurs.

Il faut que l'oxygéne dissous O_2, la Température, le Ph, le Potentiel Redox et les substances toxiques pour les vers de terre soient mesurable et aient des valeurs acceptables.

Nous expliquerons plus avant qu'est que nous entendons pour «acceptable ».

En analysant **le système aval de la station** on s'aperçu qu'il faut absolument que les eaux traitées qui entrent dans ce système soient conformes aux réglementations : surtout il faut poser notre attention sur la présence des microorganismes pathogènes.

Ce système est composé de plusieurs sous-système comme : usage de l'eau traitée pour l'irrigation des champs agricoles, recyclage industrielle, utilisation des eaux au niveau municipale et domestique, avec les justes précautions.

Après avoir classifié ces sous-systèmes qu'on peut appeler classiques, on envisage de réutiliser l'eau pour pousser l'eau salée, qui vient de la mer, par le moyen des nappes phréatiques, ou penser alimenter directement des nappes captive.

Le système station pour le traitement des eaux usées par lombrifiltration contient trois compartiments : le pre-traitement, le traitement de lombrifiltration, le post- traitement.

4.2.1 Le sous-système de pre-traitement

Le pre-traitement est la première phase du traitement et il consiste à retenir les déchets grossiers présentes dans les eaux, afin de faciliter et de rendre mécaniquement possible les procédés suivants.

En particulier, ça dépende de l'échelle de la station d'épuration, les étapes du procédé aval peuvent être d'origine différente : poste de relevage des eaux avec une pompe non dilaceratrice, réseau d'aspersion aux bacs rectangulaires du lombrifiltre, traitement de désinfection ou abattement microbien.

Dans **le sous-système des éliminations des éléments grossiers** on peut individualiser trois compartiments, dont la première est à son tour constitué de deux compartiments.

Le degrillage et la dilacération forment le premier compartiment du trois.

Quel que soit le type de filière de traitement utilisé, les eaux résiduaires doivent subir à l'arrivée à la station d'épuration un degrillage afin de retenir les matières grossières.

Tout ça est fait par un dégrilleur, dont l'espace entre les barreaux est fonction du type des eaux à traiter.

Il va de 5 mm jusqu'à 50 mm, pour le type de dégrilleur qu'on a installé dans le pilote.

On peut considérer une pregrille dans le cas on ait à craindre l'entrée de matières très grosses.

Il faut dimensionner la grille de la façon que la vitesse de passage sur les débits moyen entre les barreaux soit de l'ordre de 0,6 à 1 m/s jusqu'à 1,4 m/s en débit de pointe.

La dilacération évite l'utilisation d'un dégrillage parce que son but est, comme son nom l'indique, de dilacérer les matières grossières contenues dans les eaux usées.

Le deuxième compartiment du sous-système des éliminations des éléments grossières est formé du tamisage.

Le tamisage est une technique de filtration sur toile, tôle perforée ou sur treillis métallique.

C'est rare qu'on puisse rencontrer cette technique dans les traitements classiques en eau urbaine.

Son emploi peut être justifié pour éviter le colmatage dans les configurations de type décantation physico-chimique-biofiltre, ou devient obligatoire pour les traitements des eaux résiduaires d'industries agro—alimentaires (= conserveries, laiteries, industrie d'huile, etc.).

La notre application pour la lombrifiltration a le but d'effectuer un pré-traitement de «calibrage » éliminant les éléments obstructifs qui puissent permettre un fonctionnement normal de l'aspersion dans le lombrifiltre.

Dernier compartiment du sous-système de pre-traitement des eaux usées, avant d'atteindre le lombrifiltre, c'est le dessablage.

Le but de ce traitement c'est d'éliminer les matières lourdes de granulométrie supérieure à environ 200 microns : réalisé par décantation, les sables contiennent toujours une quantité importante de matières organiques qui en font un résidu polluant et fermentescible.

Dans les traitements classiques il existe un quatrième compartiment nommé dégraissage : dans notre cas l'èlimination des corps flottants, comme graisses, fibres, poils, papiers, mais, carottes, etc., par densité ou entraînement gazeux, n'est pas nécessaire.

Cette opération est inutile, voire nuisible : le filtre organique du lombrifiltre assure cette élimination par adsorption lipophile et les lombriciens associés aux micro-organismes utilisent ces corps gras pour leur croissance et les dégradent (Milhau et Vignoles, 1984).

On prescient que l'avantage dû à la non-élimination de ces résidus extrêmement polluant est partiel : en réalité leur présence dans le lombrifiltre entraîne une dégradation des mécanismes de transfert d'oxygène.

On a vu que l'oxygène libre dissous c'est un de facteurs limitant l'action des vers de terre et en conséquence le bon fonctionnement du filtre.

4.2.2 Le sous-système de traitement : la théorie de la lombrifiltration.

La lombrifiltration c'est une nouvelle technique qui nous permet d'assainir les eaux résiduaires de n'importe quelle origine.

C'est un traitement au fil de l'eau : ça veut dire élimination de temps de stockage de l'eau et des bassins traitables procédés à long terme.

Les eaux usées qui arrivent dans le lombrifiltre, après un temps de rétention du aux traversée de l'eau dans le filtre avec des vitesses de l'ordre de m/h, sortent par un système de drainage classique qui facilite la collecte et l'evacuation de ce lombrifiltrat brut.

Une fois que l'eau arrive dans le filtre d'une manière uniforme sur toute sa surface, la lombrifiltration devient le procédé selon lequel, par une action physique biologique et chimique du filtre et des êtres vivants présentes dans celui-là, les déchets liquides sont traités à l'issue de s'accorder avec les normes sur les niveaux des rejets.

Le filtre à flux descendant utilise des différents matériaux filtrant : ça dépende des résultats qu'on souhaite avoir, et, en même temps, de la cohérence scientifique des matériaux.

La lombrifiltration se serve d'un filtre composé de trois couches de matériaux filtrants.

En bas on met des matériaux de drainage pour rendre aisée la sortie des eaux du filtre : cailloux, graviers ou galets, plus grosses au fond et toujours plus petites au fur et au mesure qu'on monte dans le filtre.

La couche du milieu, juste posée sur le système de drainage par un grillage de plastique a la fonction de **réservoir de matière.**
On doit préciser que la taille du grillage plastique qui se trouve entre les couches a été teste au laboratoire avec des billes de verre pour aboutir à une taille que ne soit pas trop petite pour que les vers puissent passer d'une couche à l'autre et pas trop grande pour faire passer le remplissage de chaque couche.

La couche se compose de sciure et des copeaux de bois, matière organique très adsorbable, qui a la fonction de faire de support à la nourriture pour les vers, en particulier, et pour les microorganismes en général.

L'éspéce de bois qu'on a utilisé à Combaillaux c'est du chêne : ça couleur est blanche, contenant peu de tanin hydrosoluble par rapport à une couleur plus brune, mais ayant le défaut d'être plus putrescible.

Une matière peu putrescible permet d'espacer les apports d'entretien.

Attention à n'utiliser pas de la sciure noire qui contient du tannin. Sinon il faut attendre un peu que la sure se lave, avant de commencer à prendre les analyses.

Surtout il y aura un problème au niveau de l'étape de désinfection, s'on décide de placer un traitement U.V. : pour faire fonctionner à la perfection les U.V. il faut que l'eau soit propre ou n'ait pas de turbidité tel que les rayons U.V. la peuvent traverser : avec le tannin (colorant) dans l'eau ça ce n'est pas possible.

Cette couche fait la partie active du lombrifiltre avec la couche supérieure de lombricompost : en fait au départ cette couche là c'est du terreau, mais après les lombrics la transforment en une matière organique partiellement stabilisée ou compost, qui continue à se stabiliser quand les conditions redeviennent favorables.

Compost c'est l'engrais formé par le mélange fermenté de débris organiques avec des matières minérales : humus c'est la terre formée par la décomposition des végétaux.... Terre brune ou noirâtre qui est sur la surface de la terre.

Il existe comme matière amorphe ou colloïdale : en particulier notre filtre est beaucoup friable autant qu'il y a plus matière organique.

Les propriétés sont une cohésion pas élevée et une plasticité continue.

Autre caractéristique de ce type de terreau c'est la porosité due à l'espace qui se forme entre les particules composantes les agrégats.

Tout ça constitue un avantage pour l'infiltration de l'eau, grâce à sa porosité et à sa structure («gumming effect ») : en plus c'est remarquable la haute capacité de rétention de l'eau qui possède cette forme nouvelle de terreau

Le vers de terre, comme des saprophages, se nourrissent des débris organiques (d'origine animale et végétale) en plusieurs étapes de décomposition et incorporation dans le sol.

Le corps de la nourriture avalée est composée de tissu de plante morte, microorganismes vivantes, fungi, microfauna et mesofauna et leurs tissus morts.

Avantage de la formation de lombricompost c'est les valeurs très élevées de la siccité (40-70 %), de réduire fortement la présence d'odeurs et de conférer au résidu un statut d 'amendement organique.

On connaît que les lombrics sont réglés d'une action biologique cyclique qui leur permet, pendant les 24H de la journée, de descendre dans la couche de sciure et de remonter, mélangent les premières deux couches.
Ça dépende les conditions d'humidité ou de disponibilité de nourriture ils descendent pour se fraîchir ou montent presque en surface pour se nourrir.
Il ne faut pas oublier que les vers se distinguent dans trois catégories : les épigés, les endogés et les anéciques.

Notre espèce fait partie des épigés, ça veut dire des vers de terre qui restent quelque centimètre au-dessous de la surface du lombrifiltre : on utilise des Eisenia Fetida Andrei (fig. 8) pour notre début d'expérimentation mais au fur et au mesure qu'on commence à travailler on peut envisager des changements d'espèce à l'issue d'élever l'efficience du procédé.

On a démontré que des différences, soit au niveau écologique soit auquel biochimique, existent entre les deux espèces de *Eisenia Fetida* : la première s'appelle *Eisenia Foetida Foetida* et l'autre *Eisenia Andrei* (Bouchè, 1972).

Communément ils sont appelés *E. Fetida* et *E. Andrei* : ils se distinguent par la pigmentation.

L'*E.Fetida* est rayé, n'ayant pas pigment l'aire atour la rainure segmentale, et apparaissant jaune ou pâle.

L'*E.Andrei*, l'autre espèce, est pigmenté uniformément sur sa surface dorsale sans montrer rayés et le commun nom de «rouge » a été assigné à ce vers là.

Les deux espèces produisent les numéros similaires de cocons, mais leur fertilité est réduite dans le cas d'accouplement inter et intra-espècifique.

La chorologie de l'Eisenia Fetida Andrei c'est le méridione de la France malgré on peut l'observer aussi à Versailles (par exemple)en compagnie d'autres espèces méridionales.

Eisenia fetida andrei est peut être présent en Italie.

Le plus important paramètre abiotique dont on a besoin les vers de terre pour ce bien reproduire est l'humidité.

Une juste valeur d'humidité aide le vers de terre à respirer, en diffusant les gazes à travers le «body wall », la partie extérieure du vers de terre.

Les mécanismes de conservation de l'eau ne sont pas très développés dans les lombriciennes, en général ; la majore partie de l'eau est perdue par les urines.

Une autre important facteur abiotique c'est la température : les vers de terre peuvent vivre à des expositions pour longtemps à des températures comprises entre 0 °C et 35 °C.

En hiver le procédé perde beaucoup de son efficience : le problème c'est que les vers de terre mangent moins et surtout, question plus important, ne se reproduisent plus avec la même puissance d'avant.

Ce qu'on appelle la diapause des vers de terre : ça se manifeste quand il y a froid ou secheresse ou quand il n'y a pas la nourriture.(fig. 9)

C'est pour ça qu'on se dépêche à faire marcher la station maintenant dans l'été : on a besoin des données quand la température est plus haute pour apprécier au maximum les performances des vers.

On a placé de thermomètres dans les bacs et on a relevé des températures qui varient entre 22 et 30 °C à Combaillaux.

On prévoit qu'on peut couvrir les bacs pendant l'hiver pour maintenir la température des eaux d'arrivée : ces derniers atteignent la station avec des températures qui varient atour de 20 °C.

L'échange dû à la respiration

Le Ph ce n'est pas un facteur limitant s'il se maintient proche à l'intervalle de Ph qu'on peut enregistrer dans le sol.

Les potentiels Redox, qui est une mesure de balance entre des conditions oxydantes et redisant, apparentement il est important pour surveiller l'abundance et la survivance des vers.

La lumière c'est un facteur nuisance les lombriciennes, elle peut les tuer.

Surtout les UV (ultra-violet) du soleil sont très létales ; après une forte pluie, beaucoup des vers sont trouvés morts sur la surface car ils sont tués par les UV du soleil.

C'est bien de préciser que sont les UV du soleil à être létal : en général, faibles intensités de UV sont supportables par le vers, et cette tolérance grandit avec la pigmentation.

La raison qu'ils sortent à la surface c'est, peut être, parce qu'il eux manque l'oxygène ou pour l'acidification de l'eau due à la croissance de la CO_2 dissoute.

Les vers sont capables de supporter une brief période d'anaérobiose, en utilisant le glycogène emmagasiné ; le glycogène est une substance glucidique de structure semblable à celle de l'amidon, formant une réserve importante de glucose pour l'organisme humain et animal.

On rappelle que la condition optimale des paramètres abiotiques, quelle la température ou l'humidité pour les vers, est référée toujours au type de vers, ce n'est pas absolu.

4.2.3 Le sous-système de post-traitement

Ce sous-système a le but de corriger, encore plus fortement, les paramètres d'entrée à l'issue de rejeter dans le milieu récepteur, quel que soit, des eaux traitées autorisées par les normes.

La Direction européenne du 21 mai 1991 redéfini des nouveaux niveaux de rejets. (Annexe 1)

Les grandeurs caractérisant la pollution sont :

- La demande en oxygène de l'effluent (DBO_5 et DCO)
- La pollution particulier (MES)
- Les éléments fertilisants (azote ou phosphore).

Le seule control de ces paramétres ci-dessus n'est pas suffisante pour re-utiliser l'eau de sortie du lombrifiltre pour n'importe quel but.

La présence des microorganismes dans les eaux résiduaires est difficile à évaluer ; en plus elle représente une seriouse menace à la qualité sanitaire des eaux traitées d'une station d'épuration.

La difficulté dans l'enumeration de ces microorganismes nait du fait qu'ils sont souvent agrégées entre eux ou adsorbés sur des matières solides en suspension.

Les microorganismes sont beaucoup variables en concentrations mais encore plus en éspèces.

Alors on prends comme valeurs guide les nombres des Coliformes totaux et de Streptocoques fécaux : ils doivent atteindre des valeurs de 100/100 ml.

Au départ, avant du traitement des eaux résiduaires urbaines, on a de 10^7 à 10^9/100 ml, de Coliformes totaux et de 10^6 à 10^7/100 ml, de Streptocoques fécaux.

En considérant que les traitements classiques et aussi la lombrifiltration atteignent un maximum de une à deux unité Log d'abattement, on est obligé de mettre en place un traitement de désinfection.

On connait plusieurs types de procédés de désinfection : par précipitation physico-chimique, lagunage, infiltration-percolation, chloration, oxydation avec ozone,H_2O_2 ou acide péracétique, et enfin par les « futuristiques » filtrations par membranes (voir Ultrafiltration).

Mais seulement un traitement de désinfection nous permet d'etre cohérente avec la « philosophie » de notre procédé.

La lombrifiltration c'est un traitement au fil de l'eau : les traitements de désinfection par radiations, soit U.V. soit irradiations, permettent de continuer à travailler au fil de l'eau. (Fig. 10)

Tout ça nous evite gros temps de séjour (lagunage), formation de sous-produits nuisibles (oxydation et chloration), ou une efficacité pas trop élévée (infiltration-percolation et précipitation physico-chimique).

En disant d'abord que les radiations par faisceaux d'électrons n'est pas économiquement aujourdh'ui, les U.V. est un traitement avantageuse.

Les lampes à mercure basse pression ont une durée de vie de 7 à 8000 heures.

Par contre les U.V. ont leur performance liées à la qualité d'eau qui sorte du lombrifiltre : en effet la présence des matières en suspension altere la pénetration des rajonnements et de conséquence limite leur pouvoir germicide.

V Problèmes et Solutions : le travail d'équipe

5.1 Problème au départ (premiers résultats et suivi du débit)

Depuis ma première visite à la station de Combaillaux sont déjà passé six mois.

Un bon travail a été fait avant du mois de février 1999 : des premiers résultats dans les analyses des les eaux de sortie des lombrifiltres ont été obtenus :

Outil indispensable pour mettre en route la station est le suivi du débit que S.A.T.E.S.E. a conduit dans l'octobre 1991. (Annexe II)

Quand j'ai commencé mon stage, le problème principal du pilote était l'aspersion : on a trouvé que les tuyaux qui devaient garantir l'écoulement des eaux à travers des lumières de 5 mm, deux pour chaque tuyaux, étaient tous bouchés.

On a dit que les eaux usées étaient trop chargées en papier de toilette : le papier produisait deux types de problèmes : le bouchage des tuyaux d'aspersion et le colmatage, par dessèchement de le même, du lombrifiltre.

On a vu que pour résoudre ce problème l'installation d'un dégrilleur c'était inutile, en tant que les espaces sur les cotés entre le béton et les barres c'est plus grand de 5mm.; mais la raison principale de mal fonctionnement ce n'était pas ça.

En effet le major parti du papier est dissous dans les eaux : on avait mesurer la taille plus petite du papier au microscope et on avait trouvé des valeurs très petites.

La taille des fibres cellulose du papier hygiénique c'est de 0.02-0.04 mm de diamètre et de 0.1 mm.

En plus la présence de coton hydrophile, fil, cheveux, morceaux de cigarettes, mais, tomate, carottes et autres types de végétaux, débris de plantes ou arbres amont la station, a nous fait comprendre que le problème du papier c'était marginal.

En regardant la façon dont les eaux sortaient dans les lumières on a compris que la pression de la pompe de relevage jouait un rôle fondamental.

Toute la matière organique qui passaient à travers les barres du dégrilleur, pouvait avoir une taille majeure de 5 mm en considérant la dimensionne au sens verticale des barres même : après cette matière s'accumulait au bout de chaque tuyau jusqu'à obstruer la lumière plus extérieure par rapport au tuyau central d'alimentation.

On avait besoin d'une étape de pre-traitement qui arrêtait réellement les objets de taille supérieure à 5 mm.

Mais malheureusement on a trouvé le pilote déjà construit et aurait été impossible, pour les économies du projet, de varier avec des travaux de maçonnerie une installation qui a été fait sur la ligne de traitement classique pour l'épuration des eaux usées urbaines, sans penser au nouveau procédé de lombrifiltration.

La pression dans les premiers tuyaux, et plus importante dans les lumières proches le tuyau central, c'était plus que dans les autres : alors on a noté un fonctionnement à «cône ».

Le problème de dimensionnement du réseau d'aspersion était la première chose à faire.

Pour atteindre ce but on a sur dimensionné le tuyau central à l'issue d'avoir la même charge hydraulique au départ et à la fin.

En iterant les calculs, en utilisant la caractéristique de la pompe (Annexe III) et les formules des pertes de charge unitaire pour les tuyaux de PVC :

$$J= 0.000831*Q^{1.75}*D^{-4.75}$$

Avec Q, débit en m^3/s
D, diamètre en m

et quelles pour les pertes de charge localisées dans les lumières :

$$H_i= q_i^2/A^2*2*g \qquad i= \text{i-sième lumière}$$

Avec $q_i=\mu*A*(2*g*H_i)^{0.5}$
A= section de la lumière
μ= coefficient

on est abouti au tableau suivant de dimensionnement. (Annexe 2)
Mais quand on a dimensionné correctement le réseau d'aspersion on s'est aperçu que le problème lié au bouchage de tuyaux était toujours là.

5.2 Résolution du problème d'aspersion

Le problème principal c'est toujours le même : comment on fait arriver les eaux dans les bacs dans une manière plus uniforme possible sur toute la surface ?
Les nombreuses réunions et discussions qu'ont été faites, nous ont conduites à l'idée de mettre en place une crépine qu'arrête toutes les matières plus grandes de 2mm : ça veut dire qu'arrive moins de papier à l'aspersion.
On a place une poubelle directement dans le tuyau d'entrée de le poste de relevage, où se trouve la pompe pour l'aspersion.
Après on a fait des fenêtres sur les cotés et on a mis des crépines pour tamiser (ou filtrer les eaux d'arrivée) ; dans la même poubelle on a prévu de mettre une autre pompe de type différent : une Vortex qui aspire les sédiments qui forcement se doivent accumuler dans le fond et les envoi dans l'autre filière de la station (décanteur-digesteur).
On rappelle l'intéressante expérience du dessabler artisanale qu'on a placé dans le premier compartiment du dégrilleur : on a visualisé que la plus parte de matière organique est arrête par le moyen d'une pièce de bois mise sur la section de sortie de ce compartiment.
L'introduction de cette étape de dessablage dans une station qui traite les eaux usées par lombrifiltration est indispensable, si on veut améliorer la performance du procédé.
Alors en pratique la pompe de la cuve dirige les eaux "propres" (voir «calibrées ») au réseau d'aspersion.
Ce dernier est composé d'un tuyau pour chaque bac au bout de lequel se trouve un aspersoir type hélicoïdal qui asperge sur des surfaces rondes.
On doit préparer le protocole pour alimenter les bacs dans quatre façons différentes : le but de ça est de réduire au maximum les surfaces de bacs en jeux.

5.3 Mis en place des colonnes expérimentales

Dans l'attente d'un lombrifitre fonctionnel des recherches sur colonne ont été entreprises.(fig. 11)

A) Protocole

Le travail expérimental à pour buts :

- D'étudier l'influence de la charge organique dans le rendement du lombrifiltre.
- D'étudier les mécanismes d'élimination de l'azote.
- D'étudier les mécanismes d'élimination du phosphore.
- D'étudier l'influence du régime d'alimentation.

On mesure différentes variables que permettront d'atteindre les objectifs recherchés, dans deux colonnes installées à la Station de Combaillaux. Les colonnes ont la même composition que les lombrifiltres du pilote. (Annexe 3)

Les variables mesurées permettent le contrôle de la qualité des eaux usées: oxygène dissous, nitrites, nitrates, azote total, azote ammoniacal, les matières en suspension, demande chimique en oxygène, turbidité, orthophosphates et concentrations gazeuses dedans les colonnes (O_2, N_2 et CO_2).

Le travail est divisé en quatre étapes qui se succèdent :

---

1) Comparaison des états initiaux/états finaux de la colonne-lombrifiltre
   - Estimation du peuplement et lombricien initial : cocons, juvéniles, adultes.
     3 stades de développement * 2 quantifications = 6 séries d'analyses.

   - Composition en matière organique totale : azote, phosphore.
     2 variantes à 2 dates = 4 séries d'analyses.

La mesure de la population lombricienne se fera en utilisant un extracteur de vers de terre par le courant électrique, appareil léger de faible encombrement permettant une récolte rapide d'animaux en bon état anatomique et physiologique sans perturbation de l'état physique du sol (les animaux sont extraits, quantifiés et remis en place).

Autres techniques peuvent être utilisées pour extraire les vers de terre : on a essayé de mettre du sel à la concentration de 5 mg/l mais les vers ne sont pas sortie.

L'introduction de Formol dans la quantité de 25 mg/10 l c'est encore autre technique qui a déjà obtenu son succes.

La quantification de la population donnera l'information sur son développement qui dépend notamment des caractéristiques du climat et de l'alimentation.

La composition en phosphore de la matière organique totale initiale et finale indiquera s'il y a concentration de ce contaminant dans le lombrifiltre.

2) Suivi continu des variables :
   - Température
   - Débit d'eau d'entrée
   - Débit d'eau de sortie
   - ph

Pour faire ces mesures on se dispose de thermomètres et ph-mètre ; les débits seront contrôlés par mesure de volumes.

3) Etude comparative des changements des caractéristiques aqueuses
Durée : 3 mois complètes, 1 fois pour semaine : 24 dates (deux colonnes)
1 eau d'entrée + 1 eau de sortie = 2 analyses sur prise quotidienne moyenne

MES (matières en suspension), DCO (demande chimique en oxygène), N (ammoniacal, nitrates, nitrites, Kjeldhal), P (orthophosphates), O_2 dissous.

7 analyses * 48 dates = 336 unités d'échantillonnage.

On dispose de méthodes analytiques pour l'étude de ces paramètres biochimiques et de une oxy-thermometre type O2T-CE pour la mesure de l'oxygène dissous.

4) Etude des mécanismes par :
- Suivi des populations lombriciennes, à la fin, une fois pour mois.
- Composition de la phase gazeuse dans les colonnes. Mesure O_2, N_2 et CO_2 dans les trois niveaux du lombrifiltre. 1 fois pour semaine. Pour déterminer la composition de la phase gazeuse on utilisera l'analyseur de gaz à infrarouge GA 94 (Geotechnical Instruments), qui a été envoyé à son distributeur pour réaliser une recalibrage simple.

B) Condition d'opération

- Lombrifiltre circulaire de 0.4 m. de diamètre (D) et profondeur 1.2 m. (H)

- Débit (Q) :

$Q = T * A$

où T = taux = 1 m^3/m^2/jour

A = aire du lombrifiltre = pi * $D^2/4$

$Q = 0.126\ m^3$/jour = 87.5 ml/min.

Q_{batch} = 5.25 l/5min = 1.05 l/min

- Nombre de lombrics :

La première epreuve de suivre la population lombriciennes a nous porté les résultats suivantes :

405 par litre de lombricompost (Annexe 4)

On met sur les colonnes la même concentration de lombrics qu'il y a dans les bacs de la station.

5.5 Le travail d'équipe (Bouché, 1999)

La difficulté qu'est apparue au cours de l'implantation du pilote de Combaillaux cest plutôt d'ordre structurelle liée à la dispersio-diverdité des responsabilité.

La richesse même des coopérations initiales a entraîné 1), et **c'est une condition essentielle de succès,** une approche simultanément socio-économique permettant de définir une stratégie par rapport aux demandes sociales, une recherche développement avec les meilleures compétences disponibles et un transfert de connaissances (savoir-faire et acquis fondamentaux) entre participants franco-chiliens, 2), et **ceci a été sous estimé** une dispersion de décideurs au niveau laboratoire, organisationnel, communal, etc.

Chacun était motivé et percevait avec pertinence la partie du problème qu'il appréhendait mais chacun percevait mal les problèmes non pris en compte ou peu pris en compte à un autre niveau faute d'une vision globale.

Certains problèmes sont restés sans solution ce qui a induit quelques carences et retards. Ceci étant aggravé par l'absence de personnel stable se consacrant aux travaux (stage étudiants, C.D.D.). Ainsi la réalisation du gros œuvre, trop tardive, n'a pas permis d'attribuer les étudiants liés au rythme universitaire au projet au printemps 1998. Aussi, un «détail » aux yeux de certains, l'absence d'un calibrage contrôlé des éléments solides envoyés dans les asperseurs a été négligé ou sous estimé. Le projet initial incluait un tel calibrage (par broyage) mais l'absence de matériels industriels du commerce adéquats pour telle petite unité a conduit :

1) à écarter cette exigence dont l'utilité a échappé aux réalisateurs

2) à rechercher ensuite des «solutions » pour tourner la difficulté ainsi crée en créant d'autres problèmes sans résoudre cette carence. Il n'y a eu que perte de l'aspersion fine et homogène nécessaire sans pourtant obtenir un non-colmatage par les solides non criblés.

3) **En conséquence** deux solutions ont été apportées :

a) La création d'un comité de pilotage :

Marcel Bouché (Laboratoire de Zooécologie du sol-INRA)
François Brissaud (Laboratoire de Géofluides Bassins Eau –UM2)
Dario Di Gangi (Stagiaire ISIM-INRA)
Sebastien Fonbonne (Association VERSeau)
Rodolphe Gendre (Municipalité de Combaillaux)
Christian Joseph (Laboratoire de Géofluides Bassins Eau –UM2)
Meyling Lay-Son (Stagiaire DEA-UM2)
Yvon Rivière (S.A.T.E.S.E.-Hérault)
Jacques Serrane (Municipalité de Combaillaux)
Patricio Soto (Laboratoire de Zooécologie du sol-INRA)

désignant **un responsable** (Sébastien Fonbonne) devant s'assurer de la cohérence des diverses propositions, initiatives et solutions proposées. Le présent rapport fournit à Sébastien Fonbonne la première vision d'ensemble (chap.3, 4, 5) sur l'enchaînement des opérations. Cet enchaînement exige que toute modification dans la chaîne des opérations soit évaluée quant à ses conséquences ultérieures. Beaucoup de temps a été perdu par cette incapacité d'intégrer l'ensemble des intéractions.

b) La rédaction d'un document de synthèse et futur article de synthèse par M. Bouché et P. Soto (Doc. Pédozoologique et Intégrologique, 5,4,) détaillant le pourquoi et le comment, l'historique et le développement, etc.

VI Résultats, interprétation : possible optimisation et entretien

En l'état actuel nous disposons de la connaissance pratique de mise en oeuvre à Mellipilla (région de Santiago, Chili), à Combaillaux et en autres, plus ou moins petites implantations au Chili.

Depuis deux années, on connait l'efficacité de la lombrifiltration et sa maintenance à Mellipilla.

A Combaillaux on a les résultats au niveau des colonnes expérimentales actuellement : on note aussi que ces résultats il faut le prendre avec les pinces, pour utiliser une expression typique italienne.

Les defauts de l'expérimentation sont du au manque d'expérience dans le nouveau sujet, à la présence de voleurs à la station qui n'a nous permet de conduire les analyses en manière continue, mais surtout à la mal interpretation des résultats.

Quand meme on peut commencer à apprecier la validité du procédé en regardant, avec beaucoup d'attention, les graphiques qui se référrent aux résultats prises sur les colonnes expérimentales. (Annexe 6)

Maintenant qu'on a mis en route la vraie lombrifiltration, on envisage de prendre les premières analyses à la sortie des bacs à la fin du mois d'aout.

L'interpretation de ses résultats nous amenera à mieux comprendre les mécanismes d'abattement des paramétres de pollution dans la couche « active ».

VII Conclusions

Ce travail nous a démontré les difficultés engendrées lorsqu'un nouveau procédé doit être étudié et surtout adopté dans les conditions socio-économiques existantes. Les contrastes entre les diverses parties en jeux, à mon avis ont augmenté l'intérêt pour la lombrifiltration : par contre ont ralenti le développement de l'expérimentation.

Les premières analyses dans les bacs nous amèneront vers la compréhension des mécanismes qu'ils s'agitent au milieu du lombrifiltre.

L'avantage de la validation de ce procédé au niveau internationale est visible : Pas de boues à traiter, surface d'implantation plus modeste, traitement au fil de l'eau avec de temps de séjour presque inexistant, réutilisation des eaux de sortie, pas d'odeurs.

Je me souhaite de continuer ce travail dans les mois prochains : sinon il me restera pour toujours la passion du travail d'équipe, acquise pendant la durée de ce stage

VIII Références Bibliographiques

Anderson, J. M., P. Ineson e S. A. Huish, 1983 – THE EFFECTS OF ANIMAL FEEDING ACTIVITIES ON ELEMENT RELEASE FROM DECIDUOUS FOREST LITTER AND SOIL ORGANIC MATTER. *In* « New Trends In Soil Biology VIII Colloque ».

Bernard, J., 1992 –APPROCHE SYSTEMIQUE DE L'ENTREPRISE ET SON INFORMATISATION. Masson, Paris Milan Barcelone Bonn, 25-44.

Bouché, M.B., 1996 – INTEGROLOGIE L'addressage des connaissances ou le doigt sur la plaie. M.B. Bouché, Montpellier, 49-71.

Bouché, M.B., 1972 – LOMBRICIENS DE FRANCE, ECOLOGIE ET SYSTEMATIQUE. Inra, Institut National de la Recherche Agronomique, 1-668.

Bouché, M.B., sous presse –THE DESIGN OF COMPREHENSIVE URBAN RECYCLING SYSTEMS INVOLVING VERMICOMPOSTING. *In* C.A. Edwards & D. Dindal.

Bouché, M.B., F. Brissaud, Qiu J. – P., A. Soto, P. Soto & J. Toha, en prép. – A NEW SEWAGE AND ORGANIC LIQUID WASTE TREATEMENT : THE VERMIFILTRATION. Proc. Vith Intern. Sympos. Earthworm Ecol.

Bravo, E., 1993 – BIOINGEGNERIA Y OPTIMIZACION DE UN NUEVO PROCESO DE TRATAMIENTO NATURAL DE AGUAS SERVIDAS. Thesis, Civil Ingenieria, Facultad de Ciencias Fisicas y Matematicas, Universidad de Chile.

Brissaud, F., J. Lesavre, V. Lahouissine-Turcaud, 1993 - EPURATION DES EAUX USEES URBAINES PAR INFILTRATION-PERCOLATION : ETAT DE L'ART ET ETUDES DE CAS. Document réalisé sous la direction des Agences de l'Eau et du Ministère de l'Environnement

Dindal, D.L., D.P. Schwert, J.-P. Moreau & L. Theoret, 1977 – EARTHWORM COMMUNITIES AND SOIL NUTRIENT LEVELS AS AFFECTED BY MUNICIPAL WASTEWATER IRRIGATION. *In* « Soil Organisms as Components of Ecosystems,Ecological Bulletin/NFR 25, U. Lohm & T. Persson.

Dominguez Martin, J, 1996 – ESTUDIO Y COMPARACION DE LOS PROCESOS DE COMPOSTAJE Y VERMICOMPOSTAJE, Aplicacion Pràctica al Tratamiento de Purines de Cerdo. Unversidad de Vigo, Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente.

Edwards, C.A. e Lofty, J.R., 1977 – BIOLOGY OF EARTHWORMS. Chapman and Hall, London, 1-333.

Ellitt, P. W., D. Knight & J. M. Anderson, 1990 – DENITRIFICATION IN EARTHWORM CASTS AND SOIL FROM PASTURE UNDER DIFFERENT FERTILIZER AND DRAINAGE REGIMES. Review soil biology and biochemistry, 22, 5, 601-605.

Lee, K.E., 1985 – EARTHWORMS, Their Ecology and Relationship with Soils and Land Use. Academic Press, 1-241.

Lyonnaise des eaux, 1994 – MEMENTO DU GESTIONNAIRE DE L 'ALIMENTATION EN EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT, Assainissement Urbaine. Tecnique & Documentation – Lavoisier, **2**, 569-667.

Milhau, C., & M. Vignoles, 1984 – TREATEMENT OF SOLID WASTES : ONE SOLUTION – VERMICOMPOSTING. Conf. Earthworm in Waste and Environmental Management, Cambridge, U.K., 26-28/07/1984 (unpublished).

Montecinos Sahan, L., 1992 - DISENNO BIOLOGICO PARA LODOS Y RESIDUOS INDUSTRIALES LIQUIDOS A BASE DE LOMBRICULTURA Thesis, Civil Ingenieria, Facultad de Ciencias Fisicas y Matematicas, Universidad de Chile.

Roumagnac, A., 1986 – MODELISATION DE L'HYDRAULIQUE D'UN DRAIN D'EPANDAGE. Isim, Institut des Sciences de l'Ingénieur de Montpellier, Département STE.

Sheppard, P.S., 1998 –Specific differences in *cocoon* and Hatchling Production in *Eisenia Fetida* and *E. Andrei. In* Edwards, C.A., &E.F.Neuhauser (eds). EARTHWORMS IN WASTE AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT . spb Academic Publishing, The Hague, The Netherlands, 83-92.

Svensson, B. H., U. Bostrom e L. Klemedtson, 1986 – POTENTIAL FOR HIGHER RATES OF DENITRIFICATION IN EARTHWORM CASTS THAN IN THE SURROUNDING SOIL. Review soil biology and biochemistry, 2, 3, 147-149.

Toha, J., A. Soto & S. Contreras, Settembre 1998 - A NEW ECOLOGICAL WASTE WATER TREATEMENT COMBINING A DYNAMIC BIOFILTER PLUS UV IRRADIATION. Biofisica, Departamento de Fisica, Facultad de Ciencias Fisicas y Matematicas, Universidad de Chile

Valencia Zunino P. N., 1995- ESTUDIO DE TRATAIMIENTO DE AGUAS SERVIDAS CON SISTEMAS COMBINADOS DE LOMBRIFFILTRO Y ABATIMIENTO MICROBIAL. Thesis, Civil Ingenieria, Facultad de Ciencias Fisicas y Matematicas, Universidad de Chile.

White, S., 1997. A vermi-adventure to India !. Worm digest, **15**, 1, 27, 30.

Annexe 0

Figure 1 – Section verticale du lombrifiltre

Figure 2 – Station des Sajolles (ou de la Balagade)

Figure 3 – Topographie du lieu de la station

Figure 4 – Station de Combaillaux

Figure 5 – Poste de relevage

Figure 6 – Les quatre bacs de lombrifiltre

Figure 7 – Lombricompost

Figure 8 – Eisenia Fetida Andrei

Figure 9 – Diapause du vers de terre

Figure 10 – Désinfection par ultra-violets (U.V.)

Figure 11 – Colonnes expérimentales

Figure 12 – Schema des colonnes expérimentales

IX Annexes

- Annexe 0

Figures relatives au corps du texte

- Annexe1

Niveaux de rejet définis par la Directive européenne 91/271

- Annexe 2

Dimensionnement réseau d'aspersion et graphiques relatives

- Annexe 3 Schéma de pièces

Remplissage des colonne expérimentales

- Annexe 4

Suivi de la population des lombrics

- Annexe 5

Protocole d'alimentation des lombrifiltres (Aout 1999)

- Annexe 6

Résultats des colonnes expérimentales et graphics relatives

- Annexe 7

Remplissage des lombrifiltres ajournée à aout 1999

- Annexe 8 Résultats divers

Diverses (caractéristique de la pompe, fournisseurs des materiaux)

- Annexe 9 à 14 Méthodes utilisées

Figure 3 – Topographie du lieu de la station

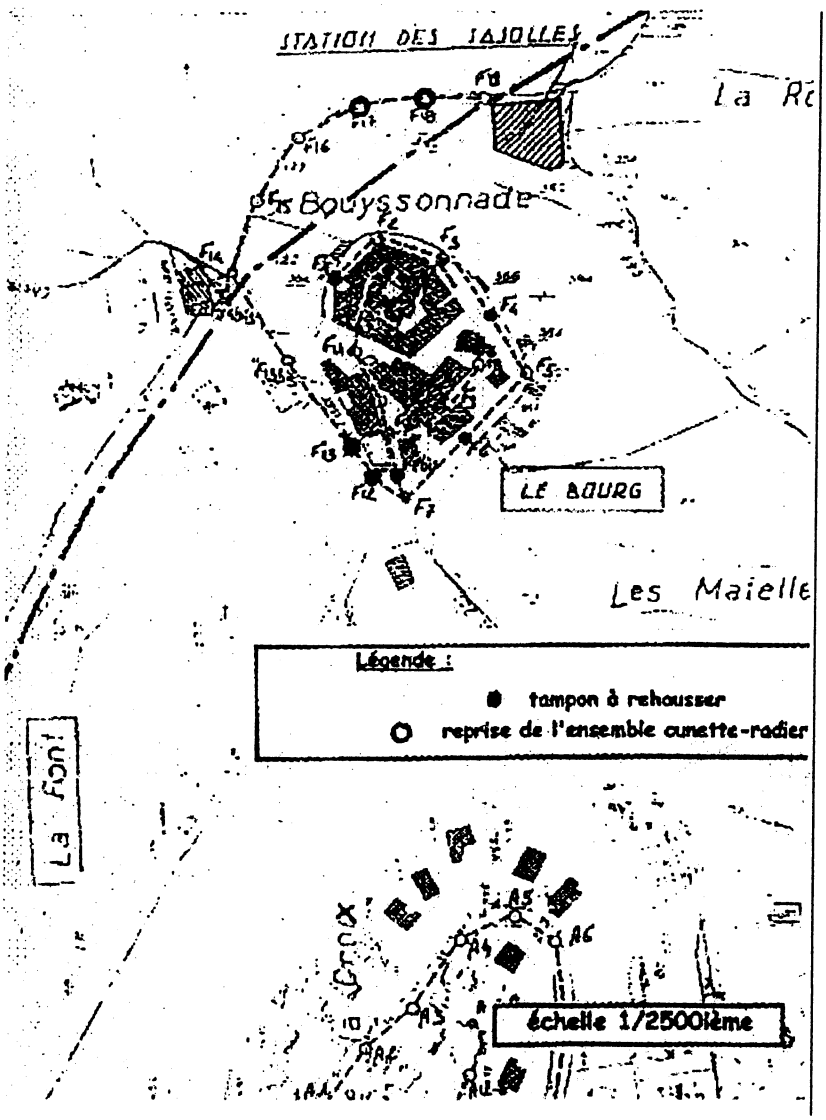


Figure 4 - Station de Comballaux

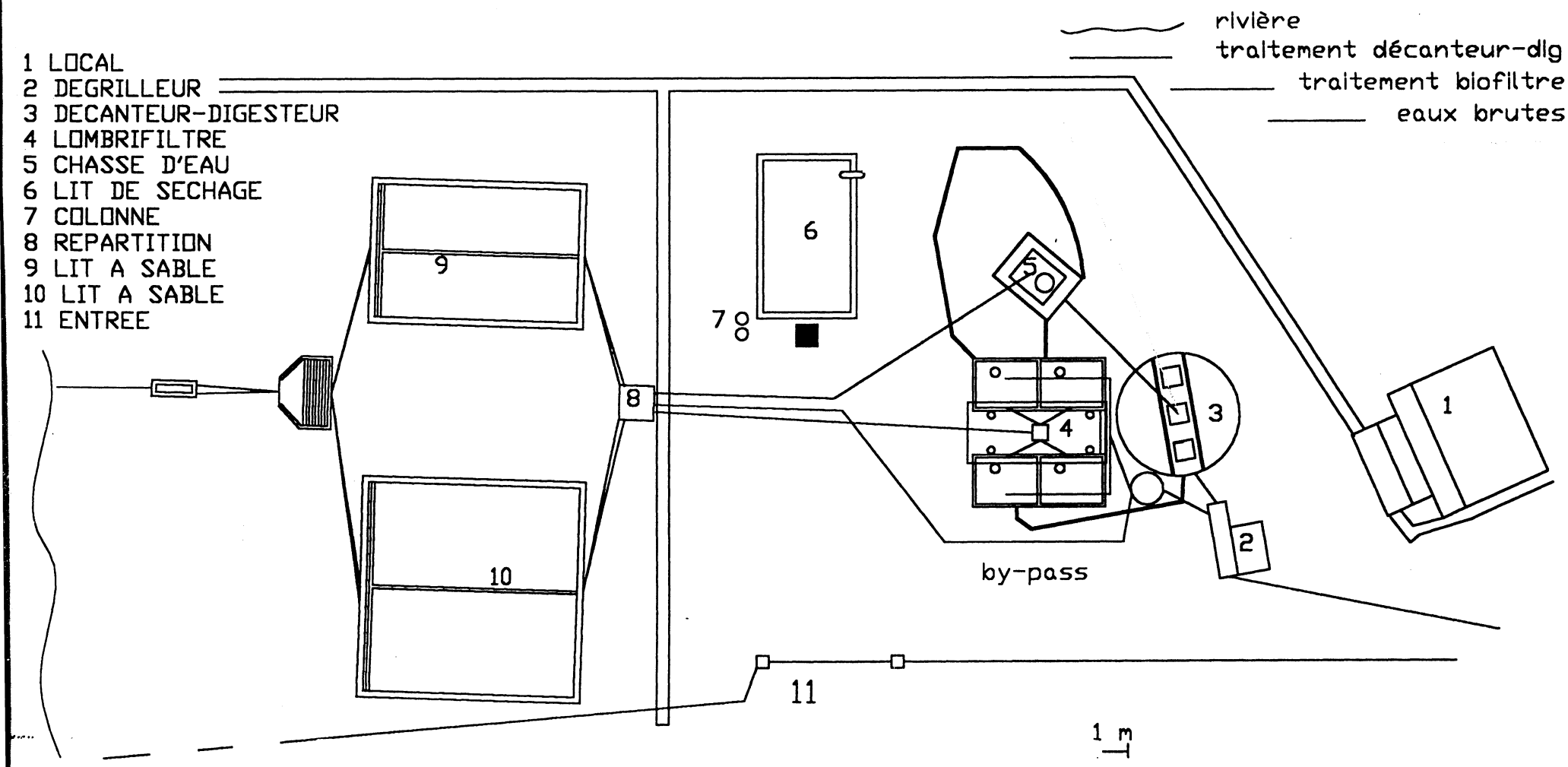


Figure 5 – Poste de relevage

Figure 6 - Les quatre bacs de lombrifiltre

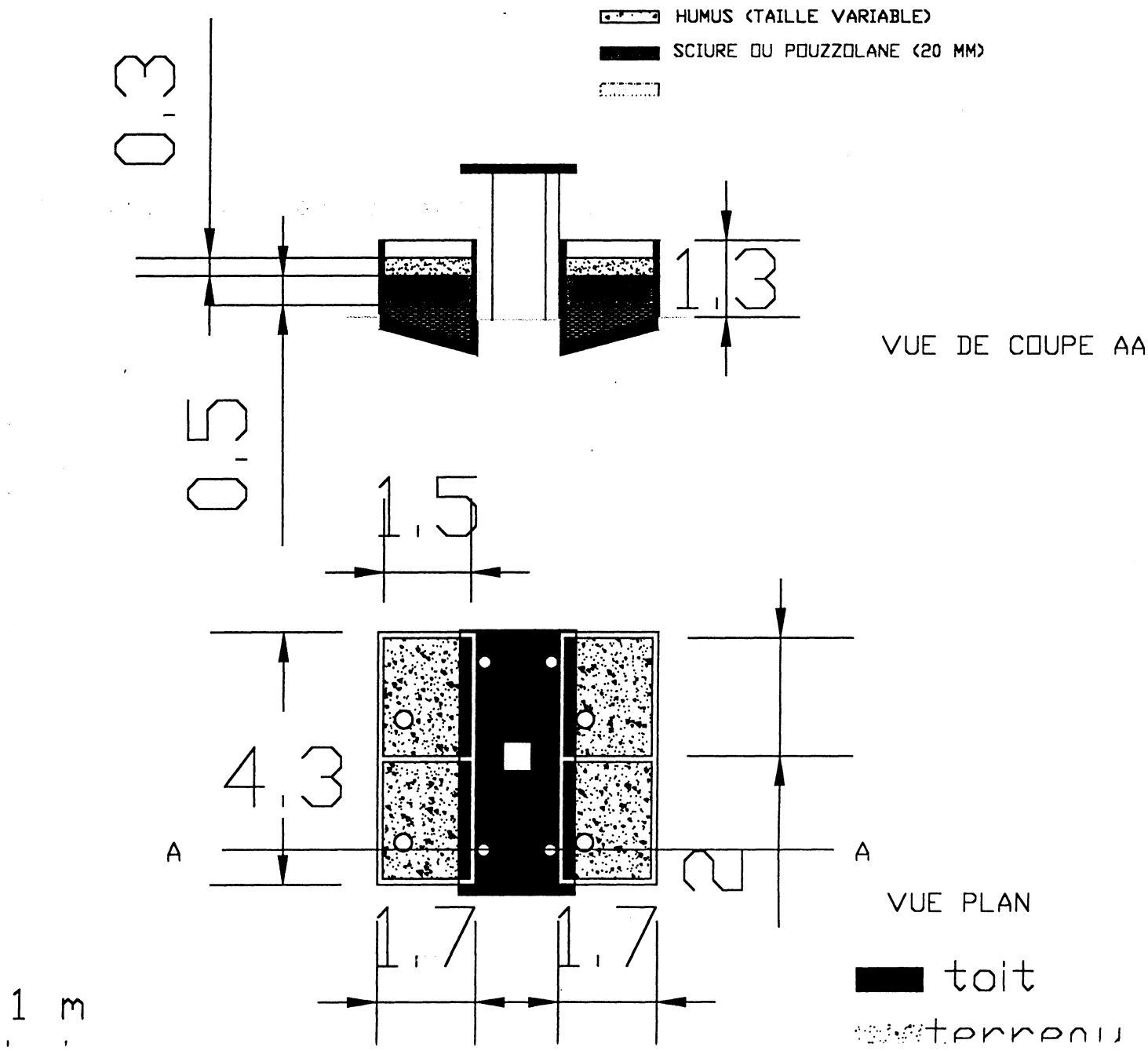


Figure 8 – Eisenia Fetida Andrei

Figure 9 – Diapause du vers de terre

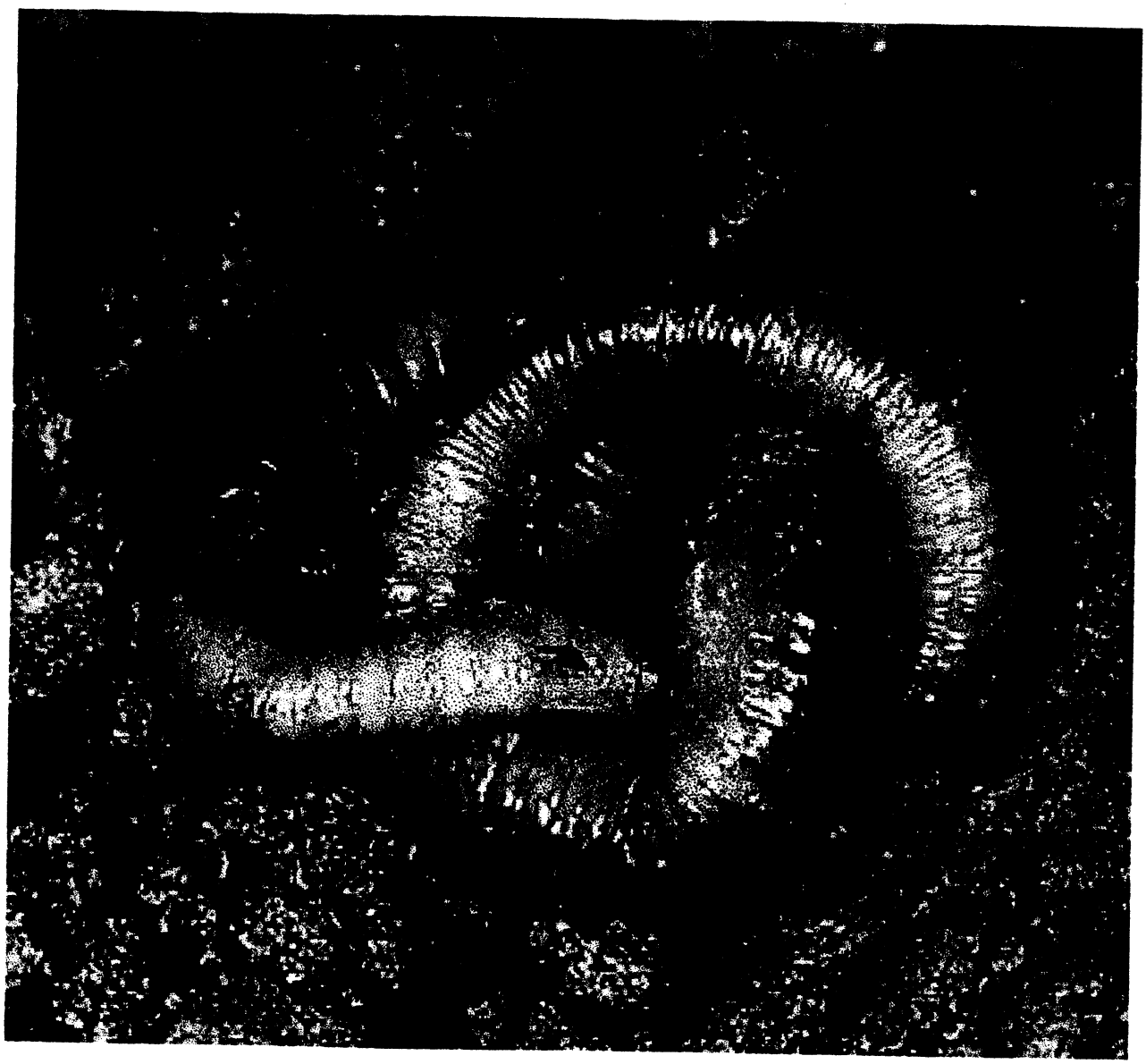


Figure 10 – Désinfection par ultra-violets (U.V.)

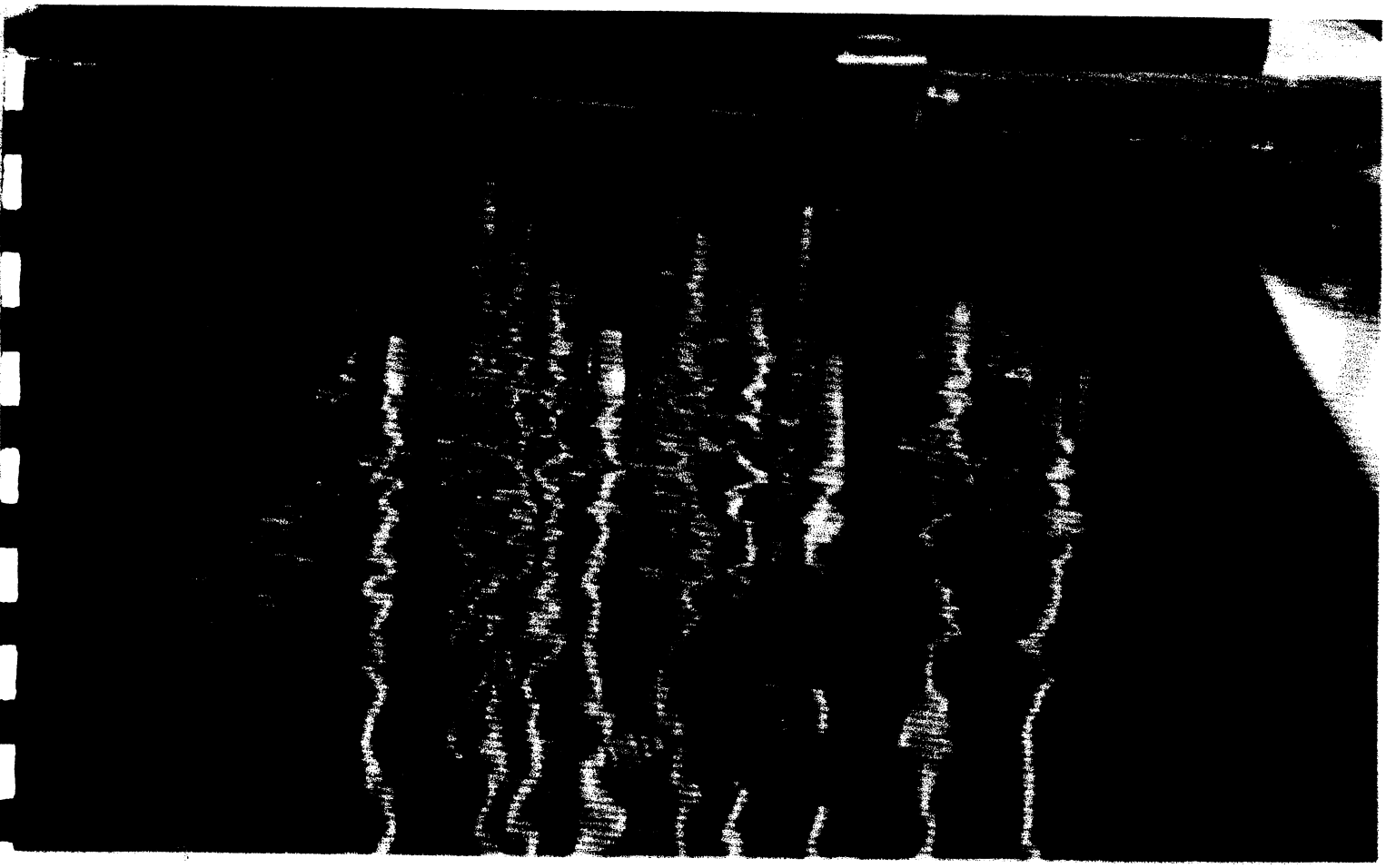
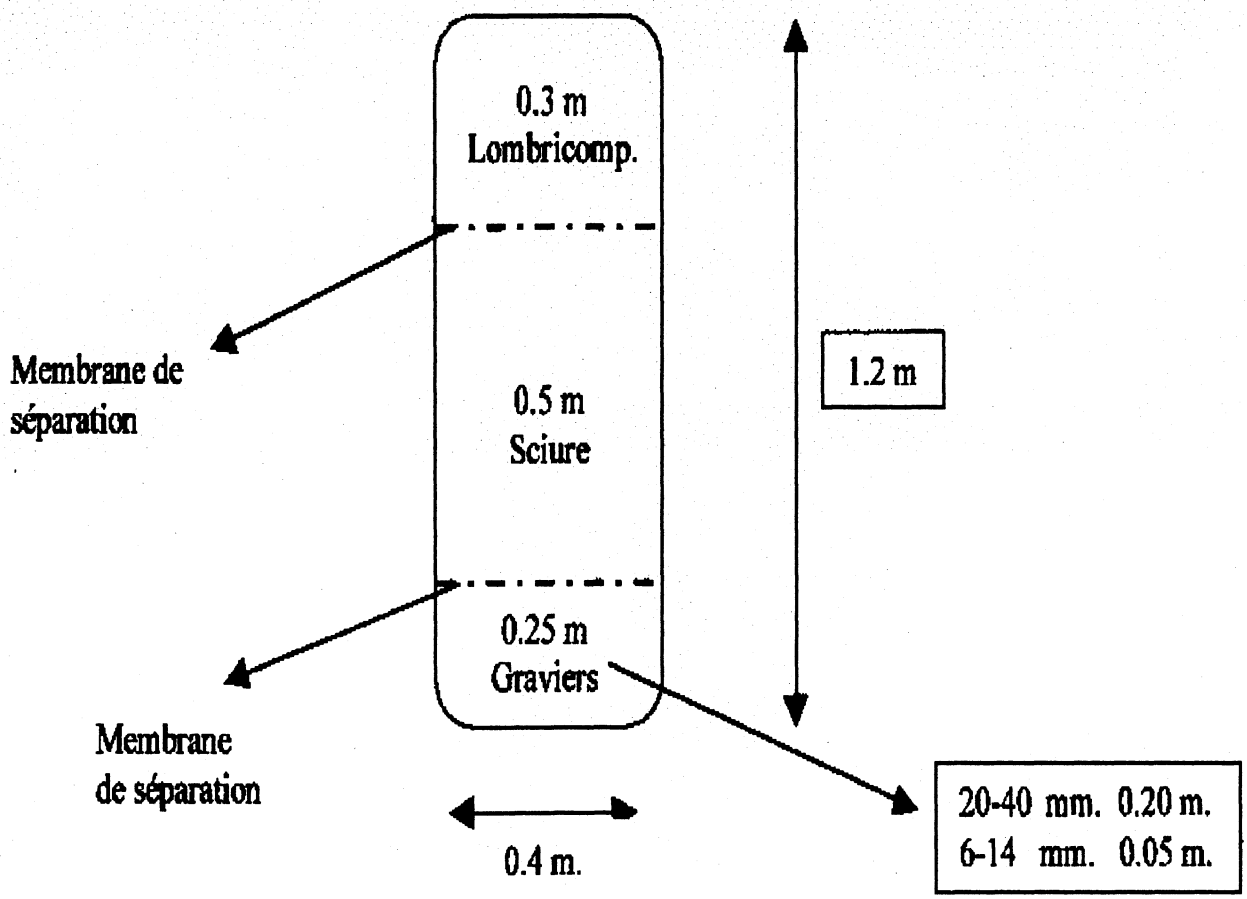


Figure 11 – Colonnes expérimentales

Figure 12 – Schema des colonnes expérimentales



Annexe 1

Tableau — *Niveaux de rejet définis par la Directive européenne 91/271*

Paramètres	Cas général		Milieux sensibles	
	Concentration	Pourcentage minimal de réduction (%)	Concentration	Pourcentage minimal de réduction (%)
DBO5*	25 mg/l O2	70 - 90		
DCO*	125 mg/l O2	75		
MES*	35 mg/l	90		
Pt**			2 mg/l P (EH compris entre 10 000 et 100 000) 1 mg/l P (EH de plus de 100 000)	80
NGL**			15 mg/l (EH compris entre 10 000 et 100 000) 10 mg/l (EH de plus de 100 000)	70-80

* évaluation sur échantillon moyen 24 h.
** évaluation sur une moyenne annuelle.

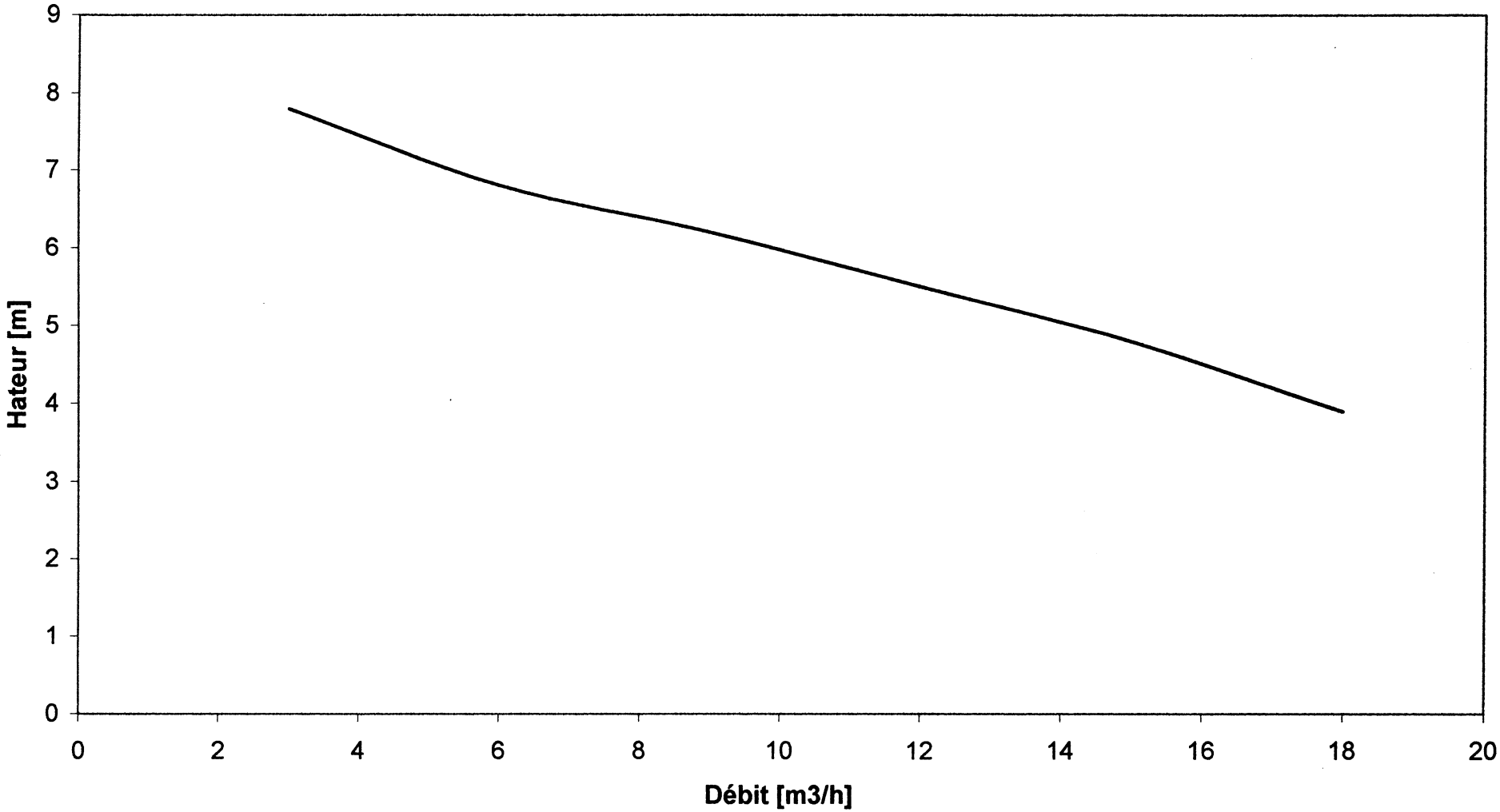
Annexe 2

Carectéristique Pompe			Débit [m3/s]	Vitesse [m/s]			[illegible]			H asp. Initiale
débit m3/h	hateur m	diametre m		d=0,05	d=0,06	d=0,04	pdc d=0,06	pdc d=0,05	pdc d= 0,04	UNIQUE
3	7,8	0,05	0,00083333	0,42462[illegible]	[illegible]	0,66348195	0,002161799	0,005139565	0,014833679	[illegible]
6	6,8	0,05	0,00166667	0,8492569	[illegible]	1,32696391	0,007271398	0,017287366	0,049894351	[illegible]
9	6,2	0,05	0,0025	1,27388535	0,8846426	1,99044586	0,014783511	0,035147021	0,10144043	[illegible]
12	5,5	0,05	0,00333333	1,6985138	1,17952347	2,65392781	0,024457969	0,058147535	0,167823923	[illegible]
15	4,8	0,05	0,00416667	2,12314225	1,47440434	3,31740977	0,036142061	0,085925849	0,24799698	[illegible]
18	3,9	0,05	0,005	2,5477707	1,76928521	3,98089172	0,049725607	0,118220015	0,341203575	[illegible]

H asp. Final	H asp.Final	(H init.)/12	(H init.)/12	J pour PVC	JL	vitesse m/s	k*EnerKin q1	Débit 2 trou q2	Jnew*1m	k*EnKin q3
d=0,06	d=0,05	d=0,06	d=0,05	pdc d=0.025	PDC d=0,025	d=0,025	pdc local 1	(Q/12)-q1	pdc vers trou2	pdc local 2
9,76611658	9,75420552		0,60963785	0,00108046	0,00054023	1,6985138	0,1907599	2,94444E-05	5,14724E-06	
8,67821994	8,63815606		0,53988475	0,003634221	0,00181711	3,397027601	0,1907599	9,88889E-05	4,28871E-05	
7,94176115	7,86030711		0,49126919	0,007388751	0,003694375	5,095541401	0,1907599	0,000168333	0,000108797	
7,05914118	6,92438292		0,43277393	0,012224013	0,006112007	6,794055202	0,1907599	0,000237778	0,000199122	
6,13188663	5,93275148		0,37079697	0,018063685	0,009031842	8,492569002	0,1907599	0,000307222	0,000311789	
4,96109894	4,68712131		0,29294508	0,024852697	0,012426348	10,1910828	0,1907599	0,000376667	0,000445394	

DEBIT CHOISI	Débit entrée bras aspersion	Pdc Local Entrée Bras	H asp Bac----	H asp Bac----	pdc local m	débit l/m	Débit de sortie de l'asp.	
asp/colmatage	q=0,6*section*RADQ(2gH)	dH=0,5*Qcarré/(sect.carré*2g	0,06	0,05	v2/2g		l/m	m3/s
					29,3877551	0	8	0,48
0,00004	0,000163066	0,002815132	[redacted]	[redacted]	16,5306122	50	6	0,36
0,00004	0,000153905	0,002507704	[redacted]	0,15650495	7,34693878	100	4	0,24
0,00004	0,00014753	0,002304258	0,27649045	0,10594622	4,13265306	150	3	0,18
0,00004	0,000139532	0,002061208	0,20043083	0,044943	2,86989796	200	2,5	0,15
0,00004	0,000130668	0,001807619	0,12012712	-0,02006647	1,83673469	250	2	0,12
0,00004	0,000118477	0,00148608	0,01903337	-0,10144646	45,9183673		10	0,6
m3/s					66,122449		12	0,72
					103,316327		15	0,9

Caractéristique de la Pompe



Annexe 3

Remplissage des colonnes

Colonne n° 1	**Poids (kg)**
Graviers (20-40 mm.)	24.86
Graviers (6-14 mm.)	13.03
Sciure	6.19
Lombricompost+ Terreau	20.01

Colonne n° 2	**Poids (kg)**
Graviers (20-40 mm.)	29.14
Graviers (6-14 mm.)	9.94
Sciure	11.46
Lombricompost+terreau	21.29

Annexe 4

Suivi de la population lombricienne 20/07/99 colonne 2; volume 1 litre=1dm3 ; nombre=405								
0,11	0,016	0,143	0,06	0,05	0,19	0,05	0,035	0,038
0,06	0,09	0,08	0,055	0,21	0,036	0,094	0,16	0,078
0,047	0,042	0,032	0,151	0,081	0,019	0,137	0,024	0,047
0,2	0,11	0,004	0,027	0,081	0,183	0,05	0,033	0,049
0,018	0,065	0,134	0,029	0,065	0,01	0,07	0,048	0,06
0,094	0,088	0,014	0,039	0,064	0,044	0,103	0,1	0,003
0,163	0,015	0,044	0,097	0,0107	0,128	0,095	0,06	0,12
0,026	0,09	0,066	0,077	0,035	0,17	0,133	0,023	0,035
0,23	0,3	0,016	0,057	0,052	0,068	0,113	0,025	0,094
0,039	0,041	0,052	0,068	0,022	0,042	0,104	0,12	0,125
0,017	0,036	0,023	0,041	0,14	0,083	0,103	0,057	0,106
0,105	0,025	0,071	0,059	0,04	0,016	0,008	0,024	0,1
0,137	0,066	0,035	0,125	0,018	0,127	0,118	0,063	0,006
0,036	0,034	0,062	0,048	0,065	0,085	0,048	0,023	0,064
0,087	0,093	0,04	0,087	0,068	0,116	0,054	0,067	0,052
0,036	0,061	0,025	0,015	0,037	0,046	0,045	0,054	0,009
0,134	0,023	0,041	0,06	0,049	0,021	0,038	0,047	0,035
0,048	0,032	0,032	0,142	0,066	0,103	0,017	0,054	0,042
0,031	0,056	0,013	0,14	0,025	0,063	0,009	0,063	0,044
0,045	0,057	0,039	0,157	0,152	0,004	0,012	0,048	0,036
0,131	0,072	0,057	0,057	0,048	0,004	0,078	0,005	0,038
0,005	0,074	0,042	0,067	0,085	0,042	0,069	0,029	0,052
0,052	0,058	0,033	0,025	0,054	0,031	0,038	0,101	0,019
0,045	0,031	0,033	0,018	0,03	0,094	0,014	0,057	0,041
0,063	0,017	0,016	0,095	0,038	0,041	0,035	0,043	0,024
0,09	0,19	0,042	0,044	0,091	0,16	0,053	0,005	0,137
0,014	0,097	0,044	0,049	0,008	0,075	0,149	0,049	0,127
0,048	0,054	0,026	0,055	0,022	0,023	0,039	0,078	0,012
0,026	0,051	0,045	0,051	0,093	0,097	0,064	0,053	0,091
0,079	0,026	0,019	0,047	0,041	0,015	0,028	0,033	0,156
0,037	0,12	0,091	0,027	0,016	0,027	0,053	0,019	0,061
0,019	0,038	0,01	0,02	0,028	0,017	0,032	0,008	0,016
0,098	0,019	0,026	0,017	0,077	0,036	0,014	0,04	0,016
0,04	0,045	0,068	0,024	0,034	0,012	0,022	0,066	0,04
0,032	0,041	0,017	0,03	0,081	0,11	0,051	0,029	0,023
0,006	0,135	0,038	0,042	0,068	0,024	0,02	0,037	0,026
0,03	0,037	0,054	0,047	0,053	0,051	0,008	0,014	0,034
0,082	0,035	0,007	0,022	0,034	0,031	0,061	0,042	0,02
0,03	0,039	0,028	0,026	0,094	0,016	0,03	0,044	0,009
0,026	0,094	0,016	0,03	0,044	0,009	0,026	0,063	0,037
0,016	0,09	0,067	0,066	0,028	0,044	0,053	0,028	0,066
0,042	0,025	0,054	0,019	0,068	0,024	0,021	0,016	0,022
0,024	0,025	0,033	0,004	0,013	0,031	0,027	0,033	0,03
0,018	0,012	0,033	0,013	0,056	0,033	0,029	0,21	0,034
0,033	0,037	0,034	0,008	0,02	0,042	0,037	0,041	0,7
Poids Total Pesé Avant		29 gr.				Poids Total Après		22,7817

Annexe 5

PROTOCOLE D'ALIMENTATION DES LOMBRIFILTRES

Essais pour dessiner le protocole d'alimentation des lombrifiltres

Première essai

Bac 1	10l/35sec	1,02 m3/h
Bac 2	10l/28sec	1,28 m3/h
Bac 3,4	20l/68sec	1,06 m3/h

Deuxième essai

Bac 1	10l/34sec	1,06 m3/h
Bac 2	10l/26sec	1,38 m3/h
Bac 3,4	20l/70sec	1,02 m3/h

Troisième essai

Bac 1	10l/45sec	0,79 m3/h		1
Bac 2	10l/27sec	1,33 m3/h	proportion	1,69
Bac 3,4	20l/59sec	1,22 m3/h		1,54

On suppose un fonctionnement de l'aspersion dans le bac, de 3 min chaque 2 heure.
On trouve que le taux d'alimentation pour chaque bac est :

Bac 1	0,949	m3/m2/jour
Bac 2	1,596	m3/m2/jour
Bac 3,4	1,464	m3/m2/jour

Annexe 6

DATE :12/05/99 Heure: 12:00 hr

Colonne	MES (e) [mg/l]	MES (s) [mg/l]	DCO (e) [mg/l]	DCO (s) [mg/l]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_2$ (e) [mg/l]
1	/	/	840	160	92,96	/	/	/	4	10,5	0,002
2	/	/	800	240	92,96	27,44	/	/	2,4	12	0,002
pH_1(e)	6,95	O_{21}(e)	2	pH_2(e)	6,72	O_{22}(e)	3,7				
pH_1(s)	6,36	O_{21}(s)	3,4	pH_2(s)	6,21	O_{22}(s)	3,1				

DATE : 21/05/99 Heure: 11:00 hr

Colonne	MES (e) [mg/l]	MES (s) [mg/l]	DCO (e) [mg/l]	DCO (s) [mg/l]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_2$ (e) [mg/l]
1	23,3	1,3	450	200	78,96	2,8	> 50	5,5	2,6	3,3	0,014
2	23,3	1,7	450	200	78,96	13,4	> 50	9,5	2,6	6,3	0,014
pH_1(e)		O_{21}(e)	2,8	pH_2(e)		O_{22}(e)	2,8				
pH_1(s)		O_{21}(s)	7,6	pH_2(s)		O_{22}(s)	2,4				

DATE : 18/06/99 Heure: 9:00 hr

Colonne	MES (e) [mg/l]	MES (s) [mg/l]	DCO (e) [mg/l]	DCO (s) [mg/l]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_2$ (e) [mg/l]
1	80,5	12,3	690	425	257,6	11,2	155	70	5,4	0,4	0,025
2	74	49,3	600	1200	221,76	40,32	135	80	4,1	4	0,015
pH1(e)	7,97	O21(e)	0,6	pH2(e)	8	O22(e)	0,6	REDOX1 (e)	-226	REDOX2 (e)	-181
pH1(s)	6,4	O21(s)	1,6	pH2(s)	6,16	O22(s)	1,3	REDOX1 (s)	-165	REDOX2 (s)	-134

DATE: 26/06/99 Heure: 12:00 hr

Colonne	MES (e) [mg/l]	MES (s) [mg/l]	DCO (e) [mg/l]	DCO (s) [mg/l]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_2$ (e) [mg/l]
1	70		700		5,6		142,24		5,7		0,016
2	74,5	33,7	620	375	5,6	2,8	15,68	85,12	6,5	4,5	0,067
pH1(e)	7,59	O21(e)	0,8	pH2(e)	7,76	O22(e)	1	REDOX1 (e)	-240	REDOX2 (e)	-191
pH1(s)	6,41	O21(s)	2,4	pH2(s)	6,82	O22(s)	0,5	REDOX1 (s)	-93	REDOX2 (s)	-180

DATE :12/05/99

Colonne	$N\text{-}NO_2$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_2$ (s) [mg/l]	PO_4^{2-}(e) [mg/l]	PO_4^{2-}(s) [mg/l]
1	0,002	0,05	>	>
2	0,002	0,05	>	>

DATE :21/05/1999

Colonne	$N\text{-}NO_2$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_2$ (s) [mg/l]	PO_4^{2-}(e) [mg/l]	PO_4^{2-}(s) [mg/l]	Turbidité (e) [FTU]	Turbidité (s) [FTU]
1	0,014	0,008	24,5	0,5	160	80
2	0,014	0,01	24,5	6,5	160	90

DATE :18/06/99

Colonne	$N\text{-}NO_2$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_2$ (s) [mg/l]	PO_4^{2-}(e) [mg/l]	PO_4^{2-}(s) [mg/l]	Turbidité (e) [FTU]	Turbidité (s) [FTU]
1	0,025	0	34,5	18,75	250	120
2	0,015	0,016	33	27	170	240
		T° 1 (e)	25	T° 2 (e)	24,4	
		T° 1 (s)	24,8	T° 2 (s)	25,2	

DATE :26/06/99

Colonne	$N\text{-}NO_2$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_2$ (s) [mg/l]	PO_4^{2-}(e) [mg/l]	PO_4^{2-}(s) [mg/l]	Turbidité (e) [FTU]	Turbidité (s) [FTU]
1	0,016		23,25		150	
2	0,067	0,012	24,25	31,75	180	96
		T° 1 (e)	21,4	T° 2 (e)	20,1	
		T° 1 (s)	20	T° 2 (s)	19,1	

DATE: 03/07/99 Heure: 09:00 hr

Colonne	MES (e) [mg/l]	MES (s) [mg/l]	DCO (e) [mg/l]	DCO (s) [mg/l]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_2$ (e) [mg/l]
1	62	13	260	800	5,6	8,4	4,48	8,4	3,5	0,5	0,028
2	75	30	360	475	8,4	7,84	7,84	7,84	4	2,5	0,02
pH1(e)	7,97	O21(e)	3,1	pH2(e)	7,92	O22(e)	0,9	REDOX1 (e)	-61	REDOX2 (e)	-123
pH1(s)	6,49	O21(s)	2,5	pH2(s)	6,58	O22(s)	0,8	REDOX1 (s)	-119	REDOX2 (s)	-194

DATE: 12/07/99

Colonne	MES (e) [mg/l]	MES (s) [mg/l]	DCO (e) [mg/l]	DCO (s) [mg/l]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_2$ (e) [mg/l]
1	54	18,7	240	400	8,4	8,4	8,4	8,4	1,5	1,5	0,025
2	39	34	290	450	77,28	7,84	8,4	7,84	8,2	2,5	0,013
pH1(e)	7,14	O21(e)	0,9	pH2(e)	7,16	O22(e)	0,2	REDOX1 (e)	-207	REDOX2 (e)	-234
pH1(s)	6,82	O21(s)	1,7	pH2(s)	6,44	O22(s)	1,7	REDOX1 (s)	-147	REDOX2 (s)	-126

DATE: 22/07/99

Colonne	MES (e) [mg/l]	MES (s) [mg/l]	DCO (e) [mg/l]	DCO (s) [mg/l]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (s) [mg/l]	PO_4^{2-}(e) [mg/l]
1	61	14,33	480	350	74,99	70,19	64,4	61,6	4,5	1,7	68
2	102,5	10,33	500	160	77,99	49,93	64,96	42	5,2	1	48,8
pH1(e)	7,6	O21(e)	0,6	pH2(e)	7,67	O22(e)	0,4	REDOX1 (e)	-233	REDOX2 (e)	-207
pH1(s)	6,7	O21(s)	1,3	pH2(s)	6,56	O22(s)	0,9	REDOX1 (s)	-141	REDOX2 (s)	-127

DATE :03/07/99

Colonne	$N\text{-}NO_2$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_2$ (s) [mg/l]	PO_4^{2-}(e) [mg/l]	PO_4^{2-}(s) [mg/l]	P. Total (e) [mg/l]	P. Total (s) [mg/l]	Turbidité (e) [FTU]	Turbidité (s) [FTU]
1	0,028	0	15,5	30	24,25	30		
2	0,02	0,023	20,7	52	23,4	30		
		T° 1 (e)	23,3	T° 2 (e)	23			
		T° 1 (s)	23,4	T° 2 (s)	23,8			

DATE :12/07/99

Colonne	$N\text{-}NO_2$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_2$ (s) [mg/l]	PO_4^{2-}(e) [mg/l]	PO_4^{2-}(s) [mg/l]	P. Total (e) [mg/l]	P. Total (s) [mg/l]	Turbidité (e) [FTU]	Turbidité (s) [FTU]
1	0,025	0,006	30	28	28	30	140	90
2	0,013	0,007	32	30	36	26	150	100
		T° 1 (e)	22	T° 2 (e)	22,1			
		T° 1 (s)	22	T° 2 (s)	22,4			

DATE: 22/07/99

Colonne	PO_4^{2-}(e) [mg/l]	PO_4^{2-}(s) [mg/l]	Turbidité (e) [FTU]	Turbidité (s) [FTU]
1	68	48,8	130	60
2	48,8	44	120	55

DATE: 29/07/99 Heure:9:00 hr Echantilloneur

Colonne	MES (e) [mg/l]	MES (s) [mg/l]	DCO (e) [mg/l]	DCO (s) [mg/l]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (s) [mg/l]	PO_4^{2-}(e) [mg/l]
1	58,5	8	320	445	76,16	78,4	62,72	77,84	2,7	0,8	40
2	58,5	10,3	320	150	76,16	35,84	62,72	49,28	2,7	1,5	40
pH1(e)	7,88	**O21(e)**	2,7	**pH2(e)**	7,88	**O22(e)**	2,7	**REDOX1 (e)**	59,6	**REDOX2 (e)**	59,6
pH1(s)	6,74	**O21(s)**	2,5	**pH2(s)**	6,84	**O22(s)**	2	**REDOX1 (s)**	-106	**REDOX2 (s)**	-126

DATE: 06/08/99

Colonne	MES (e) [mg/l]	MES (s) [mg/l]	DCO (e) [mg/l]	DCO (s) [mg/l]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (s) [mg/l]	PO_4^{2-}(e) [mg/l]
eau fresh	72,5	22	350	560	32,97	61.83 - 67.2	32,48	60,48	3	1	16
eau cuve	146,27	18,7	540	350	84,97	54,39	76,16	48,16	3,3	0,3	34
echantilloneur	114,5		350		46,4		35,84		2,9		18,4
pH1(e)	7.83-7.46-8.09	**O21(e)**	2.3-0.6-3.8	**pH2(e)**	7.83-7.46-8.09	**O22(e)**	2.3-0.6-3.8	**REDOX1 (e)**	65-(-)173-67	**REDOX2 (e)**	65-(-)173-67
pH1(s)	6,49	**O21(s)**	1	**pH2(s)**	6,37	**O22(s)**	1,9	**REDOX1 (s)**	-158	**REDOX2 (s)**	-109

DATE: 29/07/99

Colonne	PO_4^{2-}(e) [mg/l]	PO_4^{2-}(s) [mg/l]	P. Total (e) [mg/l]	P. Total (s) [mg/l]	Turbidité (e) [FTU]	Turbidité (s) [FTU]
1	40	40	36,8	48	100	60
2	40	26	36,8	27	100	55
		T° 1 (e)	21,5	T° 2 (e)	21,5	
		T° 1 (s)	21,8	T° 2 (s)	22,5	

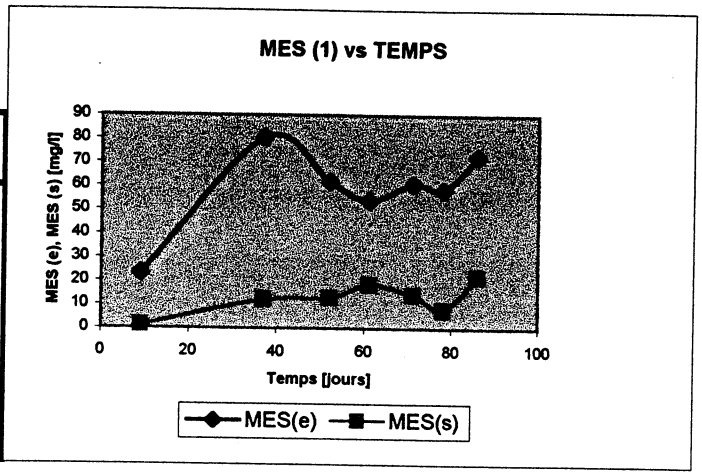
DATE: 06/08/99

Colonne	PO_4^{2-}(e) [mg/l]	PO_4^{2-}(s) [mg/l]
eau fresh	16	46
eau cuve	34	40
echantilloneu	18,4	

Graphiques Abattement Matière en Suspension

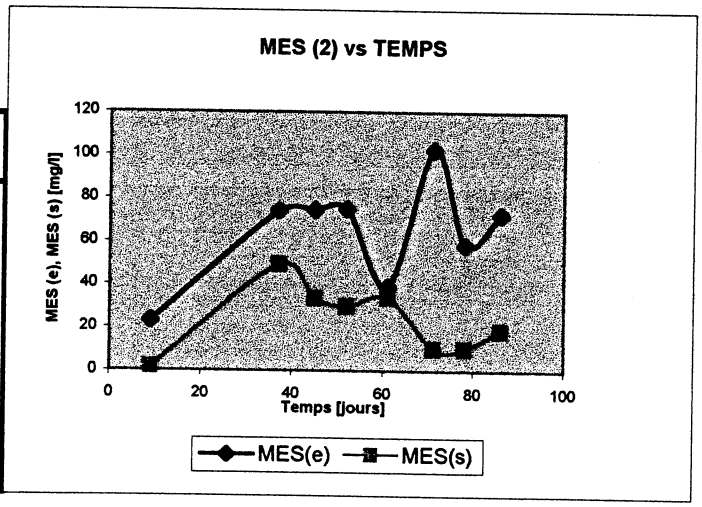
COLONNE 1 Mise en route 12/05/99
Alimentation en continu

Tiempo [jours]	MES(e) [mg/l]	MES(s) [mg/l]
9	23,3	1,3
37	80,5	12,3
52	62	13
61	54	18,7
71	61	14,33
78	58,5	8
86	72,5	22



COLONNE 2 Mise en route 12/05/99
Alimentation en bâché

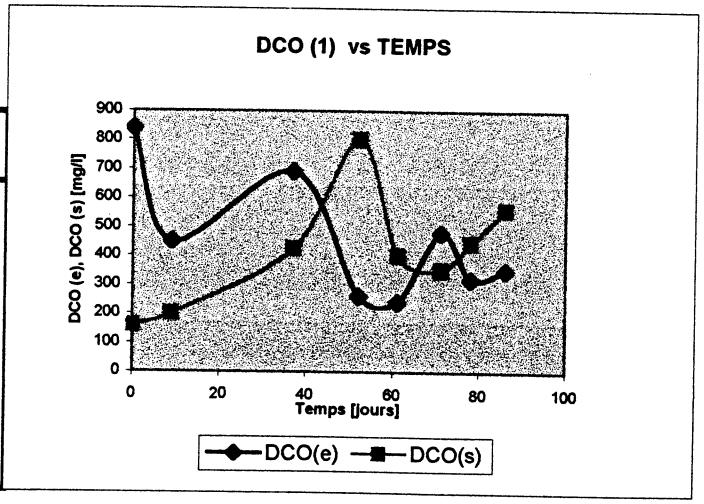
Tiempo [jours]	MES(e) [mg/l]	MES(s) [mg/l]
9	23,3	1,7
37	74	49,3
45	74,5	33,7
52	75	30
61	39	34
71	102,5	10,33
78	58,5	10,3
86	72,5	18,7



Graphiques Abattement DCO

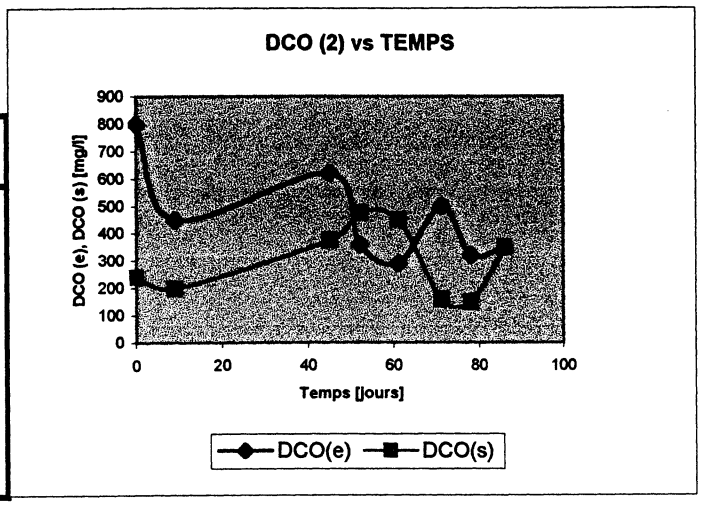
COLONNE 1 Mise en route 12/05/99
Alimentation en continu

Tiempo [jours]	DCO(e) [mg/l]	DCO(s) [mg/l]
0	840	160
9	450	200
37	690	425
52	260	800
61	240	400
71	480	350
78	320	445
86	350	560



COLONNE 2 Mise en route 12/05/99
Alimentation en bâché

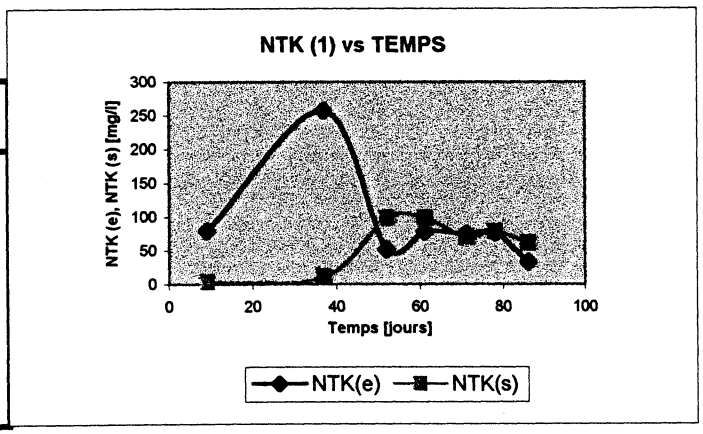
Tiempo [jours]	DCO(e) [mg/l]	DCO(s) [mg/l]
0	800	240
9	450	200
45	620	375
52	360	475
61	290	450
71	500	160
78	320	150
86	350	350



Graphiques Abattement NTK

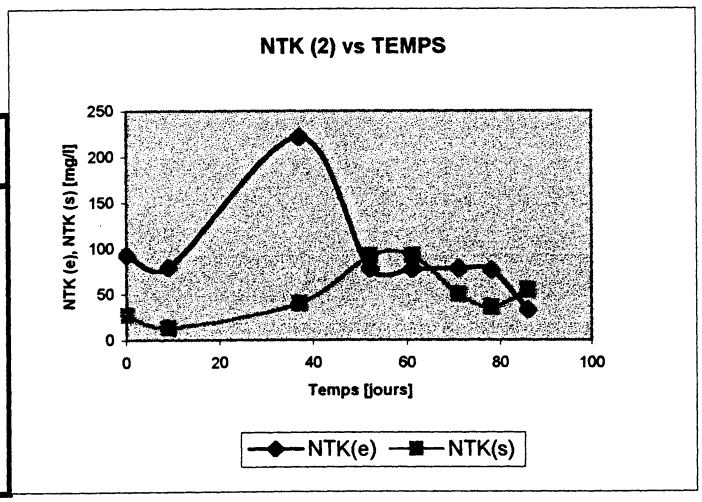
COLONNE 1 Mise en route 12/05/99
Alimentation en continu

Tiempo [jours]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]
9	78,96	2,8
37	257,6	11,2
52	51,81	98,45
61	77,72	98,45
71	74,99	70,19
78	76,16	78,4
86	32,97	61,83



COLONNE 2 Mise en route 12/05/99
Alimentation en bâché

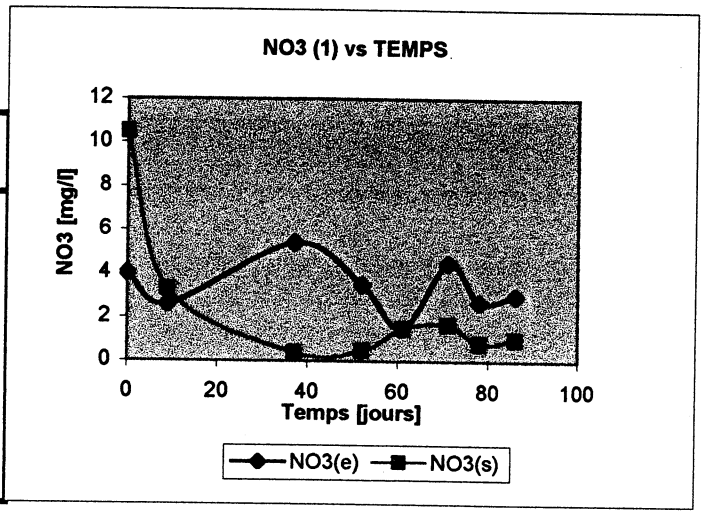
Tiempo [jours]	NTK(e) [mg/l]	NTK(s) [mg/l]
0	92,96	27,44
9	78,96	13,4
37	221,76	40,32
52	77,72	91,89
61	77,28	91,89
71	77,99	49,93
78	76,16	35,84
86	32,97	54,39



Graphiques Comportement NO_3

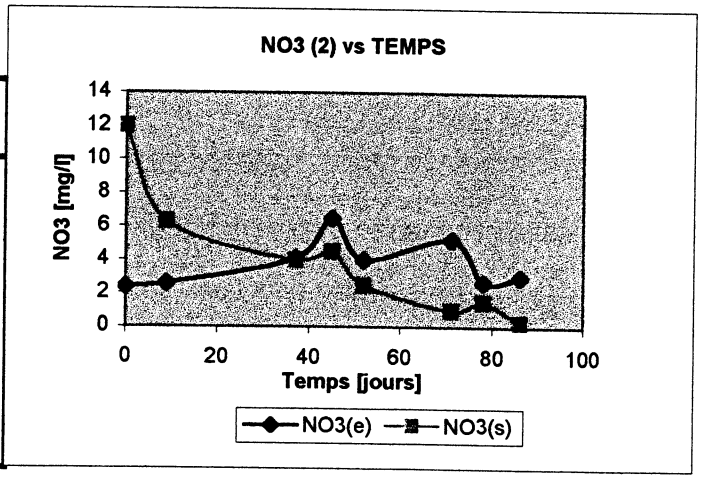
COLONNE 1 Mise en route 12/05/99
Alimentation en continu

Tiempo [jours]	NO_3 (e) [mg/l]	NO_3 (s) [mg/l]
0	4	10,5
9	2,6	3,3
37	5,4	0,4
52	3,5	0,5
61	1,5	1,5
71	4,5	1,7
78	2,7	0,8
86	3	1



COLONNE 2 Mise en route 12/05/99
Alimentation en bâché

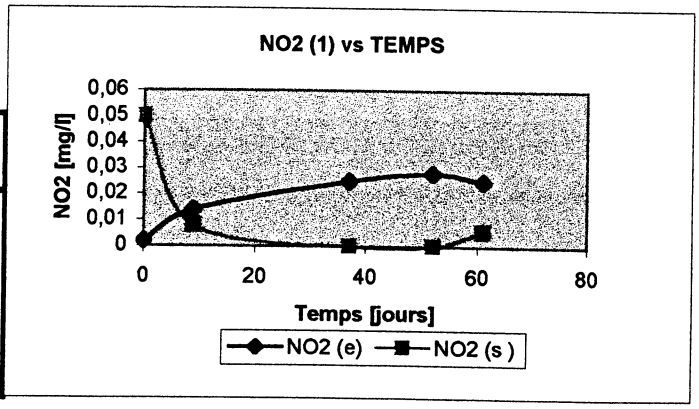
Tiempo [jours]	NO_3 (e) [mg/l]	NO_3 (s) [mg/l]
0	2,4	12
9	2,6	6,3
37	4,1	4
45	6,5	4,5
52	4	2,5
71	5,2	1
78	2,7	1,5
86	3	0,3



Graphiques Comportement NO2

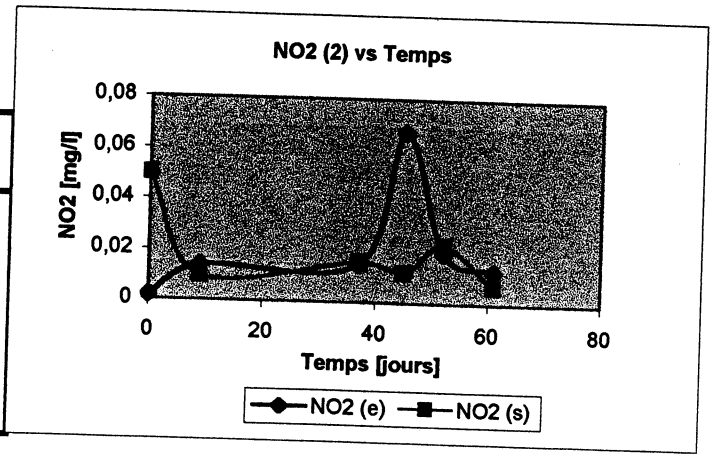
COLONNE 1 Mise en route 12/05/99
Alimentation en continu

Tiempo [jours]	NO_2 (e) [mg/l]	NO_2 (s) [mg/l]
0	0,002	0,05
9	0,014	0,008
37	0,025	0
52	0,028	0
61	0,025	0,006



COLONNE 2 Mise en route 12/05/99
Alimentation en bâché

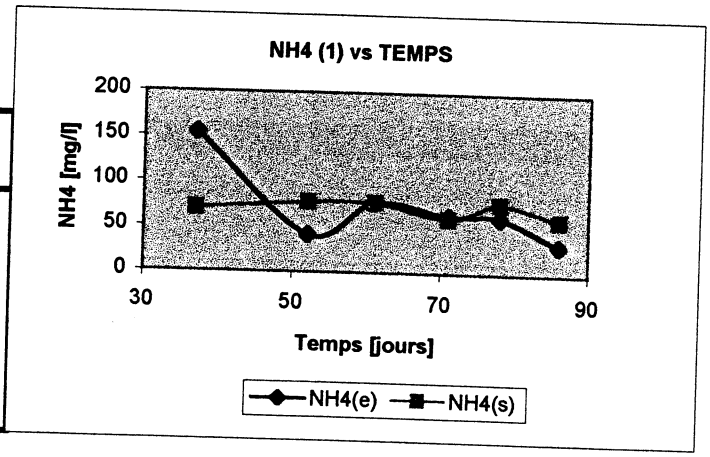
Tiempo [jours]	NO_2 (e) [mg/l]	NO_2 (s) [mg/l]
0	0,002	0,05
9	0,014	0,01
37	0,015	0,016
45	0,067	0,012
52	0,02	0,023
61	0,013	0,007



Graphiques Comportement NH4

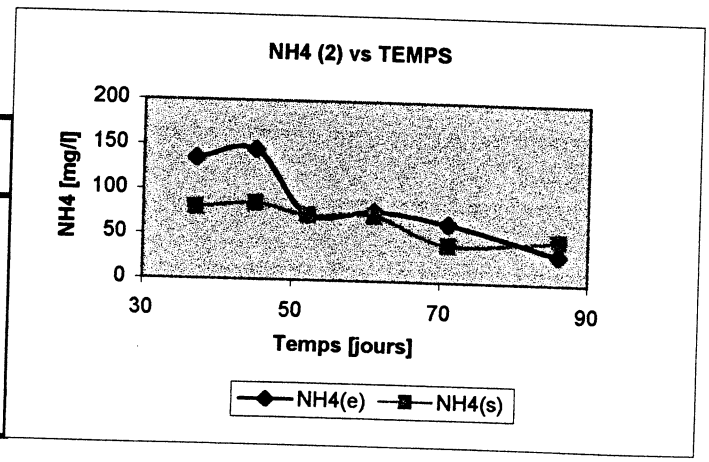
COLONNE 1 Mise en route 12/05/99
Alimentation en continu

Tiempo [jours]	NH_4 (e) [mg/l]	NH_4 (s) [mg/l]
37	155	70
52	41,45	77,72
61	77,72	77,72
71	64,4	61,6
78	62,72	77,84
86	32,48	60,48



COLONNE 2 Mise en route 12/05/99
Alimentation en bâché

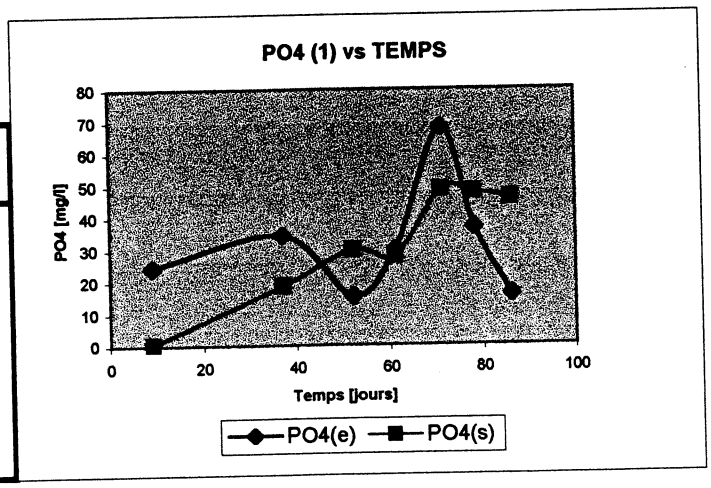
Tiempo [jours]	NH_4 (e) [mg/l]	NH_4 (s) [mg/l]
37	135	80
45	145,08	85,12
52	72,54	72,54
61	77,72	72,54
71	64,96	42
86	32,48	48,16



Graphiques Abattement Orthophosphates

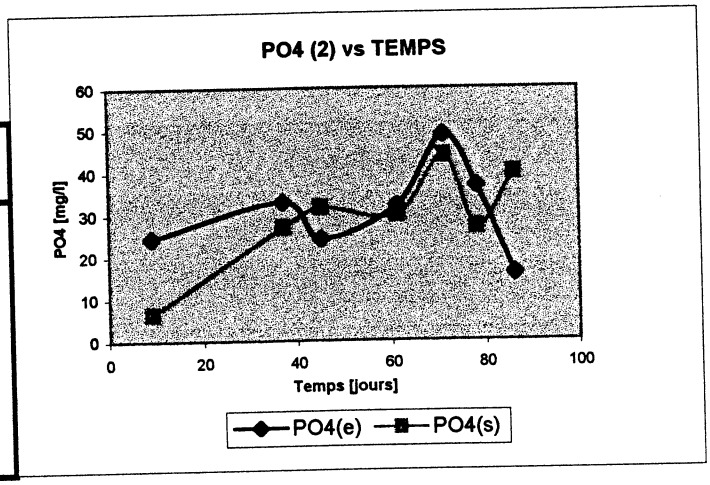
COLONNE 1 Mise en route 12/05/99
Alimentation en continu

Tiempo [jours]	PO_4^{2-} (e) [mg/l]	PO_4^{2-} (s) [mg/l]
9	24,5	0,5
37	34,5	18,75
52	15,5	30
61	30	28
71	68	48,8
78	36,8	48
86	16	46



COLONNE 2 Mise en route 12/05/99
Alimentation en bâché

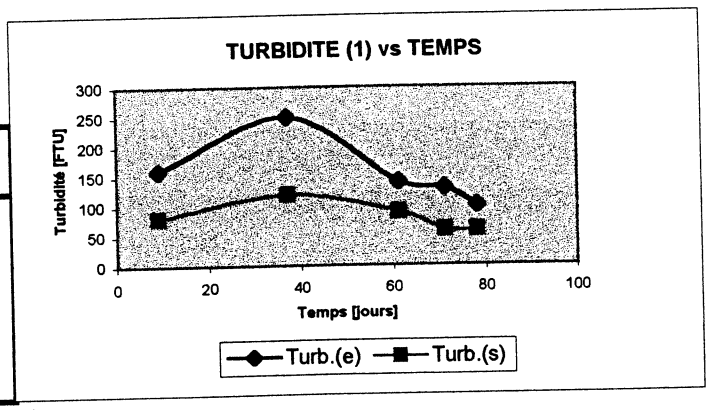
Tiempo [jours]	PO_4^{2-} (e) [mg/l]	PO_4^{2-} (s) [mg/l]
9	24,5	6,5
37	33	27
45	24,25	31,7
61	32	30
71	48,8	44
78	36,8	27
86	16	40



Graphiques Abattement Turbidité

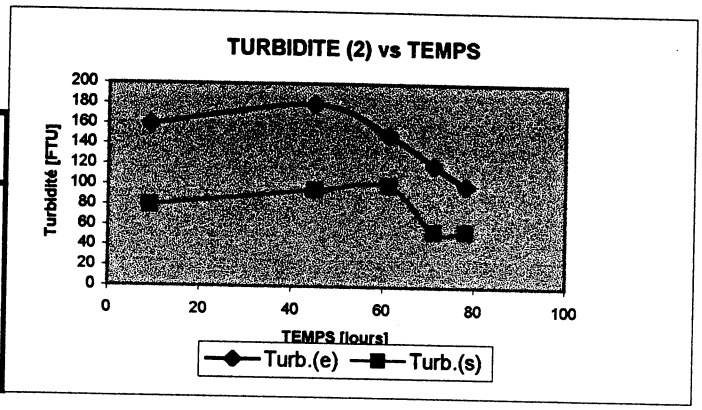
COLONNE 1 Mise en route 12/05/99
Alimentation en continu

Tiempo [jours]	Turbidité (e) [FTU]	Turbidité (s) [FTU]
9	160	80
37	250	120
61	140	90
71	130	60
78	100	60



COLONNE 2 Mise en route 12/05/99
Alimentation en bâché

Tiempo [jours]	Turbidité (e) [FTU]	Turbidité (s) [FTU]
9	160	80
45	180	96
61	150	100
71	120	55
78	100	55



Annexe 7

Lombrifiltre de Combaillaux

Ajout de terreau dans la couche active :

1) 50 sacs (12x3 et 14x1) de 50 litres chacun le 9 septembre 1998

Type : Terreau Géranium 50 L

Origine : Fabriqué en France
Norme : NFU 44-551 Terreau
Charte professionnelle : N° 220596
EMB 44 179 A
Code 612334

Adresse fabricant : FLORENTAISE
BP 10
44850 St. Mars du Désert

Lieu d'achat : Castorama – Montpellier (Hérault)

Composition : Tourbe brune de Carex
Tourbe blonde de Sphaignes
Ecorces de pins
Terre argileuse

Caractéristiques : Matière sèche : 35% du produit brut
Matière organique : 15% du produit brut
Résistivité : 800 ohms/cm
PH (H_2O) : 6,5
Capacité de rétention en eau : 200%
Masse nette : 20 kg
Volume : 50 L

2) 12 sacs (3x4) de 50 litres chacun le 11 mai 1999

Type : Terreau Géranium 50 L

Origine : Fabriqué en France
Norme : NFU 44-551 Terreau

Adresse fabricant : JERONAGE
BP 443
91164 Longiumeau

Lieu d'achat : BricoMarché – Castelnau-le-Lez (Hérault)

Composition : Tourbe brune
Tourbe blonde
Ecorces composée
Argile
Fumier de cheval

Caractéristiques : Matière sèche : 40% du produit brut
Matière organique : 20% du produit brut
Résistivité (1/1,5) : 900 ohms/cm
Ph (H_2O) : 6,6
Capacité de rétention en eau : 250% (sur sec)
Masse nette : 17,5 kg
Volume : 50 L

3) 1 sac de 50 L et 3 sacs de 20 L chacun le 5 août 1999, dedans le bac 3.

Type : Terreau géranium

Origine : Fabriqué en France
Norme : NFU 44-551 Terreau

Adresse fabricant :

Lieu d'achat : Castorama – Montpellier (Hérault)

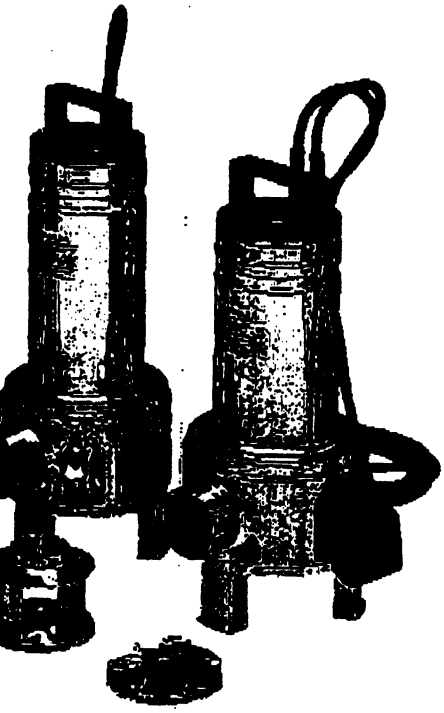
Composition : Tourbe blonde
Ecorces compostées
Compost végétal
Terre végétal
Fumier de cheval composté

Caractéristiques : Matière sèche/produit brut : 40%
Matière organique/produit brut : 30%
Ph : 6,9
Résistivité : 700 Ohms/cm
Rétention en eau : 550 m/L
Rétention en air : 180 ml/L
Azote nitrique et ammoniacal : 100 mg/L d'extrait
Anhydride phosphorique a, c : 60 mg/L d'extrait
Anhydride phosphorique eau : 20 mg/L d'extrait
Oxyde de Potassium : 150 mg/L d'extrait
Oxyde de Calcium : 65 mg/L d'extrait
Oxyde de Magnesium : 30 mg/L d'extrait
Anhydride sulfurique : 30 mg/L d'extrait
Chlorures : 8 mg/L d'extrait

Annexe 8

Electropompes submersibles pour eaux usées

Série DOMO



LOWARA
A GOULDS PUMPS COMPANY

facteur de conversion

1,1 kW · 1,36 = 1,5 HP

Les électropompes submersibles de la série DOMO sont équipées de moteur de 1,1 kW (1,5 HP) dans les versions monophasées et 1,5 kW (2 HP) dans les versions triphasées. Elles sont disponibles aussi bien avec turbine vortex ou à canaux, section de passage 50 mm (35 mm dans le cas de la DOMO 7 et de la DOMO 7 VX).

APPLICATIONS

- Relevage d'eaux usées.
- Vidange de fosses septiques.
- Assèchement de locaux inondés.

CARACTERISTIQUES

- **Service continu** avec liquide à **35°C** pompe complètement immergée.
- **Moteur à sec.**
- Système d'étanchéité **DRIVELUB SEAL SYSTEM.**
- **Câble d'alimentation** en néoprène type **H07RN-F.**
- Pour les versions **DOMO 7 et DOMO 7VX**:
  Orifice de refoulement 1"1/2 gas taraudé.
  35 mm de passage des corps solides en suspension.
  Turbine en nylon renforcé avec fibre de verre (disponible aussi en acier inoxydable).
- Les versions **DOMO 10-15-20 et DOMO 10-15-20 VX** possèdent:
  Orifice de refoulement de 2" gas taraudé (transformables en version à bride en option).
  50 mm de passage des corps solides en suspension.
  Turbine à deux canaux ou vortex en acier inoxydable.
- Immersion maximum: 5 m.
- Versions:
  Monofasée 220-240 V 50 Hz, 2 pôles.
  Triphasée 380-415 V 50 Hz, 2 pôles.
- Puissance moteur:
  De 0,55 kW à 1,1 kW pour les **versions monophasées.**
  De 0,55 kW à 1,5 kW pour les **versions triphasées.**
- Les versions monophasées sont equipées de **flotteur** (sur demande, disponible également sans flotteur).
  Condensateur intégré (DOMO 15 et DOMO 15 VX avec petit tableau de commande sur le câble).
  Protection thermique du moteur incorporée.

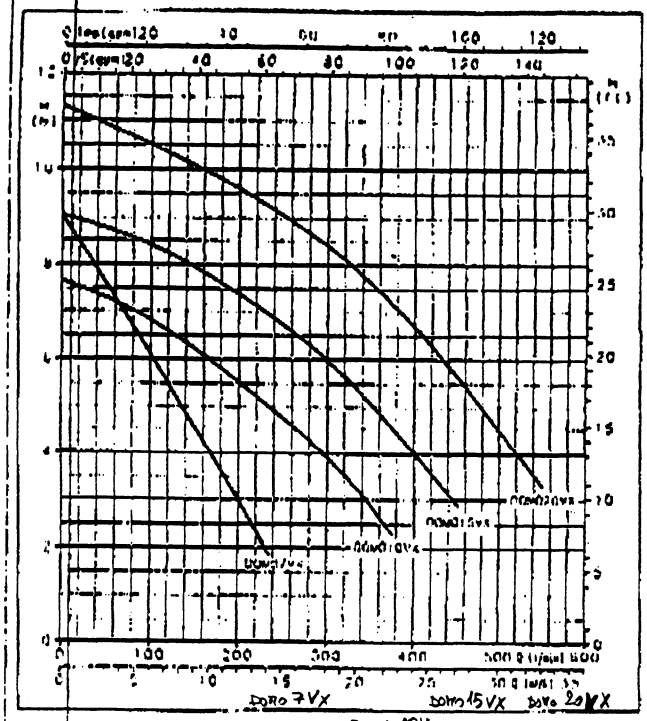
SYSTEME D'ETANCHEITE DRIVELUB SEAL SYSTEM

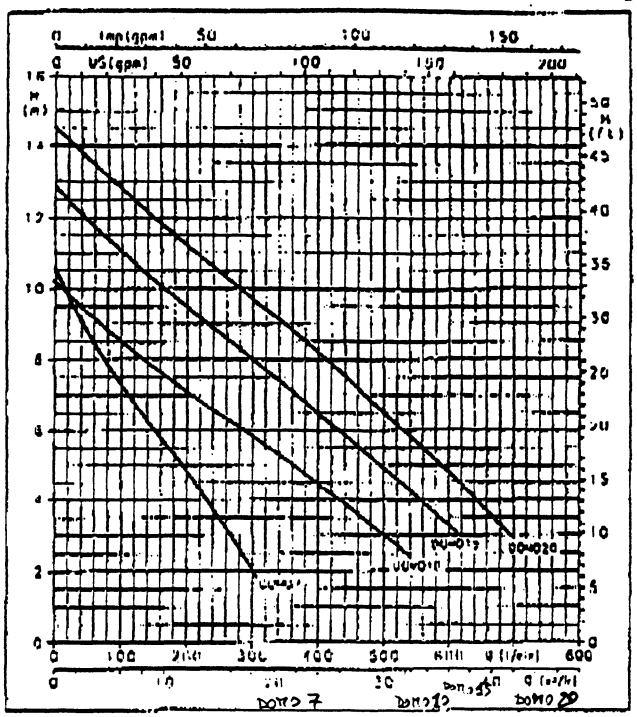
- Le moteur électrique est parfaitement étanche grâce au système de joints multiples avec **chambre à huile.**
  Le **V-ring, le joint mécanique en carbure de silicium** extrêmement résistant à l'abrasion et à l'usure, et un **joint à lèvre** constamment lubrifié par le **système DRIVELUB,** constituent une barrière insurmontable aux infiltrations.

COMPOSANT	MATERIAU
Corps compo et boîtier moteur	ACIER INOXYDABLE (AISI 304)
Turbine DOMO 7 (VX)	NYLON & FIBRE DE VERRE
Turbine DOMO 10-15-20 (VX)	ACIER INOXYDABLE (AISI 304)
Joint mécanique inférieur	CARBURE DE SILICIUM/ CARBURE DE SILICIUM
Joint à lèvre supérieur	CAOUTCHOUC NITRILE
Bout de l'arbre	ACIER INOXYDABLE (AISI 304)
Poignée	NYLON

CARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT A 2850 min⁻¹

$\frac{1}{T}$ = fréquence

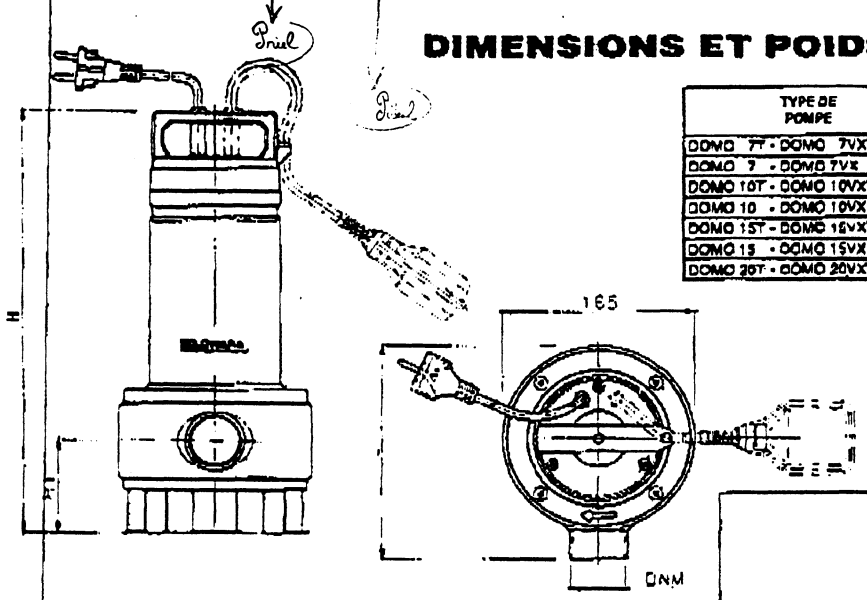




TYPE DE POMPE				KW ABSORBES		CONDENSATEUR		INTENSITE NOMINALE MOTEUR EN AMP.		Q = DEBIT													
MONOPHASEE 220-240 V 50 Hz	TRIPHASEE 380-415 V 50 Hz	kW	HP	MONO-PHASE	TRI-PHASE	µF	V	MONO-PHASEE 220-240 V	TRI-PHASEE 380-415 V	l/min	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	
										m³/h	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	36	42	
										H = HAUTEUR D'ELEVATION TOTALE EN METRES DE COLONNE D'EAU													
DOMO 7	DOMO 7T	0,55	0,75	0,72	0,7	16	450	3,3	1,3	8,6	7,3	6,1	4,8	3,4	2	—	—	—	—	—	—	—	
DOMO 10	DOMO 10T	0,75	1	1,15	1,15	22	450	5,1	2	9,9	8,5	7,0	7,1	6,5	5,8	5,2	4,5	3,7	3	—	—		
DOMO 15	DOMO 15T	1,1	1,5	1,8	1,65	30	450	7,1	2,6	11,9	11	10,2	9,6	8,7	8	7,3	6,5	5,7	4,9	3,3	—		
	DOMO 20T	1,5	2	—	2	—	—	—	3,6	13,7	12,8	12	11,2	10,4	9,7	9	8,2	7,3	6,5	4,8	2,9		
DOMO 7VX	DOMO 7VXT	0,55	0,75	0,72	0,7	16	450	3,3	1,3	7,6	6,1	4,6	3	—		—	—	—	—	—	—		
DOMO 10VX	DOMO 10VXT	0,75	1	1,15	1,2	22	450	5,2	2,1	7,8	6,8	6,2	5,5	4,8	3,9	2,9	—	—	—	—	—		
DOMO 15VX	DOMO 15VXT	1,1	1,5	1,4	1,4	30	450	6,2	2,5	8,6	8,4	8	7,4	6,8	6	5	4	2,9	—	—	—		
	DOMO 20VXT	1,5	2	—	1,85	—	—	—	3,4	10,9	10,5	10,1	9,6	9,1	8,4	7,6	6,7	5,7	4,5	-	—		

Performances selon les normes ISO 2548 pour pompes construites en série appartenant à la classe C.

DIMENSIONS ET POIDS



TYPE DE POMPE	DIMENSIONS En mm H	H1	L	DNM	POIDS Kg
DOMO 7T - DOMO 7VXT	386	88	195	Rp 1"¼	8,7
DOMO 7 - DOMO 7VX					10
DOMO 10T - DOMO 10VXT	433	111,5	198	Rp 2"	11,4
DOMO 10 - DOMO 10VX	453				13,4
DOMO 15T - DOMO 15VXT					13,4
DOMO 15 - DOMO 15VX	473				15,1
DOMO 20T - DOMO 20VXT					16,4

LOWARA
A GOULDS PUMPS COMPANY 36075 Montecchio Maggiore - Vicenza - Italy - Telefono 0444/707111 - Telex 480427 - Telefax 0444/492166

LOWARA se reserve le droit d'apporter des modifications sans obligation de préavis.

cod. 191004442 04/96

FOURNISSERS DE MATERIAUX

- Béton : ENTREPRISE OLIVIER

  Lattes- tel. 04.67.58.25.00

- Armoire Electrique : CHAVEROCHE

  Rue Montels Eglise tel. 04.67.92.69.90

  Lattes

- Pompe : CHAVEROCHE

  Lattes- tel. 04.67.92.09.90

- Dégrilleur : FB PROCEDES

  6, rue Marcel-Dassault tel. 02.40.25.86.77

  Saint-Luce-sur-Loire

- Temporisateur Dégrilleur : AGEI

  6, rue de l'Industrie tel. 04.67.92.26.44

  Montpellier

- Pompe : H.M.T.

  11, Parc d'activité Saint Jean- Zac du Mas de grille tel. 04.67.27.52.99

  Saint Jean de Vedas

- Grillage plast : LEROY MERLIN

  Saint Jean de Vedas

- Tuyaux PVC : Frans Bonhomme

- Matériaux Plastiques : BAURES

  462, rue de l'Industrie tel. 04.67.22.70.00

  Montpellier

- Matériaux Plastiques : CASTORAMA

  Lattes

- Broyeur de WC : BROSSETTE

  Montpellier tel. 04.67.17.90.30

- Débitmètre : KRONE S.A.

  Usine des Ors-B.P. 98 tel. 04.75.05.44.00

  Romans

- Echantillonneur : Roucaire

  Marseille tel. 04.91.87.87.60

INRA

Institut National de la Recherche Agronomique

ANALYSE DE PRODUITS DIVERS

DEMANDEUR
CEFE CNRS
1919 ROUTE DE MENDE
34293 - MONTPELLIER CED

INTERMÉDIAIRE

PAYEUR
INRA SERVICE ACHATS
2 PLACE PIERRE VIALA
34060 - MONTPELLIER CED

Nature de l'échantillon : Divers
Nom de l'échantillon : LOMBRI (COMPOST)
Références : 5-21-1-19591/25927
Arrivé au laboratoire le : 22/09/98 Bulletin édité le : 16/10/98

VALEUR AGRONOMIQUE

		Sur produit sec	Sur produit brut
Matières sèches	g/kg (1)	1000.0	300.0
Matières organiques	g/kg		
Carbone organique (C)	g/kg		
Azote méthode Kjeldahl (N)	g/kg		
Azote nitrique (N de NO_3^-)	g/kg		
Azote ammoniacal (N de NH_4^+)	g/kg		
Rapport C/N			
pH eau			
Calcium total (CaO)	g/kg	140.38	42.12
Magnésium total (MgO)	g/kg		
Phosphore total (P_2O_5)	g/kg	12.2	3.7
Potassium total (K_2O)	g/kg		
Sodium total (Na_2O)	g/kg		
Conductivité (extrait 1/25)	mS/cm		
Matières indésirables non analysables	g/kg	0	0

ÉLÉMENTS EN TRACES

		Sur produit sec	Sur produit brut	Référ
Arsenic (As) total	mg/kg			
Cadmium (Cd) total	mg/kg			2
Chrome (Cr) total	mg/kg			1
Cobalt (Co) total	mg/kg			
Cuivre (Cu) total	mg/kg			10
Mercure (Hg) total	mg/kg			1
Molybdène (Mo) total	mg/kg			
Nickel (Ni) total	mg/kg			2
Plomb (Pb) total	mg/kg			8
Sélénium (Se) total	mg/kg			1
Zinc (Zn) total	mg/kg			30
Cr + Cu + Ni + Zn	mg/kg			40

AUTRES PARAMÈTRES

	Sur produit sec	Sur produit brut
CALCAIRE TOTAL (CACO3).....KG/T	216.3	64.9

(1) : 1 g/kg = 1 kg/t
(2) : Valeurs de référence, en mg/kg de p sec, pour respecter les prescriptions d'uti des boues de station d'épuration des prévues par la norme NF U 44-041

Laboratoire d'Analyses des So

INRA

Institut National de la Recherche Agronomique

ANALYSE DE PRODUITS DIVERS

34293 - MONTPELLIER CEDEX

INTERMÉDIAIRE

PAYEUR INRA SERVICE ACHATS
2 PLACE PIERRE VIALA
34060 - MONTPELLIER CEDEX

Nature de l'échantillon : Divers
Nom de l'échantillon : COMPOST (TERREAU)
Références : 5-21-1-19590/25926
Arrivé au laboratoire le : 22/09/98 Bulletin édité le : 16/10/98

VALEUR AGRONOMIQUE

		Sur produit sec	Sur produit brut
Matières sèches	g/kg (1)	1000.0	433.8
Matières organiques	g/kg		
Carbone organique (C)	g/kg		
Azote méthode Kjeldahl (N)	g/kg		
Azote nitrique (N de NO_3^-)	g/kg		
Azote ammoniacal (N de NH_4^+)	g/kg		
Rapport C/N			
pH eau			
Calcium total (CaO)	g/kg	19.56	8.49
Magnésium total (MgO)	g/kg		
Phosphore total (P_2O_5)	g/kg	3.4	1.5
Potassium total (K_2O)	g/kg		
Sodium total (Na_2O)	g/kg		
Conductivité (extrait 1/25)	mS/cm		
Matières indésirables non analysables	g/kg	0	0

ÉLÉMENTS EN TRACES

		Sur produit sec	Sur produit brut	Références
Arsenic (As) total	mg/kg			-
Cadmium (Cd) total	mg/kg			20
Chrome (Cr) total	mg/kg			1000
Cobalt (Co) total	mg/kg			-
Cuivre (Cu) total	mg/kg			1000
Mercure (Hg) total	mg/kg			10
Molybdène (Mo) total	mg/kg			-
Nickel (Ni) total	mg/kg			200
Plomb (Pb) total	mg/kg			800
Sélénium (Se) total	mg/kg			100
Zinc (Zn) total	mg/kg			3000
Cr + Cu + Ni + Zn	mg/kg			4000

AUTRES PARAMÈTRES

	Sur produit sec	Sur produit brut
CALCAIRE TOTAL (CACO3).....KG/T	8.7	3.8

(1) : 1 g/kg = 1 kg/t
(2) : Valeurs de référence, en mg/kg de produ sec, pour respecter les prescriptions d'utilisati des boues de station d'épuration des eaux prévues par la norme NF U 44-041.

Laboratoire d'Analyses des Sols
273, rue de Cambrai - 62000 ARRAS
Téléphone 03 21 59 92 24 - Télécopie 03 21 24 14 0

INRA

Institut National de la Recherche Agronomique

ANALYSE DE PRODUITS DIVERS

34293 - MONTPELLIER CEDE

INTERMÉDIAIRE

PAYEUR INRA SERVICE ACHATS
2 PLACE PIERRE VIALA
34060 - MONTPELLIER CEDE

Nature de l'échantillon : Divers
Nom de l'échantillon : SCIURE
Références : 5-21-1-19592/25928.
Arrivé au laboratoire le : 22/09/98 Bulletin édité le : 16/10/98

VALEUR AGRONOMIQUE

		Sur produit sec	Sur produit brut
Matières sèches	g/kg (1)	1000.0	806.2
Matières organiques	g/kg		
Carbone organique (C)	g/kg		
Azote méthode Kjeldahl (N)	g/kg		
Azote nitrique (N de NO_3^-)	g/kg		
Azote ammoniacal (N de NH_4^+)	g/kg		
Rapport C/N			
pH eau			
Calcium total (CaO)	g/kg	2.58	2.08
Magnésium total (MgO)	g/kg		
Phosphore total (P_2O_5)	g/kg	< 1.1	< 0.9
Potassium total (K_2O)	g/kg		
Sodium total (Na_2O)	g/kg		
Conductivité (extrait 1/25)	mS/cm		
Matières indésirables non analysables	g/kg	0	0

ÉLÉMENTS EN TRACES

		Sur produit sec	Sur produit brut	Référen
Arsenic (As) total	mg/kg			-
Cadmium (Cd) total	mg/kg			20
Chrome (Cr) total	mg/kg			100
Cobalt (Co) total	mg/kg			-
Cuivre (Cu) total	mg/kg			100
Mercure (Hg) total	mg/kg			10
Molybdène (Mo) total	mg/kg			-
Nickel (Ni) total	mg/kg			200
Plomb (Pb) total	mg/kg			800
Sélénium (Se) total	mg/kg			100
Zinc (Zn) total	mg/kg			300
Cr + Cu + Ni + Zn	mg/kg			400

AUTRES PARAMÈTRES

	Sur produit sec	Sur produit brut
CALCAIRE TOTAL (CACO3).....KG/T	2.2	1.7

(1) : 1 g/kg = 1 kg/t
(2) : Valeurs de référence, en mg/kg de p sec, pour respecter les prescriptions d'util des boues de station d'épuration des e prévues par la norme NF U 44-041.

Laboratoire d'Analyses des So
273, rue de Cambrai - 62000 ARRAS
Téléphone 03 21 59 92 24 - Télécopie 03 21 24

Institut National de la Recherche Agronomique

DE PRODUITS DIVERS

34293 - MONTPELLIER CEDEX 5

INTERMÉDIAIRE

PAYEUR INRA SERVICE ACHATS
2 PLACE PIERRE VIALA
34060 - MONTPELLIER CEDEX 1

ture de l'échantillon : Divers
m de l'échantillon : POUZZO + SCIURE
férences : 5-21-1-19589/25925
ivé au laboratoire le : 22/09/98 · Bulletin édité le : 16/10/98

VALEUR AGRONOMIQUE

		Sur produit sec	Sur produit brut
tières sèches	g/kg (1)	1000.0	982.4
tières organiques	g/kg		
rbone organique (C)	g/kg		
ote méthode Kjeldahl (N)	g/kg		
ote nitrique (N de NO_3^-)	g/kg		
ote ammoniacal (N de NH_4^+)	g/kg		
pport C/N			
eau			
lcium total (CaO)	g/kg	96.38	94.68
gnésium total (MgO)	g/kg		
osphore total (P_2O_5)	g/kg	7.6	7.4
tassium total (K_2O)	g/kg		
dium total (Na_2O)	g/kg		
nductivité (extrait 1/25)	mS/cm		
tières indésirables non analysables	g/kg	0	0

ÉLÉMENTS EN TRACES

		Sur produit sec	Sur produit brut	Références (2)
Arsenic (As) total	mg/kg			-
Cadmium (Cd) total	mg/kg			20
Chrome (Cr) total	mg/kg			1000
Cobalt (Co) total	mg/kg			-
Cuivre (Cu) total	mg/kg			1000
Mercure (Hg) total	mg/kg			10
Molybdène (Mo) total	mg/kg			-
Nickel (Ni) total	mg/kg			200
Plomb (Pb) total	mg/kg			800
Sélénium (Se) total	mg/kg			100
Zinc (Zn) total	mg/kg			3000
Cr + Cu + Ni + Zn	mg/kg			4000

AUTRES PARAMÈTRES

	Sur produit sec	Sur produit brut
LCAIRE TOTAL (CACO3).....KG/T	2.0	2.0

(1) : 1 g/kg = 1 kg/t
(2) : Valeurs de référence, en mg/kg de produit sec, pour respecter les prescriptions d'utilisation des boues de station d'épuration des eaux prévues par la norme NF U 44-041.

Laboratoire d'Analyses des Sols
273, rue de Cambrai - 62000 ARRAS
Téléphone 03 21 59 92 24 - Télécopie 03 21 24 14 08

DEPARTEMENT DE L'HERAULT

CONSEIL GENERAL DE L'HERAULT

DIRECTION DE L'EAU
ET DES EQUIPEMENTS COMMUNAUX

S.A.T.E.S.E.

YR/MIL

COMMUNE DE COMBAILLAUX
STATION DU BOURG

STATION D'EPURATION

BILAN DIAGNOSTIC du 02 au 03 Octobre 1991
Suivi des débits du 02 au 06 Octobre 1991

****

*

Destinataires :

- Mme. le Maire de COMBAILLAUX
- A.F.B.R.M.C.
- D.D.A.S.S.
- D.D.A.F. (Maître d'Oeuvre)
- - D.E.E.C. (M. CUBERTAFOND)

Etabli par
l'Ingénieur Responsable
du S.A.T.E.S.E.
Y. RIVIERE

OBJET DE L'ETUDE

Définir les charges reçues par l'installation qui présente un mauvais fonctionnement des filtres à sable (colmatés en surface). Ultérieurement il est prévu d'entreprendre les modifications nécessaires pour rétablir un fonctionnement normal de l'installation.

CONSISTANCE DE L'ETUDE

Mesure des débits d'entrée sur 5 jours avec une forte averse. Prélèvement d'entrée proportionnel aux débits.

RESULTATS (voir annexes)

. Débits	2 au 3 =	8,1 m3/jour (absence totale d'eaux parasites)
(Octobre)	3 au 4 =	4,5 m3/jour
	4 au 5 =	5,1 m3/jour
	5 au 6 =	11,2 m3/jour (avec une averse le 5 à 19 h.).
. Charges	2 au 3 =	2,7 kg DBO5/jour
(entrée générale)	=	6,9 kg DCO/jour
	=	4,9 kg.MEST/jour

FONCTIONNEMENT ACTUEL

1) Le décanteur-digesteur fonctionne normalement. Les extractions de boues ont été normalement réalisées jusqu'à ce jour (sur lit de séchage).

2) Décolloïdeur - Il est colmaté et donc détourné (en by-pass)

3) Chasse d'eau - Ne fonctionne pas depuis 1 à 2 ans.

4) Filtres à sable - Colmatés en bout de bassin. La station comporte un filtre de 100 m2 et un autre de 60 m2. Les lames d'eau journalières sont donc respectivement de 8 à 5 cm pour le grand filtre et 13,5 à 8,5 cm pour le petit filtre, étant donné que la répartition de l'eau décantée se fait en parties égales. De par sa réalisation, ce dispositif peut être considéré comme un massif filtrant vertical alterné. En cas de non alternance, la lame d'eau maxi et conseillée de 4 cm/jour est dépassée, on voit donc que le mode d'alimentation a son importance dans le cas présent.

Le grand filtre a été décaissé jusqu'au sable, il a été fait les observations suivantes :

- les drains ne sont pas colmatés (fentes larges de 5 mm),
- le gravier (roulé) est noir et la biomasse assez importante (anaérobiose prononcée),
- l'eau ne s'écoule pas, comme arrêtée par la première couche de sable (voir photo),
- les drains de récupération sont secs ainsi que le "piézomètre", signe que le colmatage est superficiel.

../...

La même opération a été réalisée sur la partie haute du petit filtre. On a observé :

- un gravier sans couche noire, signe de non utilisation,

- un sable qui a infiltré immédiatement 20 litres d'eau (essai par nous même) et donc à priori apte à infiltrer

Monsieur JOSEPH, hydrogéologue agréé de l'USTL et spécialiste en géoassainissement est venu, à notre demande, sur la station. A son avis, les raisons du colmatage sont surtout à rechercher du côté d'une mauvaise alimentation des lits. D'après lui la panne de la chasse a contribué à une alimentation préférentielle en bout de drain, probablement accentuée (à notre avis) par la pente excessive des drains.

En conclusion, nous pensons qu'une intervention est rendue nécessaire ainsi que certaines améliorations. La municipalité a sollicité pour cela une aide du département et de l'Agence de Bassin dans le cadre du "programme d'amélioration des stations d'épuration".

Nous pensons prendre les mesures suivantes :

avant d'arriver à la solution extrême du changement de sable, nous proposons d'enlever la terre et de remettre les installations en état de fonctionnement. L'enlèvement de la terre aura plusieurs avantages tels qu' une observation directe, une meilleure répartition de l'eau usée, une meilleure "respiration" du lit. Un premier financement a été mis en place avec la municipalité.

Pour résumer, nous proposons dans un premier temps :

* de rétablir le fonctionnement du décolloïdeur et d'assurer ensuite son entretien ;

* de rétablir le fonctionnement de la chasse afin que toute la longueur de tous les drains soit utilisée ;

* d'enlever la terre végétale et le bidim (délicatement) ;

* de rétablir de meilleures pentes des drains répartiteurs si c'est nécessaire. De nettoyer les zones colmatées ;

* de faire analyser le sable ;

* en outre, la municipalité consciente des problèmes, envisage à l'avenir de faire vidanger régulièrement le digesteur par une entreprise spécialisée, ce qui aura le mérite d'éliminer tout risque de pertes de boues.

-=ooo=-

CELLULE SPECIALISEE DES STATIONS D'EPURATION

BILAN SUR 24 HEURES DU 02/10/91 AU 03/10/91

Station de : COMBAILLAUX (BOURG)
Code : 91/082/1/1
Analyses effectuées par : INSTITUT BOUISSON BERTRAND

Désignation Echantillon	Heures	Volume Rejeté (m3)	Concentrations (mg/l)								Charges (Kg)						
			DBO5	DCO	MEST	NTK	P TOTAL	NH4	NO3	Ph	DBO5	DCO	MEST	NTK	PTOTAL	NH4	NO3
ENTREE	15 H 30 à 15 H 30	8	340	853	608			—	—	-	2	6	4			—	—
																—	—
Charges Enlevées (en Kg)																	
Rendements (en %)																	
ENTREE AD2	15 H 30 à 15 H 30	8	160	530	0	0.0	0.0	-	—	-	1	4	0	0.0	0.0	—	—

LABORATOIRE RÉGIONAL AGRÉÉ PAR LES MINISTÈRES
DE LA SANTÉ ET DE L'ENVIRONNEMENT

Prescripteur : HOTEL DU DEPARTEMENT
References : P: E:56749
Preleveur : M. RIVIERE - HOTEL DU DPT

Date de prelevement 03/10/91
Date de reception 03/10/91
Analyse no 91/1 1 7 1 7

HOTEL DU DEPARTEMENT
S A T E S E
1000 RUE D'ALCO
34087 MONTPELLIER

tif de l'analyse :
ture de prelevement : EAUX RESIDUAIRES
au : BRUTE

ieu de prelevement : 034 082 COMBAILLAUX

resse du prelevement: ANALYSES D'EAUX RESIDUAIRES (EAU BRUTE)

RESULTATS ANALYTIQUES

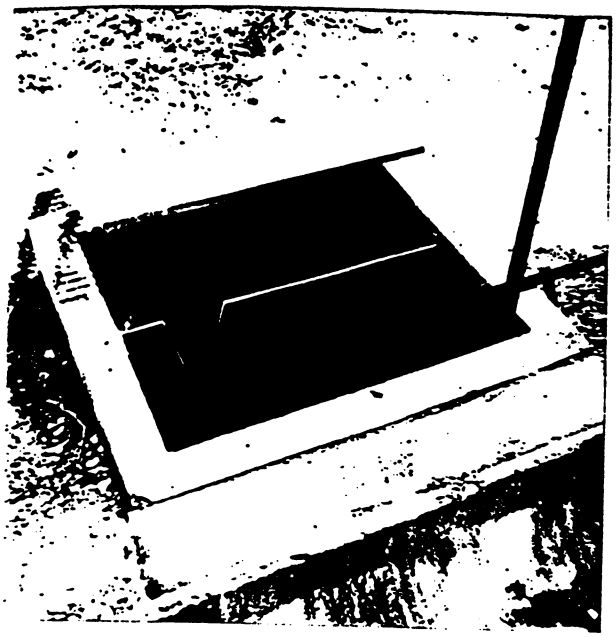
EXAMEN PHYSICO-CHIMIQUE

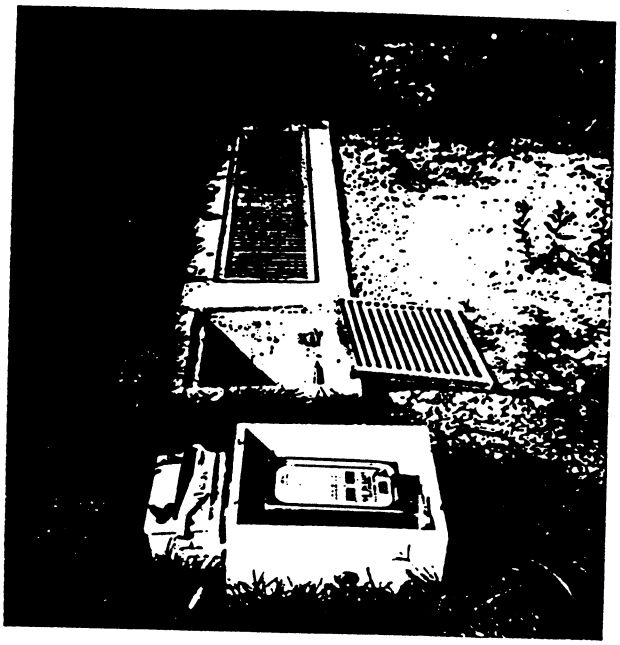
EXAMEN PHYSIQUE			LIMITES DE QUALITE
A 20 DEGRES C.	7,8	U. pH	

EXAMEN CHIMIQUE			LIMITES DE QUALITE
.B.O. APRES 2 HEURES DE DECANTATION	160	mg/l O2	
C.O. APRES 2 HEURES DE DECANTATION	530	mg/l O2	
TIERES EN SUSPENSION TOTALES	608	mg/l	
EMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE	853	mg/l O2	
EMANDE BIOCHIMIQUE EN O2 EN 5 JOURS	340	mg/l O2	

MONTPELLIER LE 16 /10 /91

Le Chef de Service
P.O. Le Chef de Laboratoire





mesure de debit (montage d'un déversoir)

Prélèvement d'eau brute

Bilan du 2 au 3 octobre 1991

Suivi hydraulique du 3 au 6 octobre 1991

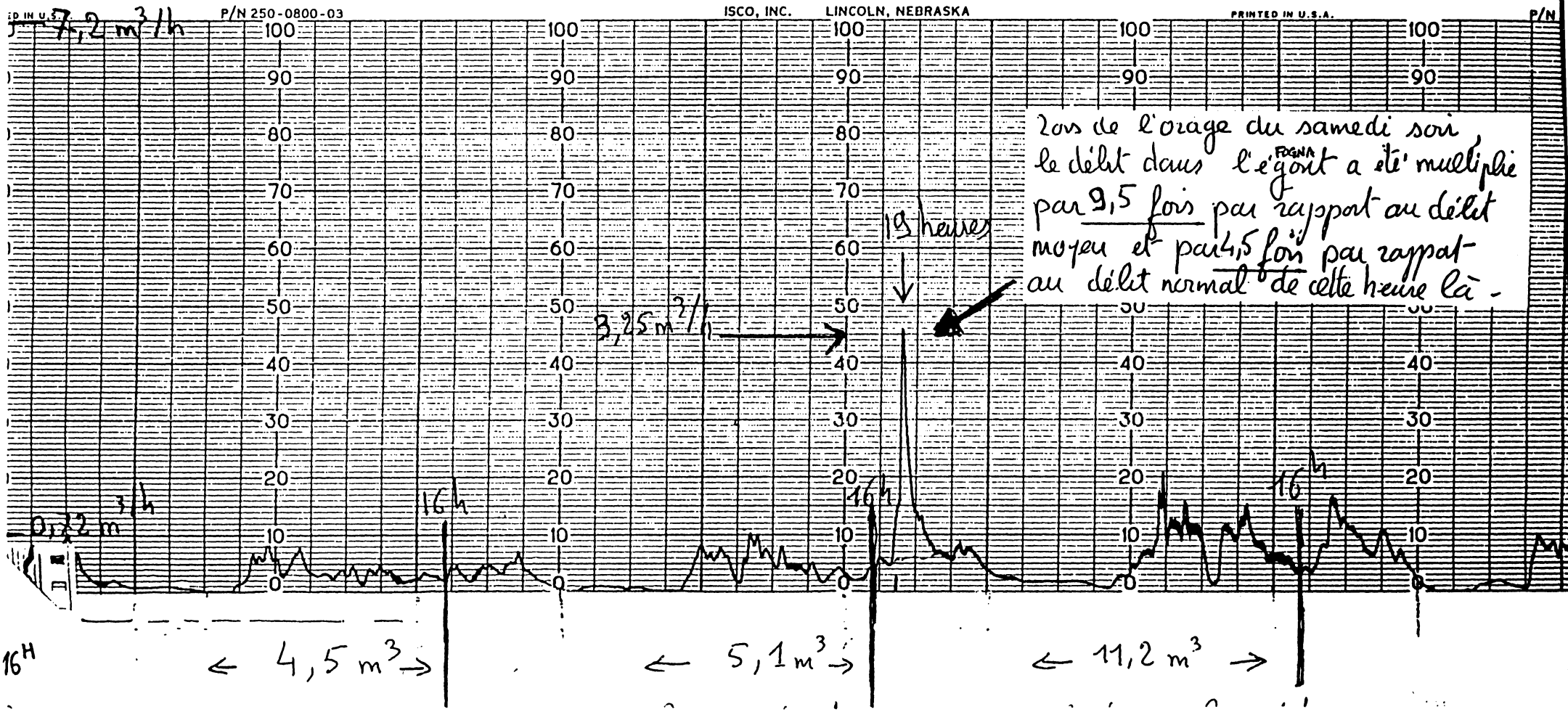
COMBAILLAUX

Diagrammes des débits.

Suivi des débits du 3 au 6 octobre 1991
(forte pluie le 5 au soir)

000081	011201	→ 11,2 m³
15 58	10 06	
000460	005100	→ 5,1 m³
15 58	10 03	
000450	004500	→ 4,5 m³
15 58	10 03	
000000	000000	(16h à 16h)
*15 59	10 03	

Debits journaliers ↑



Lors de l'orage du samedi soir le débit dans l'égout a été multiplié par 9,5 fois par rapport au débit moyen et par 4,5 fois par rapport au débit normal de cette heure là.

station d'épuration communale (bourg.)

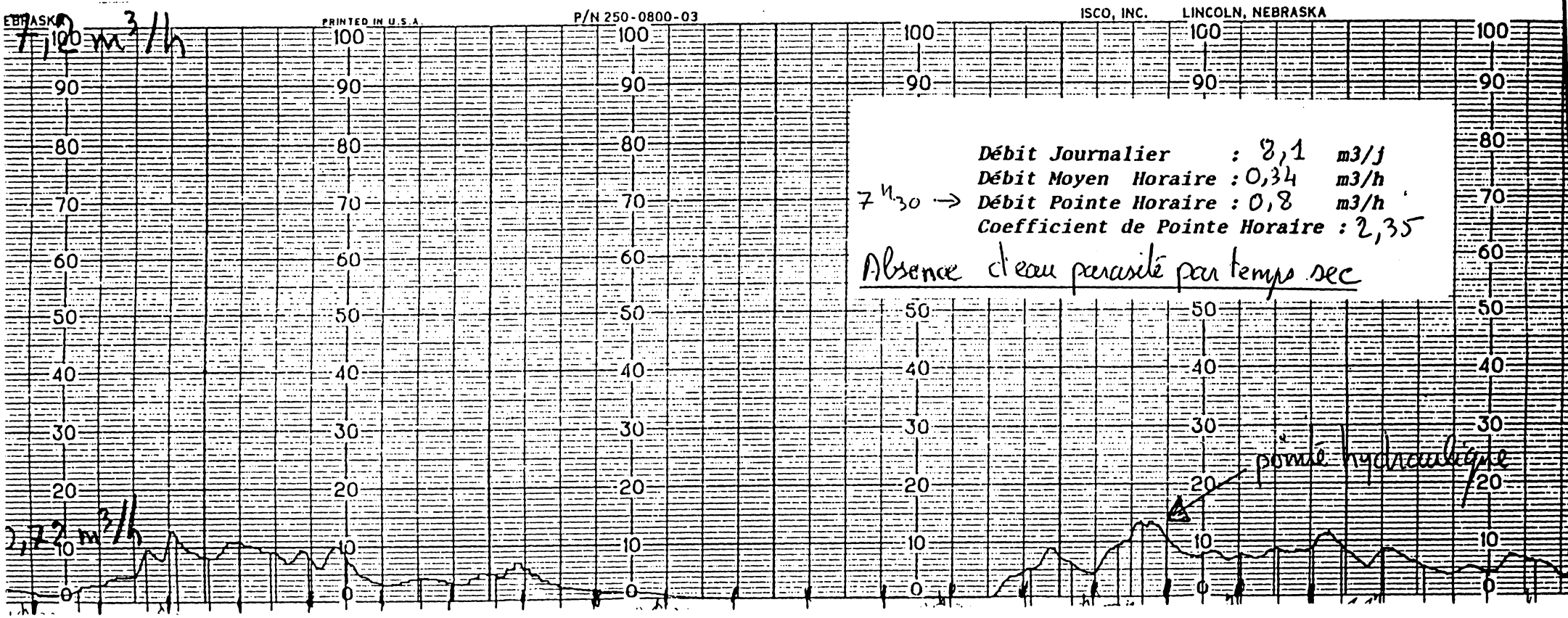
2 au 3 octobre 1991 (24 heures)

Qp

00020	00040	00060	00080	00100	00120	00140	00160	00180	00200	00220	00240	00260	00280	00300	00320	00340	00360	00380	00400	00420	00440	00460	00480	00500	00520	00540	00560	00580	00600	00620	00640	00660	00680	00700	00720
10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00	10 00

00810	00790	00770	00750	00730	00710	00690	00670	00650	00630	00610	00590	00570	00550	00530	00510	00490	00470	00450	00430	00410	00390	00370	00350	00330	00310	00290	00270	00250	00230	00210	00190	00170	00150	00130	00110
15 30	14 30	13 30	12 30	11 30	10 30	09 30	08 30	07 30	06 30	05 30	04 30	03 30	02 30	01 30	00 30	23 30	22 30	21 30	20 30	19 30	18 30	17 30	16 30	*15 30											

horaires des débits



INSTITUT DES SCIENCES DE L'INGENIEUR DE MONTPELLIER

Pu 314

RAPPORT DE STAGE

Département SCIENCES et TECHNOLOGIE de l'EAU

Stage de 2° année
Réalisé du 15 février au 15 septembre 1999

A Montpellier

Sous la responsabilité de M. Bouché

Gestion de connaissances appliquée à l'épuration des eaux usées par lombrifiltration - La station pilote de Combaillaux : une approche systémique

Dario Di Gangi

Tuteur ISIM
F. Brissaud

MONTPELLIER

UNIVERSITÉ MONTPELLIER II

INSTITUT DES SCIENCES DE L'INGÉNIEUR DE MONTPELLIER
UNIVERSITÉ MONTPELLIER II SCIENCES ET TECHNIQUES DU LANGUEDOC
Place Eugène Bataillon 34095 MONTPELLIER CEDEX 5
Tél. : 04 67 14 31 60 - Télécopie : 04 67 14 45 14
E mail : isim@univ-montp2.fr

ISIM

L'érudit se rappelait l'enthousiasme de sa jeunesse quand il croyait lui aussi qu'on peut finir une thèse

« Deux étés » - Erik Orsenna

SOMMAIRE

Avant-propos 2

I – Introduction 3

II Présentation du lieu de la station 4

2.1Le pilote de Combaillaux 4
2.2 Le pilote dans sa station : description de l'implantation et son schéma général 4

III – Les objectifs du pilote : générales et spécifiques 7

IV – Systémique de la lombrifiltration 8

4.1 Concepts 8
4.2 Le système : station pilote de Combaillaux 9
4.2.1 Le sous-système de pre-traitement 11
4.2.2 Le sous-système de traitement : la théorie de la lombrifiltration 13
4.2.3 Le sous-système de post-traitement 16

V Problèmes et solutions : le travail d'équipe 17

5.1 Problèmes au départ (premiers résultats et suivi des débits) 17
5.2 Résolution du problème d'aspersion (dessableur) 18
5.3 Mis en place des colonnes expérimentales 19
5.4 Protocole d'alimentation des lombrifiltres 21
5.5 Le travail d'équipe 22

VI Résultats, interprétations : possible optimisation et entretien 23

VII Conclusions 24

VIII Références Bibliographiques 25

IX Annexes 27

Avant-Propos

Cette expérience naît de la nécessité d'adopter une nouvelle technique au procédé de traitement des eaux résiduaires, en particulier d'utiliser des nouveaux procédés avantageux du côté économique, au niveau de la gestion et surtout au niveau d'efficience.

C'est la Lombrifiltration qui réponds à ces requises : le mot lombrifiltration a été forgé pour indiquer un filtre de type organique comprenant des vers de terre ou «lombriciennes ».

Toute cette aventure, je tiens à souligner, a commencé par hasard dans l'occasion de chercher le stage pour finir mes études.

J'exprime ici toute ma reconnaissance, ma sympathie et mon amitié à Monsieur M. Bouché, Directeur du Laboratoire de Zooécologie du sol de l'INRA, qui a bien voulu me recevoir dans son laboratoire dans le cadre de ce stage.

Je rappelle la disponibilité de monsieur Brissaud, directeur du laboratoire de GeofluidoBassin de l'eau.

J'adresse mes remerciements à Monsieur C. Joseph, Ingénieur au Laboratoire d'Hydrologie Mathématique, dont la collaboration, en tant qu'expert, fut précieuse.

Je remercie également Monsieur P. Soto qui m'a démontré comme travailler à l'ordinateur sans absorber technostress.

Je voudrais également rappeler mes copains de travaille, sans lesquelles je ne pouvais pas être capable d'arriver aux résultats dont je suis abouti : je mentionne Meyling, Jacques et Sebastien.

«The least but not the last », je remercie Monsieur J. Coma, professeur de Génie des Procédés à l'ISIM pour avoir me donné d'aide à la recherche de ce stage.

I Introduction

Depuis 3 janvier 1992, avec la Loi sur l'eau, le droit de l'eau en France a considérablement été enrichie ; surtout cette loi a donné plus de pouvoir aux collectivités locales.

C'est dans ce contexte qu'apparaît la petite commune de Combaillaux avec ses problèmes d'assainissement à résoudre.

En particulier les travaux d'aménagement qu'ont été réalisé dans le système d'assainissement de Combaillaux, dans la station du secteur des Sajolles, à la fin de mai 1998, ont prévu l'installation d'un dégrilleur, d'un poste de relevage avec une pompe, et d'un «lombrifiltre ».

Ce «lombrifiltre » est composée de 4 bacs et d'un système d'aspersion.

Tout l'ensemble représente un nouveau type de traitement d'épuration des eaux usées urbaines et domestiques.

Il s'agit d'un système pour l'épuration de la **ressource** eau usée, par filtration à travers un «lombrifiltre » : un dispositif d'un ensemble de couches, un des quelles est inoculé par de «lombrics » ou communément dites vers de terre.(fig. 1)

En plus ce système prends autour de son principe la réutilisation de l'eau traitée au niveau agricole, industrielle, municipale : tout ça après un traitement de désinfection de l'eau de sortie du filtre.

La réalisation de ce système démarre une étude complexe et complet à l'issue de valider ce nouveau procédé comme efficient et reproductible dans les même conditions biotiques et non.

Justement l'activité biologique des lombrics et de toute la biocénose présente dans le filtre influence positivement l'action bio-physico-chimique de ce dernier.

On sait déjà le travail mécanique des vers de terre qui améliorent la micro et la macro porosité du lombrifiltre.

La première garantie l'augmentation de la capacité de rétention de l'eau alors que la deuxième limite les phénomènes de pollution, ou d'**encrassement** du lombrifiltre.

En plus les vers de terre contribuent activement à stimuler l'activité microbienne.

Les paramètres qui varient sont plusieurs, alors devient un peu plus difficile gérer nos connaissances sur ce nouveau procédé.

Mais on peut simplifier le problème en s'approchant de la façon systémique à la saisie des données : c'est comme ça qu'on peut aboutir à quel qu'on appelera la théorie de la lombrifiltration.

Cette nouvelle technique a été importée par l'Hérault du Chili, en particulier en prenant comme modélé la station de Mellipilla.

Les réalisations de systèmes de lombrifiltration au Chili ont obtenu excellentes performances.

Au-delà de la station de Mellipilla (pas loin de Santiago), où se trouve une implantation pilote pour 1000 personnes qui fonctionne très bien, et au-delà de systèmes un peu plus petits pour habitations privées, qui travaillent au même niveau de la précédente, ils y ont autres systèmes pour 30-12000 e.h. dans tout le Chili.

Surtout on peut poser l'attention sur le fait que le types d'eaux traitées sont de différentes origines : eaux résiduaires de tomate (industrie de AGROZZI, 109 l/s, aire de 1,4 hectares), eaux résiduaires d'industries laiteries (Agricola Lechera

CHILOLAC, 400 m^3/j) ; et des nouvelles stations sont prévues dans les prochains mois, comme Temuco, Colina et «Nogales »(12000).

Pris confiance de la possibilité d'un bon fonctionnement de cette nouvelle technologie, nous chercherons de l'adapter aux conditions locales françaises et d'optimiser l'espèce de lombrics plus performante pour ce type de procédé.

II Présentation du lieu de la station

Les eaux usées de la population de Combaillaux sont traitées par deux stations d'épuration qui adopte deux différents types de procédés pour assainir la commune même.

On peut distinguer le secteur de Haute de la Fontaine et le secteur des Sajolles.

Ce dernier représenté l'ancien village de Combaillaux, avec ses 80 e.h..

En vérité on appelle le Sajolles l'ensemble des maisons qui se trouve sur le monticule en face cet ancien village. (fig. 3)

Alors on donne le nom de la Balagade au secteur qui pour simple commodité on appelle des Sajolles.

La raison de tout ça est que la station d'épuration se trouve plus proche aux Sajolles qu'à l'ancien village.

Dans les prochains mois les eaux usées des Sajolles seront collectées à la station, augmentant la population desservie jusqu'à 250 e.h..

2.1 Le pilote de Combaillaux

Afin de valider dans les conditions locales la technologie de la lombrifiltration en précisant certains mécanismes et en tirant tout le parti il a été décidé d'effectuer une unité pilote de petite dimension, plus flexible au niveau économique qu'une grosse unité et se prêtant aux mesures des mécanismes à préciser. La municipalité de Combaillaux s'est prêtée à cette validation avec l'espoir de promptement l'étendre à une unité de traitement plus importante qu'elle projette de réaliser, l'expérience acquise étant disponible d'abord localement et pour le département, mais évidemment, sous réserve d'adaptation à d'autres applications.

Les études en pilote branchés sur des situations concrètes : il s'agit à la fois de démontrer en situations réelles les performances des lombrifiltres et d'en optimiser la conception en les adaptant à des situations concrètes.

Par contre les études en modèles de laboratoire permettent de bien analyser les mécanismes pour en permettre l'optimisation en pilote.

2.2 Le pilote dans sa station : description de l'implantation et son schéma général

Le pilote de Combaillaux est implanté dans une station de traitement des eaux usées préexistantes autorisée, qui comporte :

a) un degrilleur
b) un décanteur digesteur
c) une chasse d'eau
d) une cuve de répartition
e) les lits à sables

Afin d'éviter d'obtenir une autorisation nouvelle, toujours difficile d'obtenir, pour un prototype, il a été décidé d'utiliser la totalité des eaux usées arrivant à cette installation préexistante, de la détourner sur notre nouveau procédé et quelle que soit la qualité des eaux épurées obtenues de "retraiter" inutilement des eaux par les lits à sables de cette installation préexistante.

Les eaux usées arrivent sur les installations par deux réseaux séparés ; l'un reçoit les eaux usées, l'autre les eaux pluviales. La station pilote (fig.2,4) est conçue pour traiter les eaux usées d'une partie de la population (le vieux village) Combaillaux, en comptant 80 habitants. La station est constituée de :

1) un dégrilleur
2) un poste de relevage
3) 4 lombrifiltres
4) une cuve de répartition
5) les lits à sable

1) Le dégrilleur est une installation de pretraitement permettant de retenir le MES (matière en suspension) grossières par une grille. Le dégrilleur est de type automatique vertical, avec un écartement des barreaux de la grille de 5 mm. Le fonctionnement de celle-ci est commandé de une armoire électrique placé dans un local. Ce local a été prévu également pour y faire les analyses et pour y garder les outils.
2) Après le dégrilleur on arrive, par une canalisation (ϕ=200 mm) au poste de relevage (ou cuve d'alimentation) (fig. 5). Dans cette cuve, faite de résine de fibres de verre, on a une électro-pompe submersible de 0,75 kW de puissance utile, qui monte l'eau au système hydraulique d'aspersion dans les 4 lombrifiltres. Celui-ci est composé d'un tuyau principal (ϕ=50 mm) alimentant des tuyaux de répartition (ϕ=25 mm) au nombre de un par lombrifiltre. Chacun est équipé d'une vanne permettant de régler le débit ce qui, nous permet au cours de l'année de faire varier à notre convenance la charge sur les lombrifiltres afin de déterminer leurs caractéristiques épuratoires. Un by-pass (ou canalisation de trop plein) permet de court-circuiter le reste de la station d'épuration en rejetant un débit d'eau excédentaire dû aux précipitations atmosphériques, directement dans le milieu naturel. La pompe est équipée de deux flotteurs servant de fin de course niveau haut et bas et elle est commandée par la même armoire électrique. Cette armoire régle aussi le fonctionnement d'un débitmètre électromagnétique qui est placé entre le poste de relevage et les lombrifiltres. Le débitmètre mesure le débit instantané par l'intermédiaire d'un afficheur électronique.
3) Les 4 lombrifiltres (fig. 6) sont composés de trois couches. La première couche (h =20 et 30 cm) est de lombricompost, la deuxième de sciure (h =50 cm) ; ces deux couches constituent la couche active séparée au fond par une toile plastique d'une couche de gravier (h =25 cm), ayant une granulométrie en variant entre 6 et 40 mm servant de drainage. L'aire de chaque bac est de 3,4 mètres carrés ; le bac contient deux électrodes ayant la fonction de mesurer les variations d'humidité en utilisant la méthode resistimetrique. A trois différents niveaux du substrat du bac, chacun correspondant à chaque couche du lombrifiltre (lombricompost, sciure et graviers) des tuyaux sortent latéralement pour permettre des analyses.
4) Les eaux lombrifiltrées sont acheminées via une canalisation vers une cuve pour se répartir dans les lits à sable de la filière décantation-digestion. Cette étape ne

sera plus ultérieurement utile, l'eau étant épurée par lombrifiltration, mais est reprise ici pour raison d'autorisation, comme justifié ci-dessus. Dans cette cuve de répartition se retrouve un by-pass qui à la même fonction que le premier.

5) L'installation préexistante à deux lits à sable, disposées à gauche et à droite de la cuve de répartition, de façon que quand un se colmate l'autre est capable de recevoir de l'eau pour la traiter. Les dimensionnes des lits à sable nous permet de traiter les eaux de 100 e.h.. Le procédé de traitement est l'infiltration-percolation ; elle garantit la qualité des rejets en attendant les résultats de notre étude. Après ce traitement l'eau se déverse dans le ruisseau (ou milieu récepteur en général) qui coule à coté de la station.

III - Objectifs du pilote : générales et spécifiques

Le pilote de Combaillaux a pour objectifs généraux :

1°) de créer une première réalisation française de lombrifiltration en situation réelle

2°) de constituer un outil de Recherche et Développement avec possibilité d'évaluer les paramètres de performance et de modifier certaines variables (débits, nature des couches actives, mode d'aspersion et de temporisation des aspersions, choix d'espèce lombricienne optimale, ...)

3°) de valider dans les conditions climatiques et socio économiques locales les acquis preliminaires obtenus au Chili.

4°) de constituer une plate-forme de démonstration et d'évaluation pour d'autres réalisations, à commencer par la future station d'épuration de Combaillaux, mais aussi au profit de département de l'Hérault, de la France et de l'étranger (voir China, Vietnam ou Italie).

On peut citer aussi des objectifs spécifiques qui se diffèrent des premières sur le plan des intéressés en jeux.

L'optimisation du lombrifiltre et en particulier du filtrage physique, de l'activité lombrico-microbienne, du mode d'aspersion et de la choix d'un taux journalier pour alimenter le lombrifiltre, c'est le plus important objectif spécifique.

Pour réaliser cet objectif on doit étudier les différentes couches composantes le lombrifiltre, l'hydraulique du filtre et l'action des vers de terre et des microorganismes.

Autre objectif à envisager c'est la biosurveillance des risques écotoxicologiques : analyse des cancérogènes, métaux lourds, etc. dans les vers de terre, qui sont soumis à se nourrir des refus des pre-traitements

En fait on prévoit de placer un bac de «lombricompostage » sur la station ayant le but de traiter ultérieurement la matière extraite du système d'épuration.

Seront les différentes espèces des vers qui avec leur action plus ou moins performante, transformeront le refus en vermicompost.(fig. 7)

IV Systémique de la lombrifiltration

Pour mieux comprendre l'approche systémique à l'étude de la «lombrifiltration » on doit préciser qu'est-ce qu'on entend pour système.

Le mot *système* prend son origine du mot grec *sustêma* qui ça veut dire assemblage ou composition ; au moins de deux éléments.

Ces éléments doivent être en relation entre eux, doivent être, dans un sol mot, *organisé*.

Si le système est l'ensemble des éléments organisé, la systémique est «la théorie des systèmes complexes »(Le Petite Robert, 1983).

4.1Concepts

De la définition donnée par J. de Rosnay (Le Macroscope), on peut dire que "*l'approche systémique est une methodologie qui permet de rassembler et d'organiser les connaissances en vue d'une plus grande efficacité de l'action".*

Une demarche holofuge , qui s'alloignet de l'entier, ça veut dire partir du global (= considerée dans sa complexité) pour arriver aux systèmes particulier, elle nous permet de exploiter nos connaissances sous formes utilisables.

C'est une demarche de type inductive que nous permet de constituer les types des étapes de traitement d'épuration des eaux usées, en partant de la synthèse pour arriver à l'analyse du système entier.

Chaque système est composée des objects (ou connaisssances) : dans chaque object sont presentes la matière, l'energie et l'information.

Un système est caracterisée pour le dynamisme des elements composants et par son evolution vers un but final.

Le système reel ou concret peut être decrit par les sciences exactes, comme la physique,la chimie et la biologie, ou être representé par des modeles, abstraites ou materieles.

Eusystème, naturel ou artificiel, c'est quel que nous appellons le concret descriptible par des caracteristiques bio/physico/chimique (Bouche, 1996).

A son tour, l'eusystème est composèe par des elements organisées entre eux, ou **compartiments**, ayants des **connexions** entre eux ;ces connexions sont representées par des **cinèses** portant sur des échanges ou transferts de matière, énergie et information.

Leur etude est fait par l'eusystémique: ça suffit d'^etre identifiable et connectable pour creer un système hierarchisé de sous-eusystème.

Les exigences de ces derniers sont l'identifiabilité et la connexité des composants.

Les **composants** sont de deux types: les compartiments et les cinéses.

Les cinéses sont des débits caracterisants l'entrée et la sortie de chacun compartiment: ce sont de quantités fonction d'un durée.

Existe une etroite relation entre les cinéses et l'état des compartiments: les premières modifient les deuxièmes, et les deuxièmes regulents les premières.

Les composants des eusystèmes sont donc caracterisé par leur connexité.

L'exterieur ou "son atour" est conceptualisé comme un compartiment connecte à l'eusystème considerée.

On peut tomber dans la non-connaissance si nous ne faisions bien attention au fait que la choix des composants implique l'identification de les mêmes: on doit savoir identifier le compartiments et mesurer les cinéses (entrée et sortie) entre eux.

Ça suffit d'être identifiable et connectable pour creer un système hierarchisé de sous-eusystème.

Tout système complexe est constitué d'une grande varieté d'élements possédant des fonctions specialisées.

Ces élements sont organisés en niveaux hiérarchiques internes.

Les différents niveaux, les différents éléments sont reliés par une grande varieté de liaisons, ce qui se traduit par une grande densité d'interconnexions.

La nature nous offre des systèmes vivants: ceux-ci sont des systèmes ouverts, et telles doivent être les systèmes pour se evoluer et vivre.

Etant bien entendu que un système ouvert peut rester en equilibre: alors on parle d'equilibre dynamique opposé à l'equilibre statique dans le cas de systèmes clos.

Lors de la prèsence d'une homme, celui-là a deux competences specifiques dans l'ensemble de le système: la premiére est l'energie physique et l'autre est quelle de capter et traiter les informations.

4.2 Le système : station pilote de Combaillaux

La station pilote de Combaillaux traite les eaux usées d'origine urbaine et domestique de son vieux village, ou autrement dite, le bourg des Sajolles.

Les capacités nominales de l'implantation ce référent à 100 e.h., mais ils sont destinés à augmenter jusqu'au desservir d'une population de 250 e.h., dans les mois prochains.

Le débit nominal instantané de la pompe qui aliment les lombrifiltres est de 15 m^3/h et la charge massique nominale est de 5.4 kg DBO_5/j.

Le système se compose de trois compartiments principaux : l'amont de la station, la station, et l'aval de la station.

La source de notre système sont les eaux usées des Sajolles : à partir de là on peut considérer système les trois compartiments liés entre eux par des échanges ou connexions.

Chaque compartiment a un état initial et un état final qui caractérise le temps et l'espace de l'action sur l'objet du système.

Ce dernier on peut le visualiser avec le traitement d'épuration des eaux usées envisagées.

« Source » extérieure du système est le village, considéré dans sa structure physique (maisons, mairie, fontaines, piscines etc.).

Après le système on a le «puits » extérieur : le milieu récepteur, qui dans notre cas est le ruisseau qui coule à coté la station.

On peut envisager que ces deux termes «source et puits» généralement nous font mieux comprendre la systémique.

Dans le cas de notre étude n'existe pas des sources ou des puits où l'eau disparaît.

Le procédé de lombrifiltration fait la partie d'un plus grand procédé qu'est le «cycle d'eau ».

Mais en général peut être un terrain (irrigation de type agricole), une industrie (recyclage industriel) ou une agglomération quelconque (re-usage municipaux et domestique), ou encore une nappe souterraine (afin de pousser les eaux salines avec des eaux douces), etc....

Hors du système on peut considérer aussi, si besoin est, les conséquences agro-environmentales ; mais ça est une question qu'on peut discuter seulement à la fin de ça dissertation.

Ce qu'on a juste décrit est un **systemon** (Bouché, 1990), ou pour mieux dire un système ou eusystème unique échangeant avec son extérieur.

Par contre chacun systèmon initial peut être formalisée comme un compartiment d'un systèmon de niveau supérieur.

En pratique donc l'eusystème devient un modèle à compartiments, et dans ces compartiments on peut analyser encore un eusystème.

Alors les trois compartiments initiaux de la station pilote de Combaillaux peuvent devenir chacun des eusystéms et ses respectifs compartiments devenir à son tour eusystèms, jusqu'à on arrive à former une véritable hiérarchie eusystémique de sous-eusystèmes.

En analysant **le système amont de la station**, on peut reconnaître comme objet, toujours les eaux usées du village, et comme action qui s'exerce sur eux, leur transport.

Quand on parle de transport on entend le changement de lieu, caractéristique de et dans l'éspace.

La chose plus important à souligner dans ce système est le concept de transformation de notre objet quand le temps change.

Nous distinguons 3 compartiments dans ce sous-système : une première est le réseau collectif des eaux à traiter, un deuxième s'intéresse au poste de refoulement et un dernier troisième aux tuyaux d'adduction à la véritable station.

Les connexions existant entre eux sont dues au flux même des eaux résiduaires et sont mesurables à n'importe quel niveau.

Chaque compartiment est caractérisé d'un état des eaux usées, qui peut changer ou se maintenir.

En précisant que le but de l'analyse de ce système est d'alimenter la station avec des eaux qui contient des paramètres correspondants aux meilleures conditions de vie pour l'espèce de vers de terre inoculée dans le filtre, on essaye de mesurer la sortie de ce système pour connaître l'entrée du système de la station.

Le réseau d'assainissement, évacuant des eaux usées ou/et des eaux pluviales est un ensemble complexe de canalisations destinées à la collecte et sélection des effluents, au transport, à l'admission et relevage des eaux, à la protection du réseau, au stockage et évacuation du réseau, à déboucher dans le milieu naturel et à faire des mesures.

Tout ce réseau ne doit guère varier l'état physico bio-chimique des eaux à traiter.

Dans notre cas les caractéristiques optimales des eaux pour un état reproduisant des lombrics doivent être référées aux températures (10° 30°C), conditions aérobiques (mesure d'oxygène libre dissous), ph neutre, présence de matière organique disponible et absence des toxiques.

On entend toxique tout ce qui est nuisible aux vers de terre, en commençant avec les sels.

L'état initial des eaux usées qui doivent être traitées par la technique de la lombrifiltration c'est une première information qu'on peut stocker sans la transformer.

Cette information fait l'objet de l'action du système lombrifiltration pour l'épuration des eaux.

Alors on considère la station comme un gros compartiment avec une entrée (état initial des eaux) et une sortie (état final «souhaitée » des eaux traitées).

Les eaux qui entrent dans la station peuvent avoir des caractéristiques variables mais non excédantes certaines valeurs.

Il faut que l'oxygéne dissous O_2, la Température, le Ph, le Potentiel Redox et les substances toxiques pour les vers de terre soient mesurable et aient des valeurs acceptables.

Nous expliquerons plus avant qu'est que nous entendons pour «acceptable ».

En analysant **le système aval de la station** on s'aperçu qu'il faut absolument que les eaux traitées qui entrent dans ce système soient conformes aux réglementations : surtout il faut poser notre attention sur la présence des microorganismes pathogènes.

Ce système est composé de plusieurs sous-système comme : usage de l'eau traitée pour l'irrigation des champs agricoles, recyclage industrielle, utilisation des eaux au niveau municipale et domestique, avec les justes précautions.

Après avoir classifié ces sous-systèmes qu'on peut appeler classiques, on envisage de réutiliser l'eau pour pousser l'eau salée, qui vient de la mer, par le moyen des nappes phréatiques, ou penser alimenter directement des nappes captive.

Le système station pour le traitement des eaux usées par lombrifiltration contient trois compartiments : le pre-traitement, le traitement de lombrifiltration, le post- traitement.

4.2.1 Le sous-système de pre-traitement

Le pre-traitement est la première phase du traitement et il consiste à retenir les déchets grossiers présentes dans les eaux, afin de faciliter et de rendre mécaniquement possible les procédés suivants.

En particulier, ça dépende de l'échelle de la station d'épuration, les étapes du procédé aval peuvent être d'origine différente : poste de relevage des eaux avec une pompe non dilaceratrice, réseau d'aspersion aux bacs rectangulaires du lombrifiltre, traitement de désinfection ou abattement microbien.

Dans **le sous-système des éliminations des éléments grossiers** on peut individualiser trois compartiments, dont la première est à son tour constitué de deux compartiments.

Le degrillage et la dilacération forment le premier compartiment du trois.

Quel que soit le type de filière de traitement utilisé, les eaux résiduaires doivent subir à l'arrivée à la station d'épuration un degrillage afin de retenir les matières grossières.

Tout ça est fait par un dégrilleur, dont l'espace entre les barreaux est fonction du type des eaux à traiter.

Il va de 5 mm jusqu'à 50 mm, pour le type de dégrilleur qu'on a installé dans le pilote.

On peut considérer une pregrille dans le cas on ait à craindre l'entrée de matières très grosses.

Il faut dimensionner la grille de la façon que la vitesse de passage sur les débits moyen entre les barreaux soit de l'ordre de 0,6 à 1 m/s jusqu'à 1,4 m/s en débit de pointe.

La dilacération évite l'utilisation d'un dégrillage parce que son but est, comme son nom l'indique, de dilacérer les matières grossières contenues dans les eaux usées.

Le deuxième compartiment du sous-système des éliminations des éléments grossières est formé du tamisage.

Le tamisage est une technique de filtration sur toile, tôle perforée ou sur treillis métallique.

C'est rare qu'on puisse rencontrer cette technique dans les traitements classiques en eau urbaine.

Son emploi peut être justifié pour éviter le colmatage dans les configurations de type décantation physico-chimique-biofiltre, ou devient obligatoire pour les traitements des eaux résiduaires d'industries agro—alimentaires (= conserveries, laiteries, industrie d'huile, etc.).

La notre application pour la lombrifiltration a le but d'effectuer un pré-traitement de «calibrage » éliminant les éléments obstructifs qui puissent permettre un fonctionnement normal de l'aspersion dans le lombrifiltre.

Dernier compartiment du sous-système de pre-traitement des eaux usées, avant d'atteindre le lombrifiltre, c'est le dessablage.

Le but de ce traitement c'est d'éliminer les matières lourdes de granulométrie supérieure à environ 200 microns : réalisé par décantation, les sables contiennent toujours une quantité importante de matières organiques qui en font un résidu polluant et fermentescible.

Dans les traitements classiques il existe un quatrième compartiment nommé dégraissage : dans notre cas l'èlimination des corps flottants, comme graisses, fibres, poils, papiers, mais, carottes, etc., par densité ou entraînement gazeux, n'est pas nécessaire.

Cette opération est inutile, voire nuisible : le filtre organique du lombrifiltre assure cette élimination par adsorption lipophile et les lombriciens associés aux micro-organismes utilisent ces corps gras pour leur croissance et les dégradent (Milhau et Vignoles, 1984).

On prescient que l'avantage dû à la non-élimination de ces résidus extrêmement polluant est partiel : en réalité leur présence dans le lombrifiltre entraîne une dégradation des mécanismes de transfert d'oxygène.

On a vu que l'oxygène libre dissous c'est un de facteurs limitant l'action des vers de terre et en conséquence le bon fonctionnement du filtre.

4.2.2 Le sous-système de traitement : la théorie de la lombrifiltration.

La lombrifiltration c'est une nouvelle technique qui nous permet d'assainir les eaux résiduaires de n'importe quelle origine.

C'est un traitement au fil de l'eau : ça veut dire élimination de temps de stockage de l'eau et des bassins traitables procédés à long terme.

Les eaux usées qui arrivent dans le lombrifiltre, après un temps de rétention du aux traversée de l'eau dans le filtre avec des vitesses de l'ordre de m/h, sortent par un système de drainage classique qui facilite la collecte et l'evacuation de ce lombrifiltrat brut.

Une fois que l'eau arrive dans le filtre d'une manière uniforme sur toute sa surface, la lombrifiltration devient le procédé selon lequel, par une action physique biologique et chimique du filtre et des êtres vivants présentes dans celui-là, les déchets liquides sont traités à l'issue de s'accorder avec les normes sur les niveaux des rejets.

Le filtre à flux descendant utilise des différents matériaux filtrant : ça dépende des résultats qu'on souhaite avoir, et, en même temps, de la cohérence scientifique des matériaux.

La lombrifiltration se serve d'un filtre composé de trois couches de matériaux filtrants.

En bas on met des matériaux de drainage pour rendre aisée la sortie des eaux du filtre : cailloux, graviers ou galets, plus grosses au fond et toujours plus petites au fur et au mesure qu'on monte dans le filtre.

La couche du milieu, juste posée sur le système de drainage par un grillage de plastique a la fonction de **réservoir de matière.**
On doit préciser que la taille du grillage plastique qui se trouve entre les couches a été teste au laboratoire avec des billes de verre pour aboutir à une taille que ne soit pas trop petite pour que les vers puissent passer d'une couche à l'autre et pas trop grande pour faire passer le remplissage de chaque couche.

La couche se compose de sciure et des copeaux de bois, matière organique très adsorbable, qui a la fonction de faire de support à la nourriture pour les vers, en particulier, et pour les microorganismes en général.

L'éspéce de bois qu'on a utilisé à Combaillaux c'est du chêne : ça couleur est blanche, contenant peu de tanin hydrosoluble par rapport à une couleur plus brune, mais ayant le défaut d'être plus putrescible.

Une matière peu putrescible permet d'espacer les apports d'entretien.

Attention à n'utiliser pas de la sciure noire qui contient du tannin. Sinon il faut attendre un peu que la sure se lave, avant de commencer à prendre les analyses.

Surtout il y aura un problème au niveau de l'étape de désinfection, s'on décide de placer un traitement U.V. : pour faire fonctionner à la perfection les U.V. il faut que l'eau soit propre ou n'ait pas de turbidité tel que les rayons U.V. la peuvent traverser : avec le tannin (colorant) dans l'eau ça ce n'est pas possible.

Cette couche fait la partie active du lombrifiltre avec la couche supérieure de lombricompost : en fait au départ cette couche là c'est du terreau, mais après les lombrics la transforment en une matière organique partiellement stabilisée ou compost, qui continue à se stabiliser quand les conditions redeviennent favorables.

Compost c'est l'engrais formé par le mélange fermenté de débris organiques avec des matières minérales : humus c'est la terre formée par la décomposition des végétaux.... Terre brune ou noirâtre qui est sur la surface de la terre.

Il existe comme matière amorphe ou colloïdale : en particulier notre filtre est beaucoup friable autant qu'il y a plus matière organique.

Les propriétés sont une cohésion pas élevée et une plasticité continue.

Autre caractéristique de ce type de terreau c'est la porosité due à l'espace qui se forme entre les particules composantes les agrégats.

Tout ça constitue un avantage pour l'infiltration de l'eau, grâce à sa porosité et à sa structure («gumming effect ») : en plus c'est remarquable la haute capacité de rétention de l'eau qui possède cette forme nouvelle de terreau

Le vers de terre, comme des saprophages, se nourrissent des débris organiques (d'origine animale et végétale) en plusieurs étapes de décomposition et incorporation dans le sol.

Le corps de la nourriture avalée est composée de tissu de plante morte, microorganismes vivantes, fungi, microfauna et mesofauna et leurs tissus morts.

Avantage de la formation de lombricompost c'est les valeurs très élevées de la siccité (40-70 %), de réduire fortement la présence d'odeurs et de conférer au résidu un statut d 'amendement organique.

On connaît que les lombrics sont réglés d'une action biologique cyclique qui leur permet, pendant les 24H de la journée, de descendre dans la couche de sciure et de remonter, mélangent les premières deux couches.
Ça dépende les conditions d'humidité ou de disponibilité de nourriture ils descendent pour se fraîchir ou montent presque en surface pour se nourrir.
Il ne faut pas oublier que les vers se distinguent dans trois catégories : les épigés, les endogés et les anéciques.

Notre espèce fait partie des épigés, ça veut dire des vers de terre qui restent quelque centimètre au-dessous de la surface du lombrifiltre : on utilise des Eisenia Fetida Andrei (fig. 8) pour notre début d'expérimentation mais au fur et au mesure qu'on commence à travailler on peut envisager des changements d'espèce à l'issue d'élever l'efficience du procédé.

On a démontré que des différences, soit au niveau écologique soit auquel biochimique, existent entre les deux espèces de *Eisenia Fetida* : la première s'appelle *Eisenia Foetida Foetida* et l'autre *Eisenia Andrei* (Bouchè, 1972).

Communément ils sont appelés *E. Fetida* et *E. Andrei* : ils se distinguent par la pigmentation.

L'*E.Fetida* est rayé, n'ayant pas pigment l'aire atour la rainure segmentale, et apparaissant jaune ou pâle.

L'*E.Andrei*, l'autre espèce, est pigmenté uniformément sur sa surface dorsale sans montrer rayés et le commun nom de «rouge » a été assigné à ce vers là.

Les deux espèces produisent les numéros similaires de cocons, mais leur fertilité est réduite dans le cas d'accouplement inter et intra-espècifique.

La chorologie de l'Eisenia Fetida Andrei c'est le méridione de la France malgré on peut l'observer aussi à Versailles (par exemple)en compagnie d'autres espèces méridionales.

Eisenia fetida andrei est peut être présent en Italie.

Le plus important paramètre abiotique dont on a besoin les vers de terre pour ce bien reproduire est l'humidité.

Une juste valeur d'humidité aide le vers de terre à respirer, en diffusant les gazes à travers le «body wall », la partie extérieure du vers de terre.

Les mécanismes de conservation de l'eau ne sont pas très développés dans les lombriciennes, en général ; la majore partie de l'eau est perdue par les urines.

Une autre important facteur abiotique c'est la température : les vers de terre peuvent vivre à des expositions pour longtemps à des températures comprises entre 0 °C et 35 °C.

En hiver le procédé perde beaucoup de son efficience : le problème c'est que les vers de terre mangent moins et surtout, question plus important, ne se reproduisent plus avec la même puissance d'avant.

Ce qu'on appelle la diapause des vers de terre : ça se manifeste quand il y a froid ou secheresse ou quand il n'y a pas la nourriture.(fig. 9)

C'est pour ça qu'on se dépêche à faire marcher la station maintenant dans l'été : on a besoin des données quand la température est plus haute pour apprécier au maximum les performances des vers.

On a placé de thermomètres dans les bacs et on a relevé des températures qui varient entre 22 et 30 °C à Combaillaux.

On prévoit qu'on peut couvrir les bacs pendant l'hiver pour maintenir la température des eaux d'arrivée : ces derniers atteignent la station avec des températures qui varient atour de 20 °C.

L'échange dû à la respiration

Le Ph ce n'est pas un facteur limitant s'il se maintient proche à l'intervalle de Ph qu'on peut enregistrer dans le sol.

Les potentiels Redox, qui est une mesure de balance entre des conditions oxydantes et redisant, apparentement il est important pour surveiller l'abundance et la survivance des vers.

La lumière c'est un facteur nuisance les lombriciennes, elle peut les tuer.

Surtout les UV (ultra-violet) du soleil sont très létales ; après une forte pluie, beaucoup des vers sont trouvés morts sur la surface car ils sont tués par les UV du soleil.

C'est bien de préciser que sont les UV du soleil à être létal : en général, faibles intensités de UV sont supportables par le vers, et cette tolérance grandit avec la pigmentation.

La raison qu'ils sortent à la surface c'est, peut être, parce qu'il eux manque l'oxygène ou pour l'acidification de l'eau due à la croissance de la CO_2 dissoute.

Les vers sont capables de supporter une brief période d'anaérobiose, en utilisant le glycogène emmagasiné ; le glycogène est une substance glucidique de structure semblable à celle de l'amidon, formant une réserve importante de glucose pour l'organisme humain et animal.

On rappelle que la condition optimale des paramètres abiotiques, quelle la température ou l'humidité pour les vers, est référée toujours au type de vers, ce n'est pas absolu.

4.2.3 Le sous-système de post-traitement

Ce sous-système a le but de corriger, encore plus fortement, les paramètres d'entrée à l'issue de rejeter dans le milieu récepteur, quel que soit, des eaux traitées autorisées par les normes.

La Direction européenne du 21 mai 1991 redéfini des nouveaux niveaux de rejets. (Annexe 1)

Les grandeurs caractérisant la pollution sont :

- La demande en oxygène de l'effluent (DBO_5 et DCO)
- La pollution particulier (MES)
- Les éléments fertilisants (azote ou phosphore).

Le seule control de ces paramétres ci-dessus n'est pas suffisante pour re-utiliser l'eau de sortie du lombrifiltre pour n'importe quel but.

La présence des microorganismes dans les eaux résiduaires est difficile à évaluer ; en plus elle représente une seriouse menace à la qualité sanitaire des eaux traitées d'une station d'épuration.

La difficulté dans l'enumeration de ces microorganismes nait du fait qu'ils sont souvent agrégées entre eux ou adsorbés sur des matières solides en suspension.

Les microorganismes sont beaucoup variables en concentrations mais encore plus en éspèces.

Alors on prends comme valeurs guide les nombres des Coliformes totaux et de Streptocoques fécaux : ils doivent atteindre des valeurs de 100/100 ml.

Au départ, avant du traitement des eaux résiduaires urbaines, on a de 10^7 à 10^9/100 ml, de Coliformes totaux et de 10^6 à 10^7/100 ml, de Streptocoques fécaux.

En considérant que les traitements classiques et aussi la lombrifiltration atteignent un maximum de une à deux unité Log d'abattement, on est obligé de mettre en place un traitement de désinfection.

On connait plusieurs types de procédés de désinfection : par précipitation physico-chimique, lagunage, infiltration-percolation, chloration, oxydation avec ozone,H_2O_2 ou acide péracétique, et enfin par les « futuristiques » filtrations par membranes (voir Ultrafiltration).

Mais seulement un traitement de désinfection nous permet d'etre cohérente avec la « philosophie » de notre procédé.

La lombrifiltration c'est un traitement au fil de l'eau : les traitements de désinfection par radiations, soit U.V. soit irradiations, permettent de continuer à travailler au fil de l'eau. (Fig. 10)

Tout ça nous evite gros temps de séjour (lagunage), formation de sous-produits nuisibles (oxydation et chloration), ou une efficacité pas trop élévée (infiltration-percolation et précipitation physico-chimique).

En disant d'abord que les radiations par faisceaux d'électrons n'est pas économiquement aujourdh'ui, les U.V. est un traitement avantageuse.

Les lampes à mercure basse pression ont une durée de vie de 7 à 8000 heures.

Par contre les U.V. ont leur performance liées à la qualité d'eau qui sorte du lombrifiltre : en effet la présence des matières en suspension altere la pénetration des rajonnements et de conséquence limite leur pouvoir germicide.

V Problèmes et Solutions : le travail d'équipe

5.1 Problème au départ (premiers résultats et suivi du débit)

Depuis ma première visite à la station de Combaillaux sont déjà passé six mois.

Un bon travail a été fait avant du mois de février 1999 : des premiers résultats dans les analyses des les eaux de sortie des lombrifiltres ont été obtenus :

Outil indispensable pour mettre en route la station est le suivi du débit que S.A.T.E.S.E. a conduit dans l'octobre 1991. (Annexe II)

Quand j'ai commencé mon stage, le problème principal du pilote était l'aspersion : on a trouvé que les tuyaux qui devaient garantir l'écoulement des eaux à travers des lumières de 5 mm, deux pour chaque tuyaux, étaient tous bouchés.

On a dit que les eaux usées étaient trop chargées en papier de toilette : le papier produisait deux types de problèmes : le bouchage des tuyaux d'aspersion et le colmatage, par dessèchement de le même, du lombrifiltre.

On a vu que pour résoudre ce problème l'installation d'un dégrilleur c'était inutile, en tant que les espaces sur les cotés entre le béton et les barres c'est plus grand de 5mm.; mais la raison principale de mal fonctionnement ce n'était pas ça.

En effet le major parti du papier est dissous dans les eaux : on avait mesurer la taille plus petite du papier au microscope et on avait trouvé des valeurs très petites.

La taille des fibres cellulose du papier hygiénique c'est de 0.02-0.04 mm de diamètre et de 0.1 mm.

En plus la présence de coton hydrophile, fil, cheveux, morceaux de cigarettes, mais, tomate, carottes et autres types de végétaux, débris de plantes ou arbres amont la station, a nous fait comprendre que le problème du papier c'était marginal.

En regardant la façon dont les eaux sortaient dans les lumières on a compris que la pression de la pompe de relevage jouait un rôle fondamental.

Toute la matière organique qui passaient à travers les barres du dégrilleur, pouvait avoir une taille majeure de 5 mm en considérant la dimensionne au sens verticale des barres même : après cette matière s'accumulait au bout de chaque tuyau jusqu'à obstruer la lumière plus extérieure par rapport au tuyau central d'alimentation.

On avait besoin d'une étape de pre-traitement qui arrêtait réellement les objets de taille supérieure à 5 mm.

Mais malheureusement on a trouvé le pilote déjà construit et aurait été impossible, pour les économies du projet, de varier avec des travaux de maçonnerie une installation qui a été fait sur la ligne de traitement classique pour l'épuration des eaux usées urbaines, sans penser au nouveau procédé de lombrifiltration.

La pression dans les premiers tuyaux, et plus importante dans les lumières proches le tuyau central, c'était plus que dans les autres : alors on a noté un fonctionnement à «cône ».

Le problème de dimensionnement du réseau d'aspersion était la première chose à faire.

Pour atteindre ce but on a sur dimensionné le tuyau central à l'issue d'avoir la même charge hydraulique au départ et à la fin.

En iterant les calculs, en utilisant la caractéristique de la pompe (Annexe III) et les formules des pertes de charge unitaire pour les tuyaux de PVC :

$$J= 0.000831*Q^{1.75}*D^{-4.75}$$

Avec Q, débit en m^3/s
D, diamètre en m

et quelles pour les pertes de charge localisées dans les lumières :

$$H_i= q_i^2/A^2*2*g \qquad i= \text{i-sième lumière}$$

Avec $q_i=\mu*A*(2*g*H_i)^{0.5}$
A= section de la lumière
μ= coefficient

on est abouti au tableau suivant de dimensionnement. (Annexe 2)

Mais quand on a dimensionné correctement le réseau d'aspersion on s'est aperçu que le problème lié au bouchage de tuyaux était toujours là.

5.2 Résolution du problème d'aspersion

Le problème principal c'est toujours le même : comment on fait arriver les eaux dans les bacs dans une manière plus uniforme possible sur toute la surface ?

Les nombreuses réunions et discussions qu'ont été faites, nous ont conduites à l'idée de mettre en place une crépine qu'arrête toutes les matières plus grandes de 2mm : ça veut dire qu'arrive moins de papier à l'aspersion.

On a place une poubelle directement dans le tuyau d'entrée de le poste de relevage, où se trouve la pompe pour l'aspersion.

Après on a fait des fenêtres sur les cotés et on a mis des crépines pour tamiser (ou filtrer les eaux d'arrivée) ; dans la même poubelle on a prévu de mettre une autre pompe de type différent : une Vortex qui aspire les sédiments qui forcement se doivent accumuler dans le fond et les envoi dans l'autre filière de la station (décanteur-digesteur).

On rappelle l'intéressante expérience du dessabler artisanale qu'on a placé dans le premier compartiment du dégrilleur : on a visualisé que la plus parte de matière organique est arrête par le moyen d'une pièce de bois mise sur la section de sortie de ce compartiment.

L'introduction de cette étape de dessablage dans une station qui traite les eaux usées par lombrifiltration est indispensable, si on veut améliorer la performance du procédé.

Alors en pratique la pompe de la cuve dirige les eaux "propres" (voir «calibrées ») au réseau d'aspersion.

Ce dernier est composé d'un tuyau pour chaque bac au bout de lequel se trouve un aspersoir type hélicoïdal qui asperge sur des surfaces rondes.

On doit préparer le protocole pour alimenter les bacs dans quatre façons différentes : le but de ça est de réduire au maximum les surfaces de bacs en jeux.

5.3 Mis en place des colonnes expérimentales

Dans l'attente d'un lombrifitre fonctionnel des recherches sur colonne ont été entreprises.(fig. 11)

A) Protocole

Le travail expérimental à pour buts :

- D'étudier l'influence de la charge organique dans le rendement du lombrifiltre.
- D'étudier les mécanismes d'élimination de l'azote.
- D'étudier les mécanismes d'élimination du phosphore.
- D'étudier l'influence du régime d'alimentation.

On mesure différentes variables que permettront d'atteindre les objectifs recherchés, dans deux colonnes installées à la Station de Combaillaux. Les colonnes ont la même composition que les lombrifiltres du pilote. (Annexe 3)

Les variables mesurées permettent le contrôle de la qualité des eaux usées: oxygène dissous, nitrites, nitrates, azote total, azote ammoniacal, les matières en suspension, demande chimique en oxygène, turbidité, orthophosphates et concentrations gazeuses dedans les colonnes (O_2, N_2 et CO_2).

Le travail est divisé en quatre étapes qui se succèdent :

---

1) Comparaison des états initiaux/états finaux de la colonne-lombrifiltre
   - Estimation du peuplement et lombricien initial : cocons, juvéniles, adultes.
     3 stades de développement * 2 quantifications = 6 séries d'analyses.

   - Composition en matière organique totale : azote, phosphore.
     2 variantes à 2 dates = 4 séries d'analyses.

La mesure de la population lombricienne se fera en utilisant un extracteur de vers de terre par le courant électrique, appareil léger de faible encombrement permettant une récolte rapide d'animaux en bon état anatomique et physiologique sans perturbation de l'état physique du sol (les animaux sont extraits, quantifiés et remis en place).

Autres techniques peuvent être utilisées pour extraire les vers de terre : on a essayé de mettre du sel à la concentration de 5 mg/l mais les vers ne sont pas sortie.

L'introduction de Formol dans la quantité de 25 mg/10 l c'est encore autre technique qui a déjà obtenu son succes.

La quantification de la population donnera l'information sur son développement qui dépend notamment des caractéristiques du climat et de l'alimentation.

La composition en phosphore de la matière organique totale initiale et finale indiquera s'il y a concentration de ce contaminant dans le lombrifiltre.

2) Suivi continu des variables :
   - Température
   - Débit d'eau d'entrée
   - Débit d'eau de sortie
   - ph

Pour faire ces mesures on se dispose de thermomètres et ph-mètre ; les débits seront contrôlés par mesure de volumes.

3) Etude comparative des changements des caractéristiques aqueuses
Durée : 3 mois complètes, 1 fois pour semaine : 24 dates (deux colonnes)
1 eau d'entrée + 1 eau de sortie = 2 analyses sur prise quotidienne moyenne

MES (matières en suspension), DCO (demande chimique en oxygène), N (ammoniacal, nitrates, nitrites, Kjeldhal), P (orthophosphates), O_2 dissous.

7 analyses * 48 dates = 336 unités d'échantillonnage.

On dispose de méthodes analytiques pour l'étude de ces paramètres biochimiques et de une oxy-thermometre type O2T-CE pour la mesure de l'oxygène dissous.

4) Etude des mécanismes par :
- Suivi des populations lombriciennes, à la fin, une fois pour mois.
- Composition de la phase gazeuse dans les colonnes. Mesure O_2, N_2 et CO_2 dans les trois niveaux du lombrifiltre. 1 fois pour semaine. Pour déterminer la composition de la phase gazeuse on utilisera l'analyseur de gaz à infrarouge GA 94 (Geotechnical Instruments), qui a été envoyé à son distributeur pour réaliser une recalibrage simple.

B) Condition d'opération

- Lombrifiltre circulaire de 0.4 m. de diamètre (D) et profondeur 1.2 m. (H)

- Débit (Q) :

$Q = T * A$

où T = taux = 1 m^3/m^2/jour

A = aire du lombrifiltre = pi * $D^2/4$

$Q = 0.126\ m^3$/jour = 87.5 ml/min.

Q_{batch} = 5.25 l/5min = 1.05 l/min

- Nombre de lombrics :

La première epreuve de suivre la population lombriciennes a nous porté les résultats suivantes :

405 par litre de lombricompost (Annexe 4)

On met sur les colonnes la même concentration de lombrics qu'il y a dans les bacs de la station.

5.5 Le travail d'équipe (Bouché, 1999)

La difficulté qu'est apparue au cours de l'implantation du pilote de Combaillaux cest plutôt d'ordre structurelle liée à la dispersio-diverdité des responsabilité.

La richesse même des coopérations initiales a entraîné 1), et **c'est une condition essentielle de succès,** une approche simultanément socio-économique permettant de définir une stratégie par rapport aux demandes sociales, une recherche développement avec les meilleures compétences disponibles et un transfert de connaissances (savoir-faire et acquis fondamentaux) entre participants franco-chiliens, 2), et **ceci a été sous estimé** une dispersion de décideurs au niveau laboratoire, organisationnel, communal, etc.

Chacun était motivé et percevait avec pertinence la partie du problème qu'il appréhendait mais chacun percevait mal les problèmes non pris en compte ou peu pris en compte à un autre niveau faute d'une vision globale.

Certains problèmes sont restés sans solution ce qui a induit quelques carences et retards. Ceci étant aggravé par l'absence de personnel stable se consacrant aux travaux (stage étudiants, C.D.D.). Ainsi la réalisation du gros œuvre, trop tardive, n'a pas permis d'attribuer les étudiants liés au rythme universitaire au projet au printemps 1998. Aussi, un «détail » aux yeux de certains, l'absence d'un calibrage contrôlé des éléments solides envoyés dans les asperseurs a été négligé ou sous estimé. Le projet initial incluait un tel calibrage (par broyage) mais l'absence de matériels industriels du commerce adéquats pour telle petite unité a conduit :

1) à écarter cette exigence dont l'utilité a échappé aux réalisateurs

2) à rechercher ensuite des «solutions » pour tourner la difficulté ainsi crée en créant d'autres problèmes sans résoudre cette carence. Il n'y a eu que perte de l'aspersion fine et homogène nécessaire sans pourtant obtenir un non-colmatage par les solides non criblés.

3) **En conséquence** deux solutions ont été apportées :

a) La création d'un comité de pilotage :

Marcel Bouché (Laboratoire de Zooécologie du sol-INRA)
François Brissaud (Laboratoire de Géofluides Bassins Eau –UM2)
Dario Di Gangi (Stagiaire ISIM-INRA)
Sebastien Fonbonne (Association VERSeau)
Rodolphe Gendre (Municipalité de Combaillaux)
Christian Joseph (Laboratoire de Géofluides Bassins Eau –UM2)
Meyling Lay-Son (Stagiaire DEA-UM2)
Yvon Rivière (S.A.T.E.S.E.-Hérault)
Jacques Serrane (Municipalité de Combaillaux)
Patricio Soto (Laboratoire de Zooécologie du sol-INRA)

désignant **un responsable** (Sébastien Fonbonne) devant s'assurer de la cohérence des diverses propositions, initiatives et solutions proposées. Le présent rapport fournit à Sébastien Fonbonne la première vision d'ensemble (chap.3, 4, 5) sur l'enchaînement des opérations. Cet enchaînement exige que toute modification dans la chaîne des opérations soit évaluée quant à ses conséquences ultérieures. Beaucoup de temps a été perdu par cette incapacité d'intégrer l'ensemble des intéractions.

b) La rédaction d'un document de synthèse et futur article de synthèse par M. Bouché et P. Soto (Doc. Pédozoologique et Intégrologique, 5,4,) détaillant le pourquoi et le comment, l'historique et le développement, etc.

VI Résultats, interprétation : possible optimisation et entretien

En l'état actuel nous disposons de la connaissance pratique de mise en oeuvre à Mellipilla (région de Santiago, Chili), à Combaillaux et en autres, plus ou moins petites implantations au Chili.

Depuis deux années, on connait l'efficacité de la lombrifiltration et sa maintenance à Mellipilla.

A Combaillaux on a les résultats au niveau des colonnes expérimentales actuellement : on note aussi que ces résultats il faut le prendre avec les pinces, pour utiliser une expression typique italienne.

Les defauts de l'expérimentation sont du au manque d'expérience dans le nouveau sujet, à la présence de voleurs à la station qui n'a nous permet de conduire les analyses en manière continue, mais surtout à la mal interpretation des résultats.

Quand meme on peut commencer à apprecier la validité du procédé en regardant, avec beaucoup d'attention, les graphiques qui se référrent aux résultats prises sur les colonnes expérimentales. (Annexe 6)

Maintenant qu'on a mis en route la vraie lombrifiltration, on envisage de prendre les premières analyses à la sortie des bacs à la fin du mois d'aout.

L'interpretation de ses résultats nous amenera à mieux comprendre les mécanismes d'abattement des paramétres de pollution dans la couche « active ».

VII Conclusions

Ce travail nous a démontré les difficultés engendrées lorsqu'un nouveau procédé doit être étudié et surtout adopté dans les conditions socio-économiques existantes. Les contrastes entre les diverses parties en jeux, à mon avis ont augmenté l'intérêt pour la lombrifiltration : par contre ont ralenti le développement de l'expérimentation.

Les premières analyses dans les bacs nous amèneront vers la compréhension des mécanismes qu'ils s'agitent au milieu du lombrifiltre.

L'avantage de la validation de ce procédé au niveau internationale est visible : Pas de boues à traiter, surface d'implantation plus modeste, traitement au fil de l'eau avec de temps de séjour presque inexistant, réutilisation des eaux de sortie, pas d'odeurs.

Je me souhaite de continuer ce travail dans les mois prochains : sinon il me restera pour toujours la passion du travail d'équipe, acquise pendant la durée de ce stage

VIII Références Bibliographiques

Anderson, J. M., P. Ineson e S. A. Huish, 1983 – THE EFFECTS OF ANIMAL FEEDING ACTIVITIES ON ELEMENT RELEASE FROM DECIDUOUS FOREST LITTER AND SOIL ORGANIC MATTER. *In* « New Trends In Soil Biology VIII Colloque ».

Bernard, J., 1992 –APPROCHE SYSTEMIQUE DE L'ENTREPRISE ET SON INFORMATISATION. Masson, Paris Milan Barcelone Bonn, 25-44.

Bouché, M.B., 1996 – INTEGROLOGIE L'addressage des connaissances ou le doigt sur la plaie. M.B. Bouché, Montpellier, 49-71.

Bouché, M.B., 1972 – LOMBRICIENS DE FRANCE, ECOLOGIE ET SYSTEMATIQUE. Inra, Institut National de la Recherche Agronomique, 1-668.

Bouché, M.B., sous presse –THE DESIGN OF COMPREHENSIVE URBAN RECYCLING SYSTEMS INVOLVING VERMICOMPOSTING. *In* C.A. Edwards & D. Dindal.

Bouché, M.B., F. Brissaud, Qiu J. – P., A. Soto, P. Soto & J. Toha, en prép. – A NEW SEWAGE AND ORGANIC LIQUID WASTE TREATEMENT : THE VERMIFILTRATION. Proc. Vith Intern. Sympos. Earthworm Ecol.

Bravo, E., 1993 – BIOINGEGNERIA Y OPTIMIZACION DE UN NUEVO PROCESO DE TRATAMIENTO NATURAL DE AGUAS SERVIDAS. Thesis, Civil Ingenieria, Facultad de Ciencias Fisicas y Matematicas, Universidad de Chile.

Brissaud, F., J. Lesavre, V. Lahouissine-Turcaud, 1993 - EPURATION DES EAUX USEES URBAINES PAR INFILTRATION-PERCOLATION : ETAT DE L'ART ET ETUDES DE CAS. Document réalisé sous la direction des Agences de l'Eau et du Ministère de l'Environnement

Dindal, D.L., D.P. Schwert, J.-P. Moreau & L. Theoret, 1977 – EARTHWORM COMMUNITIES AND SOIL NUTRIENT LEVELS AS AFFECTED BY MUNICIPAL WASTEWATER IRRIGATION. *In* « Soil Organisms as Components of Ecosystems,Ecological Bulletin/NFR 25, U. Lohm & T. Persson.

Dominguez Martin, J, 1996 – ESTUDIO Y COMPARACION DE LOS PROCESOS DE COMPOSTAJE Y VERMICOMPOSTAJE, Aplicacion Pràctica al Tratamiento de Purines de Cerdo. Unversidad de Vigo, Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente.

Edwards, C.A. e Lofty, J.R., 1977 – BIOLOGY OF EARTHWORMS. Chapman and Hall, London, 1-333.

Ellitt, P. W., D. Knight & J. M. Anderson, 1990 – DENITRIFICATION IN EARTHWORM CASTS AND SOIL FROM PASTURE UNDER DIFFERENT FERTILIZER AND DRAINAGE REGIMES. Review soil biology and biochemistry, 22, 5, 601-605.

Lee, K.E., 1985 – EARTHWORMS, Their Ecology and Relationship with Soils and Land Use. Academic Press, 1-241.

Lyonnaise des eaux, 1994 – MEMENTO DU GESTIONNAIRE DE L 'ALIMENTATION EN EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT, Assainissement Urbaine. Tecnique & Documentation – Lavoisier, 2, 569-667.

Milhau, C., & M. Vignoles, 1984 – TREATEMENT OF SOLID WASTES : ONE SOLUTION – VERMICOMPOSTING. Conf. Earthworm in Waste and Environmental Management, Cambridge, U.K., 26-28/07/1984 (unpublished).

Montecinos Sahan, L., 1992 - DISENNO BIOLOGICO PARA LODOS Y RESIDUOS INDUSTRIALES LIQUIDOS A BASE DE LOMBRICULTURA Thesis, Civil Ingenieria, Facultad de Ciencias Fisicas y Matematicas, Universidad de Chile.

Roumagnac, A., 1986 – MODELISATION DE L'HYDRAULIQUE D'UN DRAIN D'EPANDAGE. Isim, Institut des Sciences de l'Ingénieur de Montpellier, Département STE.

Sheppard, P.S., 1998 –Specific differences in *cocoon* and Hatchling Production in *Eisenia Fetida* and *E. Andrei. In* Edwards, C.A., &E.F.Neuhauser (eds). EARTHWORMS IN WASTE AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT . spb Academic Publishing, The Hague, The Netherlands, 83-92.

Svensson, B. H., U. Bostrom e L. Klemedtson, 1986 – POTENTIAL FOR HIGHER RATES OF DENITRIFICATION IN EARTHWORM CASTS THAN IN THE SURROUNDING SOIL. Review soil biology and biochemistry, 2, 3, 147-149.

Toha, J., A. Soto & S. Contreras, Settembre 1998 - A NEW ECOLOGICAL WASTE WATER TREATEMENT COMBINING A DYNAMIC BIOFILTER PLUS UV IRRADIATION. Biofisica, Departamento de Fisica, Facultad de Ciencias Fisicas y Matematicas, Universidad de Chile

Valencia Zunino P. N., 1995- ESTUDIO DE TRATAIMIENTO DE AGUAS SERVIDAS CON SISTEMAS COMBINADOS DE LOMBRIFFILTRO Y ABATIMIENTO MICROBIAL. Thesis, Civil Ingenieria, Facultad de Ciencias Fisicas y Matematicas, Universidad de Chile.

White, S., 1997. A vermi-adventure to India !. Worm digest, **15**, 1, 27, 30.

IX Annexes

- Annexe 0

Figures relatives au corps du texte

- Annexe1

Niveaux de rejet définis par la Directive européenne 91/271

- Annexe 2

Dimensionnement réseau d'aspersion et graphiques relatives

- Annexe 3 Schéma ~~x~~ Bacs

Remplissage des colonne expérimentales

- Annexe 4

Suivi de la population des lombrics

- Annexe 5

Protocole d'alimentation des lombrifiltres (Aout 1999)

- Annexe 6

Résultats des colonnes expérimentales et graphics relatives

- Annexe 7

Remplissage des lombrifiltres ajournée à aout 1999

- Annexe 8 Résultats Divers

Diverses (caractéristique de la pompe, fournisseurs des materiaux)

- Annexe 9 à 14 Méthodes utilisées

Annexe 0

Figure 1 – Section verticale du lombrifiltre

Figure 2 – Station des Sajolles (ou de la Balagade)

Figure 3 – Topographie du lieu de la station

Figure 4 – Station de Combaillaux

Figure 5 – Poste de relevage

Figure 6 – Les quatre bacs de lombrifiltre

Figure 7 – Lombricompost

Figure 8 – Eisenia Fetida Andrei

Figure 9 – Diapause du vers de terre

Figure 10 – Désinfection par ultra-violets (U.V.)

Figure 11 – Colonnes expérimentales

Figure 12 – Schema des colonnes expérimentales

Figure 3 – Topographie du lieu de la station

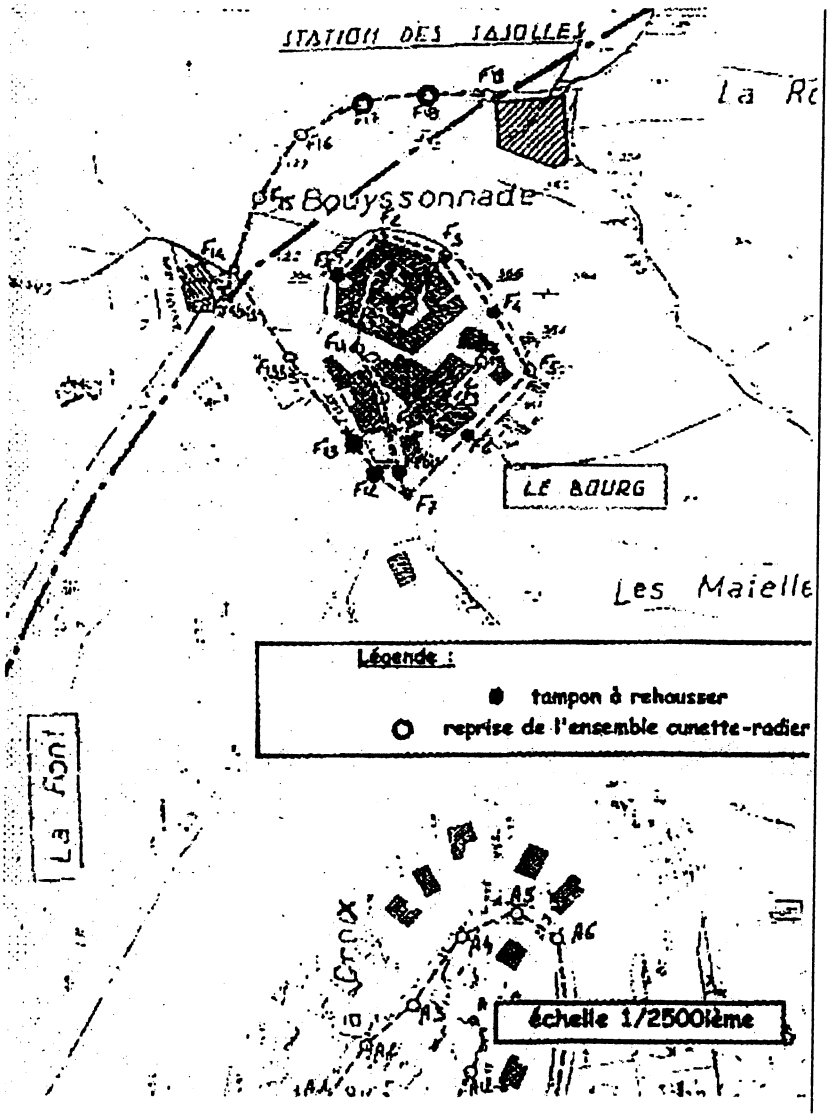


Figure 4 - Station de Comballaux

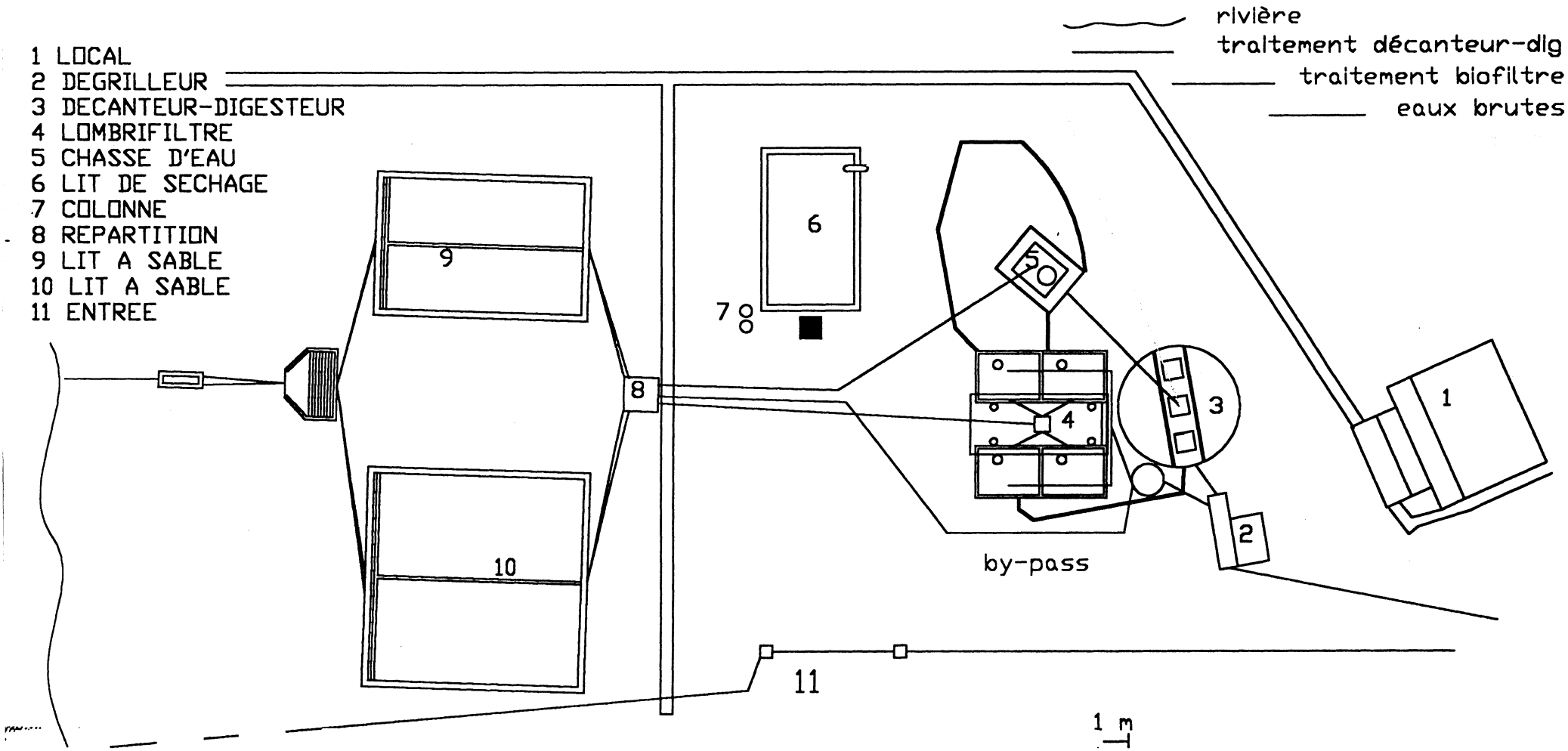


Figure 5 -- Poste de relevage

Figure 6 - Les quatre bacs de lombrifiltre

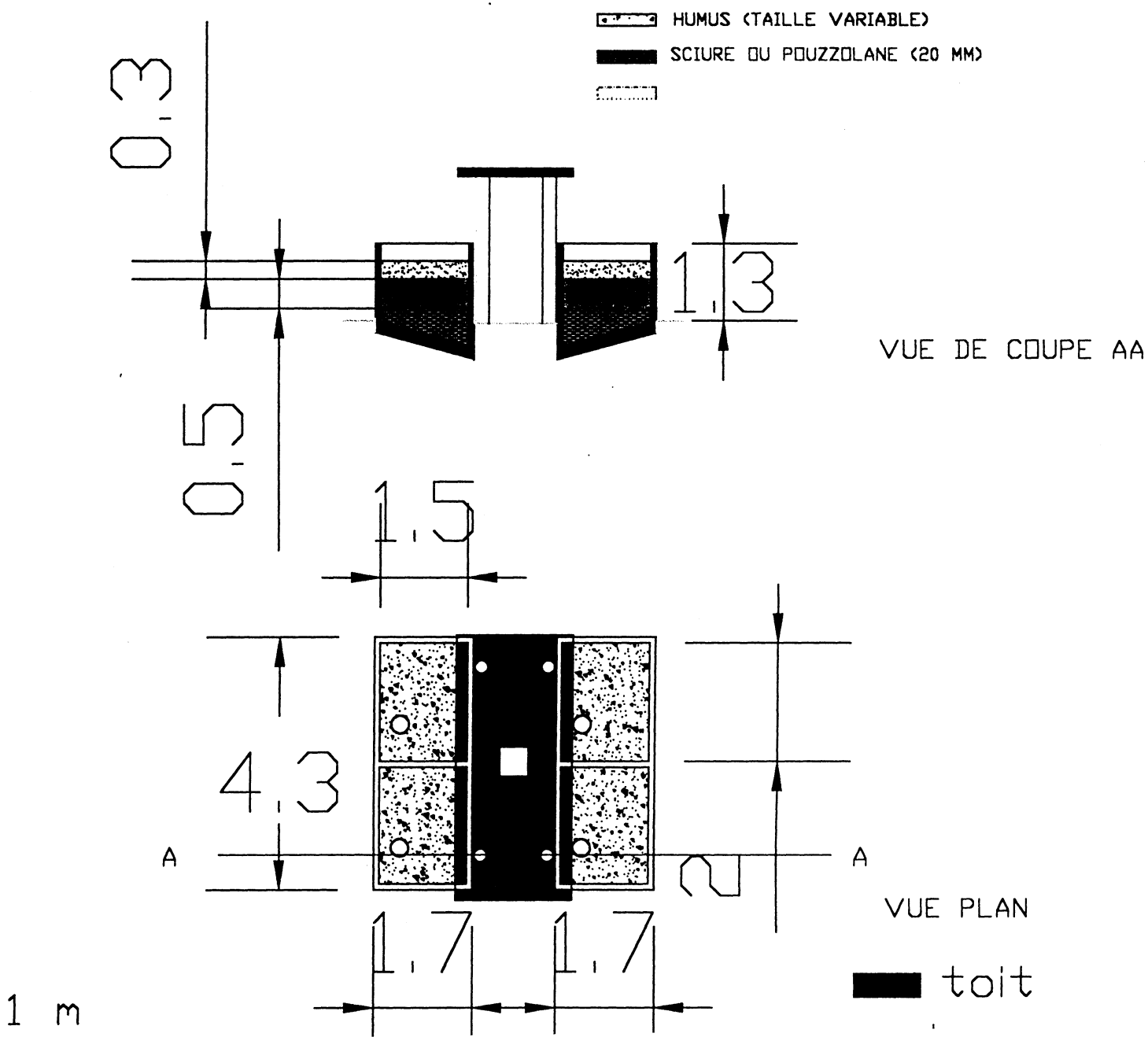


Figure 8 – Eisenia Fetida Andrei

Figure 9 – Diapause du vers de terre

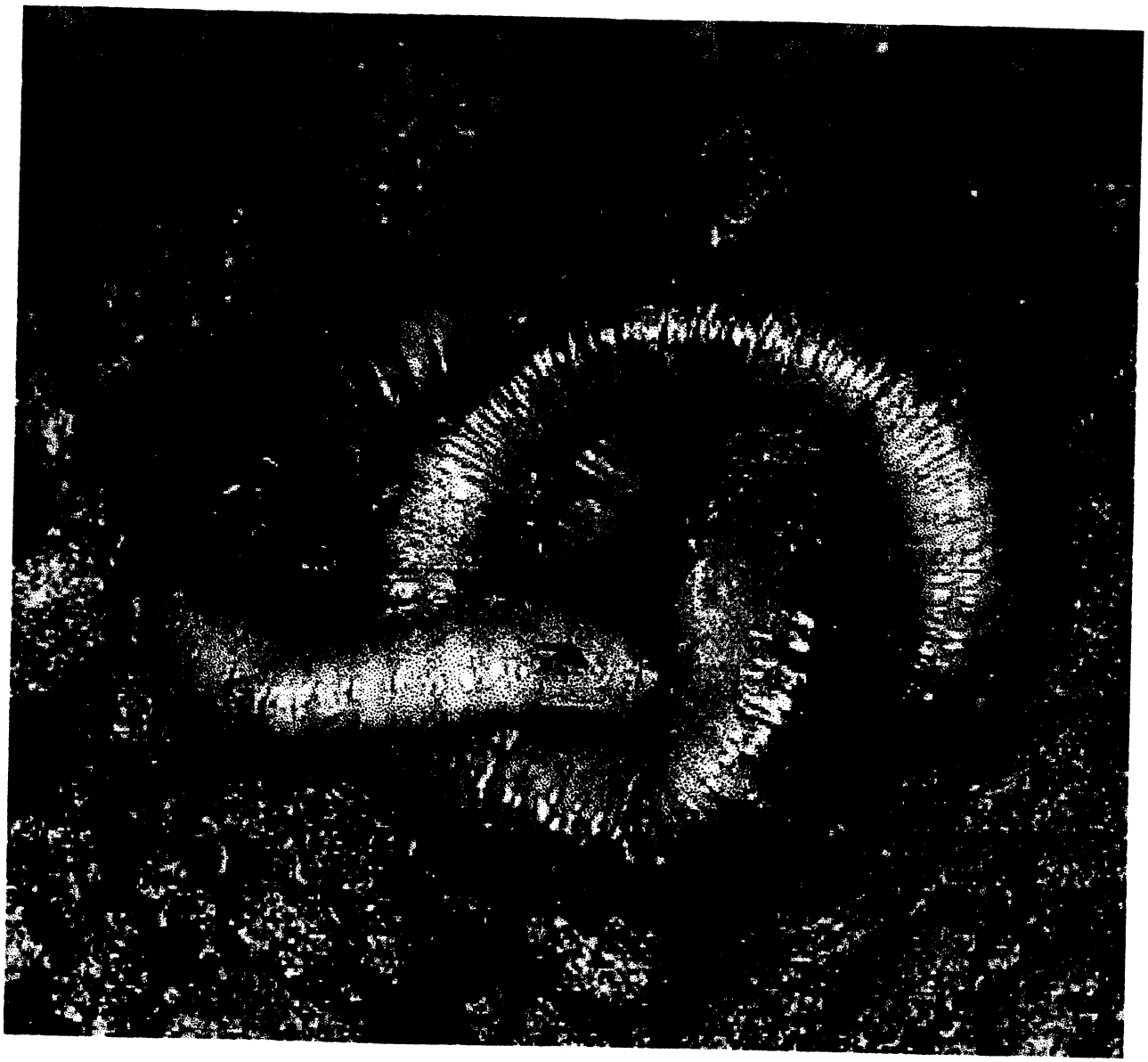


Figure 10 – Désinfection par ultra-violets (U.V.)

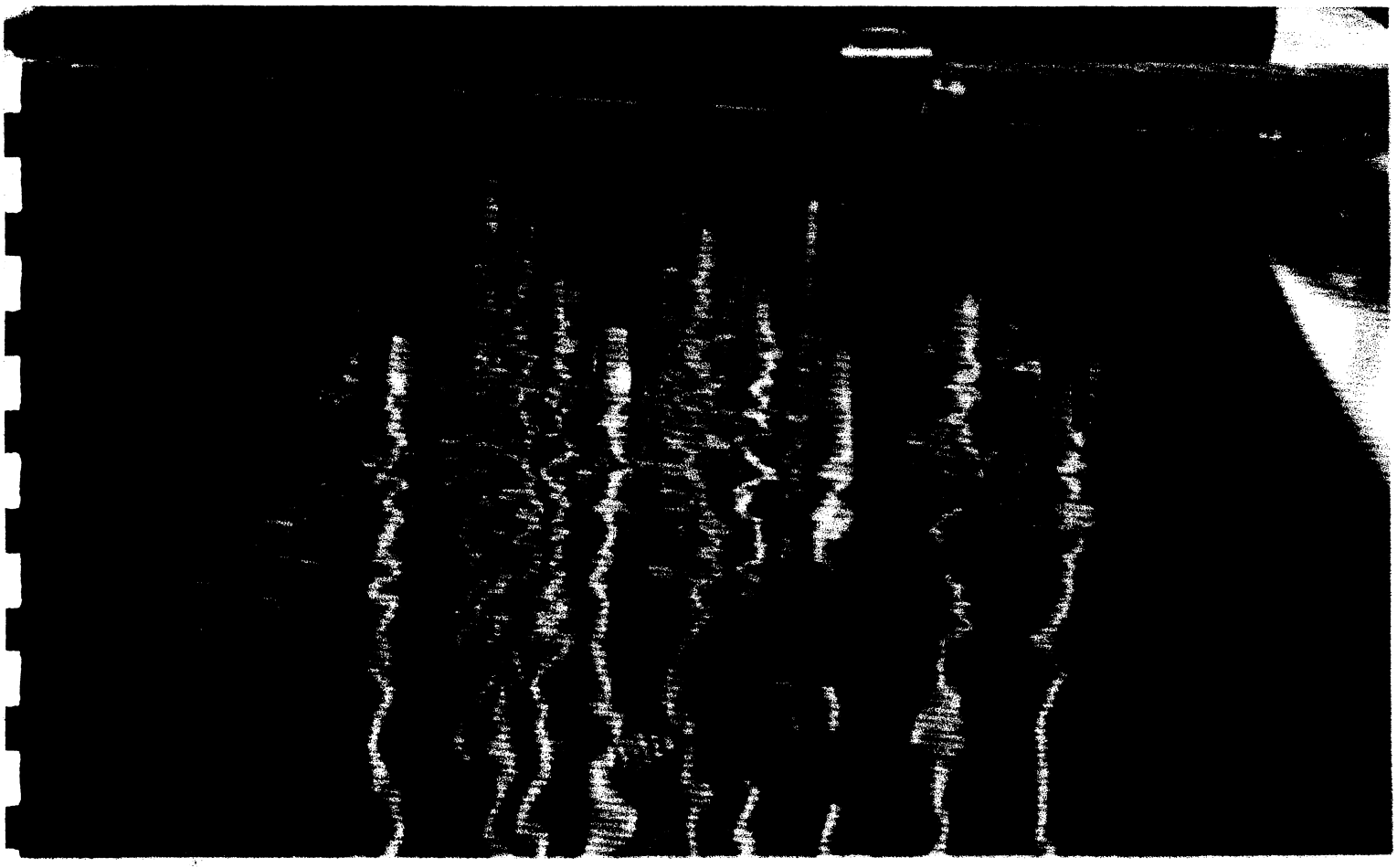
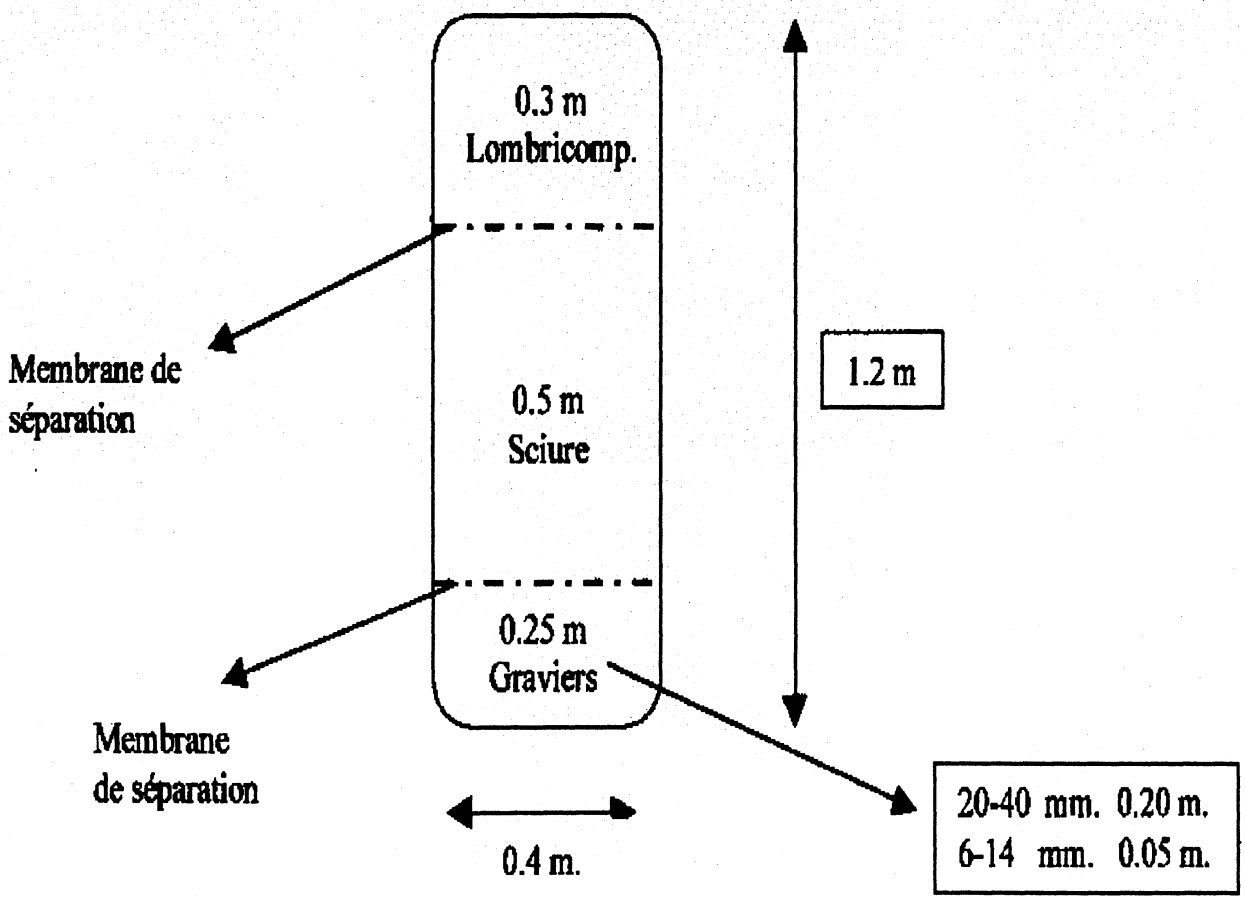


Figure 11 – Colonnes expérimentales

Figure 12 – Schema des colonnes expérimentales



Annexe 1

Tableau — *Niveaux de rejet définis par la Directive européenne 91/271*

Paramètres	Cas général		Milieux sensibles	
	Concentration	Pourcentage minimal de réduction (%)	Concentration	Pourcentage minimal de réduction (%)
DBO5*	25 mg/l O2	70 - 90		
DCO*	125 mg/l O2	75		
MES*	35 mg/l	90		
Pt**			2 mg/l P (EH compris entre 10 000 et 100 000) 1 mg/l P (EH de plus de 100 000)	80
NGL**			15 mg/l (EH compris entre 10 000 et 100 000) 10 mg/l (EH de plus de 100 000)	70-80

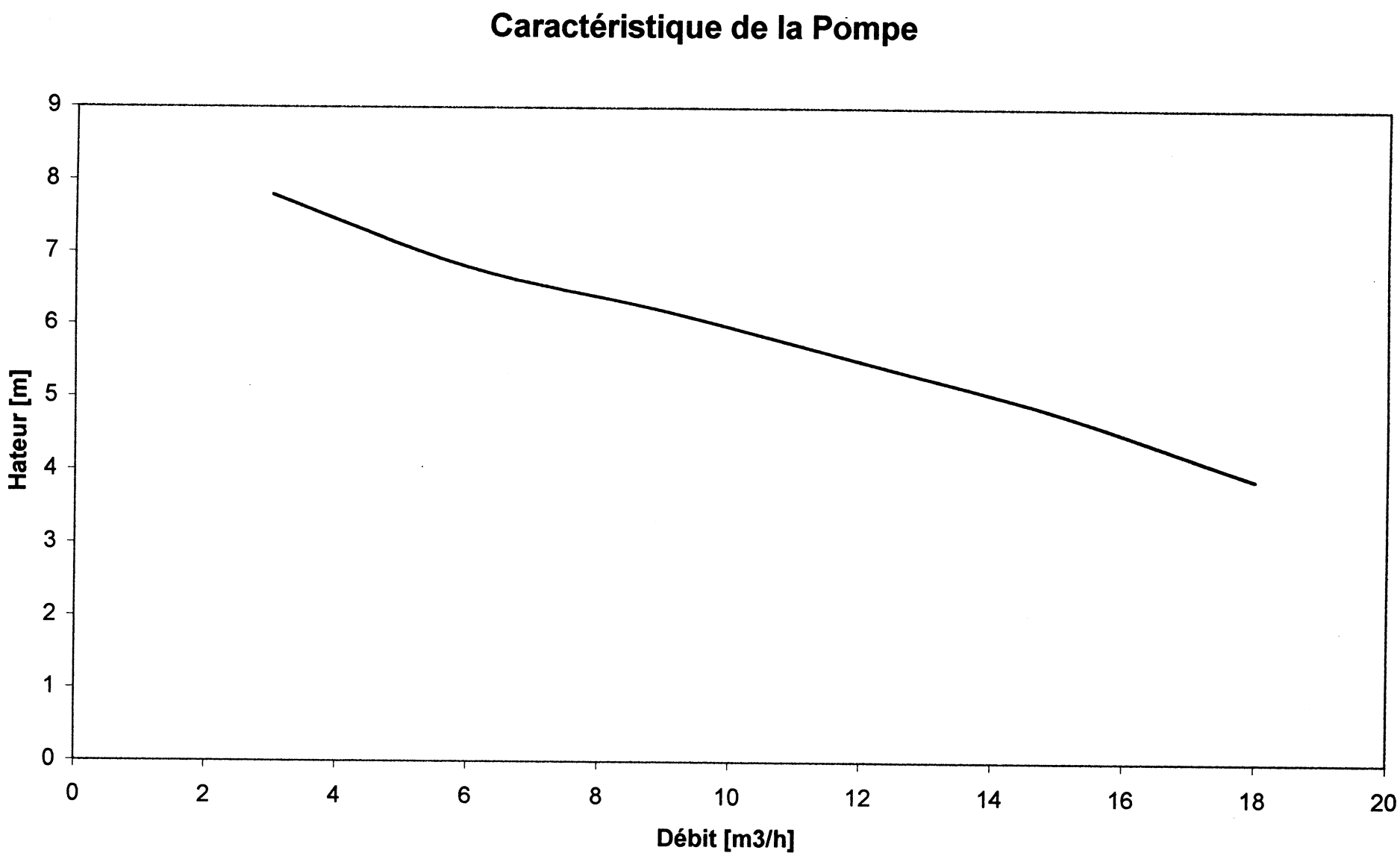
* évaluation sur échantillon moyen 24 h.
** évaluation sur une moyenne annuelle.

Annexe 2

Carectéristique Pompe			Débit [m3/s]	Vitesse [m/s]			Tube PVC			H asp. Initiale
débit m3/h	hateur m	diametre m		d=0,05	d=0,06	d=0,04	pdc d=0,06	pdc d=0,05	pdc d= 0,04	UNIQUE
3	7,8	0,05	0,00083333	0,42462	[illegible]	0,66348195	0,002161799	0,005139565	0,014833679	
6	6,8	0,05	0,00166667	0,8492569	[illegible]	1,32696391	0,007271398	0,017287366	0,049894351	
9	6,2	0,05	0,0025	1,27388535	0,8846426	1,99044586	0,014783511	0,035147021	0,10144043	
12	5,5	0,05	0,00333333	1,6985138	1,17952347	2,65392781	0,024457969	0,058147535	0,167823923	
15	4,8	0,05	0,00416667	2,12314225	1,47440434	3,31740977	0,036142061	0,085925849	0,24799698	
18	3,9	0,05	0,005	2,5477707	1,76928521	3,98089172	0,049725607	0,118220015	0,341203575	

H asp. Final	H asp.Final	(H init.)/12	(H init.)/12	J pour PVC	JL	vitesse m/s	k*EnerKin q1	Débit 2 trou q2	Jnew*1m	k*EnKin q3
d=0.06	d=0.05	d=0.06	d=0.05	pdc d=0.025	PDC d=0,025	d=0,025	pdc local 1	(Q/12)-q1	pdc vers trou2	pdc local 2
9,76611658	9,75420552		0,60963785	0,00108046	0,00054023	1,6985138	0,1907599	2,94444E-05	5,14724E-06	
8,67821994	8,63815606		0,53988475	0,003634221	0,00181711	3,397027601	0,1907599	9,88889E-05	4,28871E-05	
7,94176115	7,86030711		0,49126919	0,007388751	0,003694375	5,095541401	0,1907599	0,000168333	0,000108797	
7,05914118	6,92438292		0,43277393	0,012224013	0,006112007	6,794055202	0,1907599	0,000237778	0,000199122	
6,13188663	5,93275148		0,37079697	0,018063685	0,009031842	8,492569002	0,1907599	0,000307222	0,000311789	
4,96109894	4,68712131		0,29294508	0,024852697	0,012426348	10,1910828	0,1907599	0,000376667	0,000445394	

DEBIT CHOISI	Débit entrée bras aspersion	Pdc Local Entrée Bras	H asp Bac----	H asp Bac----	pdc local m	débit l/m	Débit de sortie de l'asp.	
asp/colmatage	q=0,6*section*RADQ(2gH)	dH=0,5*Qcarré/(sect carré*2g	0,06	0,05	v2/2g		l/m	m3/s
					29,3877551	0	8	0,48
0,00004	0,000163066	0,002815132	[redacted]	[redacted]	16,5306122	50	6	0,36
0,00004	0,000153905	0,002507704	[redacted]	0,15650495	7,34693878	100	4	0,24
0,00004	0,00014753	0,002304258	0,27649045	0,10594622	4,13265306	150	3	0,18
0,00004	0,000139532	0,002061208	0,20043083	0,044943	2,86989796	200	2,5	0,15
0,00004	0,000130668	0,001807619	0,12012712	-0,02006647	1,83673469	250	2	0,12
0,00004	0,000118477	0,00148608	0,01903337	-0,10144646	45,9183673		10	0,6
m3/s					66,122449		12	0,72
					103,316327		15	0,9


Caractéristique de la Pompe
Hateur [m]
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Débit [m3/h]

Annexe 3

Remplissage des colonnes

Colonne n° 1	**Poids (kg)**
Graviers (20-40 mm.)	24.86
Graviers (6-14 mm.)	13.03
Sciure	6.19
Lombricompost+ Terreau	20.01

Colonne n° 2	**Poids (kg)**
Graviers (20-40 mm.)	29.14
Graviers (6-14 mm.)	9.94
Sciure	11.46
Lombricompost+terreau	21.29

Annexe 5

PROTOCOLE D'ALIMENTATION DES LOMBRIFILTRES

Essais pour dessiner le protocole d'alimentation des lombrifiltres

Première essai

Bac 1	10l/35sec	1,02 m3/h
Bac 2	10l/28sec	1,28 m3/h
Bac 3,4	20l/68sec	1,06 m3/h

Deuxième essai

Bac 1	10l/34sec	1,06 m3/h
Bac 2	10l/26sec	1,38 m3/h
Bac 3,4	20l/70sec	1,02 m3/h

Troisième essai

Bac 1	10l/45sec	0,79 m3/h		1
Bac 2	10l/27sec	1,33 m3/h	proportion	1,69
Bac 3,4	20l/59sec	1,22 m3/h		1,54

On suppose un fonctionnement de l'aspersion dans le bac, de 3 min chaque 2 heure.
On trouve que le taux d'alimentation pour chaque bac est :

Bac 1	0,949	m3/m2/jour
Bac 2	1,596	m3/m2/jour
Bac 3,4	1,464	m3/m2/jour

Annexe 6

DATE :12/05/99 Heure: 12:00 hr

Colonne	MES (e) [mg/l]	MES (s) [mg/l]	DCO (e) [mg/l]	DCO (s) [mg/l]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_2$ (e) [mg/l]
1	/	/	840	160	92,96	/	/	/	4	10,5	0,002
2	/	/	800	240	92,96	27,44	/	/	2,4	12	0,002
pH_1(e)	6,95	O_{21}(e)	2	pH_2(e)	6,72	O_{22}(e)	3,7				
pH_1(s)	6,36	O_{21}(s)	3,4	pH_2(s)	6,21	O_{22}(s)	3,1				

DATE : 21/05/99 Heure: 11:00 hr

Colonne	MES (e) [mg/l]	MES (s) [mg/l]	DCO (e) [mg/l]	DCO (s) [mg/l]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_2$ (e) [mg/l]
1	23,3	1,3	450	200	78,96	2,8	> 50	5,5	2,6	3,3	0,014
2	23,3	1,7	450	200	78,96	13,4	> 50	9,5	2,6	6,3	0,014
pH_1(e)		O_{21}(e)	2,8	pH_2(e)		O_{22}(e)	2,8				
pH_1(s)		O_{21}(s)	7,6	pH_2(s)		O_{22}(s)	2,4				

DATE : 18/06/99 Heure: 9:00 hr

Colonne	MES (e) [mg/l]	MES (s) [mg/l]	DCO (e) [mg/l]	DCO (s) [mg/l]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_2$ (e) [mg/l]
1	80,5	12,3	690	425	257,6	11,2	155	70	5,4	0,4	0,025
2	74	49,3	600	1200	221,76	40,32	135	80	4,1	4	0,015
pH1(e)	7,97	O21(e)	0,6	pH2(e)	8	O22(e)	0,6	REDOX1 (e)	-226	REDOX2 (e)	-181
pH1(s)	6,4	O21(s)	1,6	pH2(s)	6,16	O22(s)	1,3	REDOX1 (s)	-165	REDOX2 (s)	-134

DATE: 26/06/99 Heure: 12:00 hr

Colonne	MES (e) [mg/l]	MES (s) [mg/l]	DCO (e) [mg/l]	DCO (s) [mg/l]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_2$ (e) [mg/l]
1	70		700		5,6		142,24		5,7		0,016
2	74,5	33,7	620	375	5,6	2,8	15,68	85,12	6,5	4,5	0,067
pH1(e)	7,59	O21(e)	0,8	pH2(e)	7,76	O22(e)	1	REDOX1 (e)	-240	REDOX2 (e)	-191
pH1(s)	6,41	O21(s)	2,4	pH2(s)	6,82	O22(s)	0,5	REDOX1 (s)	-93	REDOX2 (s)	-180

DATE: 03/07/99 Heure: 09:00 hr

Colonne	MES (e) [mg/l]	MES (s) [mg/l]	DCO (e) [mg/l]	DCO (s) [mg/l]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_2$ (e) [mg/l]
1	62	13	260	800	5,6	8,4	4,48	8,4	3,5	0,5	0,028
2	75	30	360	475	8,4	7,84	7,84	7,84	4	2,5	0,02
pH1(e)	7,97	O21(e)	3,1	pH2(e)	7,92	O22(e)	0,9	REDOX1 (e)	-61	REDOX2 (e)	-123
pH1(s)	6,49	O21(s)	2,5	pH2(s)	6,58	O22(s)	0,8	REDOX1 (s)	-119	REDOX2 (s)	-194

DATE: 12/07/99

Colonne	MES (e) [mg/l]	MES (s) [mg/l]	DCO (e) [mg/l]	DCO (s) [mg/l]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_2$ (e) [mg/l]
1	54	18,7	240	400	8,4	8,4	8,4	8,4	1,5	1,5	0,025
2	39	34	290	450	77,28	7,84	8,4	7,84	8,2	2,5	0,013
pH1(e)	7,14	O21(e)	0,9	pH2(e)	7,16	O22(e)	0,2	REDOX1 (e)	-207	REDOX2 (e)	-234
pH1(s)	6,82	O21(s)	1,7	pH2(s)	6,44	O22(s)	1,7	REDOX1 (s)	-147	REDOX2 (s)	-126

DATE: 22/07/99

Colonne	MES (e) [mg/l]	MES (s) [mg/l]	DCO (e) [mg/l]	DCO (s) [mg/l]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (s) [mg/l]	PO_4^{2-}(e) [mg/l]
1	61	14,33	480	350	74,99	70,19	64,4	61,6	4,5	1,7	68
2	102,5	10,33	500	160	77,99	49,93	64,96	42	5,2	1	48,8
pH1(e)	7,6	O21(e)	0,6	pH2(e)	7,67	O22(e)	0,4	REDOX1 (e)	-233	REDOX2 (e)	-207
pH1(s)	6,7	O21(s)	1,3	pH2(s)	6,56	O22(s)	0,9	REDOX1 (s)	-141	REDOX2 (s)	-127

DATE: 29/07/99 Heure:9:00 hr Echantilloneur

Colonne	MES (e) [mg/l]	MES (s) [mg/l]	DCO (e) [mg/l]	DCO (s) [mg/l]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (s) [mg/l]	PO_4^{2-}(e) [mg/l]
1	58,5	8	320	445	76,16	78,4	62,72	77,84	2,7	0,8	40
2	58,5	10,3	320	150	76,16	35,84	62,72	49,28	2,7	1,5	40
pH1(e)	7,88	**O21(e)**	2,7	**pH2(e)**	7,88	**O22(e)**	2,7	**REDOX1 (e)**	59,6	**REDOX2 (e)**	59,6
pH1(s)	6,74	**O21(s)**	2,5	**pH2(s)**	6,84	**O22(s)**	2	**REDOX1 (s)**	-106	**REDOX2 (s)**	-126

DATE: 06/08/99

Colonne	MES (e) [mg/l]	MES (s) [mg/l]	DCO (e) [mg/l]	DCO (s) [mg/l]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (s) [mg/l]	PO_4^{2-}(e) [mg/l]
eau fresh	72,5	22	350	560	32,97	61.83 - 67.2	32,48	60,48	3	1	16
eau cuve	146,27	18,7	540	350	84,97	54,39	76,16	48,16	3,3	0,3	34
echantilloneur	114,5		350		46,4		35,84		2,9		18,4
pH1(e)	7.83-7.46-8.09	**O21(e)**	2.3-0.6-3.8	**pH2(e)**	7.83-7.46-8.09	**O22(e)**	2.3-0.6-3.8	**REDOX1 (e)**	65-(-)173-67	**REDOX2 (e)**	65-(-)173-67
pH1(s)	6,49	**O21(s)**	1	**pH2(s)**	6,37	**O22(s)**	1,9	**REDOX1 (s)**	-158	**REDOX2 (s)**	-109

DATE: 29/07/99

Colonne	PO_4^{2-}(e) [mg/l]	PO_4^{2-}(s) [mg/l]	P. Total (e) [mg/l]	P. Total (s) [mg/l]	Turbidité (e) [FTU]	Turbidité (s) [FTU]
1	40	40	36,8	48	100	60
2	40	26	36,8	27	100	55
		T° 1 (e)	21,5	T° 2 (e)	21,5	
		T° 1 (s)	21,8	T° 2 (s)	22,5	

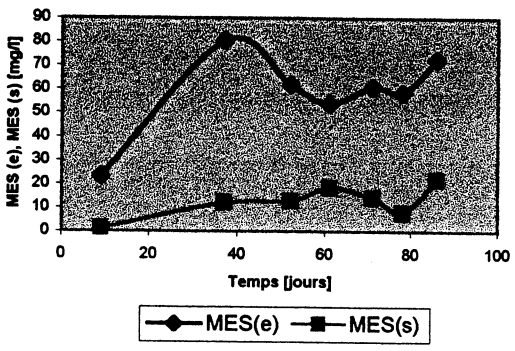
DATE: 06/08/99

Colonne	PO_4^{2-}(e) [mg/l]	PO_4^{2-}(s) [mg/l]
eau fresh	16	46
eau cuve	34	40
echantilloneu	18,4	

Graphiques Abattement Matière en Suspension

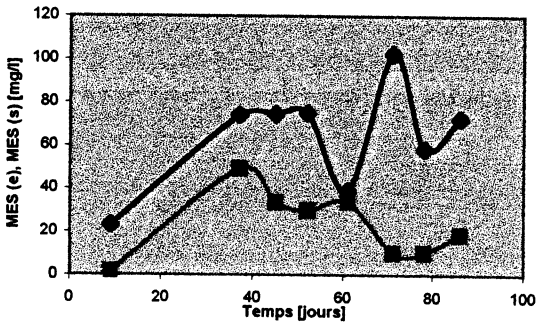
COLONNE 1 Mise en route 12/05/99
Alimentation en continu

Tiempo [jours]	MES(e) [mg/l]	MES(s) [mg/l]
9	23,3	1,3
37	80,5	12,3
52	62	13
61	54	18,7
71	61	14,33
78	58,5	8
86	72,5	22



COLONNE 2 Mise en route 12/05/99
Alimentation en bâché

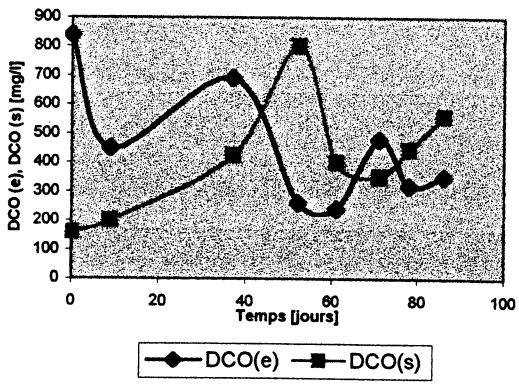
Tiempo [jours]	MES(e) [mg/l]	MES(s) [mg/l]
9	23,3	1,7
37	74	49,3
45	74,5	33,7
52	75	30
61	39	34
71	102,5	10,33
78	58,5	10,3
86	72,5	18,7



Graphiques Abattement DCO

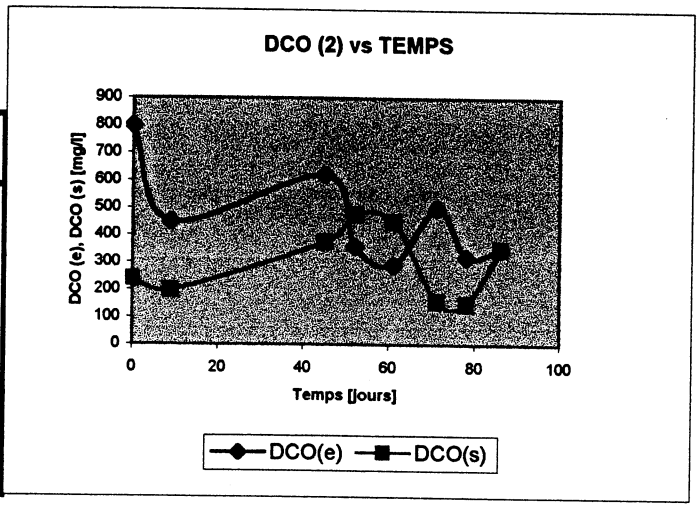
COLONNE 1 Mise en route 12/05/99
Alimentation en continu

Tiempo [jours]	DCO(e) [mg/l]	DCO(s) [mg/l]
0	840	160
9	450	200
37	690	425
52	260	800
61	240	400
71	480	350
78	320	445
86	350	560



COLONNE 2 Mise en route 12/05/99
Alimentation en bâché

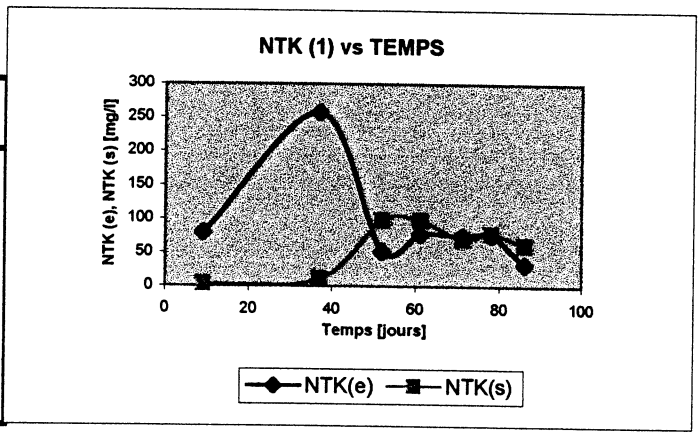
Tiempo [jours]	DCO(e) [mg/l]	DCO(s) [mg/l]
0	800	240
9	450	200
45	620	375
52	360	475
61	290	450
71	500	160
78	320	150
86	350	350



Graphiques Abattement NTK

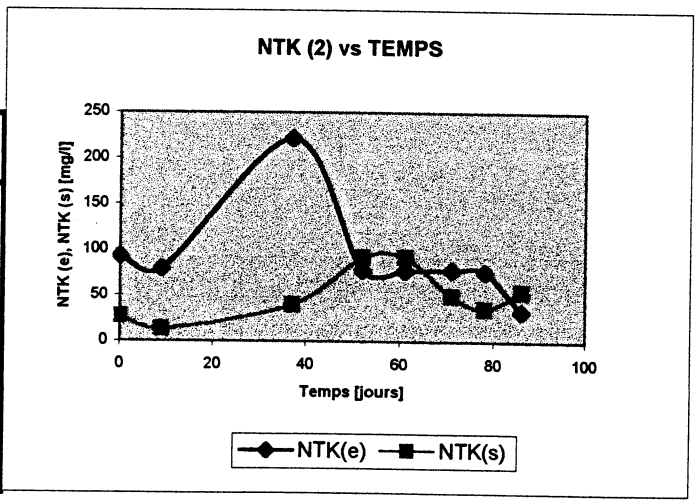
COLONNE 1 Mise en route 12/05/99
Alimentation en continu

Tiempo [jours]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]
9	78,96	2,8
37	257,6	11,2
52	51,81	98,45
61	77,72	98,45
71	74,99	70,19
78	76,16	78,4
86	32,97	61,83



COLONNE 2 Mise en route 12/05/99
Alimentation en bâché

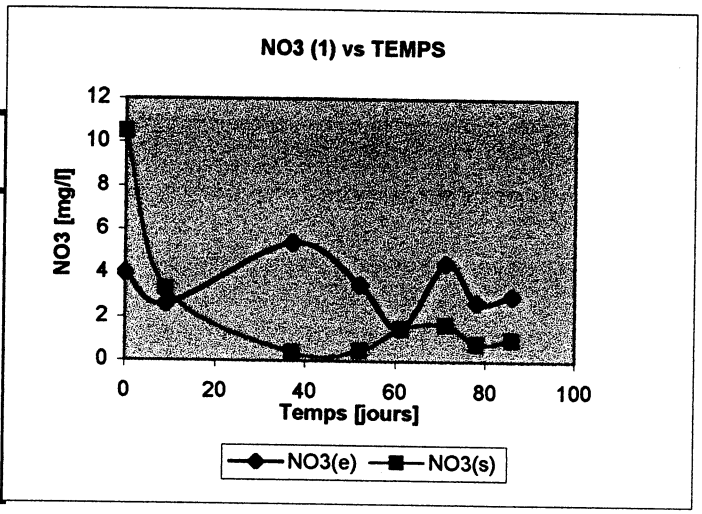
Tiempo [jours]	NTK(e) [mg/l]	NTK(s) [mg/l]
0	92,96	27,44
9	78,96	13,4
37	221,76	40,32
52	77,72	91,89
61	77,28	91,89
71	77,99	49,93
78	76,16	35,84
86	32,97	54,39



Graphiques Comportement NO_3

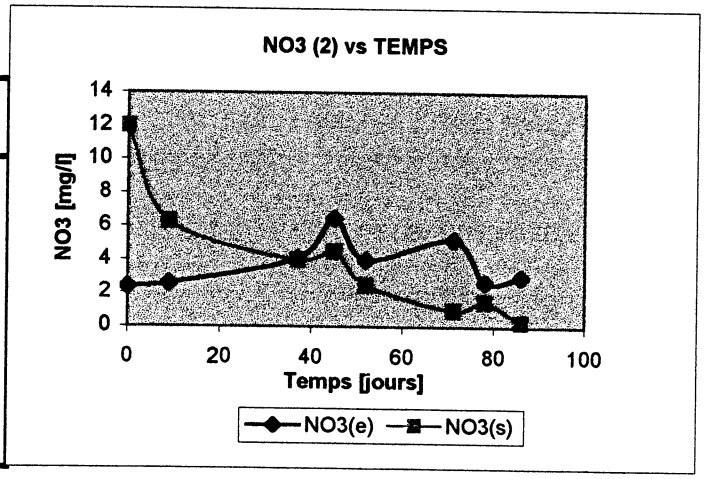
COLONNE 1 Mise en route 12/05/99
Alimentation en continu

Tiempo [jours]	NO_3 (e) [mg/l]	NO_3 (s) [mg/l]
0	4	10,5
9	2,6	3,3
37	5,4	0,4
52	3,5	0,5
61	1,5	1,5
71	4,5	1,7
78	2,7	0,8
86	3	1



COLONNE 2 Mise en route 12/05/99
Alimentation en bâché

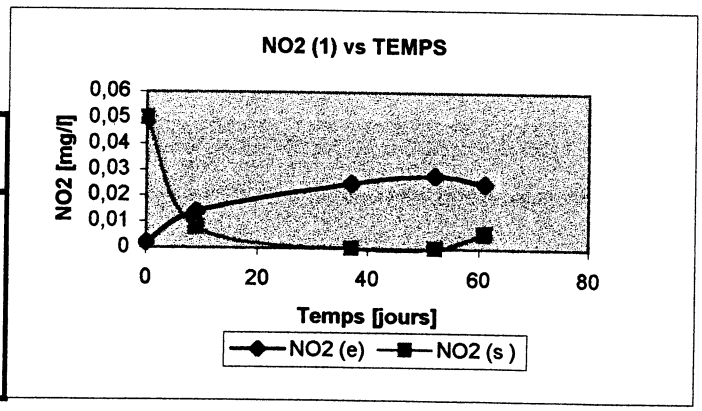
Tiempo [jours]	NO_3 (e) [mg/l]	NO_3 (s) [mg/l]
0	2,4	12
9	2,6	6,3
37	4,1	4
45	6,5	4,5
52	4	2,5
71	5,2	1
78	2,7	1,5
86	3	0,3



Graphiques Comportement NO2

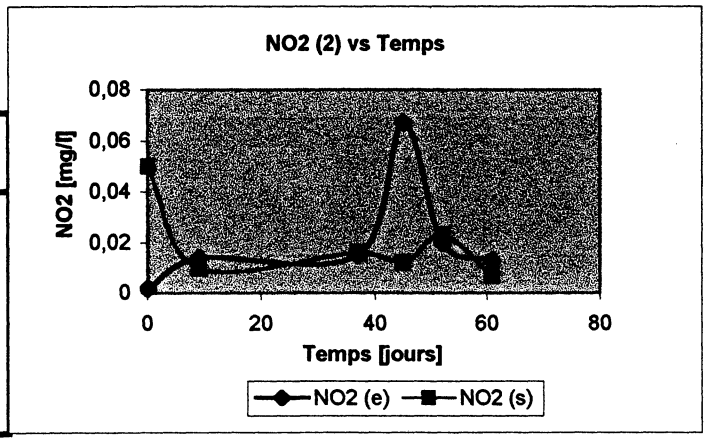
COLONNE 1 Mise en route 12/05/99
Alimentation en continu

Tiempo [jours]	NO_2 (e) [mg/l]	NO_2 (s) [mg/l]
0	0,002	0,05
9	0,014	0,008
37	0,025	0
52	0,028	0
61	0,025	0,006



COLONNE 2 Mise en route 12/05/99
Alimentation en bâché

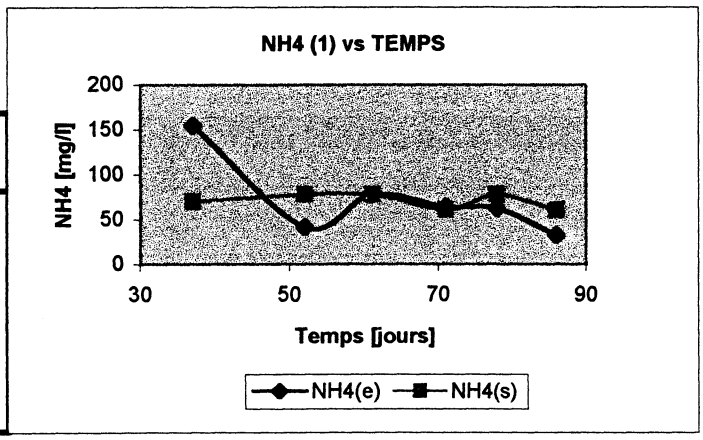
Tiempo [jours]	NO_2 (e) [mg/l]	NO_2 (s) [mg/l]
0	0,002	0,05
9	0,014	0,01
37	0,015	0,016
45	0,067	0,012
52	0,02	0,023
61	0,013	0,007



Graphiques Comportement NH4

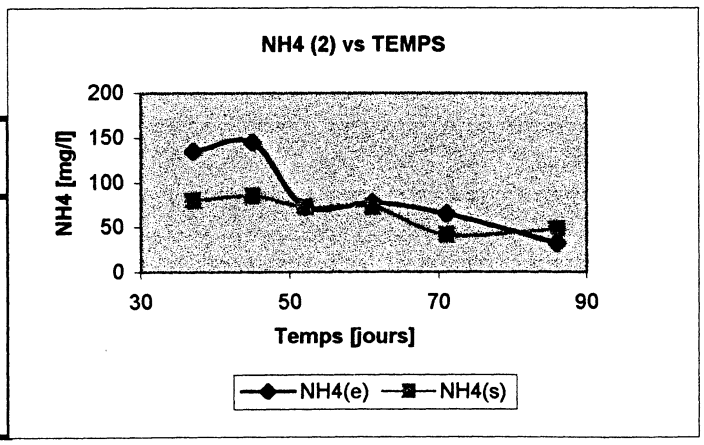
COLONNE 1 Mise en route 12/05/99
Alimentation en continu

Tiempo [jours]	NH_4 (e) [mg/l]	NH_4 (s) [mg/l]
37	155	70
52	41,45	77,72
61	77,72	77,72
71	64,4	61,6
78	62,72	77,84
86	32,48	60,48



COLONNE 2 Mise en route 12/05/99
Alimentation en bâché

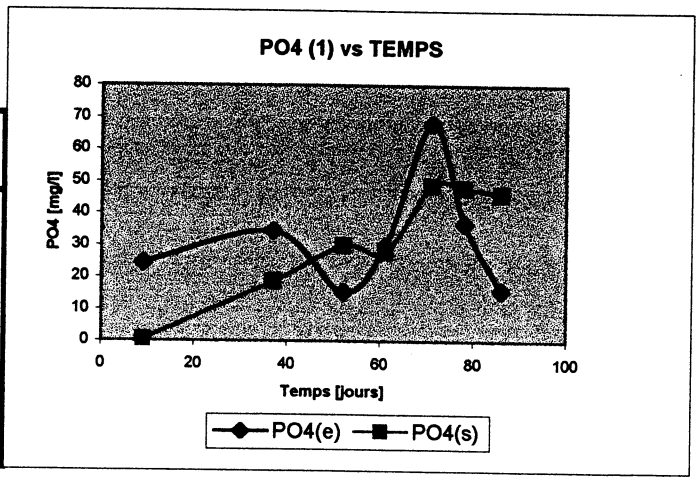
Tiempo [jours]	NH_4 (e) [mg/l]	NH_4 (s) [mg/l]
37	135	80
45	145,08	85,12
52	72,54	72,54
61	77,72	72,54
71	64,96	42
86	32,48	48,16



Graphiques Abattement Orthophosphates

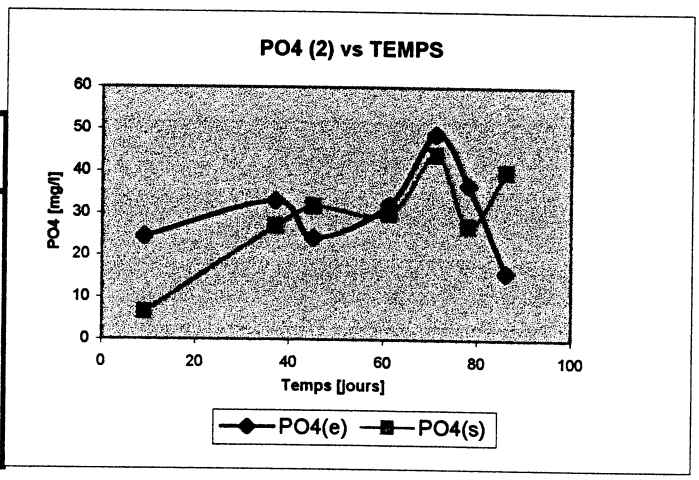
COLONNE 1 Mise en route 12/05/99
Alimentation en continu

Tiempo [jours]	PO_4^{2-} (e) [mg/l]	PO_4^{2-} (s) [mg/l]
9	24,5	0,5
37	34,5	18,75
52	15,5	30
61	30	28
71	68	48,8
78	36,8	48
86	16	46



COLONNE 2 Mise en route 12/05/99
Alimentation en bâché

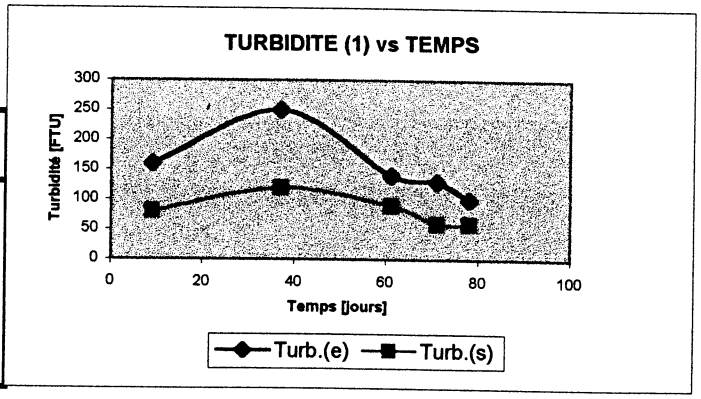
Tiempo [jours]	PO_4^{2-} (e) [mg/l]	PO_4^{2-} (s) [mg/l]
9	24,5	6,5
37	33	27
45	24,25	31,7
61	32	30
71	48,8	44
78	36,8	27
86	16	40



Graphiques Abattement Turbidité

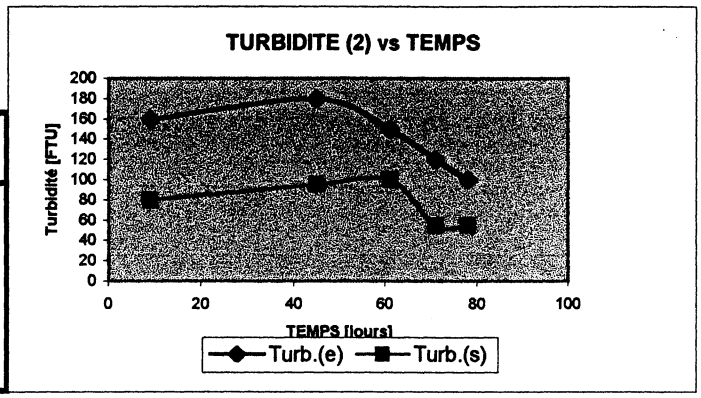
COLONNE 1 Mise en route 12/05/99
Alimentation en continu

Tiempo [jours]	Turbidité (e) [FTU]	Turbidité (s) [FTU]
9	160	80
37	250	120
61	140	90
71	130	60
78	100	60



COLONNE 2 Mise en route 12/05/99
Alimentation en bâché

Tiempo [jours]	Turbidité (e) [FTU]	Turbidité (s) [FTU]
9	160	80
45	180	96
61	150	100
71	120	55
78	100	55



Annexe 7

Lombrifiltre de Combaillaux

Ajout de terreau dans la couche active :

1) 50 sacs (12x3 et 14x1) de 50 litres chacun le 9 septembre 1998

Type : Terreau Géranium 50 L

Origine : Fabriqué en France
Norme : NFU 44-551 Terreau
Charte professionnelle : N° 220596
EMB 44 179 A
Code 612334

Adresse fabricant : FLORENTAISE
BP 10
44850 St. Mars du Désert

Lieu d'achat : Castorama – Montpellier (Hérault)

Composition : Tourbe brune de Carex
Tourbe blonde de Sphaignes
Ecorces de pins
Terre argileuse

Caractéristiques : Matière sèche : 35% du produit brut
Matière organique : 15% du produit brut
Résistivité : 800 ohms/cm
PH (H_2O) : 6,5
Capacité de rétention en eau : 200%
Masse nette : 20 kg
Volume : 50 L

2) 12 sacs (3x4) de 50 litres chacun le 11 mai 1999

Type : Terreau Géranium 50 L

Origine : Fabriqué en France
Norme : NFU 44-551 Terreau

Adresse fabricant : JERONAGE
BP 443
91164 Longiumeau

Lieu d'achat : BricoMarché – Castelnau-le-Lez (Hérault)

Composition : Tourbe brune
Tourbe blonde
Ecorces composée
Argile
Fumier de cheval

Caractéristiques : Matière sèche : 40% du produit brut
Matière organique : 20% du produit brut
Résistivité (1/1,5) : 900 ohms/cm
Ph (H_2O) : 6,6
Capacité de rétention en eau : 250% (sur sec)
Masse nette : 17,5 kg
Volume : 50 L

3) 1 sac de 50 L et 3 sacs de 20 L chacun le 5 août 1999, dedans le bac 3.

Type : Terreau géranium

Origine : Fabriqué en France
Norme : NFU 44-551 Terreau

Adresse fabricant :

Lieu d'achat : Castorama – Montpellier (Hérault)

Composition : Tourbe blonde
Ecorces compostées
Compost végétal
Terre végétal
Fumier de cheval composté

Caractéristiques : Matière sèche/produit brut : 40%
Matière organique/produit brut : 30%
Ph : 6,9
Résistivité : 700 Ohms/cm
Rétention en eau : 550 m/L
Rétention en air : 180 ml/L
Azote nitrique et ammoniacal : 100 mg/L d'extrait
Anhydride phosphorique a, c : 60 mg/L d'extrait
Anhydride phosphorique eau : 20 mg/L d'extrait
Oxyde de Potassium : 150 mg/L d'extrait
Oxyde de Calcium : 65 mg/L d'extrait
Oxyde de Magnesium : 30 mg/L d'extrait
Anhydride sulfurique : 30 mg/L d'extrait
Chlorures : 8 mg/L d'extrait

Annexe 8

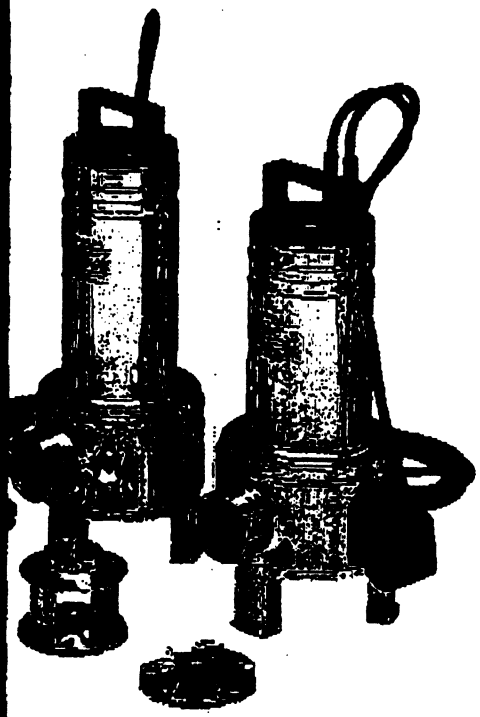
Electropompes submersibles pour eaux usées

Série DOMO

facteur de conversion

1,1 kW · 1,36 = 1,5 HP

Les électropompes submersibles de la série DOMO sont équipées de moteur de 1,1 kW (1,5 HP) dans les versions monophasées et 1,5 kW (2 HP) dans les versions triphasées. Elles sont disponibles aussi bien avec turbine vortex ou à canaux, section de passage 50 mm (35 mm dans le cas de la DOMO 7 et de la DOMO 7 VX).



APPLICATIONS

- Relevage d'eaux usées.
- Vidange de fosses septiques.
- Assèchement de locaux inondés.

CARACTERISTIQUES

- **Service continu** avec liquide à **35°C** pompe complètement immergée.
- **Moteur à sec.**
- Système d'étanchéité **DRIVELUB SEAL SYSTEM.**
- **Câble d'alimentation** en néoprène type **H07RN-F.**
- Pour les versions **DOMO 7 et DOMO 7VX**:
  Orifice de refoulement 1"1/2 gas taraudé.
  35 mm de passage des corps solides en suspension.
  Turbine en nylon renforcé avec fibre de verre (disponible aussi en acier inoxydable).
- Les versions **DOMO 10-15-20 et DOMO 10-15-20 VX** possèdent:
  Orifice de refoulement de 2" gas taraudé (transformables en version à bride en option).
  50 mm de passage des corps solides en suspension.
  Turbine à deux canaux ou vortex en acier inoxydable.
- Immersion maximum: 5 m.
- Versions:
  Monofasée 220-240 V 50 Hz, 2 pôles.
  Triphasée 380-415 V 50 Hz, 2 pôles.
- Puissance moteur:
  De 0,55 kW à 1.1 kW pour les **versions monophasées.**
  De 0,55 kW à 1,5 kW pour les **versions triphasées.**
- Les versions monophasées sont equipées de **flotteur** (sur demande, disponible également sans flotteur).
  Condensateur intégré (DOMO 15 et DOMO 15 VX avec petit tableau de commande sur le câble).
  Protection thermique du moteur incorporée.

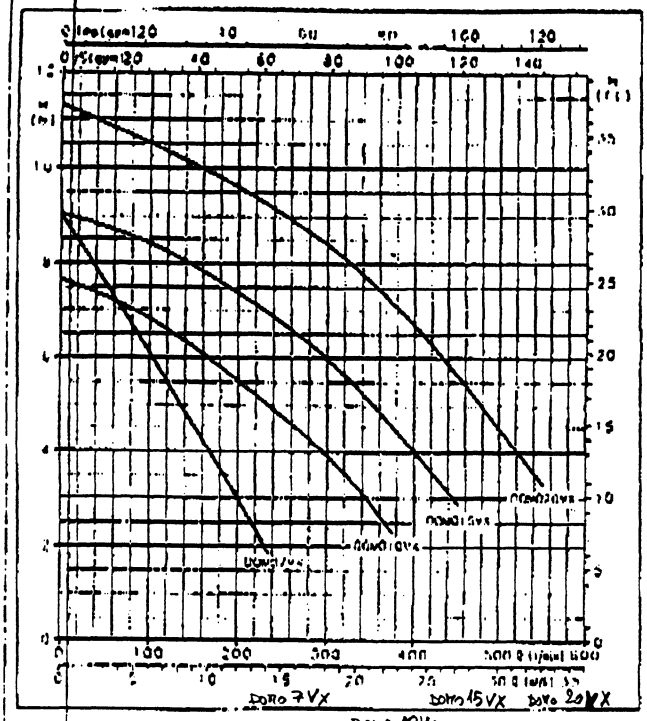
SYSTEME D'ETANCHEITE DRIVELUB SEAL SYSTEM

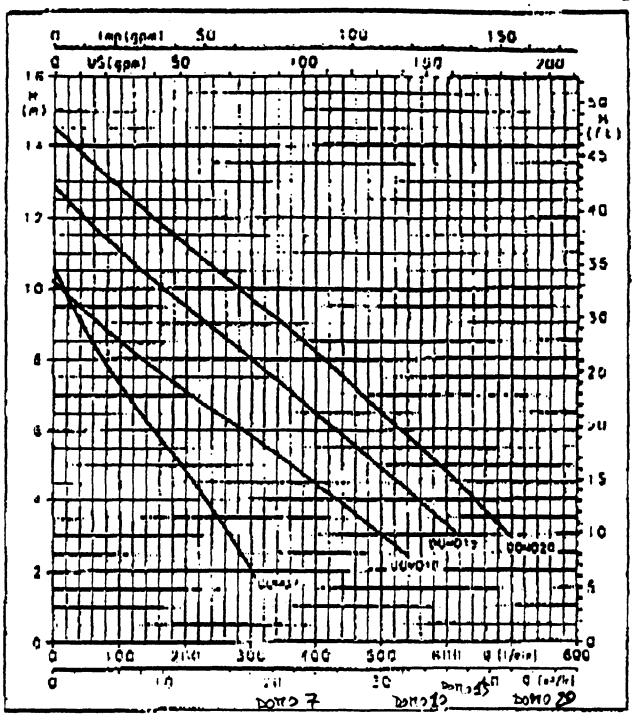
- Le moteur électrique est parfaitement étanche grâce au système de joints multiples avec **chambre à huile.**
  Le **V-ring, le joint mécanique en carbure de silicium** extrêmement résistant à l'abrasion et à l'usure, et un **joint à lèvre** constamment lubrifié par le **système DRIVELUB,** constituent une barrière insurmontable aux infiltrations.

COMPOSANT	MATERIAU
Corps compo et boîtier moteur	ACIER INOXYDABLE (AISI 304)
Turbine DOMO 7 (VX)	NYLON & FIBRE DE VERRE
Turbine DOMO 10-15-20 (VX)	ACIER INOXYDABLE (AISI 304)
Joint mécanique inférieur	CARBURE DE SILICIUM/ CARBURE DE SILICIUM
Joint à lèvre supérieur	CAOUTCHOUC NITRILE
Bout de l'arbre	ACIER INOXYDABLE (AISI 304)
Poignée	NYLON

CARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT A 2850 min⁻¹

$\frac{1}{T}$ = fréquence

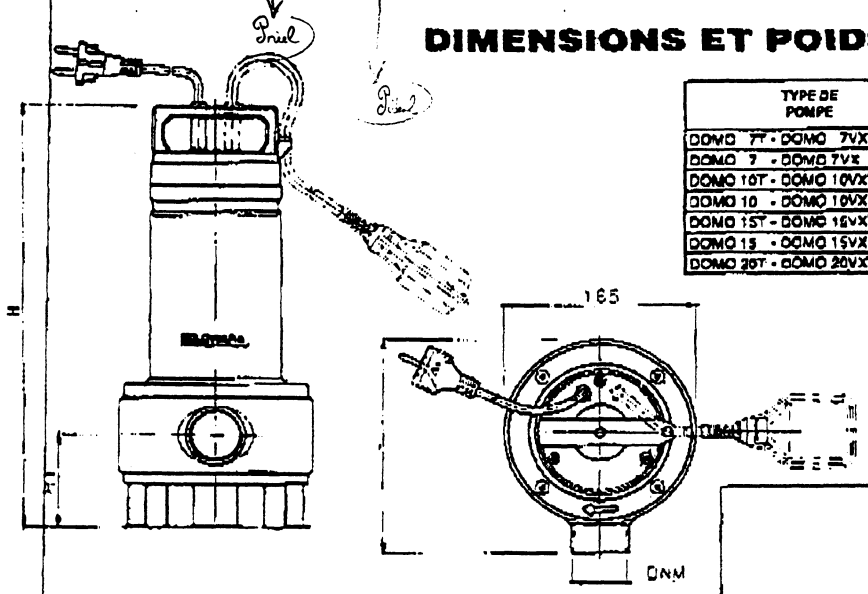




TYPE DE POMPE				KW ABSORBES		CONDENSATEUR		INTENSITE NOMINALE MOTEUR EN AMP.		Q = DEBIT													
MONOPHASEE 220-240 V 50 Hz	TRIPHASEE 380-415 V 50 Hz	KW	HP	MONO-PHASE	TRI-PHASE	µF	V	MONO-PHASEE 220-240 V	TRI-PHASEE 380-415 V	l/min	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	l/min
										m³/h	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	36	42	m³/h
										H – HAUTEUR D'ELEVATION TOTALE EN METRES DE COLONNE D'EAU													
DOMO 7	DOMO 7T	0,55	0,75	0,72	0,7	16	450	3,3	1,3	8,6	7,3	6,1	4,8	3,4	2	—	—	—	—	—	—	—	
DOMO 10	DOMO 10T	0,75	1	1,15	1,15	22	450	5,1	2	9,9	8,9	7,8	7,1	6,5	5,8	5,2	4,5	3,7	3	—	—		
DOMO 15	DOMO 15T	1,1	1,5	1,8	1,65	30	450	7,1	2,6	11,9	11	10,2	9,6	8,7	8	7,3	6,5	5,7	4,8	3,3	—		
	DOMO 20T	1,5	2	—	2	—	—	—	3,6	13,7	12,8	12	11,2	10,4	9,7	9	8,2	7,3	6,5	4,8	2,9		
DOMO 7VX	DOMO 7VXT	0,55	0,75	0,72	0,7	16	450	2,9	1,3	7,6	6,1	4,6	3	—		—	—	—	—	—	—		
DOMO 10VX	DOMO 10VXT	0,9	1,2	1,15	1,2	22	450	5,2	2,1	7,8	6,8	6,2	5,5	4,8	3,9	2,9	—	—	—	—	—		
DOMO 15VX	DOMO 15VXT	1,1	1,5	1,4	1,4	30	450	6,2	2,5	8,6	8,4	8	7,4	6,8	6	5	4	2,9	—	—	—		
	DOMO 20VXT	1,5	2	—	1,65	—	—	—	3,4	10,9	10,5	10,1	9,6	9,1	8,4	7,6	6,7	5,7	4,5	-	—		

Performances selon les normes ISO 2548 pour pompes construites en série appartenant à la classe C.

DIMENSIONS ET POIDS



TYPE DE POMPE	DIMENSIONS EN mm H	H1	L	DNM	POIDS Kg
DOMO 7T - DOMO 7VXT	386	66	193	Rp 1"¼	8,7
DOMO 7 - DOMO 7VX					10
DOMO 10T - DOMO 10VXT	433	111,5	198	Rp 2"	11,4
DOMO 10 - DOMO 10VX	438				10,4
DOMO 15T - DOMO 15VXT					13,4
DOMO 15 - DOMO 15VX	473				15,1
DOMO 20T - DOMO 20VXT					14,4

LOWARA
A GOULDS PUMPS COMPANY 36075 Montecchio Maggiore - Vicenza - Italy - Telefono 0444/707111 - Telex 480427 - Telefax 0444/492166

LOWARA se réserve le droit d'apporter des modifications sans obligation de préavis.

cod. 191004442 04/96

FOURNISSERS DE MATERIAUX

- Béton : ENTREPRISE OLIVIER

  Lattes- tel. 04.67.58.25.00

- Armoire Electrique : CHAVEROCHE

  Rue Montels Eglise tel. 04.67.92.69.90

  Lattes

- Pompe : CHAVEROCHE

  Lattes- tel. 04.67.92.09.90

- Dégrilleur : FB PROCEDES

  6, rue Marcel-Dassault tel. 02.40.25.86.77

  Saint-Luce-sur-Loire

- Temporisateur Dégrilleur : AGEI

  6, rue de l'Industrie tel. 04.67.92.26.44

  Montpellier

- Pompe : H.M.T.

  11, Parc d'activité Saint Jean- Zac du Mas de grille tel. 04.67.27.52.99

  Saint Jean de Vedas

- Grillage plast : LEROY MERLIN

  Saint Jean de Vedas

- Tuyaux PVC : Frans Bonhomme

- Matériaux Plastiques : BAURES

  462, rue de l'Industrie tel. 04.67.22.70.00

  Montpellier

- Matériaux Plastiques : CASTORAMA

  Lattes

- Broyeur de WC : BROSSETTE

  Montpellier tel. 04.67.17.90.30

- Débitmètre : KRONE S.A.

  Usine des Ors-B.P. 98 tel. 04.75.05.44.00

  Romans

- Echantillonneur : Roucaire

  Marseille tel. 04.91.87.87.60

INRA

Institut National de la Recherche Agronomique

ANALYSE DE PRODUITS DIVERS

DEMANDEUR
CEFE CNRS
1919 ROUTE DE MENDE
34293 - MONTPELLIER CED

INTERMÉDIAIRE

PAYEUR
INRA SERVICE ACHATS
2 PLACE PIERRE VIALA
34060 - MONTPELLIER CED

Nature de l'échantillon : Divers
Nom de l'échantillon : LOMBRI (COMPOST)
Références : 5-21-1-19591/25927
Arrivé au laboratoire le : 22/09/98 Bulletin édité le : 16/10/98

VALEUR AGRONOMIQUE

		Sur produit sec	Sur produit brut
Matières sèches	g/kg (1)	1000.0	300.0
Matières organiques	g/kg		
Carbone organique (C)	g/kg		
Azote méthode Kjeldahl (N)	g/kg		
Azote nitrique (N de NO_3^-)	g/kg		
Azote ammoniacal (N de NH_4^+)	g/kg		
Rapport C/N			
pH eau			
Calcium total (CaO)	g/kg	140.38	42.12
Magnésium total (MgO)	g/kg		
Phosphore total (P_2O_5)	g/kg	12.2	3.7
Potassium total (K_2O)	g/kg		
Sodium total (Na_2O)	g/kg		
Conductivité (extrait 1/25)	mS/cm		
Matières indésirables non analysables	g/kg	0	0

ÉLÉMENTS EN TRACES

		Sur produit sec	Sur produit brut	Référ
Arsenic (As) total	mg/kg			
Cadmium (Cd) total	mg/kg			2
Chrome (Cr) total	mg/kg			1
Cobalt (Co) total	mg/kg			
Cuivre (Cu) total	mg/kg			1
Mercure (Hg) total	mg/kg			1
Molybdène (Mo) total	mg/kg			
Nickel (Ni) total	mg/kg			2
Plomb (Pb) total	mg/kg			8
Sélénium (Se) total	mg/kg			1
Zinc (Zn) total	mg/kg			3
Cr + Cu + Ni + Zn	mg/kg			4

AUTRES PARAMÈTRES

	Sur produit sec	Sur produit brut
CALCAIRE TOTAL (CACO3).....KG/T	216.3	64.9

(1) : 1 g/kg = 1 kg/t
(2) : Valeurs de référence, en mg/kg de sec, pour respecter les prescriptions d'uti des boues de station d'épuration des prévues par la norme NF U 44-041

Laboratoire d'Analyses des So

Institut National de la Recherche Agronomique

ANALYSE DE PRODUITS DIVERS

34293 - MONTPELLIER CEDE

INTERMÉDIAIRE

PAYEUR INRA SERVICE ACHATS
2 PLACE PIERRE VIALA
34060 - MONTPELLIER CEDEX

Nature de l'échantillon : Divers
Nom de l'échantillon : COMPOST (TERREAU)
Références : 5-21-1-19590/25926
Arrivé au laboratoire le : 22/09/98 Bulletin édité le : 16/10/98

VALEUR AGRONOMIQUE

		Sur produit sec	Sur produit brut
Matières sèches	g/kg (1)	1000.0	433.8
Matières organiques	g/kg		
Carbone organique (C)	g/kg		
Azote méthode Kjeldahl (N)	g/kg		
Azote nitrique (N de NO_3^-)	g/kg		
Azote ammoniacal (N de NH_4^+)	g/kg		
Rapport C/N			
pH eau			
Calcium total (CaO)	g/kg	19.56	8.49
Magnésium total (MgO)	g/kg		
Phosphore total (P_2O_5)	g/kg	3.4	1.5
Potassium total (K_2O)	g/kg		
Sodium total (Na_2O)	g/kg		
Conductivité (extrait 1/25)	mS/cm		
Matières indésirables non analysables	g/kg	0	0

ÉLÉMENTS EN TRACES

		Sur produit sec	Sur produit brut	Référence
Arsenic (As) total	mg/kg			
Cadmium (Cd) total	mg/kg			20
Chrome (Cr) total	mg/kg			1000
Cobalt (Co) total	mg/kg			-
Cuivre (Cu) total	mg/kg			1000
Mercure (Hg) total	mg/kg			10
Molybdène (Mo) total	mg/kg			-
Nickel (Ni) total	mg/kg			200
Plomb (Pb) total	mg/kg			800
Sélénium (Se) total	mg/kg			100
Zinc (Zn) total	mg/kg			3000
Cr + Cu + Ni + Zn	mg/kg			4000

AUTRES PARAMÈTRES

	Sur produit sec	Sur produit brut
CALCAIRE TOTAL (CACO3).....KG/T	8.7	3.8

(1) : 1 g/kg = 1 kg/t
(2) : Valeurs de référence, en mg/kg de produ sec, pour respecter les prescriptions d'utilisati des boues de station d'épuration des eaux prévues par la norme NF U 44-041.

Laboratoire d'Analyses des Sols
273, rue de Cambrai - 62000 ARRAS
Téléphone 03 21 59 92 24 - Télécopie 03 21 24 14 0

INRA

Institut National de la Recherche Agronomique

ANALYSE DE PRODUITS DIVERS

34293 - MONTPELLIER CEDE

INTERMÉDIAIRE

PAYEUR INRA SERVICE ACHATS
2 PLACE PIERRE VIALA
34060 - MONTPELLIER CEDE

Nature de l'échantillon : Divers
Nom de l'échantillon : SCIURE
Références : 5-21-1-19592/25928.
Arrivé au laboratoire le : 22/09/98 Bulletin édité le : 16/10/98

VALEUR AGRONOMIQUE

		Sur produit sec	Sur produit brut
Matières sèches	g/kg (1)	1000.0	806.2
Matières organiques	g/kg		
Carbone organique (C)	g/kg		
Azote méthode Kjeldahl (N)	g/kg		
Azote nitrique (N de NO_3^-)	g/kg		
Azote ammoniacal (N de NH_4^+)	g/kg		
Rapport C/N			
pH eau			
Calcium total (CaO)	g/kg	2.58	2.08
Magnésium total (MgO)	g/kg		
Phosphore total (P_2O_5)	g/kg	< 1.1	< 0.9
Potassium total (K_2O)	g/kg		
Sodium total (Na_2O)	g/kg		
Conductivité (extrait 1/25)	mS/cm		
Matières indésirables non analysables	g/kg	0	0

ÉLÉMENTS EN TRACES

		Sur produit sec	Sur produit brut	Référen
Arsenic (As) total	mg/kg			-
Cadmium (Cd) total	mg/kg			20
Chrome (Cr) total	mg/kg			100
Cobalt (Co) total	mg/kg			-
Cuivre (Cu) total	mg/kg			100
Mercure (Hg) total	mg/kg			10
Molybdène (Mo) total	mg/kg			-
Nickel (Ni) total	mg/kg			200
Plomb (Pb) total	mg/kg			800
Sélénium (Se) total	mg/kg			100
Zinc (Zn) total	mg/kg			300
Cr + Cu + Ni + Zn	mg/kg			400

AUTRES PARAMÈTRES

	Sur produit sec	Sur produit brut
CALCAIRE TOTAL (CACO3).....KG/T	2.2	1.7

(1) : 1 g/kg = 1 kg/t
(2) : Valeurs de référence, en mg/kg de p sec, pour respecter les prescriptions d'util des boues de station d'épuration des é prévues par la norme NF U 44-041

Laboratoire d'Analyses des So
273, rue de Cambrai - 62000 ARRAS
Téléphone 03 21 59 92 24 - Télécopie 03 21 24

Institut National de la Recherche Agronomique

DE PRODUITS DIVERS

34293 - MONTPELLIER CEDEX 5

INTERMÉDIAIRE

PAYEUR INRA SERVICE ACHATS
2 PLACE PIERRE VIALA
34060 - MONTPELLIER CEDEX 1

ture de l'échantillon : Divers
m de l'échantillon : POUZZO + SCIURE
férences : 5-21-1-19589/25925
ivé au laboratoire le : 22/09/98 · Bulletin édité le : 16/10/98

VALEUR AGRONOMIQUE

		Sur produit sec	Sur produit brut
tières sèches	g/kg (1)	1000.0	982.4
tières organiques	g/kg		
rbone organique (C)	g/kg		
ote méthode Kjeldahl (N)	g/kg		
ote nitrique (N de NO_3^-)	g/kg		
ote ammoniacal (N de NH_4^+)	g/kg		
pport C/N			
eau			
cium total (CaO)	g/kg	96.38	94.68
gnésium total (MgO)	g/kg		
osphore total (P_2O_5)	g/kg	7.6	7.4
tassium total (K_2O)	g/kg		
dium total (Na_2O)	g/kg		
nductivité (extrait 1/25)	mS/cm		
tières indésirables non analysables	g/kg	0	0

ÉLÉMENTS EN TRACES

		Sur produit sec	Sur produit brut	Références (2)
Arsenic (As) total	mg/kg			-
Cadmium (Cd) total	mg/kg			20
Chrome (Cr) total	mg/kg			1000
Cobalt (Co) total	mg/kg			-
Cuivre (Cu) total	mg/kg			1000
Mercure (Hg) total	mg/kg			10
Molybdène (Mo) total	mg/kg			-
Nickel (Ni) total	mg/kg			200
Plomb (Pb) total	mg/kg			800
Sélénium (Se) total	mg/kg			100
Zinc (Zn) total	mg/kg			3000
Cr + Cu + Ni + Zn	mg/kg			4000

AUTRES PARAMÈTRES

	Sur produit sec	Sur produit brut
LCAIRE TOTAL (CACO3).....KG/T	2.0	2.0

(1) : 1 g/kg = 1 kg/t
(2) : Valeurs de référence, en mg/kg de produit sec, pour respecter les prescriptions d'utilisation des boues de station d'épuration des eaux prévues par la norme NF U 44-041.

Laboratoire d'Analyses des Sols
273, rue de Cambrai - 62000 ARRAS
Téléphone 03 21 59 92 24 - Télécopie 03 21 24 14 08

DEPARTEMENT DE L'HERAULT

CONSEIL GENERAL DE L'HERAULT

DIRECTION DE L'EAU
ET DES EQUIPEMENTS COMMUNAUX

S.A.T.E.S.E.

YR/MIL

COMMUNE DE COMBAILLAUX
STATION DU BOURG

STATION D'EPURATION

BILAN DIAGNOSTIC du 02 au 03 Octobre 1991
Suivi des débits du 02 au 06 Octobre 1991

****

*

Destinataires :

- Mme. le Maire de COMBAILLAUX
- A.F.B.R.M.C.
- D.D.A.S.S.
- D.D.A.F. (Maître d'Oeuvre)
- - D.E.E.C. (M. CUBERTAFOND)

Etabli par
l'Ingénieur Responsable
du S.A.T.E.S.E.
Y. RIVIERE

OBJET DE L'ETUDE

Définir les charges reçues par l'installation qui présente un mauvais fonctionnement des filtres à sable (colmatés en surface). Ultérieurement il est prévu d'entreprendre les modifications nécessaires pour rétablir un fonctionnement normal de l'installation.

CONSISTANCE DE L'ETUDE

Mesure des débits d'entrée sur 5 jours avec une forte averse. Prélèvement d'entrée proportionnel aux débits.

RESULTATS (voir annexes)

. Débits	2 au 3 =	8,1 m3/jour (absence totale d'eaux parasites)
(Octobre)	3 au 4 =	4,5 m3/jour
	4 au 5 =	5,1 m3/jour
	5 au 6 =	11,2 m3/jour (avec une averse le 5 à 19 h.).
. Charges	2 au 3 =	2,7 kg DBO5/jour
(entrée générale)	=	6,9 kg DCO/jour
	=	4,9 kg.MEST/jour

FONCTIONNEMENT ACTUEL

1) Le décanteur-digesteur fonctionne normalement. Les extractions de boues ont été normalement réalisées jusqu'à ce jour (sur lit de séchage).

2) Décolloïdeur - Il est colmaté et donc détourné (en by-pass)

3) Chasse d'eau - Ne fonctionne pas depuis 1 à 2 ans.

4) Filtres à sable - Colmatés en bout de bassin. La station comporte un filtre de 100 m2 et un autre de 60 m2. Les lames d'eau journalières sont donc respectivement de 8 à 5 cm pour le grand filtre et 13,5 à 8,5 cm pour le petit filtre, étant donné que la répartition de l'eau décantée se fait en parties égales. De par sa réalisation, ce dispositif peut être considéré comme un massif filtrant vertical alterné. En cas de non alternance, la lame d'eau maxi et conseillée de 4 cm/jour est dépassée, on voit donc que le mode d'alimentation a son importance dans le cas présent.

Le grand filtre a été décaissé jusqu'au sable, il a été fait les observations suivantes :

- les drains ne sont pas colmatés (fentes larges de 5 mm),
- le gravier (roulé) est noir et la biomasse assez importante (anaérobiose prononcée),
- l'eau ne s'écoule pas, comme arrêtée par la première couche de sable (voir photo),
- les drains de récupération sont secs ainsi que le "piézomètre", signe que le colmatage est superficiel.

../...

La même opération a été réalisée sur la partie haute du petit filtre. On a observé :

- un gravier sans couche noire, signe de non utilisation,

- un sable qui a infiltré immédiatement 20 litres d'eau (essai par nous même) et donc à priori apte à infiltrer

Monsieur JOSEPH, hydrogéologue agréé de l'USTL et spécialiste en géoassainissement est venu, à notre demande, sur la station. A son avis, les raisons du colmatage sont surtout à rechercher du côté d'une mauvaise alimentation des lits. D'après lui la panne de la chasse a contribué à une alimentation préférentielle en bout de drain, probablement accentuée (à notre avis) par la pente excessive des drains.

En conclusion, nous pensons qu'une intervention est rendue nécessaire ainsi que certaines améliorations. La municipalité a sollicité pour cela une aide du département et de l'Agence de Bassin dans le cadre du "programme d'amélioration des stations d'épuration".

Nous pensons prendre les mesures suivantes :

avant d'arriver à la solution extrême du changement de sable, nous proposons d'enlever la terre et de remettre les installations en état de fonctionnement. L'enlèvement de la terre aura plusieurs avantages tels qu' une observation directe, une meilleure répartition de l'eau usée, une meilleure "respiration" du lit. Un premier financement a été mis en place avec la municipalité.

Pour résumer, nous proposons dans un premier temps :

* de rétablir le fonctionnement du décolloïdeur et d'assurer ensuite son entretien ;

* de rétablir le fonctionnement de la chasse afin que toute la longueur de tous les drains soit utilisée ;

* d'enlever la terre végétale et le bidim (délicatement) ;

* de rétablir de meilleures pentes des drains répartiteurs si c'est nécessaire. De nettoyer les zones colmatées ;

* de faire analyser le sable ;

* en outre, la municipalité consciente des problèmes, envisage à l'avenir de faire vidanger régulièrement le digesteur par une entreprise spécialisée, ce qui aura le mérite d'éliminer tout risque de pertes de boues.

-=ooo=-

CELLULE SPECIALISEE DES STATIONS D'EPURATION

BILAN SUR 24 HEURES DU 02/10/91 AU 03/10/91

Station de : COMBAILLAUX (BOURG)
Code : 91/082/1/1
Analyses effectuées par : INSTITUT BOUISSON BERTRAND

Désignation Echantillon	Heures	Volume Rejeté (m3)	Concentrations (mg/l)								Charges (Kg)						
			DBO5	DCO	MEST	NTK	P TOTAL	NH4	NO3	Ph	DBO5	DCO	MEST	NTK	PTOTAL	NH4	NO3
ENTREE	15 H 30 à 15 H 30	8	340	853	608			—	—	-	2	6	4			—	—
																—	—
Charges Enlevées (en Kg)																	
Rendements (en %)																	
ENTREE AD2	15 H 30 à 15 H 30	8	160	530	0	0.0	0.0	-	—	-	1	4	0	0.0	0.0	—	—

LABORATOIRE RÉGIONAL AGRÉÉ PAR LES MINISTÈRES
DE LA SANTÉ ET DE L'ENVIRONNEMENT

Prescripteur : HOTEL DU DEPARTEMENT
References : P: E:56749
Preleveur : M. RIVIERE - HOTEL DU DPT

Date de prelevement 03/10/91
Date de reception 03/10/91
Analyse no 91/11717

!HOTEL DU DEPARTEMENT
!
!S A T E S E
!1000 RUE D'ALCO
!34087 MONTPELLIER

tif de l'analyse :
ture de prelevement : EAUX RESIDUAIRES
au : BRUTE

ieu de prelevement : 034 082 COMBAILLAUX

resse du prelevement: ANALYSES D'EAUX RESIDUAIRES (EAU BRUTE)

RESULTATS ANALYTIQUES

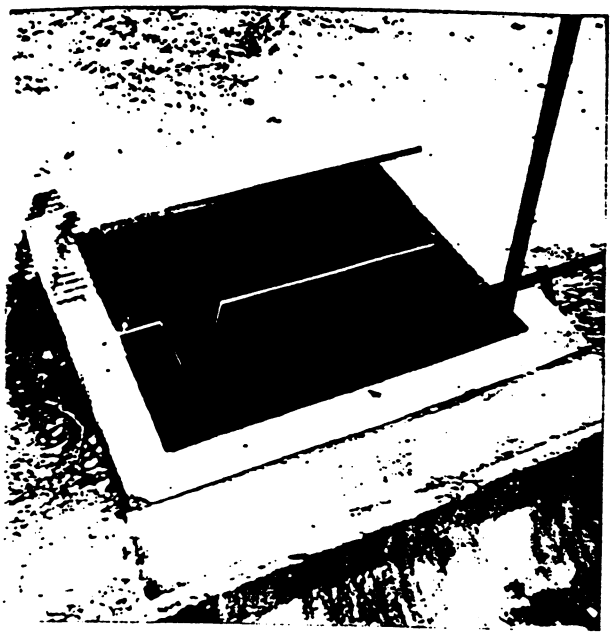
EXAMEN PHYSICO-CHIMIQUE

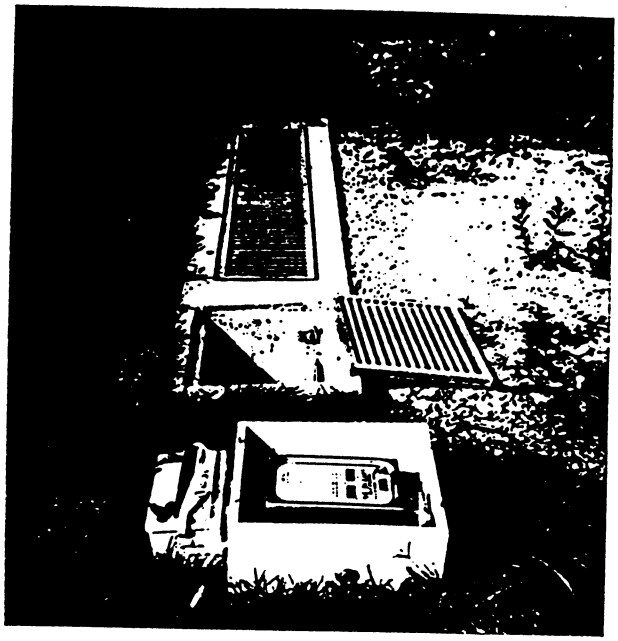
EXAMEN PHYSIQUE			LIMITES DE QUALITE
(A 20 DEGRES C.	7,8	U. pH	

EXAMEN CHIMIQUE			LIMITES DE QUALITE
.B.O. APRES 2 HEURES DE DECANTATION	160	mg/l O2	
C.O. APRES 2 HEURES DE DECANTATION	530	mg/l O2	
TIERES EN SUSPENSION TOTALES	608	mg/l	
EMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE	853	mg/l O2	
EMANDE BIOCHIMIQUE EN O2 EN 5 JOURS	340	mg/l O2	

MONTPELLIER LE 16 /10 /91

Le Chef de Service
P.O. Le Chef de Laboratoire





mesure de delit (montage d'un déversoir)

Prélivement d'eau brute

Bilan du 2 au 3 octobre 1991

Suivi hydraulique du 3 au 6 octobre 1991

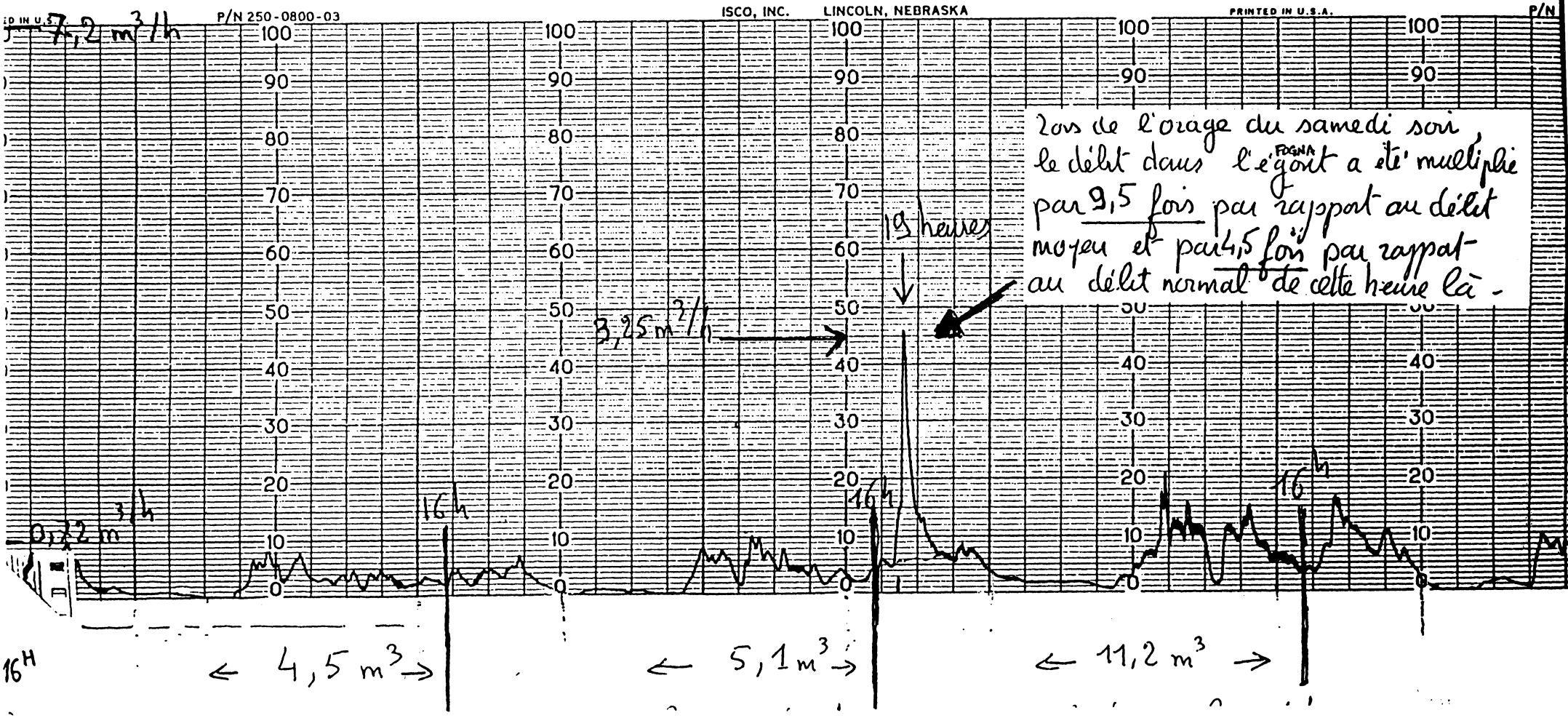
COMBAILLAUX

Diagrammes des délits.

Suivi des délits du 3 au 6 octobre 1991
(forte pluie le 5 au soir)

000000	011200	→ 11,2 m³
15 58	11 06	
000060	005100	→ 5,1 m³
15 56	10 05	
000450	004500	→ 4,5 m³
15 58	10 04	
000000	000000	(16h à 16h)
15 59	10 03	

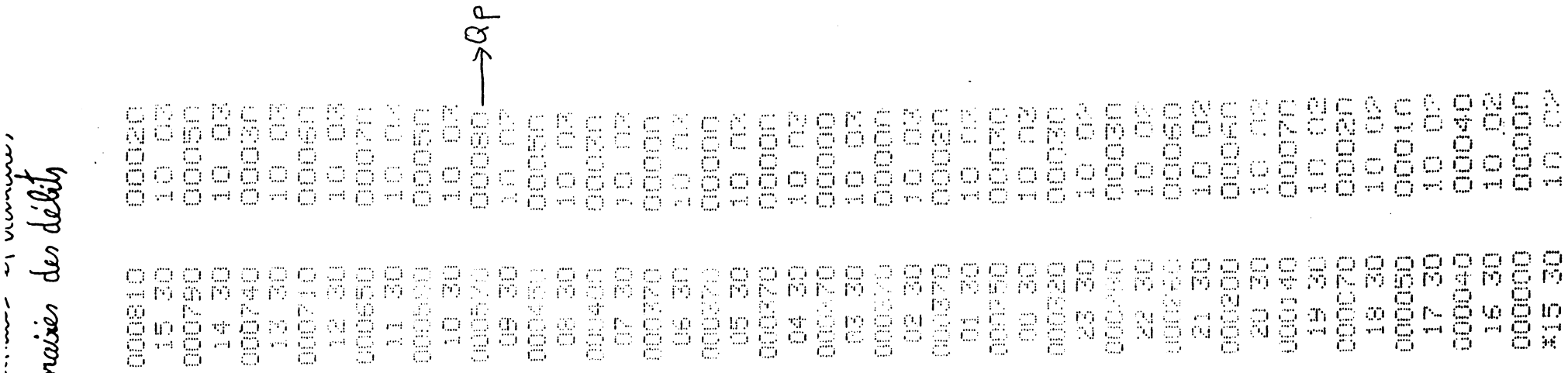
Debits journaliers ↑



station d'épuration communale (bourg.)

2 au 3 octobre 1991 (24 heures)

Volumes horaires des débits


Qp
00020 10 00
00050 10 00
00080 10 00
00110 10 00
00140 10 00
00170 10 00
00200 10 00
00230 10 00
00260 10 00
00290 10 00
00320 10 00
00350 10 00
00380 10 00
00410 10 00
00440 10 00
00470 10 00
00500 10 00
00530 10 00
00560 10 00
00590 10 00
00620 10 00
00650 10 00
00680 10 00
00710 10 00
00740 10 00
00770 10 00
00800 10 00
00830 10 00
00860 10 00
00890 10 00
00920 10 00
00950 10 00
00980 10 00
01010 10 00
00040 10 02
00070 10 02
00100 10 02
00130 10 02
00160 10 02
00190 10 02
00220 10 02
00250 10 02
00280 10 02
00310 10 02
00340 10 02
00370 10 02
00400 10 02
00430 10 02
00460 10 02
00490 10 02
00520 10 02
00550 10 02
00580 10 02
00610 10 02
00640 10 02
00670 10 02
00700 10 02
00730 10 02
00760 10 02
00790 10 02
00810 10 02
00840 10 02
00870 10 02
00900 10 02
00930 10 02
00960 10 02
00990 10 02
01020 10 02
00050 10 03
00080 10 03
00110 10 03
00140 10 03
00170 10 03
00200 10 03
00230 10 03
00260 10 03
00290 10 03
00320 10 03
00350 10 03
00380 10 03
00410 10 03
00440 10 03
00470 10 03
00500 10 03
00530 10 03
00560 10 03
00590 10 03
00620 10 03
00650 10 03
00680 10 03
00710 10 03
00740 10 03
00770 10 03
00800 10 03
00830 10 03
00860 10 03
00890 10 03
00920 10 03
00950 10 03
00980 10 03
01010 10 03
00040 10 04
00070 10 04
00100 10 04
00130 10 04
00160 10 04
00190 10 04
00220 10 04
00250 10 04
00280 10 04
00310 10 04
00340 10 04
00370 10 04
00400 10 04
00430 10 04
00460 10 04
00490 10 04
00520 10 04
00550 10 04
00580 10 04
00610 10 04
00640 10 04
00670 10 04
00700 10 04
00730 10 04
00760 10 04
00790 10 04
00810 10 04
00840 10 04
00870 10 04
00900 10 04
00930 10 04
00960 10 04
00990 10 04
01020 10 04
00050 10 05
00080 10 05
00110 10 05
00140 10 05
00170 10 05
00200 10 05
00230 10 05
00260 10 05
00290 10 05
00320 10 05
00350 10 05
00380 10 05
00410 10 05
00440 10 05
00470 10 05
00500 10 05
00530 10 05
00560 10 05
00590 10 05
00620 10 05
00650 10 05
00680 10 05
00710 10 05
00740 10 05
00770 10 05
00800 10 05
00830 10 05
00860 10 05
00890 10 05
00920 10 05
00950 10 05
00980 10 05
01010 10 05
00040 10 06
00070 10 06
00100 10 06
00130 10 06
00160 10 06
00190 10 06
00220 10 06
00250 10 06
00280 10 06
00310 10 06
00340 10 06
00370 10 06
00400 10 06
00430 10 06
00460 10 06
00490 10 06
00520 10 06
00550 10 06
00580 10 06
00610 10 06
00640 10 06
00670 10 06
00700 10 06
00730 10 06
00760 10 06
00790 10 06
00810 10 06
00840 10 06
00870 10 06
00900 10 06
00930 10 06
00960 10 06
00990 10 06
01020 10 06
00050 10 07
00080 10 07
00110 10 07
00140 10 07
00170 10 07
00200 10 07
00230 10 07
00260 10 07
00290 10 07
00320 10 07
00350 10 07
00380 10 07
00410 10 07
00440 10 07
00470 10 07
00500 10 07
00530 10 07
00560 10 07
00590 10 07
00620 10 07
00650 10 07
00680 10 07
00710 10 07
00740 10 07
00770 10 07
00800 10 07
00830 10 07
00860 10 07
00890 10 07
00920 10 07
00950 10 07
00980 10 07
01010 10 07
00040 10 08
00070 10 08
00100 10 08
00130 10 08
00160 10 08
00190 10 08
00220 10 08
00250 10 08
00280 10 08
00310 10 08
00340 10 08
00370 10 08
00400 10 08
00430 10 08
00460 10 08
00490 10 08
00520 10 08
00550 10 08
00580 10 08
00610 10 08
00640 10 08
00670 10 08
00700 10 08
00730 10 08
00760 10 08
00790 10 08
00810 10 08
00840 10 08
00870 10 08
00900 10 08
00930 10 08
00960 10 08
00990 10 08
01020 10 08
00050 10 09
00080 10 09
00110 10 09
00140 10 09
00170 10 09
00200 10 09
00230 10 09
00260 10 09
00290 10 09
00320 10 09
00350 10 09
00380 10 09
00410 10 09
00440 10 09
00470 10 09
00500 10 09
00530 10 09
00560 10 09
00590 10 09
00620 10 09
00650 10 09
00680 10 09
00710 10 09
00740 10 09
00770 10 09
00800 10 09
00830 10 09
00860 10 09
00890 10 09
00920 10 09
00950 10 09
00980 10 09
01010 10 09
00040 10 10
00070 10 10
00100 10 10
00130 10 10
00160 10 10
00190 10 10
00220 10 10
00250 10 10
00280 10 10
00310 10 10
00340 10 10
00370 10 10
00400 10 10
00430 10 10
00460 10 10
00490 10 10
00520 10 10
00550 10 10
00580 10 10
00610 10 10
00640 10 10
00670 10 10
00700 10 10
00730 10 10
00760 10 10
00790 10 10
00810 10 10
00840 10 10
00870 10 10
00900 10 10
00930 10 10
00960 10 10
00990 10 10
01020 10 10
00050 10 11
00080 10 11
00110 10 11
00140 10 11
00170 10 11
00200 10 11
00230 10 11
00260 10 11
00290 10 11
00320 10 11
00350 10 11
00380 10 11
00410 10 11
00440 10 11
00470 10 11
00500 10 11
00530 10 11
00560 10 11
00590 10 11
00620 10 11
00650 10 11
00680 10 11
00710 10 11
00740 10 11
00770 10 11
00800 10 11
00830 10 11
00860 10 11
00890 10 11
00920 10 11
00950 10 11
00980 10 11
01010 10 11
00040 10 12
00070 10 12
00100 10 12
00130 10 12
00160 10 12
00190 10 12
00220 10 12
00250 10 12
00280 10 12
00310 10 12
00340 10 12
00370 10 12
00400 10 12
00430 10 12
00460 10 12
00490 10 12
00520 10 12
00550 10 12
00580 10 12
00610 10 12
00640 10 12
00670 10 12
00700 10 12
00730 10 12
00760 10 12
00790 10 12
00810 10 12
00840 10 12
00870 10 12
00900 10 12
00930 10 12
00960 10 12
00990 10 12
01020 10 12
00050 10 13
00080 10 13
00110 10 13
00140 10 13
00170 10 13
00200 10 13
00230 10 13
00260 10 13
00290 10 13
00320 10 13
00350 10 13
00380 10 13
00410 10 13
00440 10 13
00470 10 13
00500 10 13
00530 10 13
00560 10 13
00590 10 13
00620 10 13
00650 10 13
00680 10 13
00710 10 13
00740 10 13
00770 10 13
00800 10 13
00830 10 13
00860 10 13
00890 10 13
00920 10 13
00950 10 13
00980 10 13
01010 10 13
00040 10 14
00070 10 14
00100 10 14
00130 10 14
00160 10 14
00190 10 14
00220 10 14
00250 10 14
00280 10 14
00310 10 14
00340 10 14
00370 10 14
00400 10 14
00430 10 14
00460 10 14
00490 10 14
00520 10 14
00550 10 14
00580 10 14
00610 10 14
00640 10 14
00670 10 14
00700 10 14
00730 10 14
00760 10 14
00790 10 14
00810 10 14
00840 10 14
00870 10 14
00900 10 14
00930 10 14
00960 10 14
00990 10 14
01020 10 14
00050 10 15
00080 10 15
00110 10 15
00140 10 15
00170 10 15
00200 10 15
00230 10 15
00260 10 15
00290 10 15
00320 10 15
00350 10 15
00380 10 15
00410 10 15
00440 10 15
00470 10 15
00500 10 15
00530 10 15
00560 10 15
00590 10 15
00620 10 15
00650 10 15
00680 10 15
00710 10 15
00740 10 15
00770 10 15
00800 10 15
00830 10 15
00860 10 15
00890 10 15
00920 10 15
00950 10 15
00980 10 15
01010 10 15
00040 10 16
00070 10 16
00100 10 16
00130 10 16
00160 10 16
00190 10 16
00220 10 16
00250 10 16
00280 10 16
00310 10 16
00340 10 16
00370 10 16
00400 10 16
00430 10 16
00460 10 16
00490 10 16
00520 10 16
00550 10 16
00580 10 16
00610 10 16
00640 10 16
00670 10 16
00700 10 16
00730 10 16
00760 10 16
00790 10 16
00810 10 16
00840 10 16
00870 10 16
00900 10 16
00930 10 16
00960 10 16
00990 10 16
01020 10 16
00050 10 17
00080 10 17
00110 10 17
00140 10 17
00170 10 17
00200 10 17
00230 10 17
00260 10 17
00290 10 17
00320 10 17
00350 10 17
00380 10 17
00410 10 17
00440 10 17
00470 10 17
00500 10 17
00530 10 17
00560 10 17
00590 10 17
00620 10 17
00650 10 17
00680 10 17
00710 10 17
00740 10 17
00770 10 17
00800 10 17
00830 10 17
00860 10 17
00890 10 17
00920 10 17
00950 10 17
00980 10 17
01010 10 17
00040 10 18
00070 10 18
00100 10 18
00130 10 18
00160 10 18
00190 10 18
00220 10 18
00250 10 18
00280 10 18
00310 10 18
00340 10 18
00370 10 18
00400 10 18
00430 10 18
00460 10 18
00490 10 18
00520 10 18
00550 10 18
00580 10 18
00610 10 18
00640 10 18
00670 10 18
00700 10 18
00730 10 18
00760 10 18
00790 10 18
00810 10 18
00840 10 18
00870 10 18
00900 10 18
00930 10 18
00960 10 18
00990 10 18
01020 10 18
00050 10 19
00080 10 19
00110 10 19
00140 10 19
00170 10 19
00200 10 19
00230 10 19
00260 10 19
00290 10 19
00320 10 19
00350 10 19
00380 10 19
00410 10 19
00440 10 19
00470 10 19
00500 10 19
00530 10 19
00560 10 19
00590 10 19
00620 10 19
00650 10 19
00680 10 19
00710 10 19
00740 10 19
00770 10 19
00800 10 19
00830 10 19
00860 10 19
00890 10 19
00920 10 19
00950 10 19
00980 10 19
01010 10 19
00040 10 20
00070 10 20
00100 10 20
00130 10 20
00160 10 20
00190 10 20
00220 10 20
00250 10 20
00280 10 20
00310 10 20
00340 10 20
00370 10 20
00400 10 20
00430 10 20
00460 10 20
00490 10 20
00520 10 20
00550 10 20
00580 10 20
00610 10 20
00640 10 20
00670 10 20
00700 10 20
00730 10 20
00760 10 20
00790 10 20
00810 10 20
00840 10 20
00870 10 20
00900 10 20
00930 10 20
00960 10 20
00990 10 20
01020 10 20
00050 10 21
00080 10 21
00110 10 21
00140 10 21
00170 10 21
00200 10 21
00230 10 21
00260 10 21
00290 10 21
00320 10 21
00350 10 21
00380 10 21
00410 10 21
00440 10 21
00470 10 21
00500 10 21
00530 10 21
00560 10 21
00590 10 21
00620 10 21
00650 10 21
00680 10 21
00710 10 21
00740 10 21
00770 10 21
00800 10 21
00830 10 21
00860 10 21
00890 10 21
00920 10 21
00950 10 21
00980 10 21
01010 10 21
00040 10 22
00070 10 22
00100 10 22
00130 10 22
00160 10 22
00190 10 22
00220 10 22
00250 10 22
00280 10 22
00310 10 22
00340 10 22
00370 10 22
00400 10 22
00430 10 22
00460 10 22
00490 10 22
00520 10 22
00550 10 22
00580 10 22
00610 10 22
00640 10 22
00670 10 22
00700 10 22
00730 10 22
00760 10 22
00790 10 22
00810 10 22
00840 10 22
00870 10 22
00900 10 22
00930 10 22
00960 10 22
00990 10 22
01020 10 22
00050 10 23
00080 10 23
00110 10 23
00140 10 23
00170 10 23
00200 10 23
00230 10 23
00260 10 23
00290 10 23
00320 10 23
00350 10 23
00380 10 23
00410 10 23
00440 10 23
00470 10 23
00500 10 23
00530 10 23
00560 10 23
00590 10 23
00620 10 23
00650 10 23
00680 10 23
00710 10 23
00740 10 23
00770 10 23
00800 10 23
00830 10 23
00860 10 23
00890 10 23
00920 10 23
00950 10 23
00980 10 23
01010 10 23
00040 10 24
00070 10 24
00100 10 24
00130 10 24
00160 10 24
00190 10 24
00220 10 24
00250 10 24
00280 10 24
00310 10 24
00340 10 24
00370 10 24
00400 10 24
00430 10 24
00460 10 24
00490 10 24
00520 10 24
00550 10 24
00580 10 24
00610 10 24
00640 10 24
00670 10 24
00700 10 24
00730 10 24
00760 10 24
00790 10 24
00810 10 24
00840 10 24
00870 10 24
00900 10 24
00930 10 24
00960 10 24
00990 10 24
01020 10 24
00050 10 25
00080 10 25
00110 10 25
00140 10 25
00170 10 25
00200 10 25
00230 10 25
00260 10 25
00290 10 25
00320 10 25
00350 10 25
00380 10 25
00410 10 25
00440 10 25
00470 10 25
00500 10 25
00530 10 25
00560 10 25
00590 10 25
00620 10 25
00650 10 25
00680 10 25
00710 10 25
00740 10 25
00770 10 25
00800 10 25
00830 10 25
00860 10 25
00890 10 25
00920 10 25
00950 10 25
00980 10 25
01010 10 25
00040 10 26
00070 10 26
00100 10 26
00130 10 26
00160 10 26
00190 10 26
00220 10 26
00250 10 26
00280 10 26
00310 10 26
00340 10 26
00370 10 26
00400 10 26
00430 10 26
00460 10 26
00490 10 26
00520 10 26
00550 10 26
00580 10 26
00610 10 26
00640 10 26
00670 10 26
00700 10 26
00730 10 26
00760 10 26
00790 10 26
00810 10 26
00840 10 26
00870 10 26
00900 10 26
00930 10 26
00960 10 26
00990 10 26
01020 10 26
00050 10 27
00080 10 27
00110 10 27
00140 10 27
00170 10 27
00200 10 27
00230 10 27
00260 10 27
00290 10 27
00320 10 27
00350 10 27
00380 10 27
00410 10 27
00440 10 27
00470 10 27
00500 10 27
00530 10 27
00560 10 27
00590 10 27
00620 10 27
00650 10 27
00680 10 27
00710 10 27
00740 10 27
00770 10 27
00800 10 27
00830 10 27
00860 10 27
00890 10 27
00920 10 27
00950 10 27
00980 10 27
01010 10 27
00040 10 28
00070 10 28
00100 10 28
00130 10 28
00160 10 28
00190 10 28
00220 10 28
00250 10 28
00280 10 28
00310 10 28
00340 10 28
00370 10 28
00400 10 28
00430 10 28
00460 10 28
00490 10 28
00520 10 28
00550 10 28
00580 10 28
00610 10 28
00640 10 28
00670 10 28
00700 10 28
00730 10 28
00760 10 28
00790 10 28
00810 10 28
00840 10 28
00870 10 28
00900 10 28
00930 10 28
00960 10 28
00990 10 28
01020 10 28
00050 10 29
00080 10 29
00110 10 29
00140 10 29
00170 10 29
00200 10 29
00230 10 29
00260 10 29
00290 10 29
00320 10 29
00350 10 29
00380 10 29
00410 10 29
00440 10 29
00470 10 29
00500 10 29
00530 10 29
00560 10 29
00590 10 29
00620 10 29
00650 10 29
00680 10 29
00710 10 29
00740 10 29
00770 10 29
00800 10 29
00830 10 29
00860 10 29
00890 10 29
00920 10 29
00950 10 29
00980 10 29
01010 10 29
00040 10 30
00070 10 30
00100 10 30
00130 10 30
00160 10 30
00190 10 30
00220 10 30
00250 10 30
00280 10 30
00310 10 30
00340 10 30
00370 10 30
00400 10 30
00430 10 30
00460 10 30
00490 10 30
00520 10 30
00550 10 30
00580 10 30
00610 10 30
00640 10 30
00670 10 30
00700 10 30
00730 10 30
00760 10 30
00790 10 30
00810 10 30
00840 10 30
00870 10 30
00900 10 30
00930 10 30
00960 10 30
00990 10 30
01020 10 30
00050 10 31
00080 10 31
00110 10 31
00140 10 31
00170 10 31
00200 10 31
00230 10 31
00260 10 31
00290 10 31
00320 10 31
00350 10 31
00380 10 31
00410 10 31
00440 10 31
00470 10 31
00500 10 31
00530 10 31
00560 10 31
00590 10 31
00620 10 31
00650 10 31
00680 10 31
00710 10 31
00740 10 31
00770 10 31
00800 10 31
00830 10 31
00860 10 31
00890 10 31
00920 10 31
00950 10 31
00980 10 31
01010 10 31
00040 10 32
00070 10 32
00100 10 32
00130 10 32
00160 10 32
00190 10 32
00220 10 32
00250 10 32
00280 10 32
00310 10 32
00340 10 32
00370 10 32
00400 10 32
00430 10 32
00460 10 32
00490 10 32
00520 10 32
00550 10 32
00580 10 32
00610 10 32
00640 10 32
00670 10 32
00700 10 32
00730 10 32
00760 10 32
00790 10 32
00810 10 32
00840 10 32
00870 10 32
00900 10 32
00930 10 32
00960 10 32
00990 10 32
01020 10 32
00050 10 33
00080 10 33
00110 10 33
00140 10 33
00170 10 33
00200 10 33
00230 10 33
00260 10 33
00290 10 33
00320 10 33
00350 10 33
00380 10 33
00410 10 33
00440 10 33
00470 10 33
00500 10 33
00530 10 33
00560 10 33
00590 10 33
00620 10 33
00650 10 33
00680 10 33
00710 10 33
00740 10 33
00770 10 33
00800 10 33
00830 10 33
00860 10 33
00890 10 33
00920 10 33
00950 10 33
00980 10 33
01010 10 33
00040 10 34
00070 10 34
00100 10 34
00130 10 34
00160 10 34
00190 10 34
00220 10 34
00250 10 34
00280 10 34
00310 10 34
00340 10 34
00370 10 34
00400 10 34
00430 10 34
00460 10 34
00490 10 34
00520 10 34
00550 10 34
00580 10 34
00610 10 34
00640 10 34
00670 10 34
00700 10 34
00730 10 34
00760 10 34
00790 10 34
00810 10 34
00840 10 34
00870 10 34
00900 10 34
00930 10 34
00960 10 34
00990 10 34
01020 10 34
00050 10 35
00080 10 35
00110 10 35
00140 10 35
00170 10 35
00200 10 35
00230 10 35
00260 10 35
00290 10 35
00320 10 35
00350 10 35
00380 10 35
00410 10 35
00440 10 35
00470 10 35
00500 10 35
00530 10 35
00560 10 35
00590 10 35
00620 10 35
00650 10 35
00680 10 35
00710 10 35
00740 10 35
00770 10 35
00800 10 35
00830 10 35
00860 10 35
00890 10 35
00920 10 35
00950 10 35
00980 10 35
01010 10 35
00040 10 36
00070 10 36
00100 10 36
00130 10 36
00160 10 36
00190 10 36
00220 10 36
00250 10 36
00280 10 36
00310 10 36
00340 10 36
00370 10 36
00400 10 36
00430 10 36
00460 10 36
00490 10 36
00520 10 36
00550 10 36
00580 10 36
00610 10 36
00640 10 36
00670 10 36
00700 10 36
00730 10 36
00760 10 36
00790 10 36
00810 10 36
00840 10 36
00870 10 36
00900 10 36
00930 10 36
00960 10 36
00990 10 36
01020 10 36
00050 10 37
00080 10 37
00110 10 37
00140 10 37
00170 10 37
00200 10 37
00230 10 37
00260 10 37
00290 10 37
00320 10 37
00350 10 37
00380 10 37
00410 10 37
00440 10 37
00470 10 37
00500 10 37
00530 10 37
00560 10 37
00590 10 37
00620 10 37
00650 10 37
00680 10 37
00710 10 37
00740 10 37
00770 10 37
00800 10 37
00830 10 37
00860 10 37
00890 10 37
00920 10 37
00950 10 37
00980 10 37
01010 10 37
00040 10 38
00070 10 38
00100 10 38
00130 10 38
00160 10 38
00190 10 38
00220 10 38
00250 10 38
00280 10 38
00310 10 38
00340 10 38
00370 10 38
00400 10 38
00430 10 38
00460 10 38
00490 10 38
00520 10 38
00550 10 38
00580 10 38
00610 10 38
00640 10 38
00670 10 38
00700 10 38
00730 10 38
00760 10 38
00790 10 38
00810 10 38
00840 10 38
00870 10 38
00900 10 38
00930 10 38
00960 10 38
00990 10 38
01020 10 38
00050 10 39
00080 10 39
00110 10 39
00140 10 39
00170 10 39
00200 10 39
00230 10 39
00260 10 39
00290 10 39
00320 10 39
00350 10 39
00380 10 39
00410 10 39
00440 10 39
00470 10 39
00500 10 39
00530 10 39
00560 10 39
00590 10 39
00620 10 39
00650 10 39
00680 10 39
00710 10 39
00740 10 39
00770 10 39
00800 10 39
00830 10 39
00860 10 39
00890 10 39
00920 10 39
00950 10 39
00980 10 39
01010 10 39
00040 10 40
00070 10 40
00100 10 40
00130 10 40
00160 10 40
00190 10 40
00220 10 40
00250 10 40
00280 10 40
00310 10 40
00340 10 40
00370 10 40
00400 10 40
00430 10 40
00460 10 40
00490 10 40
00520 10 40
00550 10 40
00580 10 40
00610 10 40
00640 10 40
00670 10 40
00700 10 40
00730 10 40
00760 10 40
00790 10 40
00810 10 40
00840 10 40
00870 10 40
00900 10 40
00930 10 40
00960 10 40
00990 10 40
01020 10 40
00050 10 41
00080 10 41
00110 10 41
00140 10 41
00170 10 41
00200 10 41
00230 10 41
00260 10 41
00290 10 41
00320 10 41
00350 10 41
00380 10 41
00410 10 41
00440 10 41
00470 10 41
00500 10 41
00530 10 41
00560 10 41
00590 10 41
00620 10 41
00650 10 41
00680 10 41
00710 10 41
00740 10 41
00770 10 41
00800 10 41
00830 10 41
00860 10 41
00890 10 41
00920 10 41
00950 10 41
00980 10 41
01010 10 41
00040 10 42
00070 10 42
00100 10 42
00130 10 42
00160 10 42
00190 10 42
00220 10 42
00250 10 42
00280 10 42
00310 10 42
00340 10 42
00370 10 42
00400 10 42
00430 10 42
00460 10 42
00490 10 42
00520 10 42
00550 10 42
00580 10 42
00610 10 42
00640 10 42
00670 10 42
00700 10 42
00730 10 42
00760 10 42
00790 10 42
00810 10 42
00840 10 42
00870 10 42
00900 10 42
00930 10 42
00960 10 42
00990 10 42
01020 10 42
00050 10 43
00080 10 43
00110 10 43
00140 10 43
00170 10 43
00200 10 43
00230 10 43
00260 10 43
00290 10 43
00320 10 43
00350 10 43
00380 10 43
00410 10 43
00440 10 43
00470 10 43
00500 10 43
00530 10 43
00560 10 43
00590 10 43
00620 10 43
00650 10 43
00680 10 43
00710 10 43
00740 10 43
00770 10 43
00800 10 43
00830 10 43
00860 10 43
00890 10 43
00920 10 43
00950 10 43
00980 10 43
01010 10 43
00040 10 44
00070 10 44
00100 10 44
00130 10 44
00160 10 44
00190 10 44
00220 10 44
00250 10 44
00280 10 44
00310 10 44
00340 10 44
00370 10 44
00400 10 44
00430 10 44
00460 10 44
00490 10 44
00520 10 44
00550 10 44
00580 10 44
00610 10 44
00640 10 44
00670 10 44
00700 10 44
00730 10 44
00760 10 44
00790 10 44
00810 10 44
00840 10 44
00870 10 44
00900 10 44
00930 10 44
00960 10 44
00990 10 44
01020 10 44
00050 10 45
00080 10 45
00110 10 45
00140 10 45
00170 10 45
00200 10 45
00230 10 45
00260 10 45
00290 10 45
00320 10 45
00350 10 45
00380 10 45
00410 10 45
00440 10 45
00470 10 45
00500 10 45
00530 10 45
00560 10 45
00590 10 45
00620 10 45
00650 10 45
00680 10 45
00710 10 45
00740 10 45
00770 10 45
00800 10 45
00830 10 45
00860 10 45
00890 10 45
00920 10 45
00950 10 45
00980 10 45
01010 10 45
00040 10 46
00070 10 46
00100 10 46
00130 10 46
00160 10 46
00190 10 46
00220 10 46
00250 10 46
00280 10 46
00310 10 46
00340 10 46
00370 10 46
00400 10 46
00430 10 46
00460 10 46
00490 10 46
00520 10 46
00550 10 46
00580 10 46
00610 10 46
00640 10 46
00670 10 46
00700 10 46
00730 10 46
00760 10 46
00790 10 46
00810 10 46
00840 10 46
00870 10 46
00900 10 46
00930 10 46
00960 10 46
00990 10 46
01020 10 46
00050 10 47
00080 10 47
00110 10 47
00140 10 47
00170 10 47
00200 10 47
00230 10 47
00260 10 47
00290 10 47
00320 10 47
00350 10 47
00380 10 47
00410 10 47
00440 10 47
00470 10 47
00500 10 47
00530 10 47
00560 10 47
00590 10 47
00620 10 47
00650 10 47
00680 10 47
00710 10 47
00740 10 47
00770 10 47
00800 10 47
00830 10 47
00860 10 47
00890 10 47
00920 10 47
00950 10 47
00980 10 47
01010 10 47
00040 10 48
00070 10 48
00100 10 48
00130 10 48
00160 10 48
00190 10 48
00220 10 48
00250 10 48
00280 10 48
00310 10 48
00340 10 48
00370 10 48
00400 10 48
00430 10 48
00460 10 48
00490 10 48
00520 10 48
00550 10 48
00580 10 48
00610 10 48
00640 10 48
00670 10 48
00700 10 48
00730 10 48
00760 10 48
00790 10 48
00810 10 48
00840 10 48
00870 10 48
00900 10 48
00930 10 48
00960 10 48
00990 10 48
01020 10 48
00050 10 49
00080 10 49
00110 10 49
00140 10 49
00170 10 49
00200 10 49
00230 10 49
00260 10 49
00290 10 49
00320 10 49
00350 10 49
00380 10 49
00410 10 49
00440 10 49
00470 10 49
00500 10 49
00530 10 49
00560 10 49
00590 10 49
00620 10 49
00650 10 49
00680 10 49
00710 10 49
00740 10 49
00770 10 49
00800 10 49
00830 10 49
00860 10 49
00890 10 49
00920 10 49
00950 10 49
00980 10 49
01010 10 49
00040 10 50
00070 10 50
00100 10 50
00130 10 50
00160 10 50
00190 10 50
00220 10 50
00250 10 50
00280 10 50
00310 10 50
00340 10 50
00370 10 50
00400 10 50
00430 10 50
00460 10 50
00490 10 50
00520 10 50
00550 10 50
00580 10 50
00610 10 50
00640 10 50
00670 10 50
00700 10 50
00730 10 50
00760 10 50
00790 10 50
00810 10 50
00840 10 50
00870 10 50
00900 10 50
00930 10 50
00960 10 50
00990 10 50
01020 10 50
00050 10 51
00080 10 51
00110 10 51
00140 10 51
00170 10 51
00200 10 51
00230 10 51
00260 10 51
00290 10 51
00320 10 51
00350 10 51
00380 10 51
00410 10 51
00440 10 51
00470 10 51
00500 10 51
00530 10 51
00560 10 51
00590 10 51
00620 10 51
00650 10 51
00680 10 51
00710 10 51
00740 10 51
00770 10 51
00800 10 51
00830 10 51
00860 10 51
00890 10 51
00920 10 51
00950 10 51
00980 10 51
01010 10 51
00040 10 52
00070 10 52
00100 10 52
00130 10 52
00160 10 52
00190 10 52
00220 10 52
00250 10 52
00280 10 52
00310 10 52
00340 10 52
00370 10 52
00400 10 52
00430 10 52
00460 10 52
00490 10 52
00520 10 52
00550 10 52
00580 10 52
00610 10 52
00640 10 52
00670 10 52
00700 10 52
00730 10 52
00760 10 52
00790 10 52
00810 10 52
00840 10 52
00870 10 52
00900 10 52
00930 10 52
00960 10 52
00990 10 52
01020 10 52
00050 10 53
00080 10 53
00110 10 53
00140 10 53
00170 10 53
00200 10 53
00230 10 53
00260 10 53
00290 10 53
00320 10 53
00350 10 53
00380 10 53
00410 10 53
00440 10 53
00470 10 53
00500 10 53
00530 10 53
00560 10 53
00590 10 53
00620 10 53
00650 10 53
00680 10 53
00710 10 53
00740 10 53
00770 10 53
00800 10 53
00830 10 53
00860 10 53
00890 10 53
00920 10 53
00950 10 53
00980 10 53
01010 10 53
00040 10 54
00070 10 54
00100 10 54
00130 10 54
00160 10 54
00190 10 54
00220 10 54
00250 10 54
00280 10 54
00310 10 54
00340 10 54
00370 10 54
00400 10 54
00430 10 54
00460 10 54
00490 10 54
00520 10 54
00550 10 54
00580 10 54
00610 10 54
00640 10 54
00670 10 54
00700 10 54
00730 10 54
00760 10 54
00790 10 54
00810 10 54
00840 10 54
00870 10 54
00900 10 54
00930 10 54
00960 10 54
00990 10 54
01020 10 54
00050 10 55
00080 10 55
00110 10 55
00140 10 55
00170 10 55
00200 10 55
00230 10 55
00260 10 55
00290 10 55
00320 10 55
00350 10 55
00380 10 55
00410 10 55
00440 10 55
00470 10 55
00500 10 55
00530 10 55
00560 10 55
00590 10 55
00620 10 55
00650 10 55
00680 10 55
00710 10 55
00740 10 55
00770 10 55
00800 10 55
00830 10 55
00860 10 55
00890 10 55
00920 10 55
00950 10 55
00980 10 55
01010 10 55
00040 10 56
00070 10 56
00100 10 56
00130 10 56
00160 10 56
00190 10 56
00220 10 56
00250 10 56
00280 10 56
00310 10 56
00340 10 56
00370 10 56
00400 10 56
00430 10 56
00460 10 56
00490 10 56
00520 10 56
00550 10 56
00580 10 56
00610 10 56
00640 10 56
00670 10 56
00700 10 56
00730 10 56
00760 10 56
00790 10 56
00810 10 56
00840 10 56
00870 10 56
00900 10 56
00930 10 56
00960 10 56
00990 10 56
01020 10 56
00050 10 57
00080 10 57
00110 10 57
00140 10 57
00170 10 57
00200 10 57
00230 10 57
00260 10 57
00290 10 57
00320 10 57
00350 10 57
00380 10 57
00410 10 57
00440 10 57
00470 10 57
00500 10 57
00530 10 57
00560 10 57
00590 10 57
00620 10 57
00650 10 57
00680 10 57
00710 10 57
00740 10 57
00770 10 57
00800 10 57
00830 10 57
00860 10 57
00890 10 57
00920 10 57
00950 10 57
00980 10 57
01010 10 57
00040 10 58
00070 10 58
00100 10 58
00130 10 58
00160 10 58
00190 10 58
00220 10 58
00250 10 58
00280 10 58
00310 10 58
00340 10 58
00370 10 58
00400 10 58
00430 10 58
00460 10 58
00490 10 58
00520 10 58
00550 10 58
00580 10 58
00610 10 58
00640 10 58
00670 10 58
00700 10 58
00730 10 58
00760 10 58
00790 10 58
00810 10 58
00840 10 58
00870 10 58
00900 10 58
00930 10 58
00960 10 58
00990 10 58
01020 10 58
00050 10 59
00080 10 59
00110 10 59
00140 10 59
00170 10 59
00200 10 59
00230 10 59
00260 10 59
00290 10 59
00320 10 59
00350 10 59
00380 10 59
00410 10 59
00440 10 59
00470 10 59
00500 10 59
00530 10 59
00560 10 59
00590 10 59
00620 10 59
00650 10 59
00680 10 59
00710 10 59
00740 10 59
00770 10 59
00800 10 59
00830 10 59
00860 10 59
00890 10 59
00920 10 59
00950 10 59
00980 10 59
01010 10 59
00040 10 60
00070 10 60
00100 10 60
00130 10 60
00160 10 60
00190 10 60
00220 10 60
00250 10 60
00280 10 60
00310 10 60
00340 10 60
00370 10 60
00400 10 60
00430 10 60
00460 10 60
00490 10 60
00520 10 60
00550 10 60
00580 10 60
00610 10 60
00640 10 60
00670 10 60
00700 10 60
00730 10 60
00760 10 60
00790 10 60
00810 10 60
00840 10 60
00870 10 60
00900 10 60
00930 10 60
00960 10 60
00990 10 60
01020 10 60
00050 10 61
00080 10 61
00110 10 61
00140 10 61
00170 10 61
00200 10 61
00230 10 61
00260 10 61
00290 10 61
00320 10 61
00350 10 61
00380 10 61
00410 10 61
00440 10 61
00470 10 61
00500 10 61
00530 10 61
00560 10 61
00590 10 61
00620 10 61
00650 10 61
00680 10 61
00710 10 61
00740 10 61
00770 10 61
00800 10 61
00830 10 61
00860 10 61
00890 10 61
00920 10 61
00950 10 61
00980 10 61
01010 10 61
00040 10 62
00070 10 62
00100 10 62
00130 10 62
00160 10 62
00190 10 62
00220 10 62
00250 10 62
00280 10 62
00310 10 62
00340 10 62
00370 10 62
00400 10 62
00430 10 62
00460 10 62
00490 10 62
00520 10 62
00550 10 62
00580 10 62
00610 10 62
00640 10 62
00670 10 62
00700 10 62
00730 10 62
00760 10 62
00790 10 62
00810 10 62
00840 10 62
00870 10 62
00900 10 62
00930 10 62
00960 10 62
00990 10 62
01020 10 62
00050 10 63
00080 10 63
00110 10 63
00140 10 63
00170 10 63
00200 10 63
00230 10 63
00260 10 63
00290 10 63
00320 10 63
00350 10 63
00380 10 63
00410 10 63
00440 10 63
00470 10 63
00500 10 63
00530 10 63
00560 10 63
00590 10 63
00620 10 63
00650 10 63
00680 10 63
00710 10 63
00740 10 63
00770 10 63
00800 10 63
00830 10 63
00860 10 63
00890 10 63
00920 10 63
00950 10 63
00980 10 63
01010 10 63
00040 10 64
00070 10 64
00100 10 64
00130 10 64
00160 10 64
00190 10 64
00220 10 64
00250 10 64
00280 10 64
00310 10 64
00340 10 64
00370 10 64
00400 10 64
00430 10 64
00460 10 64
00490 10 64
00520 10 64
00550 10 64
00580 10 64
00610 10 64
00640 10 64
00670 10 64
00700 10 64
00730 10 64
00760 10 64
00790 10 64
00810 10 64
00840 10 64
00870 10 64
00900 10 64
00930 10 64
00960 10 64
00990 10 64
01020 10 64
00050 10 65
00080 10 65
00110 10 65
00140 10 65
00170 10 65
00200 10 65
00230 10 65
00260 10 65
00290 10 65
00320 10 65
00350 10 65
00380 10 65
00410 10 65
00440 10 65
00470 10 65
00500 10 65
00530 10 65
00560 10 65
00590 10 65
00620 10 65
00650 10 65
00680 10 65
00710 10 65
00740 10 65
00770 10 65
00800 10 65
00830 10 65
00860 10 65
00890 10 65
00920 10 65
00950 10 65
00980 10 65
01010 10 65
00040 10 66
00070 10 66
00100 10 66
00130 10 66
00160 10 66
00190 10 66
00220 10 66
00250 10 66
00280 10 66
00310 10 66
00340 10 66
00370 10 66
00400 10 66
00430 10 66
00460 10 66
00490 10 66
00520 10 66
00550 10 66
00580 10 66
00610 10 66
00640 10 66
00670 10 66
00700 10 66
00730 10 66
00760 10 66
00790 10 66
00810 10 66
00840 10 66
00870 10 66
00900 10 66
00930 10 66
00960 10 66
00990 10 66
01020 10 66
00050 10 67
00080 10 67
00110 10 67
00140 10 67
00170 10 67
00200 10 67
00230 10 67
00260 10 67
00290 10 67
00320 10 67
00350 10 67
00380 10 67
00410 10 67
00440 10 67
00470 10 67
00500 10 67
00530 10 67
00560 10 67
00590 10 67
00620 10 67
00650 10 67
00680 10 67
00710 10 67
00740 10 67
00770 10 67
00800 10 67
00830 10 67
00860 10 67
00890 10 67
00920 10 67
00950 10 67
00980 10 67
01010 10 67
00040 10 68
00070 10 68
00100 10 68
00130 10 68
00160 10 68
00190 10 68
00220 10 68
00250 10 68
00280 10 68
00310 10 68
00340 10 68
00370 10 68
00400 10 68
00430 10 68
00460 10 68
00490 10 68
00520 10 68
00550 10 68
00580 10 68
00610 10 68
00640 10 68
00670 10 68
00700 10 68

INSTITUT DES SCIENCES DE L'INGENIEUR DE MONTPELLIER

Pu 314

RAPPORT DE STAGE

Département SCIENCES et TECHNOLOGIE de l'EAU

Stage de 2° année
Réalisé du 15 février au 15 septembre 1999

A Montpellier

Sous la responsabilité de M. Bouché

Gestion de connaissances appliquée à l'épuration des eaux usées par lombrifiltration - La station pilote de Combaillaux : une approche systémique

Dario Di Gangi

Tuteur ISIM
F. Brissaud

MONTPELLIER

UNIVERSITÉ MONTPELLIER II

INSTITUT DES SCIENCES DE L'INGÉNIEUR DE MONTPELLIER
UNIVERSITÉ MONTPELLIER II SCIENCES ET TECHNIQUES DU LANGUEDOC
Place Eugène Bataillon 34095 MONTPELLIER CEDEX 5
Tél. : 04 67 14 31 60 - Télécopie : 04 67 14 45 14
E mail : isim@univ-montp2.fr

ISIM

L'érudit se rappelait l'enthousiasme de sa jeunesse quand il croyait lui aussi qu'on peut finir une thèse

« Deux étés » - Erik Orsenna

SOMMAIRE

Avant-propos 2

I – Introduction 3

II Présentation du lieu de la station 4

2.1Le pilote de Combaillaux 4
2.2 Le pilote dans sa station : description de l'implantation et son schéma général 4

III – Les objectifs du pilote : générales et spécifiques 7

IV – Systémique de la lombrifiltration 8

4.1 Concepts 8
4.2 Le système : station pilote de Combaillaux 9
4.2.1 Le sous-système de pre-traitement 11
4.2.2 Le sous-système de traitement : la théorie de la lombrifiltration 13
4.2.3 Le sous-système de post-traitement 16

V Problèmes et solutions : le travail d'équipe 17

5.1 Problèmes au départ (premiers résultats et suivi des débits) 17
5.2 Résolution du problème d'aspersion (dessableur) 18
5.3 Mis en place des colonnes expérimentales 19
5.4 Protocole d'alimentation des lombrifiltres 21
5.5 Le travail d'équipe 22

VI Résultats, interprétations : possible optimisation et entretien 23

VII Conclusions 24

VIII Références Bibliographiques 25

IX Annexes 27

Avant-Propos

Cette expérience naît de la nécessité d'adopter une nouvelle technique au procédé de traitement des eaux résiduaires, en particulier d'utiliser des nouveaux procédés avantageux du côté économique, au niveau de la gestion et surtout au niveau d'efficience.

C'est la Lombrifiltration qui réponds à ces requises : le mot lombrifiltration a été forgé pour indiquer un filtre de type organique comprenant des vers de terre ou «lombriciennes ».

Toute cette aventure, je tiens à souligner, a commencé par hasard dans l'occasion de chercher le stage pour finir mes études.

J'exprime ici toute ma reconnaissance, ma sympathie et mon amitié à Monsieur M. Bouché, Directeur du Laboratoire de Zooécologie du sol de l'INRA, qui a bien voulu me recevoir dans son laboratoire dans le cadre de ce stage.

Je rappelle la disponibilité de monsieur Brissaud, directeur du laboratoire de GeofluidoBassin de l'eau.

J'adresse mes remerciements à Monsieur C. Joseph, Ingénieur au Laboratoire d'Hydrologie Mathématique, dont la collaboration, en tant qu'expert, fut précieuse.

Je remercie également Monsieur P. Soto qui m'a démontré comme travailler à l'ordinateur sans absorber technostress.

Je voudrais également rappeler mes copains de travaille, sans lesquelles je ne pouvais pas être capable d'arriver aux résultats dont je suis abouti : je mentionne Meyling, Jacques et Sebastien.

«The least but not the last », je remercie Monsieur J. Coma, professeur de Génie des Procédés à l'ISIM pour avoir me donné d'aide à la recherche de ce stage.

I Introduction

Depuis 3 janvier 1992, avec la Loi sur l'eau, le droit de l'eau en France a considérablement été enrichie ; surtout cette loi a donné plus de pouvoir aux collectivités locales.

C'est dans ce contexte qu'apparaît la petite commune de Combaillaux avec ses problèmes d'assainissement à résoudre.

En particulier les travaux d'aménagement qu'ont été réalisé dans le système d'assainissement de Combaillaux, dans la station du secteur des Sajolles, à la fin de mai 1998, ont prévu l'installation d'un dégrilleur, d'un poste de relevage avec une pompe, et d'un «lombrifiltre ».

Ce «lombrifiltre » est composée de 4 bacs et d'un système d'aspersion.

Tout l'ensemble représente un nouveau type de traitement d'épuration des eaux usées urbaines et domestiques.

Il s'agit d'un système pour l'épuration de la **ressource** eau usée, par filtration à travers un «lombrifiltre » : un dispositif d'un ensemble de couches, un des quelles est inoculé par de «lombrics » ou communément dites vers de terre.(fig. 1)

En plus ce système prends autour de son principe la réutilisation de l'eau traitée au niveau agricole, industrielle, municipale : tout ça après un traitement de désinfection de l'eau de sortie du filtre.

La réalisation de ce système démarre une étude complexe et complet à l'issue de valider ce nouveau procédé comme efficient et reproductible dans les même conditions biotiques et non.

Justement l'activité biologique des lombrics et de toute la biocénose présente dans le filtre influence positivement l'action bio-physico-chimique de ce dernier.

On sait déjà le travail mécanique des vers de terre qui améliorent la micro et la macro porosité du lombrifiltre.

La première garantie l'augmentation de la capacité de rétention de l'eau alors que la deuxième limite les phénomènes de pollution, ou d'**encrassement** du lombrifiltre.

En plus les vers de terre contribuent activement à stimuler l'activité microbienne.

Les paramètres qui varient sont plusieurs, alors devient un peu plus difficile gérer nos connaissances sur ce nouveau procédé.

Mais on peut simplifier le problème en s'approchant de la façon systémique à la saisie des données : c'est comme ça qu'on peut aboutir à quel qu'on appelera la théorie de la lombrifiltration.

Cette nouvelle technique a été importée par l'Hérault du Chili, en particulier en prenant comme modélé la station de Mellipilla.

Les réalisations de systèmes de lombrifiltration au Chili ont obtenu excellentes performances.

Au-delà de la station de Mellipilla (pas loin de Santiago), où se trouve une implantation pilote pour 1000 personnes qui fonctionne très bien, et au-delà de systèmes un peu plus petits pour habitations privées, qui travaillent au même niveau de la précédente, ils y ont autres systèmes pour 30-12000 e.h. dans tout le Chili.

Surtout on peut poser l'attention sur le fait que le types d'eaux traitées sont de différentes origines : eaux résiduaires de tomate (industrie de AGROZZI, 109 l/s, aire de 1,4 hectares), eaux résiduaires d'industries laiteries (Agricola Lechera

CHILOLAC, 400 m^3/j) ; et des nouvelles stations sont prévues dans les prochains mois, comme Temuco, Colina et «Nogales »(12000).

Pris confiance de la possibilité d'un bon fonctionnement de cette nouvelle technologie, nous chercherons de l'adapter aux conditions locales françaises et d'optimiser l'espèce de lombrics plus performante pour ce type de procédé.

II Présentation du lieu de la station

Les eaux usées de la population de Combaillaux sont traitées par deux stations d'épuration qui adopte deux différents types de procédés pour assainir la commune même.

On peut distinguer le secteur de Haute de la Fontaine et le secteur des Sajolles.

Ce dernier représenté l'ancien village de Combaillaux, avec ses 80 e.h..

En vérité on appelle le Sajolles l'ensemble des maisons qui se trouve sur le monticule en face cet ancien village. (fig. 3)

Alors on donne le nom de la Balagade au secteur qui pour simple commodité on appelle des Sajolles.

La raison de tout ça est que la station d'épuration se trouve plus proche aux Sajolles qu'à l'ancien village.

Dans les prochains mois les eaux usées des Sajolles seront collectées à la station, augmentant la population desservie jusqu'à 250 e.h..

2.1 Le pilote de Combaillaux

Afin de valider dans les conditions locales la technologie de la lombrifiltration en précisant certains mécanismes et en tirant tout le parti il a été décidé d'effectuer une unité pilote de petite dimension, plus flexible au niveau économique qu'une grosse unité et se prêtant aux mesures des mécanismes à préciser. La municipalité de Combaillaux s'est prêtée à cette validation avec l'espoir de promptement l'étendre à une unité de traitement plus importante qu'elle projette de réaliser, l'expérience acquise étant disponible d'abord localement et pour le département, mais évidemment, sous réserve d'adaptation à d'autres applications.

Les études en pilote branchés sur des situations concrètes : il s'agit à la fois de démontrer en situations réelles les performances des lombrifiltres et d'en optimiser la conception en les adaptant à des situations concrètes.

Par contre les études en modèles de laboratoire permettent de bien analyser les mécanismes pour en permettre l'optimisation en pilote.

2.2 Le pilote dans sa station : description de l'implantation et son schéma général

Le pilote de Combaillaux est implanté dans une station de traitement des eaux usées préexistantes autorisée, qui comporte :

a) un degrilleur
b) un décanteur digesteur
c) une chasse d'eau
d) une cuve de répartition
e) les lits à sables

Afin d'éviter d'obtenir une autorisation nouvelle, toujours difficile d'obtenir, pour un prototype, il a été décidé d'utiliser la totalité des eaux usées arrivant à cette installation préexistante, de la détourner sur notre nouveau procédé et quelle que soit la qualité des eaux épurées obtenues de "retraiter" inutilement des eaux par les lits à sables de cette installation préexistante.

Les eaux usées arrivent sur les installations par deux réseaux séparés ; l'un reçoit les eaux usées, l'autre les eaux pluviales. La station pilote (fig.2,4) est conçue pour traiter les eaux usées d'une partie de la population (le vieux village) Combaillaux, en comptant 80 habitants. La station est constituée de :

1) un dégrilleur
2) un poste de relevage
3) 4 lombrifiltres
4) une cuve de répartition
5) les lits à sable

1) Le dégrilleur est une installation de pretraitement permettant de retenir le MES (matière en suspension) grossières par une grille. Le dégrilleur est de type automatique vertical, avec un écartement des barreaux de la grille de 5 mm. Le fonctionnement de celle-ci est commandé de une armoire électrique placé dans un local. Ce local a été prévu également pour y faire les analyses et pour y garder les outils.
2) Après le dégrilleur on arrive, par une canalisation (ϕ=200 mm) au poste de relevage (ou cuve d'alimentation) (fig. 5). Dans cette cuve, faite de résine de fibres de verre, on a une électro-pompe submersible de 0,75 kW de puissance utile, qui monte l'eau au système hydraulique d'aspersion dans les 4 lombrifiltres. Celui-ci est composé d'un tuyau principal (ϕ=50 mm) alimentant des tuyaux de répartition (ϕ=25 mm) au nombre de un par lombrifiltre. Chacun est équipé d'une vanne permettant de régler le débit ce qui, nous permet au cours de l'année de faire varier à notre convenance la charge sur les lombrifiltres afin de déterminer leurs caractéristiques épuratoires. Un by-pass (ou canalisation de trop plein) permet de court-circuiter le reste de la station d'épuration en rejetant un débit d'eau excédentaire dû aux précipitations atmosphériques, directement dans le milieu naturel. La pompe est équipée de deux flotteurs servant de fin de course niveau haut et bas et elle est commandée par la même armoire électrique. Cette armoire régle aussi le fonctionnement d'un débitmètre électromagnétique qui est placé entre le poste de relevage et les lombrifiltres. Le débitmètre mesure le débit instantané par l'intermédiaire d'un afficheur électronique.
3) Les 4 lombrifiltres (fig. 6) sont composés de trois couches. La première couche (h =20 et 30 cm) est de lombricompost, la deuxième de sciure (h =50 cm) ; ces deux couches constituent la couche active séparée au fond par une toile plastique d'une couche de gravier (h =25 cm), ayant une granulométrie en variant entre 6 et 40 mm servant de drainage. L'aire de chaque bac est de 3,4 mètres carrés ; le bac contient deux électrodes ayant la fonction de mesurer les variations d'humidité en utilisant la méthode resistimetrique. A trois différents niveaux du substrat du bac, chacun correspondant à chaque couche du lombrifiltre (lombricompost, sciure et graviers) des tuyaux sortent latéralement pour permettre des analyses.
4) Les eaux lombrifiltrées sont acheminées via une canalisation vers une cuve pour se répartir dans les lits à sable de la filière décantation-digestion. Cette étape ne

sera plus ultérieurement utile, l'eau étant épurée par lombrifiltration, mais est reprise ici pour raison d'autorisation, comme justifié ci-dessus. Dans cette cuve de répartition se retrouve un by-pass qui à la même fonction que le premier.

5) L'installation préexistante à deux lits à sable, disposées à gauche et à droite de la cuve de répartition, de façon que quand un se colmate l'autre est capable de recevoir de l'eau pour la traiter. Les dimensionnes des lits à sable nous permet de traiter les eaux de 100 e.h.. Le procédé de traitement est l'infiltration-percolation ; elle garantit la qualité des rejets en attendant les résultats de notre étude. Après ce traitement l'eau se déverse dans le ruisseau (ou milieu récepteur en général) qui coule à coté de la station.

III - Objectifs du pilote : générales et spécifiques

Le pilote de Combaillaux a pour objectifs généraux :

1°) de créer une première réalisation française de lombrifiltration en situation réelle

2°) de constituer un outil de Recherche et Développement avec possibilité d'évaluer les paramètres de performance et de modifier certaines variables (débits, nature des couches actives, mode d'aspersion et de temporisation des aspersions, choix d'espèce lombricienne optimale, ...)

3°) de valider dans les conditions climatiques et socio économiques locales les acquis preliminaires obtenus au Chili.

4°) de constituer une plate-forme de démonstration et d'évaluation pour d'autres réalisations, à commencer par la future station d'épuration de Combaillaux, mais aussi au profit de département de l'Hérault, de la France et de l'étranger (voir China, Vietnam ou Italie).

On peut citer aussi des objectifs spécifiques qui se diffèrent des premières sur le plan des intéressés en jeux.

L'optimisation du lombrifiltre et en particulier du filtrage physique, de l'activité lombrico-microbienne, du mode d'aspersion et de la choix d'un taux journalier pour alimenter le lombrifiltre, c'est le plus important objectif spécifique.

Pour réaliser cet objectif on doit étudier les différentes couches composantes le lombrifiltre, l'hydraulique du filtre et l'action des vers de terre et des microorganismes.

Autre objectif à envisager c'est la biosurveillance des risques écotoxicologiques : analyse des cancérogènes, métaux lourds, etc. dans les vers de terre, qui sont soumis à se nourrir des refus des pre-traitements

En fait on prévoit de placer un bac de «lombricompostage » sur la station ayant le but de traiter ultérieurement la matière extraite du système d'épuration.

Seront les différentes espèces des vers qui avec leur action plus ou moins performante, transformeront le refus en vermicompost.(fig. 7)

IV Systémique de la lombrifiltration

Pour mieux comprendre l'approche systémique à l'étude de la «lombrifiltration » on doit préciser qu'est-ce qu'on entend pour système.

Le mot *système* prend son origine du mot grec *sustêma* qui ça veut dire assemblage ou composition ; au moins de deux éléments.

Ces éléments doivent être en relation entre eux, doivent être, dans un sol mot, *organisé*.

Si le système est l'ensemble des éléments organisé, la systémique est «la théorie des systèmes complexes »(Le Petite Robert, 1983).

4.1Concepts

De la définition donnée par J. de Rosnay (Le Macroscope), on peut dire que "*l'approche systémique est une methodologie qui permet de rassembler et d'organiser les connaissances en vue d'une plus grande efficacité de l'action".*

Une demarche holofuge , qui s'alloignet de l'entier, ça veut dire partir du global (= considerée dans sa complexité) pour arriver aux systèmes particulier, elle nous permet de exploiter nos connaissances sous formes utilisables.

C'est une demarche de type inductive que nous permet de constituer les types des étapes de traitement d'épuration des eaux usées, en partant de la synthèse pour arriver à l'analyse du système entier.

Chaque système est composée des objects (ou connaisssances) : dans chaque object sont presentes la matière, l'energie et l'information.

Un système est caracterisée pour le dynamisme des elements composants et par son evolution vers un but final.

Le système reel ou concret peut être decrit par les sciences exactes, comme la physique,la chimie et la biologie, ou être representé par des modeles, abstraites ou materieles.

Eusystème, naturel ou artificiel, c'est quel que nous appellons le concret descriptible par des caracteristiques bio/physico/chimique (Bouche, 1996).

A son tour, l'eusystème est composèe par des elements organisées entre eux, ou **compartiments**, ayants des **connexions** entre eux ;ces connexions sont representées par des **cinèses** portant sur des échanges ou transferts de matière, énergie et information.

Leur etude est fait par l'eusystémique: ça suffit d'^etre identifiable et connectable pour creer un système hierarchisé de sous-eusystème.

Les exigences de ces derniers sont l'identifiabilité et la connexité des composants.

Les **composants** sont de deux types: les compartiments et les cinéses.

Les cinéses sont des débits caracterisants l'entrée et la sortie de chacun compartiment: ce sont de quantités fonction d'un durée.

Existe une etroite relation entre les cinéses et l'état des compartiments: les premières modifient les deuxièmes, et les deuxièmes regulents les premières.

Les composants des eusystèmes sont donc caracterisé par leur connexité.

L'exterieur ou "son atour" est conceptualisé comme un compartiment connecte à l'eusystème considerée.

On peut tomber dans la non-connaissance si nous ne faisions bien attention au fait que la choix des composants implique l'identification de les mêmes: on doit savoir identifier le compartiments et mesurer les cinéses (entrée et sortie) entre eux.

Ça suffit d'être identifiable et connectable pour creer un système hierarchisé de sous-eusystème.

Tout système complexe est constitué d'une grande varieté d'élements possédant des fonctions specialisées.

Ces élements sont organisés en niveaux hiérarchiques internes.

Les différents niveaux, les différents éléments sont reliés par une grande varieté de liaisons, ce qui se traduit par une grande densité d'interconnexions.

La nature nous offre des systèmes vivants: ceux-ci sont des systèmes ouverts, et telles doivent être les systèmes pour se evoluer et vivre.

Etant bien entendu que un système ouvert peut rester en equilibre: alors on parle d'equilibre dynamique opposé à l'equilibre statique dans le cas de systèmes clos.

Lors de la présence d'une homme, celui-là a deux competences specifiques dans l'ensemble de le système: la premiére est l'energie physique et l'autre est quelle de capter et traiter les informations.

4.2 Le système : station pilote de Combaillaux

La station pilote de Combaillaux traite les eaux usées d'origine urbaine et domestique de son vieux village, ou autrement dite, le bourg des Sajolles.

Les capacités nominales de l'implantation ce référent à 100 e.h., mais ils sont destinés à augmenter jusqu'au desservir d'une population de 250 e.h., dans les mois prochains.

Le débit nominal instantané de la pompe qui aliment les lombrifiltres est de 15 m^3/h et la charge massique nominale est de 5.4 kg DBO_5/j.

Le système se compose de trois compartiments principaux : l'amont de la station, la station, et l'aval de la station.

La source de notre système sont les eaux usées des Sajolles : à partir de là on peut considérer système les trois compartiments liés entre eux par des échanges ou connexions.

Chaque compartiment a un état initial et un état final qui caractérise le temps et l'espace de l'action sur l'objet du système.

Ce dernier on peut le visualiser avec le traitement d'épuration des eaux usées envisagées.

« Source » extérieure du système est le village, considéré dans sa structure physique (maisons, mairie, fontaines, piscines etc.).

Après le système on a le «puits » extérieur : le milieu récepteur, qui dans notre cas est le ruisseau qui coule à coté la station.

On peut envisager que ces deux termes «source et puits» généralement nous font mieux comprendre la systémique.

Dans le cas de notre étude n'existe pas des sources ou des puits où l'eau disparaît.

Le procédé de lombrifiltration fait la partie d'un plus grand procédé qu'est le «cycle d'eau ».

Mais en général peut être un terrain (irrigation de type agricole), une industrie (recyclage industriel) ou une agglomération quelconque (re-usage municipaux et domestique), ou encore une nappe souterraine (afin de pousser les eaux salines avec des eaux douces), etc....

Hors du système on peut considérer aussi, si besoin est, les conséquences agro-environmentales ; mais ça est une question qu'on peut discuter seulement à la fin de ça dissertation.

Ce qu'on a juste décrit est un **systemon** (Bouché, 1990), ou pour mieux dire un système ou eusystème unique échangeant avec son extérieur.

Par contre chacun systèmon initial peut être formalisée comme un compartiment d'un systèmon de niveau supérieur.

En pratique donc l'eusystème devient un modèle à compartiments, et dans ces compartiments on peut analyser encore un eusystème.

Alors les trois compartiments initiaux de la station pilote de Combaillaux peuvent devenir chacun des eusystèms et ses respectifs compartiments devenir à son tour eusystèms, jusqu'à on arrive à former une véritable hiérarchie eusystémique de sous-eusystèmes.

En analysant **le système amont de la station**, on peut reconnaître comme objet, toujours les eaux usées du village, et comme action qui s'exerce sur eux, leur transport.

Quand on parle de transport on entend le changement de lieu, caractéristique de et dans l'éspace.

La chose plus important à souligner dans ce système est le concept de transformation de notre objet quand le temps change.

Nous distinguons 3 compartiments dans ce sous-système : une première est le réseau collectif des eaux à traiter, un deuxième s'intéresse au poste de refoulement et un dernier troisième aux tuyaux d'adduction à la véritable station.

Les connexions existant entre eux sont dues au flux même des eaux résiduaires et sont mesurables à n'importe quel niveau.

Chaque compartiment est caractérisé d'un état des eaux usées, qui peut changer ou se maintenir.

En précisant que le but de l'analyse de ce système est d'alimenter la station avec des eaux qui contient des paramètres correspondants aux meilleures conditions de vie pour l'espèce de vers de terre inoculée dans le filtre, on essaye de mesurer la sortie de ce système pour connaître l'entrée du système de la station.

Le réseau d'assainissement, évacuant des eaux usées ou/et des eaux pluviales est un ensemble complexe de canalisations destinées à la collecte et sélection des effluents, au transport, à l'admission et relevage des eaux, à la protection du réseau, au stockage et évacuation du réseau, à déboucher dans le milieu naturel et à faire des mesures.

Tout ce réseau ne doit guère varier l'état physico bio-chimique des eaux à traiter.

Dans notre cas les caractéristiques optimales des eaux pour un état reproduisant des lombrics doivent être référées aux températures (10° 30°C), conditions aérobiques (mesure d'oxygène libre dissous), ph neutre, présence de matière organique disponible et absence des toxiques.

On entend toxique tout ce qui est nuisible aux vers de terre, en commençant avec les sels.

L'état initial des eaux usées qui doivent être traitées par la technique de la lombrifiltration c'est une première information qu'on peut stocker sans la transformer.

Cette information fait l'objet de l'action du système lombrifiltration pour l'épuration des eaux.

Alors on considère la station comme un gros compartiment avec une entrée (état initial des eaux) et une sortie (état final «souhaitée » des eaux traitées).

Les eaux qui entrent dans la station peuvent avoir des caractéristiques variables mais non excédantes certaines valeurs.

Il faut que l'oxygéne dissous O_2, la Température, le Ph, le Potentiel Redox et les substances toxiques pour les vers de terre soient mesurable et aient des valeurs acceptables.

Nous expliquerons plus avant qu'est que nous entendons pour «acceptable ».

En analysant **le système aval de la station** on s'aperçu qu'il faut absolument que les eaux traitées qui entrent dans ce système soient conformes aux réglementations : surtout il faut poser notre attention sur la présence des microorganismes pathogènes.

Ce système est composé de plusieurs sous-système comme : usage de l'eau traitée pour l'irrigation des champs agricoles, recyclage industrielle, utilisation des eaux au niveau municipale et domestique, avec les justes précautions.

Après avoir classifié ces sous-systèmes qu'on peut appeler classiques, on envisage de réutiliser l'eau pour pousser l'eau salée, qui vient de la mer, par le moyen des nappes phréatiques, ou penser alimenter directement des nappes captive.

Le système station pour le traitement des eaux usées par lombrifiltration contient trois compartiments : le pre-traitement, le traitement de lombrifiltration, le post- traitement.

4.2.1 Le sous-système de pre-traitement

Le pre-traitement est la première phase du traitement et il consiste à retenir les déchets grossiers présentes dans les eaux, afin de faciliter et de rendre mécaniquement possible les procédés suivants.

En particulier, ça dépende de l'échelle de la station d'épuration, les étapes du procédé aval peuvent être d'origine différente : poste de relevage des eaux avec une pompe non dilaceratrice, réseau d'aspersion aux bacs rectangulaires du lombrifiltre, traitement de désinfection ou abattement microbien.

Dans **le sous-système des éliminations des éléments grossiers** on peut individualiser trois compartiments, dont la première est à son tour constitué de deux compartiments.

Le degrillage et la dilacération forment le premier compartiment du trois.

Quel que soit le type de filière de traitement utilisé, les eaux résiduaires doivent subir à l'arrivée à la station d'épuration un degrillage afin de retenir les matières grossières.

Tout ça est fait par un dégrilleur, dont l'espace entre les barreaux est fonction du type des eaux à traiter.

Il va de 5 mm jusqu'à 50 mm, pour le type de dégrilleur qu'on a installé dans le pilote.

On peut considérer une pregrille dans le cas on ait à craindre l'entrée de matières très grosses.

Il faut dimensionner la grille de la façon que la vitesse de passage sur les débits moyen entre les barreaux soit de l'ordre de 0,6 à 1 m/s jusqu'à 1,4 m/s en débit de pointe.

La dilacération évite l'utilisation d'un dégrillage parce que son but est, comme son nom l'indique, de dilacérer les matières grossières contenues dans les eaux usées.

Le deuxième compartiment du sous-système des éliminations des éléments grossières est formé du tamisage.

Le tamisage est une technique de filtration sur toile, tôle perforée ou sur treillis métallique.

C'est rare qu'on puisse rencontrer cette technique dans les traitements classiques en eau urbaine.

Son emploi peut être justifié pour éviter le colmatage dans les configurations de type décantation physico-chimique-biofiltre, ou devient obligatoire pour les traitements des eaux résiduaires d'industries agro—alimentaires (= conserveries, laiteries, industrie d'huile, etc.).

La notre application pour la lombrifiltration a le but d'effectuer un pré-traitement de «calibrage » éliminant les éléments obstructifs qui puissent permettre un fonctionnement normal de l'aspersion dans le lombrifiltre.

Dernier compartiment du sous-système de pre-traitement des eaux usées, avant d'atteindre le lombrifiltre, c'est le dessablage.

Le but de ce traitement c'est d'éliminer les matières lourdes de granulométrie supérieure à environ 200 microns : réalisé par décantation, les sables contiennent toujours une quantité importante de matières organiques qui en font un résidu polluant et fermentescible.

Dans les traitements classiques il existe un quatrième compartiment nommé dégraissage : dans notre cas l'èlimination des corps flottants, comme graisses, fibres, poils, papiers, mais, carottes, etc., par densité ou entraînement gazeux, n'est pas nécessaire.

Cette opération est inutile, voire nuisible : le filtre organique du lombrifiltre assure cette élimination par adsorption lipophile et les lombriciens associés aux micro-organismes utilisent ces corps gras pour leur croissance et les dégradent (Milhau et Vignoles, 1984).

On prescient que l'avantage dû à la non-élimination de ces résidus extrêmement polluant est partiel : en réalité leur présence dans le lombrifiltre entraîne une dégradation des mécanismes de transfert d'oxygène.

On a vu que l'oxygène libre dissous c'est un de facteurs limitant l'action des vers de terre et en conséquence le bon fonctionnement du filtre.

4.2.2 Le sous-système de traitement : la théorie de la lombrifiltration.

La lombrifiltration c'est une nouvelle technique qui nous permet d'assainir les eaux résiduaires de n'importe quelle origine.

C'est un traitement au fil de l'eau : ça veut dire élimination de temps de stockage de l'eau et des bassins traitables procédés à long terme.

Les eaux usées qui arrivent dans le lombrifiltre, après un temps de rétention du aux traversée de l'eau dans le filtre avec des vitesses de l'ordre de m/h, sortent par un système de drainage classique qui facilite la collecte et l'evacuation de ce lombrifiltrat brut.

Une fois que l'eau arrive dans le filtre d'une manière uniforme sur toute sa surface, la lombrifiltration devient le procédé selon lequel, par une action physique biologique et chimique du filtre et des êtres vivants présentes dans celui-là, les déchets liquides sont traités à l'issue de s'accorder avec les normes sur les niveaux des rejets.

Le filtre à flux descendant utilise des différents matériaux filtrant : ça dépende des résultats qu'on souhaite avoir, et, en même temps, de la cohérence scientifique des matériaux.

La lombrifiltration se serve d'un filtre composé de trois couches de matériaux filtrants.

En bas on met des matériaux de drainage pour rendre aisée la sortie des eaux du filtre : cailloux, graviers ou galets, plus grosses au fond et toujours plus petites au fur et au mesure qu'on monte dans le filtre.

La couche du milieu, juste posée sur le système de drainage par un grillage de plastique a la fonction de **réservoir de matière.**
On doit préciser que la taille du grillage plastique qui se trouve entre les couches a été teste au laboratoire avec des billes de verre pour aboutir à une taille que ne soit pas trop petite pour que les vers puissent passer d'une couche à l'autre et pas trop grande pour faire passer le remplissage de chaque couche.

La couche se compose de sciure et des copeaux de bois, matière organique très adsorbable, qui a la fonction de faire de support à la nourriture pour les vers, en particulier, et pour les microorganismes en général.

L'éspéce de bois qu'on a utilisé à Combaillaux c'est du chêne : ça couleur est blanche, contenant peu de tanin hydrosoluble par rapport à une couleur plus brune, mais ayant le défaut d'être plus putrescible.

Une matière peu putrescible permet d'espacer les apports d'entretien.

Attention à n'utiliser pas de la sciure noire qui contient du tannin. Sinon il faut attendre un peu que la sure se lave, avant de commencer à prendre les analyses.

Surtout il y aura un problème au niveau de l'étape de désinfection, s'on décide de placer un traitement U.V. : pour faire fonctionner à la perfection les U.V. il faut que l'eau soit propre ou n'ait pas de turbidité tel que les rayons U.V. la peuvent traverser : avec le tannin (colorant) dans l'eau ça ce n'est pas possible.

Cette couche fait la partie active du lombrifiltre avec la couche supérieure de lombricompost : en fait au départ cette couche là c'est du terreau, mais après les lombrics la transforment en une matière organique partiellement stabilisée ou compost, qui continue à se stabiliser quand les conditions redeviennent favorables.

Compost c'est l'engrais formé par le mélange fermenté de débris organiques avec des matières minérales : humus c'est la terre formée par la décomposition des végétaux.... Terre brune ou noirâtre qui est sur la surface de la terre.

Il existe comme matière amorphe ou colloïdale : en particulier notre filtre est beaucoup friable autant qu'il y a plus matière organique.

Les propriétés sont une cohésion pas élevée et une plasticité continue.

Autre caractéristique de ce type de terreau c'est la porosité due à l'espace qui se forme entre les particules composantes les agrégats.

Tout ça constitue un avantage pour l'infiltration de l'eau, grâce à sa porosité et à sa structure («gumming effect ») : en plus c'est remarquable la haute capacité de rétention de l'eau qui possède cette forme nouvelle de terreau

Le vers de terre, comme des saprophages, se nourrissent des débris organiques (d'origine animale et végétale) en plusieurs étapes de décomposition et incorporation dans le sol.

Le corps de la nourriture avalée est composée de tissu de plante morte, microorganismes vivantes, fungi, microfauna et mesofauna et leurs tissus morts.

Avantage de la formation de lombricompost c'est les valeurs très élevées de la siccité (40-70 %), de réduire fortement la présence d'odeurs et de conférer au résidu un statut d 'amendement organique.

On connaît que les lombrics sont réglés d'une action biologique cyclique qui leur permet, pendant les 24H de la journée, de descendre dans la couche de sciure et de remonter, mélangent les premières deux couches.
Ça dépende les conditions d'humidité ou de disponibilité de nourriture ils descendent pour se fraîchir ou montent presque en surface pour se nourrir.
Il ne faut pas oublier que les vers se distinguent dans trois catégories : les épigés, les endogés et les anéciques.

Notre espèce fait partie des épigés, ça veut dire des vers de terre qui restent quelque centimètre au-dessous de la surface du lombrifiltre : on utilise des Eisenia Fetida Andrei (fig. 8) pour notre début d'expérimentation mais au fur et au mesure qu'on commence à travailler on peut envisager des changements d'espèce à l'issue d'élever l'efficience du procédé.

On a démontré que des différences, soit au niveau écologique soit auquel biochimique, existent entre les deux espèces de *Eisenia Fetida* : la première s'appelle *Eisenia Foetida Foetida* et l'autre *Eisenia Andrei* (Bouchè, 1972).

Communément ils sont appelés *E. Fetida* et *E. Andrei* : ils se distinguent par la pigmentation.

L'*E.Fetida* est rayé, n'ayant pas pigment l'aire atour la rainure segmentale, et apparaissant jaune ou pâle.

L'*E.Andrei*, l'autre espèce, est pigmenté uniformément sur sa surface dorsale sans montrer rayés et le commun nom de «rouge » a été assigné à ce vers là.

Les deux espèces produisent les numéros similaires de cocons, mais leur fertilité est réduite dans le cas d'accouplement inter et intra-espècifique.

La chorologie de l'Eisenia Fetida Andrei c'est le méridione de la France malgré on peut l'observer aussi à Versailles (par exemple)en compagnie d'autres espèces méridionales.

Eisenia fetida andrei est peut être présent en Italie.

Le plus important paramètre abiotique dont on a besoin les vers de terre pour ce bien reproduire est l'humidité.

Une juste valeur d'humidité aide le vers de terre à respirer, en diffusant les gazes à travers le «body wall », la partie extérieure du vers de terre.

Les mécanismes de conservation de l'eau ne sont pas très développés dans les lombriciennes, en général ; la majore partie de l'eau est perdue par les urines.

Une autre important facteur abiotique c'est la température : les vers de terre peuvent vivre à des expositions pour longtemps à des températures comprises entre 0 °C et 35 °C.

En hiver le procédé perde beaucoup de son efficience : le problème c'est que les vers de terre mangent moins et surtout, question plus important, ne se reproduisent plus avec la même puissance d'avant.

Ce qu'on appelle la diapause des vers de terre : ça se manifeste quand il y a froid ou secheresse ou quand il n'y a pas la nourriture.(fig. 9)

C'est pour ça qu'on se dépêche à faire marcher la station maintenant dans l'été : on a besoin des données quand la température est plus haute pour apprécier au maximum les performances des vers.

On a placé de thermomètres dans les bacs et on a relevé des températures qui varient entre 22 et 30 °C à Combaillaux.

On prévoit qu'on peut couvrir les bacs pendant l'hiver pour maintenir la température des eaux d'arrivée : ces derniers atteignent la station avec des températures qui varient atour de 20 °C.

L'échange dû à la respiration

Le Ph ce n'est pas un facteur limitant s'il se maintient proche à l'intervalle de Ph qu'on peut enregistrer dans le sol.

Les potentiels Redox, qui est une mesure de balance entre des conditions oxydantes et redisant, apparentement il est important pour surveiller l'abundance et la survivance des vers.

La lumière c'est un facteur nuisance les lombriciennes, elle peut les tuer.

Surtout les UV (ultra-violet) du soleil sont très létales ; après une forte pluie, beaucoup des vers sont trouvés morts sur la surface car ils sont tués par les UV du soleil.

C'est bien de préciser que sont les UV du soleil à être létal : en général, faibles intensités de UV sont supportables par le vers, et cette tolérance grandit avec la pigmentation.

La raison qu'ils sortent à la surface c'est, peut être, parce qu'il eux manque l'oxygène ou pour l'acidification de l'eau due à la croissance de la CO_2 dissoute.

Les vers sont capables de supporter une brief période d'anaérobiose, en utilisant le glycogène emmagasiné ; le glycogène est une substance glucidique de structure semblable à celle de l'amidon, formant une réserve importante de glucose pour l'organisme humain et animal.

On rappelle que la condition optimale des paramètres abiotiques, quelle la température ou l'humidité pour les vers, est référée toujours au type de vers, ce n'est pas absolu.

4.2.3 Le sous-système de post-traitement

Ce sous-système a le but de corriger, encore plus fortement, les paramètres d'entrée à l'issue de rejeter dans le milieu récepteur, quel que soit, des eaux traitées autorisées par les normes.

La Direction européenne du 21 mai 1991 redéfini des nouveaux niveaux de rejets. (Annexe 1)

Les grandeurs caractérisant la pollution sont :

- La demande en oxygène de l'effluent (DBO_5 et DCO)
- La pollution particulier (MES)
- Les éléments fertilisants (azote ou phosphore).

Le seule control de ces paramétres ci-dessus n'est pas suffisante pour re-utiliser l'eau de sortie du lombrifiltre pour n'importe quel but.

La présence des microorganismes dans les eaux résiduaires est difficile à évaluer ; en plus elle représente une seriouse menace à la qualité sanitaire des eaux traitées d'une station d'épuration.

La difficulté dans l'enumeration de ces microorganismes nait du fait qu'ils sont souvent agrégées entre eux ou adsorbés sur des matières solides en suspension.

Les microorganismes sont beaucoup variables en concentrations mais encore plus en éspèces.

Alors on prends comme valeurs guide les nombres des Coliformes totaux et de Streptocoques fécaux : ils doivent atteindre des valeurs de 100/100 ml.

Au départ, avant du traitement des eaux résiduaires urbaines, on a de 10^7 à 10^9/100 ml, de Coliformes totaux et de 10^6 à 10^7/100 ml, de Streptocoques fécaux.

En considérant que les traitements classiques et aussi la lombrifiltration atteignent un maximum de une à deux unité Log d'abattement, on est obligé de mettre en place un traitement de désinfection.

On connait plusieurs types de procédés de désinfection : par précipitation physico-chimique, lagunage, infiltration-percolation, chloration, oxydation avec ozone,H_2O_2 ou acide péracétique, et enfin par les « futuristiques » filtrations par membranes (voir Ultrafiltration).

Mais seulement un traitement de désinfection nous permet d'etre cohérente avec la « philosophie » de notre procédé.

La lombrifiltration c'est un traitement au fil de l'eau : les traitements de désinfection par radiations, soit U.V. soit irradiations, permettent de continuer à travailler au fil de l'eau. (Fig. 10)

Tout ça nous evite gros temps de séjour (lagunage), formation de sous-produits nuisibles (oxydation et chloration), ou une efficacité pas trop élévée (infiltration-percolation et précipitation physico-chimique).

En disant d'abord que les radiations par faisceaux d'électrons n'est pas économiquement aujourdh'ui, les U.V. est un traitement avantageuse.

Les lampes à mercure basse pression ont une durée de vie de 7 à 8000 heures.

Par contre les U.V. ont leur performance liées à la qualité d'eau qui sorte du lombrifiltre : en effet la présence des matières en suspension altere la pénetration des rajonnements et de conséquence limite leur pouvoir germicide.

V Problèmes et Solutions : le travail d'équipe

5.1 Problème au départ (premiers résultats et suivi du débit)

Depuis ma première visite à la station de Combaillaux sont déjà passé six mois.

Un bon travail a été fait avant du mois de février 1999 : des premiers résultats dans les analyses des les eaux de sortie des lombrifiltres ont été obtenus :

Outil indispensable pour mettre en route la station est le suivi du débit que S.A.T.E.S.E. a conduit dans l'octobre 1991. (Annexe II)

Quand j'ai commencé mon stage, le problème principal du pilote était l'aspersion : on a trouvé que les tuyaux qui devaient garantir l'écoulement des eaux à travers des lumières de 5 mm, deux pour chaque tuyaux, étaient tous bouchés.

On a dit que les eaux usées étaient trop chargées en papier de toilette : le papier produisait deux types de problèmes : le bouchage des tuyaux d'aspersion et le colmatage, par dessèchement de le même, du lombrifiltre.

On a vu que pour résoudre ce problème l'installation d'un dégrilleur c'était inutile, en tant que les espaces sur les cotés entre le béton et les barres c'est plus grand de 5mm ; mais la raison principale de mal fonctionnement ce n'était pas ça.

En effet le major parti du papier est dissous dans les eaux : on avait mesurer la taille plus petite du papier au microscope et on avait trouvé des valeurs très petites.

La taille des fibres cellulose du papier hygiénique c'est de 0.02-0.04 mm de diamètre et de 0.1 mm.

En plus la présence de coton hydrophile, fil, cheveux, morceaux de cigarettes, mais, tomate, carottes et autres types de végétaux, débris de plantes ou arbres amont la station, a nous fait comprendre que le problème du papier c'était marginal.

En regardant la façon dont les eaux sortaient dans les lumières on a compris que la pression de la pompe de relevage jouait un rôle fondamental.

Toute la matière organique qui passaient à travers les barres du dégrilleur, pouvait avoir une taille majeure de 5 mm en considérant la dimensionne au sens verticale des barres même : après cette matière s'accumulait au bout de chaque tuyau jusqu'à obstruer la lumière plus extérieure par rapport au tuyau central d'alimentation.

On avait besoin d'une étape de pre-traitement qui arrêtait réellement les objets de taille supérieure à 5 mm.

Mais malheureusement on a trouvé le pilote déjà construit et aurait été impossible, pour les économies du projet, de varier avec des travaux de maçonnerie une installation qui a été fait sur la ligne de traitement classique pour l'épuration des eaux usées urbaines, sans penser au nouveau procédé de lombrifiltration.

La pression dans les premiers tuyaux, et plus importante dans les lumières proches le tuyau central, c'était plus que dans les autres : alors on a noté un fonctionnement à «cône ».

Le problème de dimensionnement du réseau d'aspersion était la première chose à faire.

Pour atteindre ce but on a sur dimensionné le tuyau central à l'issue d'avoir la même charge hydraulique au départ et à la fin.

En iterant les calculs, en utilisant la caractéristique de la pompe (Annexe III) et les formules des pertes de charge unitaire pour les tuyaux de PVC :

$$J= 0.000831*Q^{1.75}*D^{-4.75}$$

Avec Q, débit en m^3/s
D, diamètre en m

et quelles pour les pertes de charge localisées dans les lumières :

$$H_i= q_i^2/A^2*2*g \qquad i= \text{i-sième lumière}$$

Avec $q_i=\mu*A*(2*g*H_i)^{0.5}$
A= section de la lumière
μ= coefficient

on est abouti au tableau suivant de dimensionnement. (Annexe 2)
Mais quand on a dimensionné correctement le réseau d'aspersion on s'est aperçu que le problème lié au bouchage de tuyaux était toujours là.

5.2 Résolution du problème d'aspersion

Le problème principal c'est toujours le même : comment on fait arriver les eaux dans les bacs dans une manière plus uniforme possible sur toute la surface ?
Les nombreuses réunions et discussions qu'ont été faites, nous ont conduites à l'idée de mettre en place une crépine qu'arrête toutes les matières plus grandes de 2mm : ça veut dire qu'arrive moins de papier à l'aspersion.
On a place une poubelle directement dans le tuyau d'entrée de le poste de relevage, où se trouve la pompe pour l'aspersion.
Après on a fait des fenêtres sur les cotés et on a mis des crépines pour tamiser (ou filtrer les eaux d'arrivée) ; dans la même poubelle on a prévu de mettre une autre pompe de type différent : une Vortex qui aspire les sédiments qui forcement se doivent accumuler dans le fond et les envoi dans l'autre filière de la station (décanteur-digesteur).
On rappelle l'intéressante expérience du dessabler artisanale qu'on a placé dans le premier compartiment du dégrilleur : on a visualisé que la plus parte de matière organique est arrête par le moyen d'une pièce de bois mise sur la section de sortie de ce compartiment.
L'introduction de cette étape de dessablage dans une station qui traite les eaux usées par lombrifiltration est indispensable, si on veut améliorer la performance du procédé.
Alors en pratique la pompe de la cuve dirige les eaux "propres" (voir «calibrées ») au réseau d'aspersion.
Ce dernier est composé d'un tuyau pour chaque bac au bout de lequel se trouve un aspersoir type hélicoïdal qui asperge sur des surfaces rondes.
On doit préparer le protocole pour alimenter les bacs dans quatre façons différentes : le but de ça est de réduire au maximum les surfaces de bacs en jeux.

5.3 Mis en place des colonnes expérimentales

Dans l'attente d'un lombrifitre fonctionnel des recherches sur colonne ont été entreprises.(fig. 11)

A) Protocole

Le travail expérimental à pour buts :

- D'étudier l'influence de la charge organique dans le rendement du lombrifiltre.
- D'étudier les mécanismes d'élimination de l'azote.
- D'étudier les mécanismes d'élimination du phosphore.
- D'étudier l'influence du régime d'alimentation.

On mesure différentes variables que permettront d'atteindre les objectifs recherchés, dans deux colonnes installées à la Station de Combaillaux. Les colonnes ont la même composition que les lombrifiltres du pilote. (Annexe 3)

Les variables mesurées permettent le contrôle de la qualité des eaux usées: oxygène dissous, nitrites, nitrates, azote total, azote ammoniacal, les matières en suspension, demande chimique en oxygène, turbidité, orthophosphates et concentrations gazeuses dedans les colonnes (O_2, N_2 et CO_2).

Le travail est divisé en quatre étapes qui se succèdent :

---

1) Comparaison des états initiaux/états finaux de la colonne-lombrifiltre
   - Estimation du peuplement et lombricien initial : cocons, juvéniles, adultes.
     3 stades de développement * 2 quantifications = 6 séries d'analyses.

   - Composition en matière organique totale : azote, phosphore.
     2 variantes à 2 dates = 4 séries d'analyses.

La mesure de la population lombricienne se fera en utilisant un extracteur de vers de terre par le courant électrique, appareil léger de faible encombrement permettant une récolte rapide d'animaux en bon état anatomique et physiologique sans perturbation de l'état physique du sol (les animaux sont extraits, quantifiés et remis en place).

Autres techniques peuvent être utilisées pour extraire les vers de terre : on a essayé de mettre du sel à la concentration de 5 mg/l mais les vers ne sont pas sortie.

L'introduction de Formol dans la quantité de 25 mg/10 l c'est encore autre technique qui a déjà obtenu son succes.

La quantification de la population donnera l'information sur son développement qui dépend notamment des caractéristiques du climat et de l'alimentation.

La composition en phosphore de la matière organique totale initiale et finale indiquera s'il y a concentration de ce contaminant dans le lombrifiltre.

2) Suivi continu des variables :
   - Température
   - Débit d'eau d'entrée
   - Débit d'eau de sortie
   - ph

Pour faire ces mesures on se dispose de thermomètres et ph-mètre ; les débits seront contrôlés par mesure de volumes.

3) Etude comparative des changements des caractéristiques aqueuses
Durée : 3 mois complètes, 1 fois pour semaine : 24 dates (deux colonnes)
1 eau d'entrée + 1 eau de sortie = 2 analyses sur prise quotidienne moyenne

MES (matières en suspension), DCO (demande chimique en oxygène), N (ammoniacal, nitrates, nitrites, Kjeldhal), P (orthophosphates), O_2 dissous.

7 analyses * 48 dates = 336 unités d'échantillonnage.

On dispose de méthodes analytiques pour l'étude de ces paramètres biochimiques et de une oxy-thermometre type O2T-CE pour la mesure de l'oxygène dissous.

4) Etude des mécanismes par :
- Suivi des populations lombriciennes, à la fin, une fois pour mois.
- Composition de la phase gazeuse dans les colonnes. Mesure O_2, N_2 et CO_2 dans les trois niveaux du lombrifiltre. 1 fois pour semaine. Pour déterminer la composition de la phase gazeuse on utilisera l'analyseur de gaz à infrarouge GA 94 (Geotechnical Instruments), qui a été envoyé à son distributeur pour réaliser une recalibrage simple.

B) Condition d'opération

- Lombrifiltre circulaire de 0.4 m. de diamètre (D) et profondeur 1.2 m. (H)

- Débit (Q) :

$Q = T * A$

où T = taux = 1 m^3/m^2/jour

A = aire du lombrifiltre = pi * $D^2/4$

$Q = 0.126\ m^3$/jour = 87.5 ml/min.

Q_{batch} = 5.25 l/5min = 1.05 l/min

- Nombre de lombrics :

La première epreuve de suivre la population lombriciennes a nous porté les résultats suivantes :

405 par litre de lombricompost (Annexe 4)

On met sur les colonnes la même concentration de lombrics qu'il y a dans les bacs de la station.

5.5 Le travail d'équipe (Bouché, 1999)

La difficulté qu'est apparue au cours de l'implantation du pilote de Combaillaux cest plutôt d'ordre structurelle liée à la dispersio-diverdité des responsabilité.

La richesse même des coopérations initiales a entraîné 1), et **c'est une condition essentielle de succès,** une approche simultanément socio-économique permettant de définir une stratégie par rapport aux demandes sociales, une recherche développement avec les meilleures compétences disponibles et un transfert de connaissances (savoir-faire et acquis fondamentaux) entre participants franco-chiliens, 2), et **ceci a été sous estimé** une dispersion de décideurs au niveau laboratoire, organisationnel, communal, etc.

Chacun était motivé et percevait avec pertinence la partie du problème qu'il appréhendait mais chacun percevait mal les problèmes non pris en compte ou peu pris en compte à un autre niveau faute d'une vision globale.

Certains problèmes sont restés sans solution ce qui a induit quelques carences et retards. Ceci étant aggravé par l'absence de personnel stable se consacrant aux travaux (stage étudiants, C.D.D.). Ainsi la réalisation du gros œuvre, trop tardive, n'a pas permis d'attribuer les étudiants liés au rythme universitaire au projet au printemps 1998. Aussi, un «détail » aux yeux de certains, l'absence d'un calibrage contrôlé des éléments solides envoyés dans les asperseurs a été négligé ou sous estimé. Le projet initial incluait un tel calibrage (par broyage) mais l'absence de matériels industriels du commerce adéquats pour telle petite unité a conduit :

1) à écarter cette exigence dont l'utilité a échappé aux réalisateurs

2) à rechercher ensuite des «solutions » pour tourner la difficulté ainsi crée en créant d'autres problèmes sans résoudre cette carence. Il n'y a eu que perte de l'aspersion fine et homogène nécessaire sans pourtant obtenir un non-colmatage par les solides non criblés.

3) **En conséquence** deux solutions ont été apportées :

a) La création d'un comité de pilotage :

Marcel Bouché (Laboratoire de Zooécologie du sol-INRA)
François Brissaud (Laboratoire de Géofluides Bassins Eau –UM2)
Dario Di Gangi (Stagiaire ISIM-INRA)
Sebastien Fonbonne (Association VERSeau)
Rodolphe Gendre (Municipalité de Combaillaux)
Christian Joseph (Laboratoire de Géofluides Bassins Eau –UM2)
Meyling Lay-Son (Stagiaire DEA-UM2)
Yvon Rivière (S.A.T.E.S.E.-Hérault)
Jacques Serrane (Municipalité de Combaillaux)
Patricio Soto (Laboratoire de Zooécologie du sol-INRA)

désignant **un responsable** (Sébastien Fonbonne) devant s'assurer de la cohérence des diverses propositions, initiatives et solutions proposées. Le présent rapport fournit à Sébastien Fonbonne la première vision d'ensemble (chap.3, 4, 5) sur l'enchaînement des opérations. Cet enchaînement exige que toute modification dans la chaîne des opérations soit évaluée quant à ses conséquences ultérieures. Beaucoup de temps a été perdu par cette incapacité d'intégrer l'ensemble des intéractions.

b) La rédaction d'un document de synthèse et futur article de synthèse par M. Bouché et P. Soto (Doc. Pédozoologique et Intégrologique, 5,4,) détaillant le pourquoi et le comment, l'historique et le développement, etc.

VI Résultats, interprétation : possible optimisation et entretien

En l'état actuel nous disposons de la connaissance pratique de mise en oeuvre à Mellipilla (région de Santiago, Chili), à Combaillaux et en autres, plus ou moins petites implantations au Chili.

Depuis deux années, on connait l'efficacité de la lombrifiltration et sa maintenance à Mellipilla.

A Combaillaux on a les résultats au niveau des colonnes expérimentales actuellement : on note aussi que ces résultats il faut le prendre avec les pinces, pour utiliser une expression typique italienne.

Les defauts de l'expérimentation sont du au manque d'expérience dans le nouveau sujet, à la présence de voleurs à la station qui n'a nous permet de conduire les analyses en manière continue, mais surtout à la mal interpretation des résultats.

Quand meme on peut commencer à apprecier la validité du procédé en regardant, avec beaucoup d'attention, les graphiques qui se référrent aux résultats prises sur les colonnes expérimentales. (Annexe 6)

Maintenant qu'on a mis en route la vraie lombrifiltration, on envisage de prendre les premières analyses à la sortie des bacs à la fin du mois d'aout.

L'interpretation de ses résultats nous amenera à mieux comprendre les mécanismes d'abattement des paramétres de pollution dans la couche « active ».

VIII Références Bibliographiques

Anderson, J. M., P. Ineson e S. A. Huish, 1983 – THE EFFECTS OF ANIMAL FEEDING ACTIVITIES ON ELEMENT RELEASE FROM DECIDUOUS FOREST LITTER AND SOIL ORGANIC MATTER. *In* « New Trends In Soil Biology VIII Colloque ».

Bernard, J., 1992 –APPROCHE SYSTEMIQUE DE L'ENTREPRISE ET SON INFORMATISATION. Masson, Paris Milan Barcelone Bonn, 25-44.

Bouché, M.B., 1996 – INTEGROLOGIE L'addressage des connaissances ou le doigt sur la plaie. M.B. Bouché, Montpellier, 49-71.

Bouché, M.B., 1972 – LOMBRICIENS DE FRANCE, ECOLOGIE ET SYSTEMATIQUE. Inra, Institut National de la Recherche Agronomique, 1-668.

Bouché, M.B., sous presse –THE DESIGN OF COMPREHENSIVE URBAN RECYCLING SYSTEMS INVOLVING VERMICOMPOSTING. *In* C.A. Edwards & D. Dindal.

Bouché, M.B., F. Brissaud, Qiu J. – P., A. Soto, P. Soto & J. Toha, en prép. – A NEW SEWAGE AND ORGANIC LIQUID WASTE TREATEMENT : THE VERMIFILTRATION. Proc. Vith Intern. Sympos. Earthworm Ecol.

Bravo, E., 1993 – BIOINGEGNERIA Y OPTIMIZACION DE UN NUEVO PROCESO DE TRATAMIENTO NATURAL DE AGUAS SERVIDAS. Thesis, Civil Ingenieria, Facultad de Ciencias Fisicas y Matematicas, Universidad de Chile.

Brissaud, F., J. Lesavre, V. Lahouissine-Turcaud, 1993 - EPURATION DES EAUX USEES URBAINES PAR INFILTRATION-PERCOLATION : ETAT DE L'ART ET ETUDES DE CAS. Document réalisé sous la direction des Agences de l'Eau et du Ministère de l'Environnement

Dindal, D.L., D.P. Schwert, J.-P. Moreau & L. Theoret, 1977 – EARTHWORM COMMUNITIES AND SOIL NUTRIENT LEVELS AS AFFECTED BY MUNICIPAL WASTEWATER IRRIGATION. *In* « Soil Organisms as Components of Ecosystems,Ecological Bulletin/NFR 25, U. Lohm & T. Persson.

Dominguez Martin, J, 1996 – ESTUDIO Y COMPARACION DE LOS PROCESOS DE COMPOSTAJE Y VERMICOMPOSTAJE, Aplicacion Pràctica al Tratamiento de Purines de Cerdo. Unversidad de Vigo, Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente.

Edwards, C.A. e Lofty, J.R., 1977 – BIOLOGY OF EARTHWORMS. Chapman and Hall, London, 1-333.

Ellitt, P. W., D. Knight & J. M. Anderson, 1990 – DENITRIFICATION IN EARTHWORM CASTS AND SOIL FROM PASTURE UNDER DIFFERENT FERTILIZER AND DRAINAGE REGIMES. Review soil biology and biochemistry, 22, 5, 601-605.

Lee, K.E., 1985 – EARTHWORMS, Their Ecology and Relationship with Soils and Land Use. Academic Press, 1-241.

Lyonnaise des eaux, 1994 – MEMENTO DU GESTIONNAIRE DE L 'ALIMENTATION EN EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT, Assainissement Urbaine. Tecnique & Documentation – Lavoisier, 2, 569-667.

Milhau, C., & M. Vignoles, 1984 – TREATEMENT OF SOLID WASTES : ONE SOLUTION – VERMICOMPOSTING. Conf. Earthworm in Waste and Environmental Management, Cambridge, U.K., 26-28/07/1984 (unpublished).

Montecinos Sahan, L., 1992 - DISENNO BIOLOGICO PARA LODOS Y RESIDUOS INDUSTRIALES LIQUIDOS A BASE DE LOMBRICULTURA Thesis, Civil Ingenieria, Facultad de Ciencias Fisicas y Matematicas, Universidad de Chile.

Roumagnac, A., 1986 – MODELISATION DE L'HYDRAULIQUE D'UN DRAIN D'EPANDAGE. Isim, Institut des Sciences de l'Ingénieur de Montpellier, Département STE.

Sheppard, P.S., 1998 –Specific differences in *cocoon* and Hatchling Production in *Eisenia Fetida* and *E. Andrei. In* Edwards, C.A., &E.F.Neuhauser (eds). EARTHWORMS IN WASTE AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT . spb Academic Publishing, The Hague, The Netherlands, 83-92.

Svensson, B. H., U. Bostrom e L. Klemedtson, 1986 – POTENTIAL FOR HIGHER RATES OF DENITRIFICATION IN EARTHWORM CASTS THAN IN THE SURROUNDING SOIL. Review soil biology and biochemistry, 2, 3, 147-149.

Toha, J., A. Soto & S. Contreras, Settembre 1998 - A NEW ECOLOGICAL WASTE WATER TREATEMENT COMBINING A DYNAMIC BIOFILTER PLUS UV IRRADIATION. Biofisica, Departamento de Fisica, Facultad de Ciencias Fisicas y Matematicas, Universidad de Chile

Valencia Zunino P. N., 1995- ESTUDIO DE TRATAIMIENTO DE AGUAS SERVIDAS CON SISTEMAS COMBINADOS DE LOMBRIFFILTRO Y ABATIMIENTO MICROBIAL. Thesis, Civil Ingenieria, Facultad de Ciencias Fisicas y Matematicas, Universidad de Chile.

White, S., 1997. A vermi-adventure to India !. Worm digest, **15**, 1, 27, 30.

IX Annexes

- Annexe 0

Figures relatives au corps du texte

- Annexe1

Niveaux de rejet définis par la Directive européenne 91/271

- Annexe 2

Dimensionnement réseau d'aspersion et graphiques relatives

- Annexe 3 Schéma de bacs

Remplissage des colonne expérimentales

- Annexe 4

Suivi de la population des lombrics

- Annexe 5

Protocole d'alimentation des lombrifiltres (Aout 1999)

- Annexe 6

Résultats des colonnes expérimentales et graphics relatives

- Annexe 7

Remplissage des lombrifiltres ajournée à aout 1999

- Annexe 8 Résultats divers

Diverses (caractéristique de la pompe, fournisseurs des materiaux)

- Annexe 9 à 14 Méthodes utilisées

Annexe 0

Figure 1 – Section verticale du lombrifiltre

Figure 2 – Station des Sajolles (ou de la Balagade)

Figure 3 – Topographie du lieu de la station

Figure 4 – Station de Combaillaux

Figure 5 – Poste de relevage

Figure 6 – Les quatre bacs de lombrifiltre

Figure 7 – Lombricompost

Figure 8 – Eisenia Fetida Andrei

Figure 9 – Diapause du vers de terre

Figure 10 – Désinfection par ultra-violets (U.V.)

Figure 11 – Colonnes expérimentales

Figure 12 – Schema des colonnes expérimentales

Figure 3 – Topographie du lieu de la station

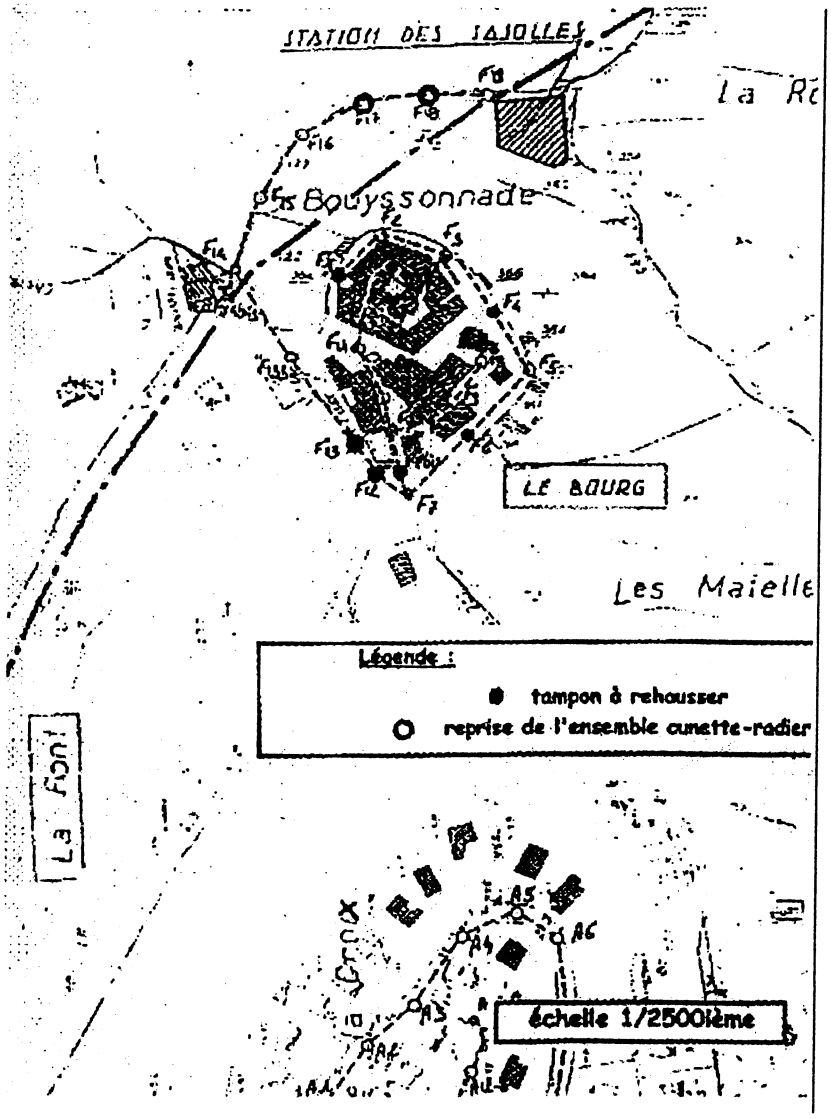


Figure 4 - Station de Comballaux

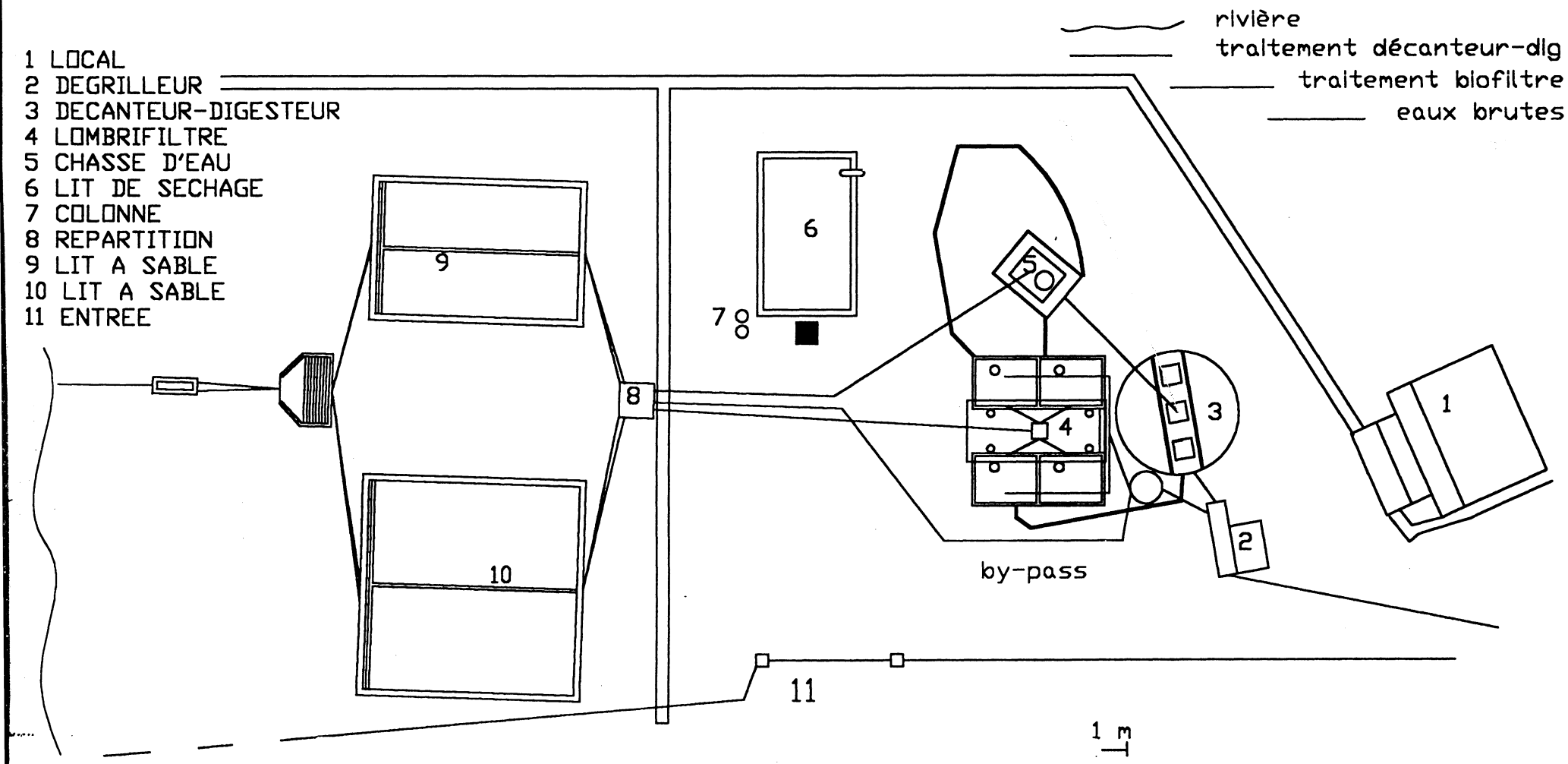


Figure 6 - Les quatre bacs de lombrifiltre

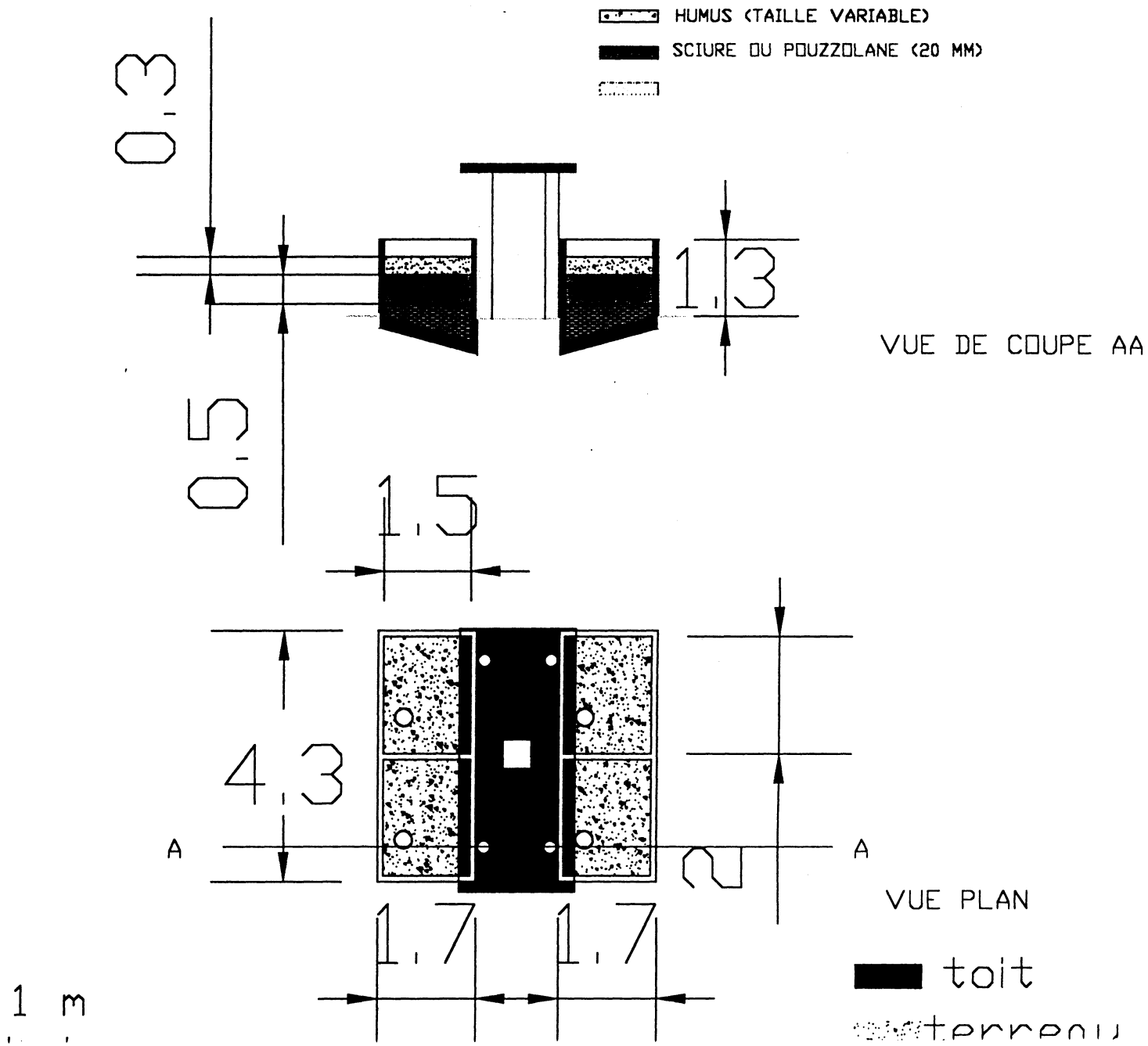


Figure 8 – Eisenia Fetida Andrei

Figure 9 – Diapause du vers de terre

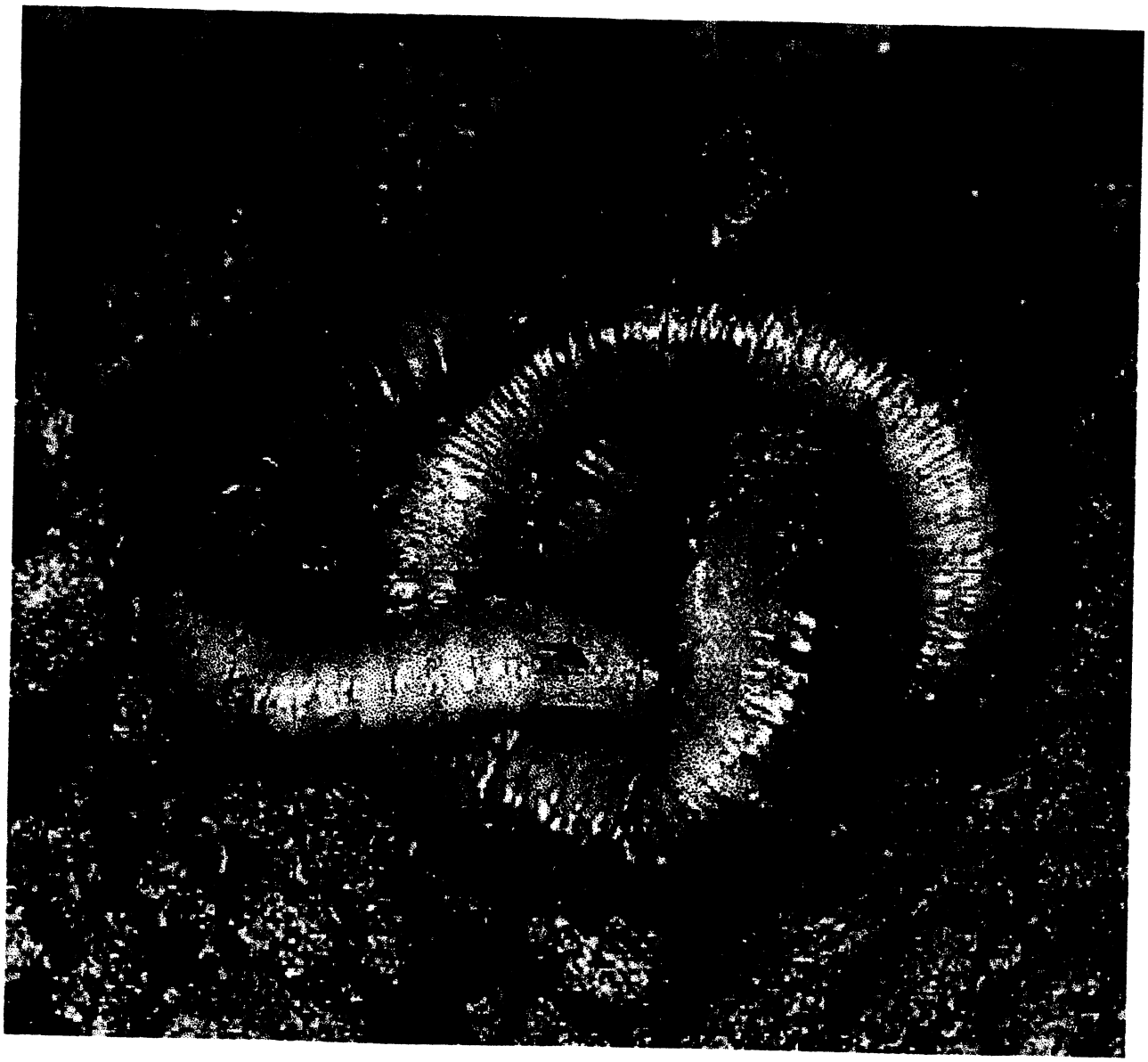
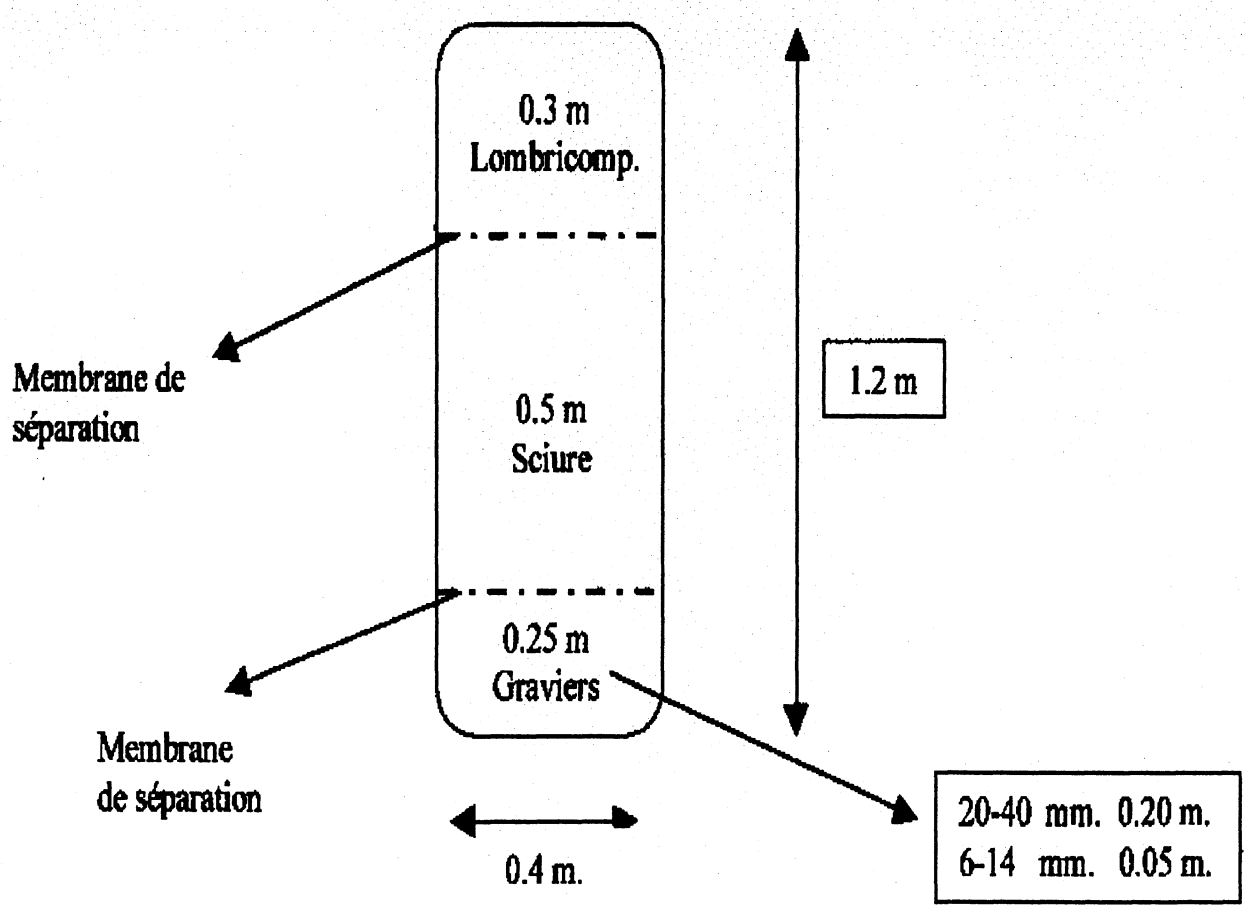


Figure 11 – Colonnes expérimentales

Figure 12 – Schema des colonnes expérimentales



Annexe 1

Tableau — *Niveaux de rejet définis par la Directive européenne 91/271*

Paramètres	Cas général		Milieux sensibles	
	Concentration	Pourcentage minimal de réduction (%)	Concentration	Pourcentage minimal de réduction (%)
DBO5*	25 mg/l O2	70 - 90		
DCO*	125 mg/l O2	75		
MES*	35 mg/l	90		
Pt**			2 mg/l P (EH compris entre 10 000 et 100 000) 1 mg/l P (EH de plus de 100 000)	80
NGL**			15 mg/l (EH compris entre 10 000 et 100 000) 10 mg/l (EH de plus de 100 000)	70-80

* évaluation sur échantillon moyen 24 h.
** évaluation sur une moyenne annuelle.

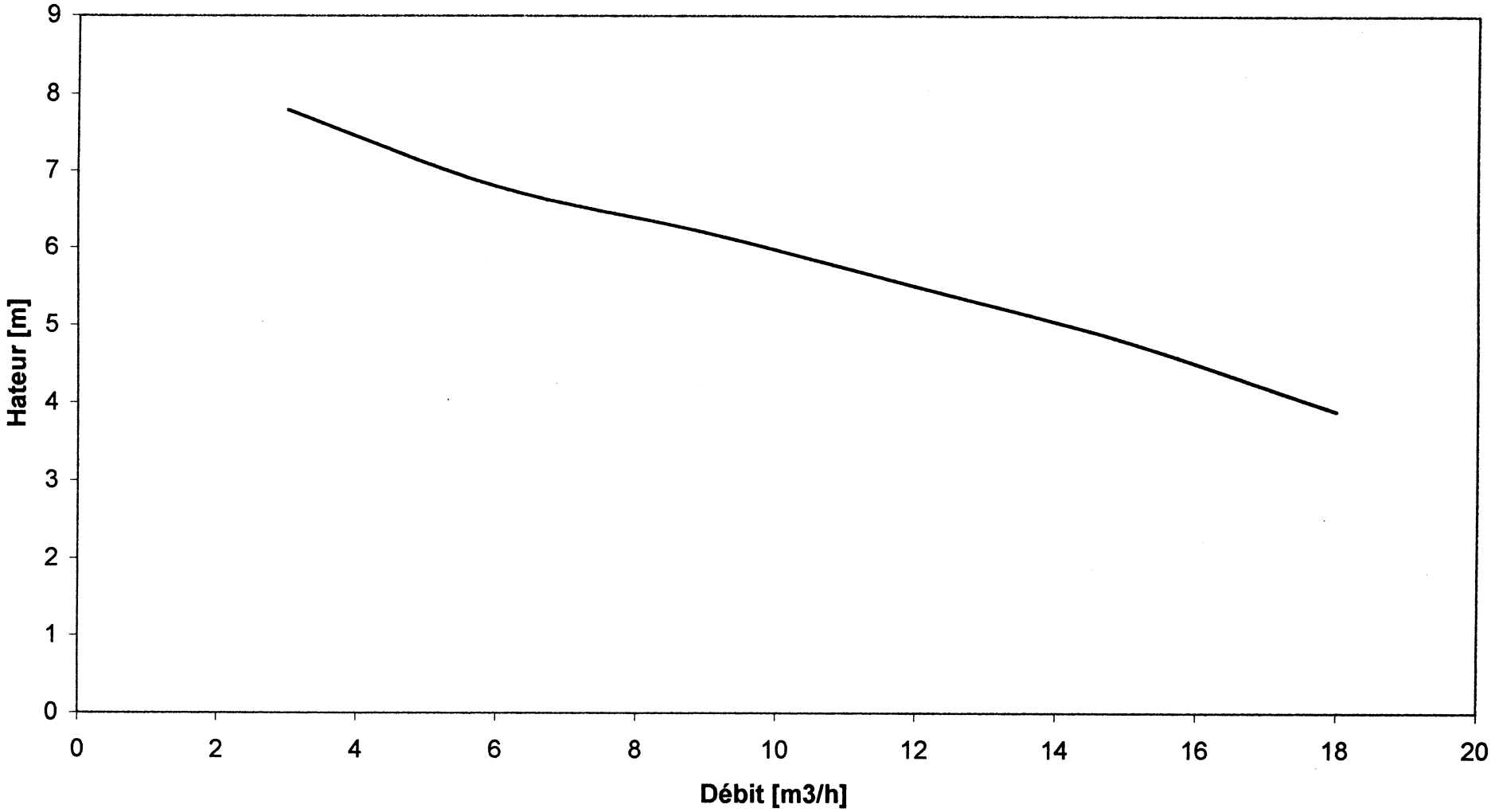
Annexe 2

Carectéristique Pompe			Débit [m3/s]	Vitesse [m/s]			[illegible]			H asp. Initiale
débit m3/h	hateur m	diametre m		d=0,05	d=0,06	d=0,04	pdc d=0,06	pdc d=0,05	pdc d= 0,04	UNIQUE
3	7,8	0,05	0,00083333	0,42462845	[illegible]	0,66348195	0,002161799	0,005139565	0,014833679	
6	6,8	0,05	0,00166667	0,8492569	[illegible]	1,32696391	0,007271398	0,017287366	0,049894351	
9	6,2	0,05	0,0025	1,27388535	0,8846426	1,99044586	0,014783511	0,035147021	0,10144043	
12	5,5	0,05	0,00333333	1,6985138	1,17952347	2,65392781	0,024457969	0,058147535	0,167823923	
15	4,8	0,05	0,00416667	2,12314225	1,47440434	3,31740977	0,036142061	0,085925849	0,24799698	
18	3,9	0,05	0,005	2,5477707	1,76928521	3,98089172	0,049725607	0,118220015	0,341203575	

H asp. Final	H asp.Final	(H init.)/12	(H init.)/12	J pour PVC	JL	vitesse m/s	k*EnerKin q1	Débit 2 trou q2	Jnew*1m	k*EnKin q3
d=0,06	d=0,05	d=0,06	d=0,05	pdc d=0.025	PDC d=0,025	d=0,025	pdc local 1	(Q/12)-q1	pdc vers trou2	pdc local 2
9,76611658	9,75420552		0,60963785	0,00108046	0,00054023	1,6985138	0,1907599	2,94444E-05	5,14724E-06	
8,67821994	8,63815606		0,53988475	0,003634221	0,00181711	3,397027601	0,1907599	9,88889E-05	4,28871E-05	
7,94176115	7,86030711		0,49126919	0,007388751	0,003694375	5,095541401	0,1907599	0,000168333	0,000108797	
7,05914118	6,92438292		0,43277393	0,012224013	0,006112007	6,794055202	0,1907599	0,000237778	0,000199122	
6,13188663	5,93275148		0,37079697	0,018063685	0,009031842	8,492569002	0,1907599	0,000307222	0,000311789	
4,96109894	4,68712131		0,29294508	0,024852697	0,012426348	10,1910828	0,1907599	0,000376667	0,000445394	

DEBIT CHOISI	Débit entrée bras aspersion	Pdc Local Entrée Bras	H asp Bac----	H asp Bac----	pdc local m	débit l/m	Débit de sortie de l'asp.	
asp/colmatage	q=0,6*section*RADQ(2gH)	dH=0,5*Qcarré/(sect.carré*2g	0,06	0,05	v2/2g		l/m	m3/s
					29,3877551	0	8	0,48
0,00004	0,000163066	0,002815132	[redacted]	[redacted]	16,5306122	50	6	0,36
0,00004	0,000153905	0,002507704	[redacted]	0,15650495	7,34693878	100	4	0,24
0,00004	0,00014753	0,002304258	0,27649045	0,10594622	4,13265306	150	3	0,18
0,00004	0,000139532	0,002061208	0,20043083	0,044943	2,86989796	200	2,5	0,15
0,00004	0,000130668	0,001807619	0,12012712	-0,02006647	1,83673469	250	2	0,12
0,00004	0,000118477	0,00148608	0,01903337	-0,10144646	45,9183673		10	0,6
m3/s					66,122449		12	0,72
					103,316327		15	0,9

Caractéristique de la Pompe



Annexe 3

Remplissage des colonnes

Colonne n° 1	**Poids (kg)**
Graviers (20-40 mm.)	24.86
Graviers (6-14 mm.)	13.03
Sciure	6.19
Lombricompost+ Terreau	20.01

Colonne n° 2	**Poids (kg)**
Graviers (20-40 mm.)	29.14
Graviers (6-14 mm.)	9.94
Sciure	11.46
Lombricompost+terreau	21.29

Annexe 4

Suivi de la population lombricienne 20/07/99 colonne 2; volume 1 litre=1dm3 ; nombre=405								
0,11	0,016	0,143	0,06	0,05	0,19	0,05	0,035	0,038
0,06	0,09	0,08	0,055	0,21	0,036	0,094	0,16	0,078
0,047	0,042	0,032	0,151	0,081	0,019	0,137	0,024	0,047
0,2	0,11	0,004	0,027	0,081	0,183	0,05	0,033	0,049
0,018	0,065	0,134	0,029	0,065	0,01	0,07	0,048	0,06
0,094	0,088	0,014	0,039	0,064	0,044	0,103	0,1	0,003
0,163	0,015	0,044	0,097	0,0107	0,128	0,095	0,06	0,12
0,026	0,09	0,066	0,077	0,035	0,17	0,133	0,023	0,035
0,23	0,3	0,016	0,057	0,052	0,068	0,113	0,025	0,094
0,039	0,041	0,052	0,068	0,022	0,042	0,104	0,12	0,125
0,017	0,036	0,023	0,041	0,14	0,083	0,103	0,057	0,106
0,105	0,025	0,071	0,059	0,04	0,016	0,008	0,024	0,1
0,137	0,066	0,035	0,125	0,018	0,127	0,118	0,063	0,006
0,036	0,034	0,062	0,048	0,065	0,085	0,048	0,023	0,064
0,087	0,093	0,04	0,087	0,068	0,116	0,054	0,067	0,052
0,036	0,061	0,025	0,015	0,037	0,046	0,045	0,054	0,009
0,134	0,023	0,041	0,06	0,049	0,021	0,038	0,047	0,035
0,048	0,032	0,032	0,142	0,066	0,103	0,017	0,054	0,042
0,031	0,056	0,013	0,14	0,025	0,063	0,009	0,063	0,044
0,045	0,057	0,039	0,157	0,152	0,004	0,012	0,048	0,036
0,131	0,072	0,057	0,057	0,048	0,004	0,078	0,005	0,038
0,005	0,074	0,042	0,067	0,085	0,042	0,069	0,029	0,052
0,052	0,058	0,033	0,025	0,054	0,031	0,038	0,101	0,019
0,045	0,031	0,033	0,018	0,03	0,094	0,014	0,057	0,041
0,063	0,017	0,016	0,095	0,038	0,041	0,035	0,043	0,024
0,09	0,19	0,042	0,044	0,091	0,16	0,053	0,005	0,137
0,014	0,097	0,044	0,049	0,008	0,075	0,149	0,049	0,127
0,048	0,054	0,026	0,055	0,022	0,023	0,039	0,078	0,012
0,026	0,051	0,045	0,051	0,093	0,097	0,064	0,053	0,091
0,079	0,026	0,019	0,047	0,041	0,015	0,028	0,033	0,156
0,037	0,12	0,091	0,027	0,016	0,027	0,053	0,019	0,061
0,019	0,038	0,01	0,02	0,028	0,017	0,032	0,008	0,016
0,098	0,019	0,026	0,017	0,077	0,036	0,014	0,04	0,016
0,04	0,045	0,068	0,024	0,034	0,012	0,022	0,066	0,04
0,032	0,041	0,017	0,03	0,081	0,11	0,051	0,029	0,023
0,006	0,135	0,038	0,042	0,068	0,024	0,02	0,037	0,026
0,03	0,037	0,054	0,047	0,053	0,051	0,008	0,014	0,034
0,082	0,035	0,007	0,022	0,034	0,031	0,061	0,042	0,02
0,03	0,039	0,028	0,026	0,094	0,016	0,03	0,044	0,009
0,026	0,094	0,016	0,03	0,044	0,009	0,026	0,063	0,037
0,016	0,09	0,067	0,066	0,028	0,044	0,053	0,028	0,066
0,042	0,025	0,054	0,019	0,068	0,024	0,021	0,016	0,022
0,024	0,025	0,033	0,004	0,013	0,031	0,027	0,033	0,03
0,018	0,012	0,033	0,013	0,056	0,033	0,029	0,21	0,034
0,033	0,037	0,034	0,008	0,02	0,042	0,037	0,041	0,7
Poids Total Pesé Avant		29 gr.				Poids Total Après		22,7817

Annexe 5

PROTOCOLE D'ALIMENTATION DES LOMBRIFILTRES

Essais pour dessiner le protocole d'alimentation des lombrifiltres

Première essai

Bac 1	10l/35sec	1,02 m3/h
Bac 2	10l/28sec	1,28 m3/h
Bac 3,4	20l/68sec	1,06 m3/h

Deuxième essai

Bac 1	10l/34sec	1,06 m3/h
Bac 2	10l/26sec	1,38 m3/h
Bac 3,4	20l/70sec	1,02 m3/h

Troisième essai

Bac 1	10l/45sec	0,79 m3/h		1
Bac 2	10l/27sec	1,33 m3/h	proportion	1,69
Bac 3,4	20l/59sec	1,22 m3/h		1,54

On suppose un fonctionnement de l'aspersion dans le bac, de 3 min chaque 2 heure.
On trouve que le taux d'alimentation pour chaque bac est :

Bac 1	0,949	m3/m2/jour
Bac 2	1,596	m3/m2/jour
Bac 3,4	1,464	m3/m2/jour

Annexe 6

DATE :12/05/99 Heure: 12:00 hr

Colonne	MES (e) [mg/l]	MES (s) [mg/l]	DCO (e) [mg/l]	DCO (s) [mg/l]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]	N-NH_4 (e) [mg/l]	N-NH_4 (s) [mg/l]	N-NO_3 (e) [mg/l]	N-NO_3 (s) [mg/l]	N-NO_2 (e) [mg/l]
1	/	/	840	160	92,96	/	/	/	4	10,5	0,002
2	/	/	800	240	92,96	27,44	/	/	2,4	12	0,002
pH_1(e)	6,95	O_{21}(e)	2	pH_2(e)	6,72	O_{22}(e)	3,7				
pH_1(s)	6,36	O_{21}(s)	3,4	pH_2(s)	6,21	O_{22}(s)	3,1				

DATE : 21/05/99 Heure: 11:00 hr

Colonne	MES (e) [mg/l]	MES (s) [mg/l]	DCO (e) [mg/l]	DCO (s) [mg/l]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]	N-NH_4 (e) [mg/l]	N-NH_4 (s) [mg/l]	N-NO_3 (e) [mg/l]	N-NO_3 (s) [mg/l]	N-NO_2 (e) [mg/l]
1	23,3	1,3	450	200	78,96	2,8	> 50	5,5	2,6	3,3	0,014
2	23,3	1,7	450	200	78,96	13,4	> 50	9,5	2,6	6,3	0,014
pH_1(e)		O_{21}(e)	2,8	pH_2(e)		O_{22}(e)	2,8				
pH_1(s)		O_{21}(s)	7,6	pH_2(s)		O_{22}(s)	2,4				

DATE : 18/06/99 Heure: 9:00 hr

Colonne	MES (e) [mg/l]	MES (s) [mg/l]	DCO (e) [mg/l]	DCO (s) [mg/l]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]	N-NH_4 (e) [mg/l]	N-NH_4 (s) [mg/l]	N-NO_3 (e) [mg/l]	N-NO_3 (s) [mg/l]	N-NO_2 (e) [mg/l]
1	80,5	12,3	690	425	257,6	11,2	155	70	5,4	0,4	0,025
2	74	49,3	600	1200	221,76	40,32	135	80	4,1	4	0,015
pH1(e)	7,97	O21(e)	0,6	pH2(e)	8	O22(e)	0,6	REDOX1 (e)	-226	REDOX2 (e)	-181
pH1(s)	6,4	O21(s)	1,6	pH2(s)	6,16	O22(s)	1,3	REDOX1 (s)	-165	REDOX2 (s)	-134

DATE: 26/06/99 Heure: 12:00 hr

Colonne	MES (e) [mg/l]	MES (s) [mg/l]	DCO (e) [mg/l]	DCO (s) [mg/l]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]	N-NH_4 (e) [mg/l]	N-NH_4 (s) [mg/l]	N-NO_3 (e) [mg/l]	N-NO_3 (s) [mg/l]	N-NO_2 (e) [mg/l]
1	70		700		5,6		142,24		5,7		0,016
2	74,5	33,7	620	375	5,6	2,8	15,68	85,12	6,5	4,5	0,067
pH1(e)	7,59	O21(e)	0,8	pH2(e)	7,76	O22(e)	1	REDOX1 (e)	-240	REDOX2 (e)	-191
pH1(s)	6,41	O21(s)	2,4	pH2(s)	6,82	O22(s)	0,5	REDOX1 (s)	-93	REDOX2 (s)	-180

DATE :12/05/99

Colonne	$N\text{-}NO_2$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_2$ (s) [mg/l]	PO_4^{2-}(e) [mg/l]	PO_4^{2-}(s) [mg/l]
1	0,002	0,05	>	>
2	0,002	0,05	>	>

DATE :21/05/1999

Colonne	$N\text{-}NO_2$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_2$ (s) [mg/l]	PO_4^{2-}(e) [mg/l]	PO_4^{2-}(s) [mg/l]	Turbidité (e) [FTU]	Turbidité (s) [FTU]
1	0,014	0,008	24,5	0,5	160	80
2	0,014	0,01	24,5	6,5	160	90

DATE :18/06/99

Colonne	$N\text{-}NO_2$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_2$ (s) [mg/l]	PO_4^{2-}(e) [mg/l]	PO_4^{2-}(s) [mg/l]	Turbidité (e) [FTU]	Turbidité (s) [FTU]
1	0,025	0	34,5	18,75	250	120
2	0,015	0,016	33	27	170	240
		T° 1 (e)	25	T° 2 (e)	24,4	
		T° 1 (s)	24,8	T° 2 (s)	25,2	

DATE :26/06/99

Colonne	$N\text{-}NO_2$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_2$ (s) [mg/l]	PO_4^{2-}(e) [mg/l]	PO_4^{2-}(s) [mg/l]	Turbidité (e) [FTU]	Turbidité (s) [FTU]
1	0,016		23,25		150	
2	0,067	0,012	24,25	31,75	180	96
		T° 1 (e)	21,4	T° 2 (e)	20,1	
		T° 1 (s)	20	T° 2 (s)	19,1	

DATE: 03/07/99 Heure: 09:00 hr

Colonne	MES (e) [mg/l]	MES (s) [mg/l]	DCO (e) [mg/l]	DCO (s) [mg/l]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_2$ (e) [mg/l]
1	62	13	260	800	5,6	8,4	4,48	8,4	3,5	0,5	0,028
2	75	30	360	475	8,4	7,84	7,84	7,84	4	2,5	0,02
pH1(e)	7,97	O21(e)	3,1	pH2(e)	7,92	O22(e)	0,9	REDOX1 (e)	-61	REDOX2 (e)	-123
pH1(s)	6,49	O21(s)	2,5	pH2(s)	6,58	O22(s)	0,8	REDOX1 (s)	-119	REDOX2 (s)	-194

DATE: 12/07/99

Colonne	MES (e) [mg/l]	MES (s) [mg/l]	DCO (e) [mg/l]	DCO (s) [mg/l]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_2$ (e) [mg/l]
1	54	18,7	240	400	8,4	8,4	8,4	8,4	1,5	1,5	0,025
2	39	34	290	450	77,28	7,84	8,4	7,84	8,2	2,5	0,013
pH1(e)	7,14	O21(e)	0,9	pH2(e)	7,16	O22(e)	0,2	REDOX1 (e)	-207	REDOX2 (e)	-234
pH1(s)	6,82	O21(s)	1,7	pH2(s)	6,44	O22(s)	1,7	REDOX1 (s)	-147	REDOX2 (s)	-126

DATE: 22/07/99

Colonne	MES (e) [mg/l]	MES (s) [mg/l]	DCO (e) [mg/l]	DCO (s) [mg/l]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (s) [mg/l]	PO_4^{2-}(e) [mg/l]
1	61	14,33	480	350	74,99	70,19	64,4	61,6	4,5	1,7	68
2	102,5	10,33	500	160	77,99	49,93	64,96	42	5,2	1	48,8
pH1(e)	7,6	O21(e)	0,6	pH2(e)	7,67	O22(e)	0,4	REDOX1 (e)	-233	REDOX2 (e)	-207
pH1(s)	6,7	O21(s)	1,3	pH2(s)	6,56	O22(s)	0,9	REDOX1 (s)	-141	REDOX2 (s)	-127

DATE :03/07/99

Colonne	$N\text{-}NO_2$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_2$ (s) [mg/l]	PO_4^{2-}(e) [mg/l]	PO_4^{2-}(s) [mg/l]	P. Total (e) [mg/l]	P. Total (s) [mg/l]	Turbidité (e) [FTU]	Turbidité (s) [FTU]
1	0,028	0	15,5	30	24,25	30		
2	0,02	0,023	20,7	52	23,4	30		
		T° 1 (e)	23,3	T° 2 (e)	23			
		T° 1 (s)	23,4	T° 2 (s)	23,8			

DATE :12/07/99

Colonne	$N\text{-}NO_2$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_2$ (s) [mg/l]	PO_4^{2-}(e) [mg/l]	PO_4^{2-}(s) [mg/l]	P. Total (e) [mg/l]	P. Total (s) [mg/l]	Turbidité (e) [FTU]	Turbidité (s) [FTU]
1	0,025	0,006	30	28	28	30	140	90
2	0,013	0,007	32	30	36	26	150	100
		T° 1 (e)	22	T° 2 (e)	22,1			
		T° 1 (s)	22	T° 2 (s)	22,4			

DATE: 22/07/99

Colonne	PO_4^{2-}(e) [mg/l]	PO_4^{2-}(s) [mg/l]	Turbidité (e) [FTU]	Turbidité (s) [FTU]
1	68	48,8	130	60
2	48,8	44	120	55

DATE: 29/07/99 Heure:9:00 hr Echantilloneur

Colonne	MES (e) [mg/l]	MES (s) [mg/l]	DCO (e) [mg/l]	DCO (s) [mg/l]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (s) [mg/l]	PO_4^{2-}(e) [mg/l]
1	58,5	8	320	445	76,16	78,4	62,72	77,84	2,7	0,8	40
2	58,5	10,3	320	150	76,16	35,84	62,72	49,28	2,7	1,5	40
pH1(e)	7,88	**O21(e)**	2,7	**pH2(e)**	7,88	**O22(e)**	2,7	**REDOX1 (e)**	59,6	**REDOX2 (e)**	59,6
pH1(s)	6,74	**O21(s)**	2,5	**pH2(s)**	6,84	**O22(s)**	2	**REDOX1 (s)**	-106	**REDOX2 (s)**	-126

DATE: 06/08/99

Colonne	MES (e) [mg/l]	MES (s) [mg/l]	DCO (e) [mg/l]	DCO (s) [mg/l]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NH_4$ (s) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (e) [mg/l]	$N\text{-}NO_3$ (s) [mg/l]	PO_4^{2-}(e) [mg/l]
eau fresh	72,5	22	350	560	32,97	61.83 - 67.2	32,48	60,48	3	1	16
eau cuve	146,27	18,7	540	350	84,97	54,39	76,16	48,16	3,3	0,3	34
echantilloneur	114,5		350		46,4		35,84		2,9		18,4
pH1(e)	7.83-7.46-8.09	**O21(e)**	2.3-0.6-3.8	**pH2(e)**	7.83-7.46-8.09	**O22(e)**	2.3-0.6-3.8	**REDOX1 (e)**	65-(-)173-67	**REDOX2 (e)**	65-(-)173-67
pH1(s)	6,49	**O21(s)**	1	**pH2(s)**	6,37	**O22(s)**	1,9	**REDOX1 (s)**	-158	**REDOX2 (s)**	-109

DATE: 29/07/99

Colonne	PO_4^{2-}(e) [mg/l]	PO_4^{2-}(s) [mg/l]	P. Total (e) [mg/l]	P. Total (s) [mg/l]	Turbidité (e) [FTU]	Turbidité (s) [FTU]
1	40	40	36,8	48	100	60
2	40	26	36,8	27	100	55
		T° 1 (e)	21,5	T° 2 (e)	21,5	
		T° 1 (s)	21,8	T° 2 (s)	22,5	

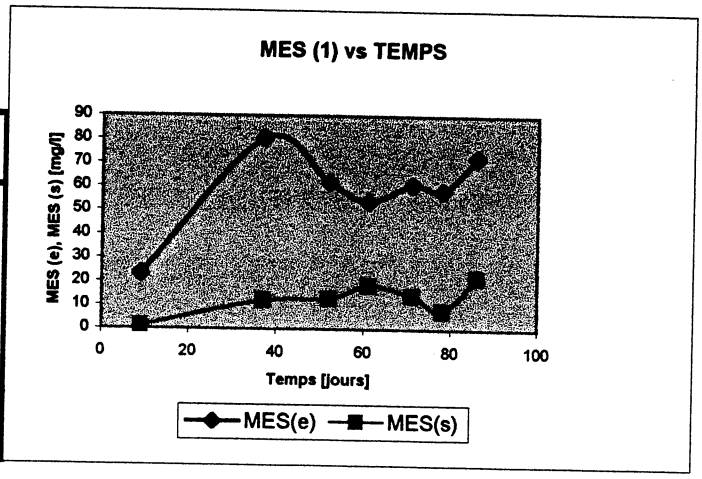
DATE: 06/08/99

Colonne	PO_4^{2-}(e) [mg/l]	PO_4^{2-}(s) [mg/l]
eau fresh	16	46
eau cuve	34	40
echantilloneu	18,4	

Graphiques Abattement Matière en Suspension

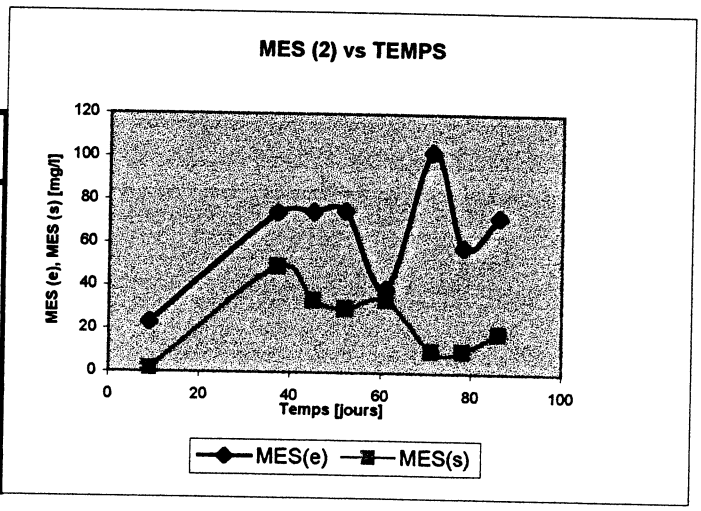
COLONNE 1 Mise en route 12/05/99
Alimentation en continu

Tiempo [jours]	MES(e) [mg/l]	MES(s) [mg/l]
9	23,3	1,3
37	80,5	12,3
52	62	13
61	54	18,7
71	61	14,33
78	58,5	8
86	72,5	22



COLONNE 2 Mise en route 12/05/99
Alimentation en bâché

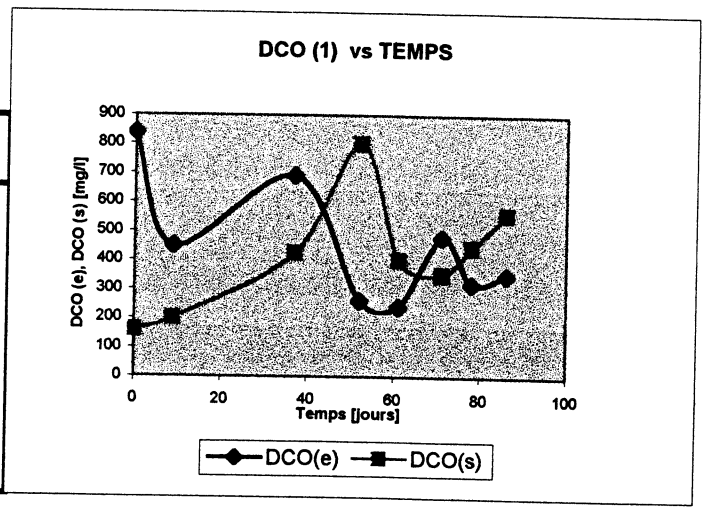
Tiempo [jours]	MES(e) [mg/l]	MES(s) [mg/l]
9	23,3	1,7
37	74	49,3
45	74,5	33,7
52	75	30
61	39	34
71	102,5	10,33
78	58,5	10,3
86	72,5	18,7



Graphiques Abattement DCO

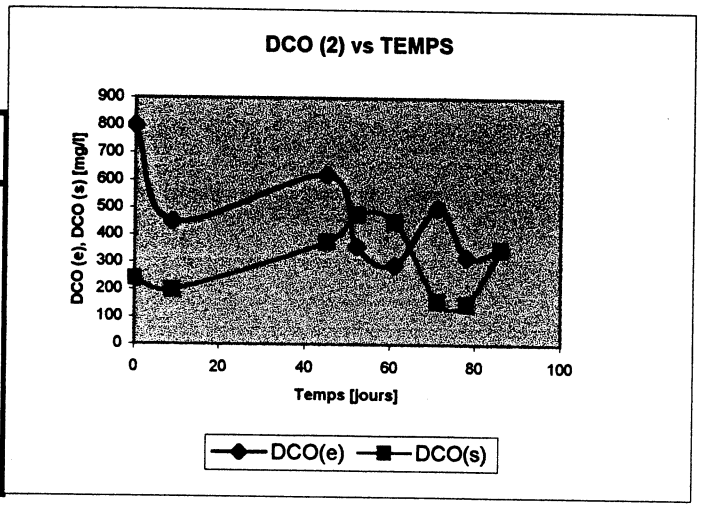
COLONNE 1 Mise en route 12/05/99
Alimentation en continu

Tiempo [jours]	DCO(e) [mg/l]	DCO(s) [mg/l]
0	840	160
9	450	200
37	690	425
52	260	800
61	240	400
71	480	350
78	320	445
86	350	560



COLONNE 2 Mise en route 12/05/99
Alimentation en bâché

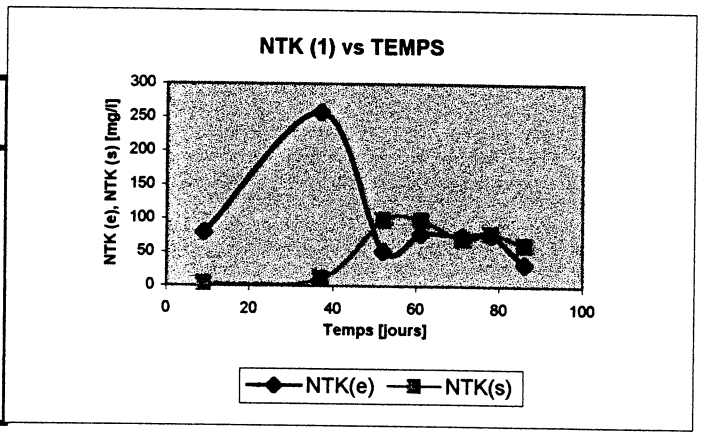
Tiempo [jours]	DCO(e) [mg/l]	DCO(s) [mg/l]
0	800	240
9	450	200
45	620	375
52	360	475
61	290	450
71	500	160
78	320	150
86	350	350



Graphiques Abattement NTK

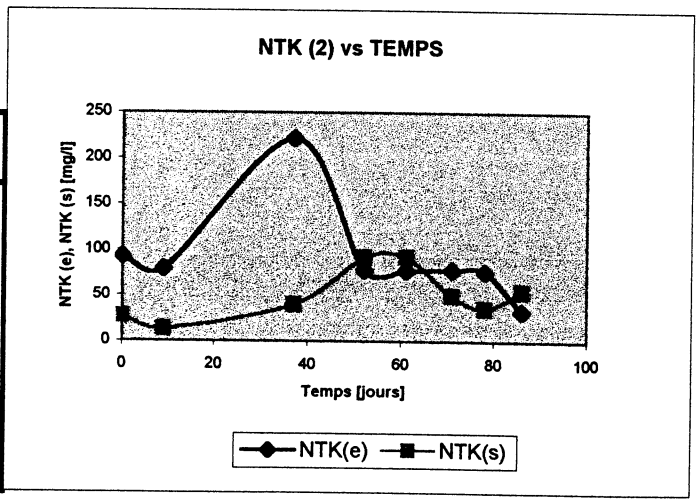
COLONNE 1 Mise en route 12/05/99
Alimentation en continu

Tiempo [jours]	NTK (e) [mg/l]	NTK (s) [mg/l]
9	78,96	2,8
37	257,6	11,2
52	51,81	98,45
61	77,72	98,45
71	74,99	70,19
78	76,16	78,4
86	32,97	61,83



COLONNE 2 Mise en route 12/05/99
Alimentation en bâché

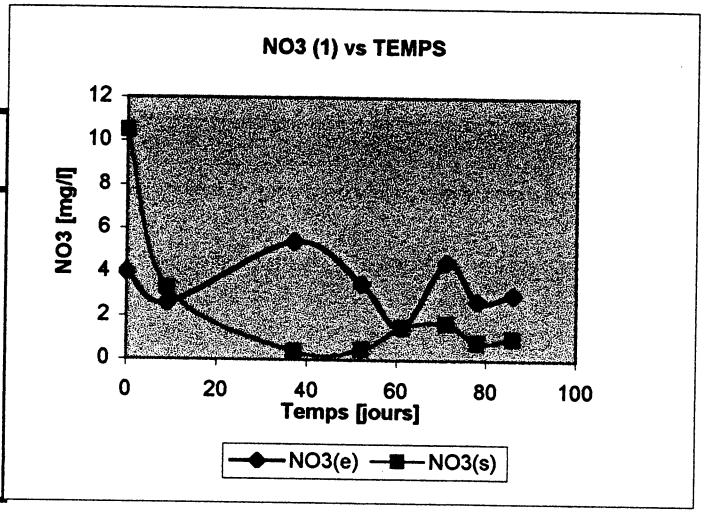
Tiempo [jours]	NTK(e) [mg/l]	NTK(s) [mg/l]
0	92,96	27,44
9	78,96	13,4
37	221,76	40,32
52	77,72	91,89
61	77,28	91,89
71	77,99	49,93
78	76,16	35,84
86	32,97	54,39



Graphiques Comportement NO_3

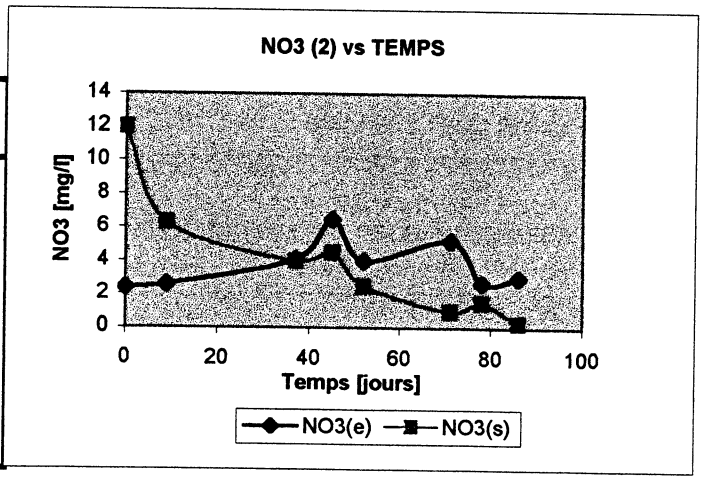
COLONNE 1 Mise en route 12/05/99
Alimentation en continu

Tiempo [jours]	NO_3 (e) [mg/l]	NO_3 (s) [mg/l]
0	4	10,5
9	2,6	3,3
37	5,4	0,4
52	3,5	0,5
61	1,5	1,5
71	4,5	1,7
78	2,7	0,8
86	3	1



COLONNE 2 Mise en route 12/05/99
Alimentation en bâché

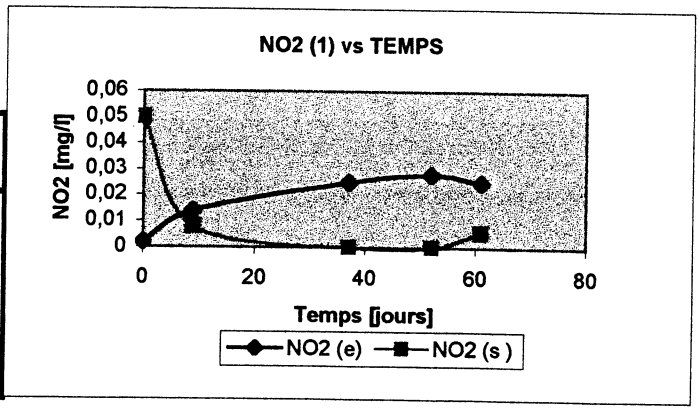
Tiempo [jours]	NO_3 (e) [mg/l]	NO_3 (s) [mg/l]
0	2,4	12
9	2,6	6,3
37	4,1	4
45	6,5	4,5
52	4	2,5
71	5,2	1
78	2,7	1,5
86	3	0,3



Graphiques Comportement NO2

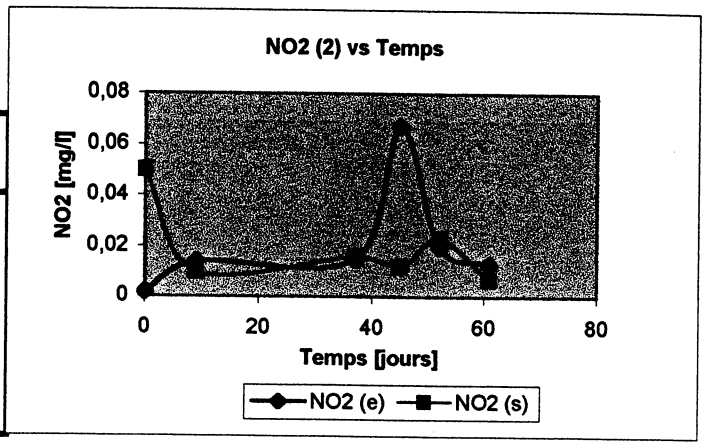
COLONNE 1 Mise en route 12/05/99
Alimentation en continu

Tiempo [jours]	NO_2 (e) [mg/l]	NO_2 (s) [mg/l]
0	0,002	0,05
9	0,014	0,008
37	0,025	0
52	0,028	0
61	0,025	0,006



COLONNE 2 Mise en route 12/05/99
Alimentation en bâché

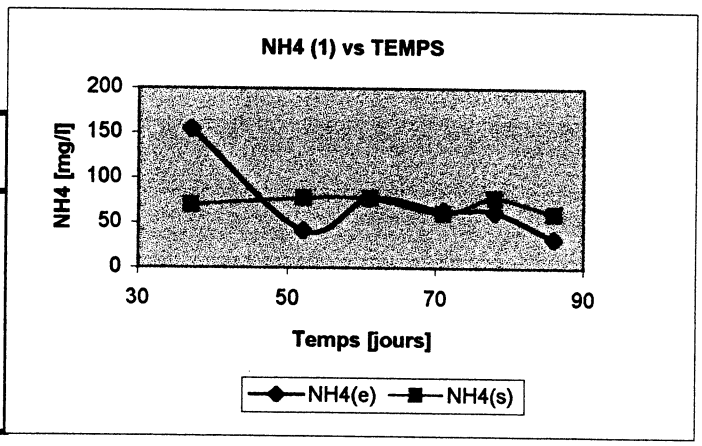
Tiempo [jours]	NO_2 (e) [mg/l]	NO_2 (s) [mg/l]
0	0,002	0,05
9	0,014	0,01
37	0,015	0,016
45	0,067	0,012
52	0,02	0,023
61	0,013	0,007



Graphiques Comportement NH4

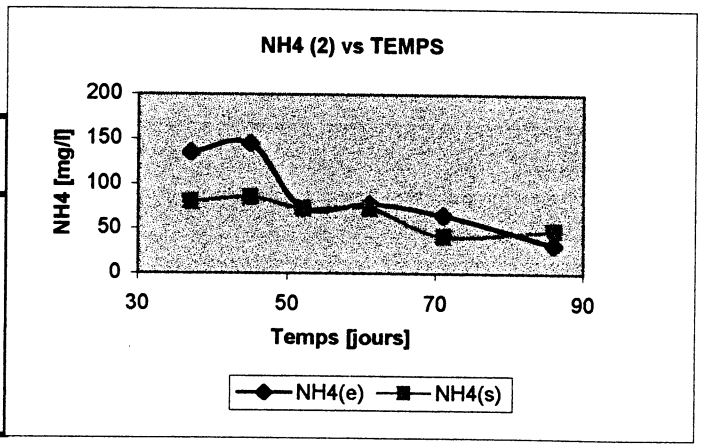
COLONNE 1 Mise en route 12/05/99
Alimentation en continu

Tiempo [jours]	NH_4 (e) [mg/l]	NH_4 (s) [mg/l]
37	155	70
52	41,45	77,72
61	77,72	77,72
71	64,4	61,6
78	62,72	77,84
86	32,48	60,48



COLONNE 2 Mise en route 12/05/99
Alimentation en bâché

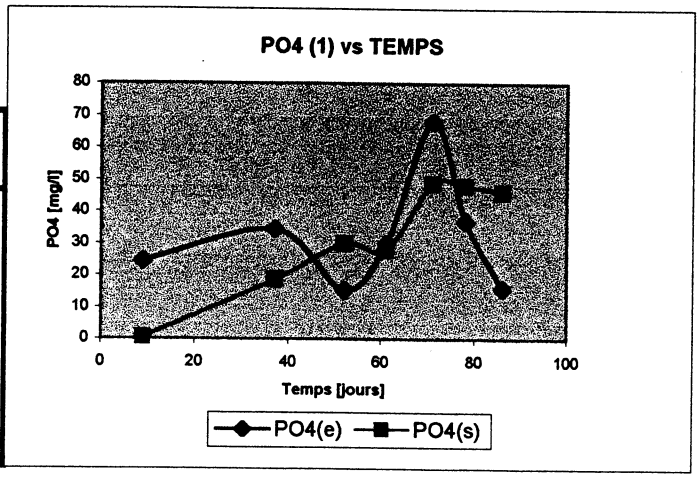
Tiempo [jours]	NH_4 (e) [mg/l]	NH_4 (s) [mg/l]
37	135	80
45	145,08	85,12
52	72,54	72,54
61	77,72	72,54
71	64,96	42
86	32,48	48,16



Graphiques Abattement Orthophosphates

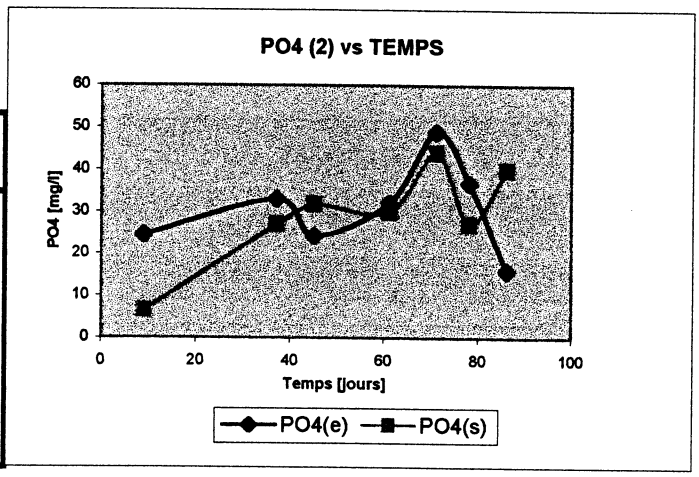
COLONNE 1 Mise en route 12/05/99
Alimentation en continu

Tiempo [jours]	PO_4^{2-} (e) [mg/l]	PO_4^{2-} (s) [mg/l]
9	24,5	0,5
37	34,5	18,75
52	15,5	30
61	30	28
71	68	48,8
78	36,8	48
86	16	46



COLONNE 2 Mise en route 12/05/99
Alimentation en bâché

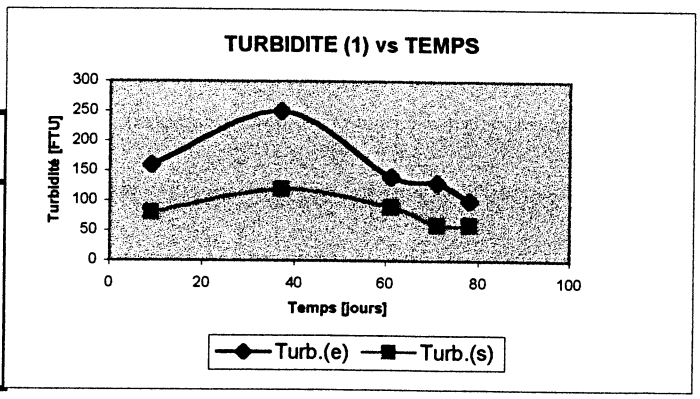
Tiempo [jours]	PO_4^{2-} (e) [mg/l]	PO_4^{2-} (s) [mg/l]
9	24,5	6,5
37	33	27
45	24,25	31,7
61	32	30
71	48,8	44
78	36,8	27
86	16	40



Graphiques Abattement Turbidité

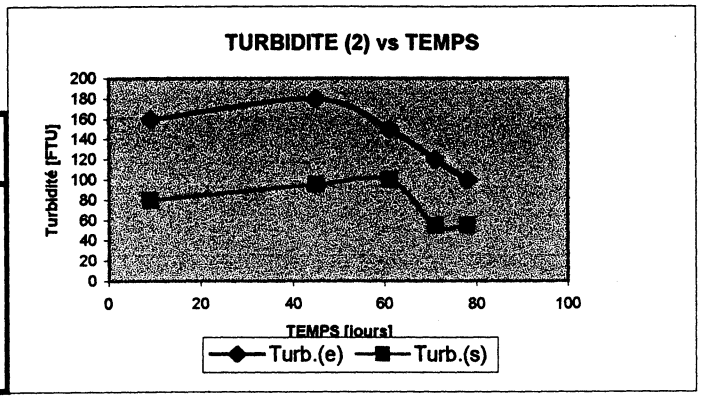
COLONNE 1 Mise en route 12/05/99
Alimentation en continu

Tiempo [jours]	Turbidité (e) [FTU]	Turbidité (s) [FTU]
9	160	80
37	250	120
61	140	90
71	130	60
78	100	60



COLONNE 2 Mise en route 12/05/99
Alimentation en bâché

Tiempo [jours]	Turbidité (e) [FTU]	Turbidité (s) [FTU]
9	160	80
45	180	96
61	150	100
71	120	55
78	100	55



Annexe 7

Lombrifiltre de Combaillaux

Ajout de terreau dans la couche active :

1) 50 sacs (12x3 et 14x1) de 50 litres chacun le 9 septembre 1998

Type : Terreau Géranium 50 L

Origine : Fabriqué en France
Norme : NFU 44-551 Terreau
Charte professionnelle : N° 220596
EMB 44 179 A
Code 612334

Adresse fabricant : FLORENTAISE
BP 10
44850 St. Mars du Désert

Lieu d'achat : Castorama – Montpellier (Hérault)

Composition : Tourbe brune de Carex
Tourbe blonde de Sphaignes
Ecorces de pins
Terre argileuse

Caractéristiques : Matière sèche : 35% du produit brut
Matière organique : 15% du produit brut
Résistivité : 800 ohms/cm
PH (H_2O) : 6,5
Capacité de rétention en eau : 200%
Masse nette : 20 kg
Volume : 50 L

2) 12 sacs (3x4) de 50 litres chacun le 11 mai 1999

Type : Terreau Géranium 50 L

Origine : Fabriqué en France
Norme : NFU 44-551 Terreau

Adresse fabricant : JERONAGE
BP 443
91164 Longiumeau

Lieu d'achat : BricoMarché – Castelnau-le-Lez (Hérault)

Composition : Tourbe brune
Tourbe blonde
Ecorces composée
Argile
Fumier de cheval

Caractéristiques : Matière sèche : 40% du produit brut
Matière organique : 20% du produit brut
Résistivité (1/1,5) : 900 ohms/cm
Ph (H_2O) : 6,6
Capacité de rétention en eau : 250% (sur sec)
Masse nette : 17,5 kg
Volume : 50 L

3) 1 sac de 50 L et 3 sacs de 20 L chacun le 5 août 1999, dedans le bac 3.

Type : Terreau géranium

Origine : Fabriqué en France
Norme : NFU 44-551 Terreau

Adresse fabricant :

Lieu d'achat : Castorama – Montpellier (Hérault)

Composition : Tourbe blonde
Ecorces compostées
Compost végétal
Terre végétal
Fumier de cheval composté

Caractéristiques : Matière sèche/produit brut : 40%
Matière organique/produit brut : 30%
Ph : 6,9
Résistivité : 700 Ohms/cm
Rétention en eau : 550 m/L
Rétention en air : 180 ml/L
Azote nitrique et ammoniacal : 100 mg/L d'extrait
Anhydride phosphorique a, c : 60 mg/L d'extrait
Anhydride phosphorique eau : 20 mg/L d'extrait
Oxyde de Potassium : 150 mg/L d'extrait
Oxyde de Calcium : 65 mg/L d'extrait
Oxyde de Magnesium : 30 mg/L d'extrait
Anhydride sulfurique : 30 mg/L d'extrait
Chlorures : 8 mg/L d'extrait

Annexe 8

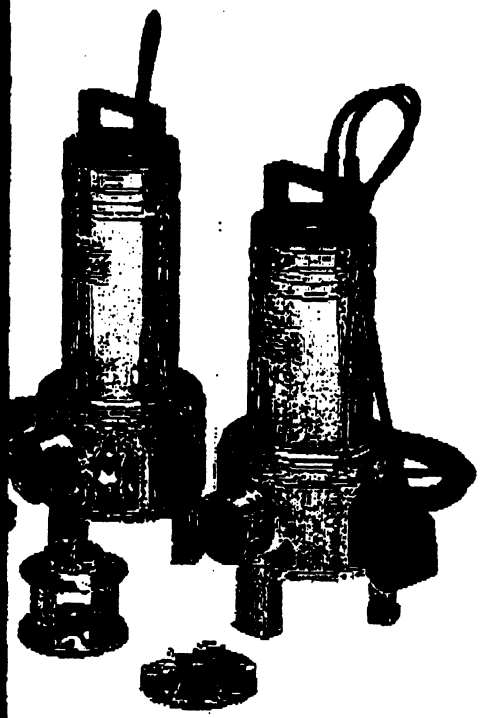
Electropompes submersibles pour eaux usées

Série DOMO

facteur de conversion

1,1 KW · 1,36 = 1,5 HP

Les électropompes submersibles de la série DOMO sont équipées de moteur de 1,1 kW (1,5 HP) dans les versions monophasées et 1,5 kW (2 HP) dans les versions triphasées. Elles sont disponibles aussi bien avec turbine vortex ou à canaux, section de passage 50 mm (35 mm dans le cas de la DOMO 7 et de la DOMO 7 VX).



taraudé (transformables en version à bride en option).
50 mm de passage des corps solides en suspension.
Turbine à deux canaux ou vortex en acier inoxydable.
- Immersion maximum: 5 m.
- Versions:

Monofasée 220-240 V 50 Hz, 2 pôles.
Triphasée 380-415 V 50 Hz, 2 pôles.
- Puissance moteur:

De 0,55 kW à 1,1 kW pour les **versions monophasées.**
De 0,55 kW à 1,5 kW pour les **versions triphasées.**
- Les versions monophasées sont equipées de **flotteur** (sur demande, disponible également sans flotteur).

Condensateur intégré (DOMO 15 et DOMO 15 VX avec petit tableau de commande sur le câble).
Protection thermique du moteur incorporée.

APPLICATIONS
- Relevage d'eaux usées.
- Vidange de fosses septiques.
- Assèchement de locaux inondés.

CARACTERISTIQUES
- **Service continu** avec liquide à **35°C** pompe complètement immergée.
- **Moteur à sec.**
- Système d'étanchéité **DRIVELUB SEAL SYSTEM.**
- **Câble d'alimentation** en néoprène type **H07RN-F.**
- Pour les versions **DOMO 7 et DOMO 7VX**:

Orifice de refoulement 1"1/2 gas taraudé.
35 mm de passage des corps solides en suspension.
Turbine en nylon renforcé avec fibre de verre (disponible aussi en acier inoxydable).
- Les versions **DOMO 10-15-20 et DOMO 10-15-20 VX** possèdent:

Orifice de refoulement de 2" gas

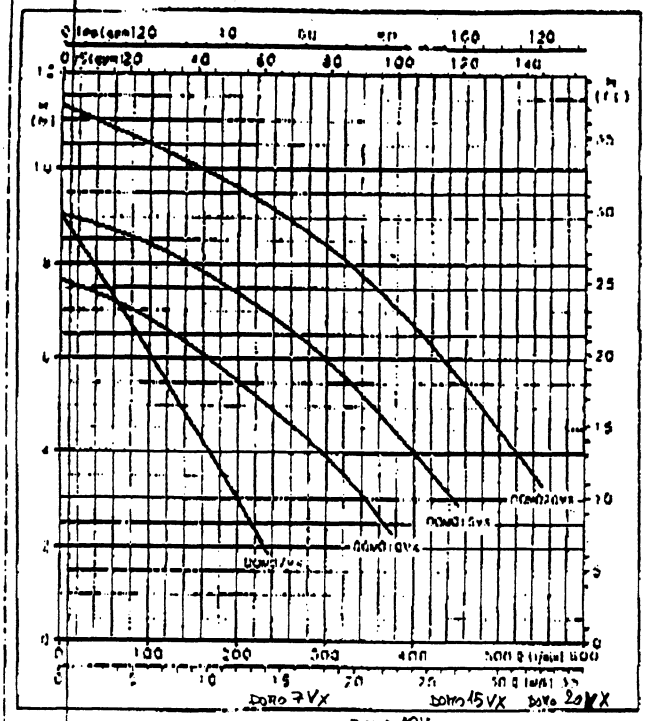
SYSTEME D'ETANCHEITE DRIVELUB SEAL SYSTEM
- Le moteur électrique est parfaitement étanche grâce au système de joints multiples avec **chambre à huile.**

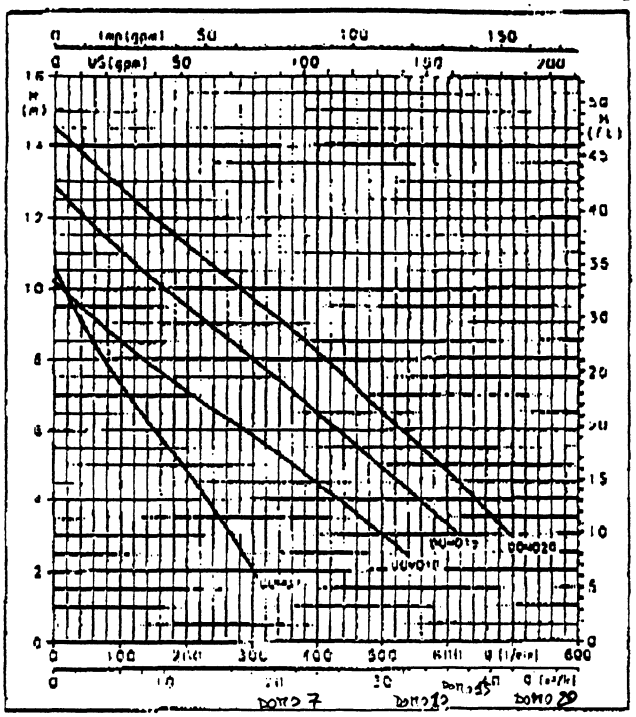
Le **V-ring, le joint mécanique en carbure de silicium** extrêmement résistant à l'abrasion et à l'usure, et un **joint à lèvre** constamment lubrifié par le **système DRIVELUB,** constituent une barrière insurmontable aux infiltrations.

COMPOSANT	MATERIAU
Corps pompe et boîtier moteur	ACIER INOXYDABLE (AISI 304)
Turbine DOMO 7 (VX)	NYLON & FIBRE DE VERRE
Turbine DOMO 10-15-20 (VX)	ACIER INOXYDABLE (AISI 304)
Joint mécanique inférieur	CARBURE DE SILICIUM/ CARBURE DE SILICIUM
Joint à lèvre supérieur	CAOUTCHOUC NITRILE
Bout de l'arbre	ACIER INOXYDABLE (AISI 304)
Poignée	NYLON

CARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT A 2850 min⁻¹

$\frac{1}{T}$ = fréquence



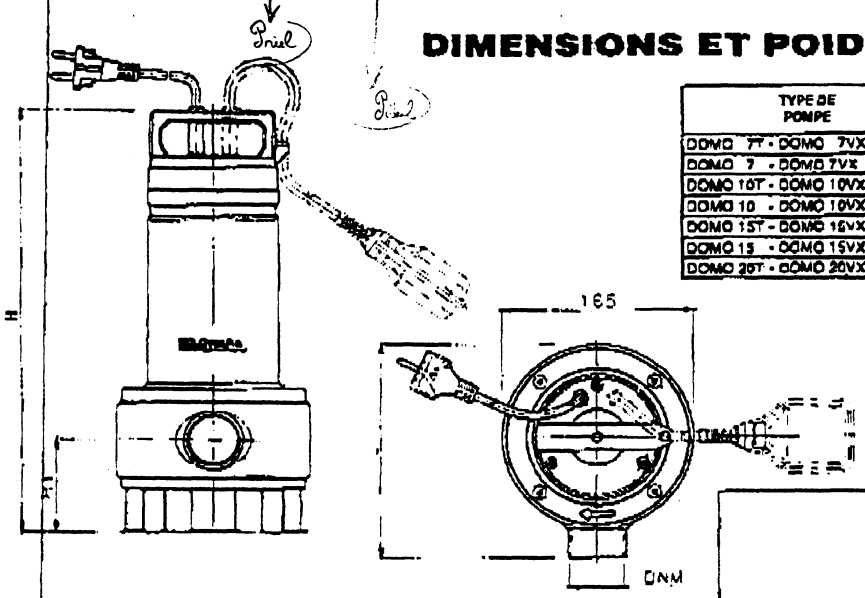


DOMO 10VX

TYPE DE POMPE				KW ABSORBES		CONDENSATEUR		INTENSITE NOMINALE MOTEUR EN AMP.		Q = DEBIT													
MONOPHASEE 220-240 V 50 Hz	TRIPHASEE 380-415 V 50 Hz	KW	HP	MONO-PHASEE	TRI-PHASE	µF	V	MONO-PHASEE 220-240 V	TRI-PHASEE 380-415 V	l/min	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	l/min
										m³/h	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	36	42	m³/h
										H = HAUTEUR D'ELEVATION TOTALE EN METRES DE COLONNE D'EAU													
DOMO 7	DOMO 7T	0,55	0,75	0,72	0,7	16	450	3,3	1,3	8,6	7,3	6,1	4,8	3,4	2	—	—	—	—	—	—	—	
DOMO 10	DOMO 10T	0,75	1	1,15	1,15	22	450	5,1	2	9,3	8,5	7,8	7,1	6,5	5,8	5,2	4,5	3,7	3	—	—		
DOMO 15	DOMO 15T	1,1	1,5	1,8	1,65	30	450	7,1	2,6	11,9	11	10,2	9,6	8,7	8	7,3	6,5	5,7	4,8	3,3	—		
	DOMO 20T	1,5	2	—	2	—	—	—	3,6	13,7	12,8	12	11,2	10,4	9,7	9	8,2	7,3	6,4	4,8	2,9		
DOMO 7VX	DOMO 7VXT	0,55	0,75	0,72	0,7	16	450	3,3	1,3	7,6	6,1	4,6	3	—		—	—	—	—	—	—	—	
DOMO 10VX	DOMO 10VXT	[illegible]	[illegible]	1,15	1,2	22	450	5,2	2,1	7,8	6,8	6,2	5,5	4,8	3,9	2,9	—	—	—	—	—		
DOMO 15VX	DOMO 15VXT	1,1	1,5	1,4	1,4	30	450	6,2	2,5	8,6	8,4	8	7,4	6,8	6	5	4	2,9	—	—	—		
	DOMO 20VXT	1,5	2	—	1,65	—	—	—	3,4	10,9	10,5	10,1	9,6	9,1	8,4	7,6	6,7	5,7	4,5	—	—		

Performances selon les normes ISO 2548 pour pompes construites en série appartenant à la classe C.

DIMENSIONS ET POIDS



TYPE DE POMPE	DIMENSIONS EN mm H	H1	L	DNM	POIDS Kg
DOMO 7T - DOMO 7VXT	386	88	193	Rp 1"¼	8,7
DOMO 7 - DOMO 7VX					10
DOMO 10T - DOMO 10VXT	433	111,5	198	Rp 2"	11,4
DOMO 10 - DOMO 10VX	458				13,4
DOMO 15T - DOMO 15VXT					13,4
DOMO 15 - DOMO 15VX	473				15,1
DOMO 20T - DOMO 20VXT					16,4

LOWARA
A GOULDS PUMPS COMPANY 36075 Montecchio Maggiore - Vicenza - Italy - Telefono 0444/707111 - Telex 480427 - Telefax 0444/492166

LOWARA se reserve le droit d'apporter des modifications sans obligation de préavis.

cod. 191004442 04/96

FOURNISSERS DE MATERIAUX

- Béton : ENTREPRISE OLIVIER

  Lattes- tel. 04.67.58.25.00

- Armoire Electrique : CHAVEROCHE

  Rue Montels Eglise tel. 04.67.92.69.90

  Lattes

- Pompe : CHAVEROCHE

  Lattes- tel. 04.67.92.09.90

- Dégrilleur : FB PROCEDES

  6, rue Marcel-Dassault tel. 02.40.25.86.77

  Saint-Luce-sur-Loire

- Temporisateur Dégrilleur : AGEI

  6, rue de l'Industrie tel. 04.67.92.26.44

  Montpellier

- Pompe : H.M.T.

  11, Parc d'activité Saint Jean- Zac du Mas de grille tel. 04.67.27.52.99

  Saint Jean de Vedas

- Grillage plast : LEROY MERLIN

  Saint Jean de Vedas

- Tuyaux PVC : Frans Bonhomme

- Matériaux Plastiques : BAURES

  462, rue de l'Industrie tel. 04.67.22.70.00

  Montpellier

- Matériaux Plastiques : CASTORAMA

  Lattes

- Broyeur de WC : BROSSETTE

  Montpellier tel. 04.67.17.90.30

- Débitmètre : KRONE S.A.

  Usine des Ors-B.P. 98 tel. 04.75.05.44.00

  Romans

- Echantillonneur : Roucaire

  Marseille tel. 04.91.87.87.60

INRA

Institut National de la Recherche Agronomique

ANALYSE DE PRODUITS DIVERS

DEMANDEUR
CEFE CNRS
1919 ROUTE DE MENDE
34293 - MONTPELLIER CED

INTERMÉDIAIRE

PAYEUR
INRA SERVICE ACHATS
2 PLACE PIERRE VIALA
34060 - MONTPELLIER CED

Nature de l'échantillon : Divers
Nom de l'échantillon : LOMBRI (COMPOST)
Références : 5-21-1-19591/25927
Arrivé au laboratoire le : 22/09/98 Bulletin édité le : 16/10/98

VALEUR AGRONOMIQUE

		Sur produit sec	Sur produit brut
Matières sèches	g/kg (1)	1000.0	300.0
Matières organiques	g/kg		
Carbone organique (C)	g/kg		
Azote méthode Kjeldahl (N)	g/kg		
Azote nitrique (N de NO_3^-)	g/kg		
Azote ammoniacal (N de NH_4^+)	g/kg		
Rapport C/N			
pH eau			
Calcium total (CaO)	g/kg	140.38	42.12
Magnésium total (MgO)	g/kg		
Phosphore total (P_2O_5)	g/kg	12.2	3.7
Potassium total (K_2O)	g/kg		
Sodium total (Na_2O)	g/kg		
Conductivité (extrait 1/25)	mS/cm		
Matières indésirables non analysables	g/kg	0	0

ÉLÉMENTS EN TRACES

		Sur produit sec	Sur produit brut	Référ
Arsenic (As) total	mg/kg			
Cadmium (Cd) total	mg/kg			2
Chrome (Cr) total	mg/kg			1
Cobalt (Co) total	mg/kg			
Cuivre (Cu) total	mg/kg			1
Mercure (Hg) total	mg/kg			1
Molybdène (Mo) total	mg/kg			
Nickel (Ni) total	mg/kg			2
Plomb (Pb) total	mg/kg			8
Sélénium (Se) total	mg/kg			1
Zinc (Zn) total	mg/kg			3
Cr + Cu + Ni + Zn	mg/kg			4

AUTRES PARAMÈTRES

	Sur produit sec	Sur produit brut
CALCAIRE TOTAL (CACO3).....KG/T	216.3	64.9

(1) : 1 g/kg = 1 kg/t
(2) : Valeurs de référence, en mg/kg de p sec, pour respecter les prescriptions d'uti des boues de station d'épuration des prévues par la norme NF U 44-041

Laboratoire d'Analyses des So

Institut National de la Recherche Agronomique

ANALYSE DE PRODUITS DIVERS

34293 - MONTPELLIER CEDE

INTERMÉDIAIRE

PAYEUR INRA SERVICE ACHATS
2 PLACE PIERRE VIALA
34060 - MONTPELLIER CEDEX

Nature de l'échantillon : Divers
Nom de l'échantillon : COMPOST (TERREAU)
Références : 5-21-1-19590/25926
Arrivé au laboratoire le : 22/09/98 Bulletin édité le : 16/10/98

VALEUR AGRONOMIQUE

		Sur produit sec	Sur produit brut
Matières sèches	g/kg (1)	1000.0	433.8
Matières organiques	g/kg		
Carbone organique (C)	g/kg		
Azote méthode Kjeldahl (N)	g/kg		
Azote nitrique (N de NO_3^-)	g/kg		
Azote ammoniacal (N de NH_4^+)	g/kg		
Rapport C/N			
pH eau			
Calcium total (CaO)	g/kg	19.56	8.49
Magnésium total (MgO)	g/kg		
Phosphore total (P_2O_5)	g/kg	3.4	1.5
Potassium total (K_2O)	g/kg		
Sodium total (Na_2O)	g/kg		
Conductivité (extrait 1/25)	mS/cm		
Matières indésirables non analysables	g/kg	0	0

ÉLÉMENTS EN TRACES

		Sur produit sec	Sur produit brut	Référence
Arsenic (As) total	mg/kg			-
Cadmium (Cd) total	mg/kg			20
Chrome (Cr) total	mg/kg			1000
Cobalt (Co) total	mg/kg			-
Cuivre (Cu) total	mg/kg			1000
Mercure (Hg) total	mg/kg			10
Molybdène (Mo) total	mg/kg			-
Nickel (Ni) total	mg/kg			200
Plomb (Pb) total	mg/kg			800
Sélénium (Se) total	mg/kg			100
Zinc (Zn) total	mg/kg			3000
Cr + Cu + Ni + Zn	mg/kg			4000

AUTRES PARAMÈTRES

	Sur produit sec	Sur produit brut
CALCAIRE TOTAL (CACO3).....KG/T	8.7	3.8

(1) : 1 g/kg = 1 kg/t
(2) : Valeurs de référence, en mg/kg de produ sec, pour respecter les prescriptions d'utilisati des boues de station d'épuration des eaux prévues par la norme NF U 44-041.

Laboratoire d'Analyses des Sols
273, rue de Cambrai - 62000 ARRAS
Téléphone 03 21 59 92 24 - Télécopie 03 21 24 14 0

Institut National de la Recherche Agronomique

ANALYSE DE PRODUITS DIVERS

34293 - MONTPELLIER CEDEX

INTERMÉDIAIRE

PAYEUR INRA SERVICE ACHATS
2 PLACE PIERRE VIALA
34060 - MONTPELLIER CEDEX

Nature de l'échantillon : Divers
Nom de l'échantillon : SCIURE
Références : 5-21-1-19592/25928.
Arrivé au laboratoire le : 22/09/98 Bulletin édité le : 16/10/98

VALEUR AGRONOMIQUE

		Sur produit sec	Sur produit brut
Matières sèches	g/kg (1)	1000.0	806.2
Matières organiques	g/kg		
Carbone organique (C)	g/kg		
Azote méthode Kjeldahl (N)	g/kg		
Azote nitrique (N de NO_3^-)	g/kg		
Azote ammoniacal (N de NH_4^+)	g/kg		
Rapport C/N			
pH eau			
Calcium total (CaO)	g/kg	2.58	2.08
Magnésium total (MgO)	g/kg		
Phosphore total (P_2O_5)	g/kg	< 1.1	< 0.9
Potassium total (K_2O)	g/kg		
Sodium total (Na_2O)	g/kg		
Conductivité (extrait 1/25)	mS/cm		
Matières indésirables non analysables	g/kg	0	0

ÉLÉMENTS EN TRACES

		Sur produit sec	Sur produit brut	Référence
Arsenic (As) total	mg/kg			-
Cadmium (Cd) total	mg/kg			20
Chrome (Cr) total	mg/kg			1000
Cobalt (Co) total	mg/kg			-
Cuivre (Cu) total	mg/kg			1000
Mercure (Hg) total	mg/kg			10
Molybdène (Mo) total	mg/kg			-
Nickel (Ni) total	mg/kg			200
Plomb (Pb) total	mg/kg			800
Sélénium (Se) total	mg/kg			100
Zinc (Zn) total	mg/kg			3000
Cr + Cu + Ni + Zn	mg/kg			400

AUTRES PARAMÈTRES

	Sur produit sec	Sur produit brut
CALCAIRE TOTAL (CACO3).....KG/T	2.2	1.7

(1) : 1 g/kg = 1 kg/t
(2) : Valeurs de référence, en mg/kg de p sec, pour respecter les prescriptions d'util des boues de station d'épuration des e prévues par la norme NF U 44-041.

Laboratoire d'Analyses des So
273, rue de Cambrai - 62000 ARRAS
Téléphone 03 21 59 92 24 - Télécopie 03 21 24

INRA

Institut National de la Recherche Agronomique

DE PRODUITS DIVERS

34293 - MONTPELLIER CEDEX 5

INTERMÉDIAIRE

PAYEUR INRA SERVICE ACHATS
2 PLACE PIERRE VIALA
34060 - MONTPELLIER CEDEX 1

ture de l'échantillon : Divers
m de l'échantillon : POUZZO + SCIURE
férences : 5-21-1-19589/25925
ivé au laboratoire le : 22/09/98 · Bulletin édité le : 16/10/98

VALEUR AGRONOMIQUE

		Sur produit sec	Sur produit brut
tières sèches	g/kg (1)	1000.0	982.4
tières organiques	g/kg		
rbone organique (C)	g/kg		
ote méthode Kjeldahl (N)	g/kg		
ote nitrique (N de NO_3^-)	g/kg		
ote ammoniacal (N de NH_4^+)	g/kg		
pport C/N			
eau			
lcium total (CaO)	g/kg	96.38	94.68
gnésium total (MgO)	g/kg		
osphore total (P_2O_5)	g/kg	7.6	7.4
tassium total (K_2O)	g/kg		
dium total (Na_2O)	g/kg		
nductivité (extrait 1/25)	mS/cm		
tières indésirables non analysables	g/kg	0	0

ÉLÉMENTS EN TRACES

		Sur produit sec	Sur produit brut	Références (2)
Arsenic (As) total	mg/kg			-
Cadmium (Cd) total	mg/kg			20
Chrome (Cr) total	mg/kg			1000
Cobalt (Co) total	mg/kg			-
Cuivre (Cu) total	mg/kg			1000
Mercure (Hg) total	mg/kg			10
Molybdène (Mo) total	mg/kg			-
Nickel (Ni) total	mg/kg			200
Plomb (Pb) total	mg/kg			800
Sélénium (Se) total	mg/kg			100
Zinc (Zn) total	mg/kg			3000
Cr + Cu + Ni + Zn	mg/kg			4000

AUTRES PARAMÈTRES

	Sur produit sec	Sur produit brut
LCAIRE TOTAL (CACO3).....KG/T	2.0	2.0

(1) : 1 g/kg = 1 kg/t
(2) : Valeurs de référence, en mg/kg de produit sec, pour respecter les prescriptions d'utilisation des boues de station d'épuration des eaux prévues par la norme NF U 44-041.

Laboratoire d'Analyses des Sols
273, rue de Cambrai - 62000 ARRAS
Téléphone 03 21 59 92 24 - Télécopie 03 21 24 14 08

DEPARTEMENT DE L'HERAULT

CONSEIL GENERAL DE L'HERAULT

DIRECTION DE L'EAU
ET DES EQUIPEMENTS COMMUNAUX

S.A.T.E.S.E.

YR/MIL

COMMUNE DE COMBAILLAUX
STATION DU BOURG

STATION D'EPURATION

BILAN DIAGNOSTIC du 02 au 03 Octobre 1991
Suivi des débits du 02 au 06 Octobre 1991

****

*

Destinataires :

- Mme. le Maire de COMBAILLAUX
- A.F.B.R.M.C.
- D.D.A.S.S.
- D.D.A.F. (Maître d'Oeuvre)
- - D.E.E.C. (M. CUBERTAFOND)

Etabli par
l'Ingénieur Responsable
du S.A.T.E.S.E.
Y. RIVIERE

OBJET DE L'ETUDE

Définir les charges reçues par l'installation qui présente un mauvais fonctionnement des filtres à sable (colmatés en surface). Ultérieurement il est prévu d'entreprendre les modifications nécessaires pour rétablir un fonctionnement normal de l'installation.

CONSISTANCE DE L'ETUDE

Mesure des débits d'entrée sur 5 jours avec une forte averse. Prélèvement d'entrée proportionnel aux débits.

RESULTATS (voir annexes)

. Débits	2 au 3 =	8,1 m3/jour (absence totale d'eaux parasites)
(Octobre)	3 au 4 =	4,5 m3/jour
	4 au 5 =	5,1 m3/jour
	5 au 6 =	11,2 m3/jour (avec une averse le 5 à 19 h.).
. Charges	2 au 3 =	2,7 kg DBO5/jour
(entrée générale)	=	6,9 kg DCO/jour
	=	4,9 kg.MEST/jour

FONCTIONNEMENT ACTUEL

1) Le décanteur-digesteur fonctionne normalement. Les extractions de boues ont été normalement réalisées jusqu'à ce jour (sur lit de séchage).

2) Décolloïdeur - Il est colmaté et donc détourné (en by-pass)

3) Chasse d'eau - Ne fonctionne pas depuis 1 à 2 ans.

4) Filtres à sable - Colmatés en bout de bassin. La station comporte un filtre de 100 m2 et un autre de 60 m2. Les lames d'eau journalières sont donc respectivement de 8 à 5 cm pour le grand filtre et 13,5 à 8,5 cm pour le petit filtre, étant donné que la répartition de l'eau décantée se fait en parties égales. De par sa réalisation, ce dispositif peut être considéré comme un massif filtrant vertical alterné. En cas de non alternance, la lame d'eau maxi et conseillée de 4 cm/jour est dépassée, on voit donc que le mode d'alimentation a son importance dans le cas présent.

Le grand filtre a été décaissé jusqu'au sable, il a été fait les observations suivantes :

- les drains ne sont pas colmatés (fentes larges de 5 mm),
- le gravier (roulé) est noir et la biomasse assez importante (anaérobiose prononcée),
- l'eau ne s'écoule pas, comme arrêtée par la première couche de sable (voir photo),
- les drains de récupération sont secs ainsi que le "piézomètre", signe que le colmatage est superficiel.

../...

La même opération a été réalisée sur la partie haute du petit filtre. On a observé :

- un gravier sans couche noire, signe de non utilisation,

- un sable qui a infiltré immédiatement 20 litres d'eau (essai par nous même) et donc à priori apte à infiltrer

Monsieur JOSEPH, hydrogéologue agréé de l'USTL et spécialiste en géoassainissement est venu, à notre demande, sur la station. A son avis, les raisons du colmatage sont surtout à rechercher du côté d'une mauvaise alimentation des lits. D'après lui la panne de la chasse a contribué à une alimentation préférentielle en bout de drain, probablement accentuée (à notre avis) par la pente excessive des drains.

En conclusion, nous pensons qu'une intervention est rendue nécessaire ainsi que certaines améliorations. La municipalité a sollicité pour cela une aide du département et de l'Agence de Bassin dans le cadre du "programme d'amélioration des stations d'épuration".

Nous pensons prendre les mesures suivantes :

avant d'arriver à la solution extrême du changement de sable, nous proposons d'enlever la terre et de remettre les installations en état de fonctionnement. L'enlèvement de la terre aura plusieurs avantages tels qu' une observation directe, une meilleure répartition de l'eau usée, une meilleure "respiration" du lit. Un premier financement a été mis en place avec la municipalité.

Pour résumer, nous proposons dans un premier temps :

* de rétablir le fonctionnement du décolloïdeur et d'assurer ensuite son entretien ;
maintenance

* de rétablir le fonctionnement de la chasse afin que toute la longueur de tous les drains soit utilisée ;

* d'enlever la terre végétale et le bidim (délicatement) ;

* de rétablir de meilleures pentes des drains répartiteurs si c'est nécessaire. De nettoyer les zones colmatées ;

* de faire analyser le sable ;

* en outre, la municipalité consciente des problèmes, envisage à l'avenir de faire vidanger régulièrement le digesteur par une entreprise spécialisée, ce qui aura le mérite d'éliminer tout risque de pertes de boues.

-=ooo=-

CELLULE SPECIALISEE DES STATIONS D'EPURATION

BILAN SUR 24 HEURES DU 02/10/91 AU 03/10/91

Station de : COMBAILLAUX (BOURG)
Code : 91/082/1/1
Analyses effectuées par : INSTITUT BOUISSON BERTRAND

Désignation Echantillon	Heures	Volume Rejeté (m3)	Concentrations (mg/l)								Charges (Kg)						
			DBO5	DCO	MEST	NTK	P TOTAL	NH4	NO3	Ph	DBO5	DCO	MEST	NTK	PTOTAL	NH4	NO3
ENTREE	15 H 30 à 15 H 30	8	340	853	608			—	—	-	2	6	4			—	—
																—	—
Charges Enlevées (en Kg)																	
Rendements (en %)																	
ENTREE AD2	15 H 30 à 15 H 30	8	160	530	0	0.0	0.0	-	—	-	1	4	0	0.0	0.0	—	—

LABORATOIRE RÉGIONAL AGRÉÉ PAR LES MINISTÈRES
DE LA SANTÉ ET DE L'ENVIRONNEMENT

Prescripteur : HOTEL DU DEPARTEMENT
References : P: E:56749
Preleveur : M. RIVIERE - HOTEL DU DPT

Date de prelevement 03/10/91
Date de reception 03/10/91
Analyse no 91/1 1 7 1 7

HOTEL DU DEPARTEMENT
S A T E S E
1000 RUE D'ALCO
34087 MONTPELLIER

tif de l'analyse :
ture de prelevement : EAUX RESIDUAIRES
au : BRUTE

Lieu de prelevement : 034 082 COMBAILLAUX

resse du prelevement: ANALYSES D'EAUX RESIDUAIRES (EAU BRUTE)

RESULTATS ANALYTIQUES

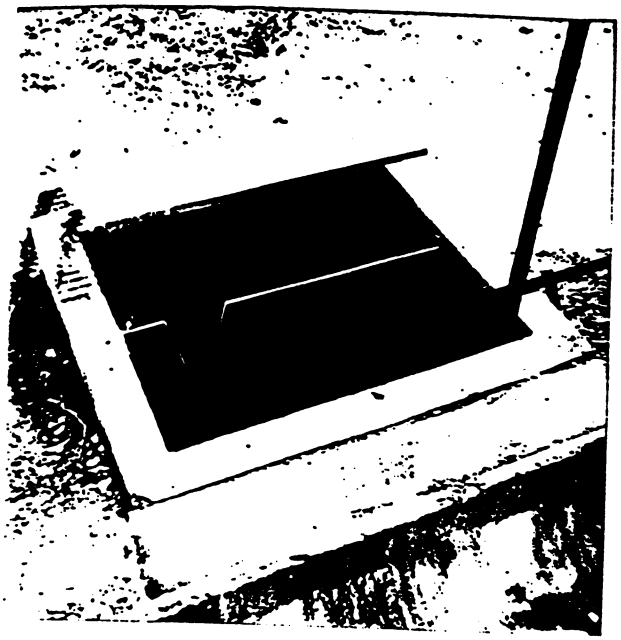
EXAMEN PHYSICO-CHIMIQUE

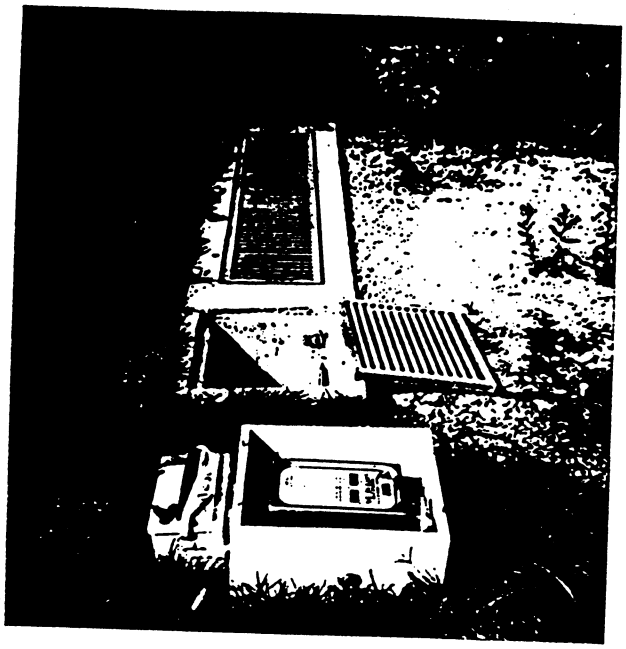
EXAMEN PHYSIQUE			LIMITES DE QUALITE
A 20 DEGRES C.	7,8	U. pH	

EXAMEN CHIMIQUE			LIMITES DE QUALITE
.B.O. APRES 2 HEURES DE DECANTATION	160	mg/l O2	
C.O. APRES 2 HEURES DE DECANTATION	530	mg/l O2	
TIERES EN SUSPENSION TOTALES	608	mg/l	
EMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE	853	mg/l O2	
EMANDE BIOCHIMIQUE EN O2 EN 5 JOURS	340	mg/l O2	

MONTPELLIER LE 16 /10 /91

Le Chef de Service
P.O. Le Chef de Laboratoire





mesure de delit (montage d'un déversoir)

Prélivement d'eau brute

Bilan du 2 au 3 octobre 1991

Suivi hydraulique du 3 au 6 octobre 1991

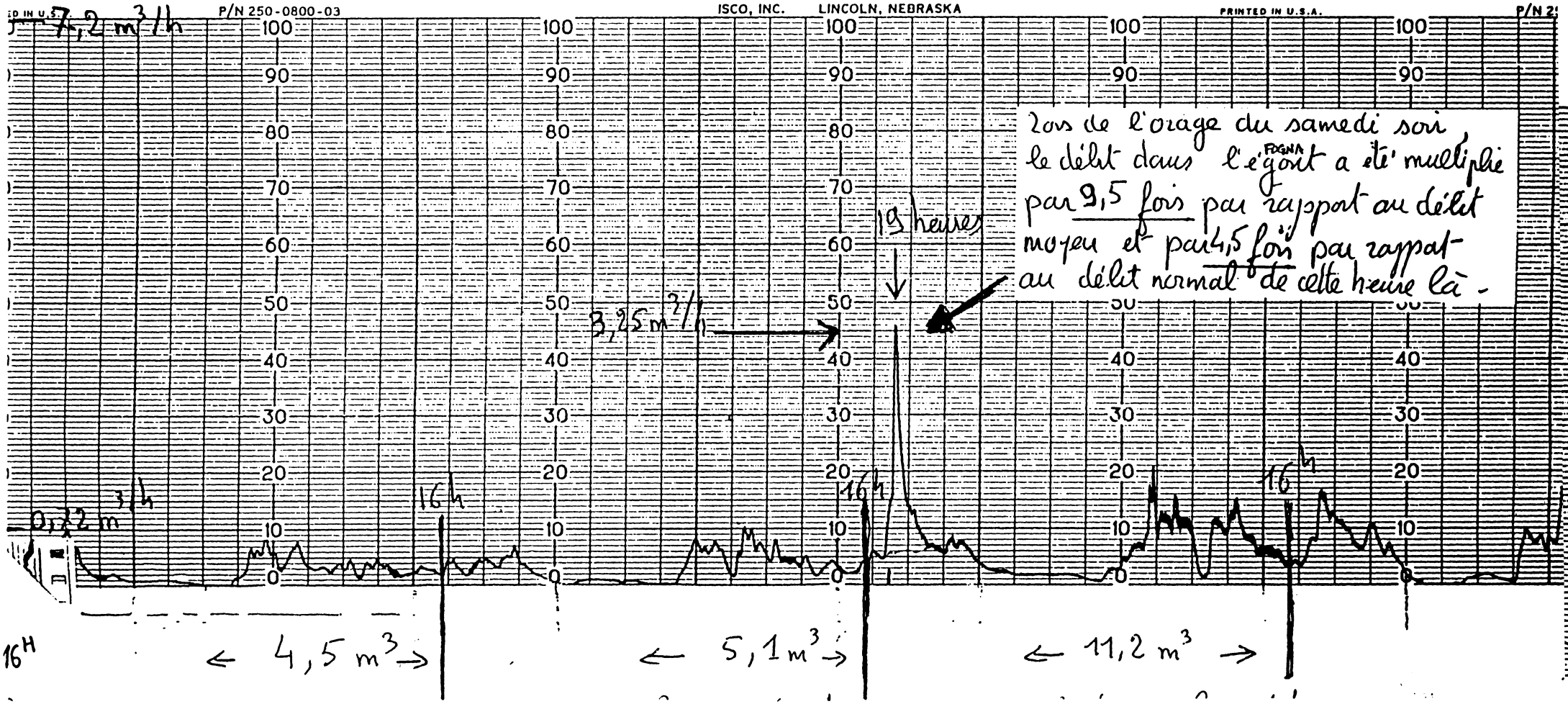
COMBAILLAUX

Diagrammes des débits.

Suivi des débits du 3 au 6 octobre 1991
(forte pluie le 5 au soir)

000000	011200	→ 11,2 m³
15 58	11 06	
000000	005100	→ 5,1 m³
15 56	11 05	
000000	004500	→ 4,5 m³
15 58	10 04	
000000	000000	(16h à 16h)
*15 59	10 03	

Debits journaliers ↑



Lors de l'orage du samedi soir le débit dans l'égout a été multiplié par 9,5 fois par rapport au débit moyen et par 4,5 fois par rapport au débit normal de cette heure là.