

SESSION 2010

---

**CAPLP**  
**CONCOURS EXTERNE**  
**ET CAFEP**

**Section : BIOTECHNOLOGIES**  
**Option : SANTÉ – ENVIRONNEMENT**

**SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'HABITAT**  
**ET DE L'ENVIRONNEMENT**

Durée : 5 heures

---

*L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout matériel électronique est rigoureusement interdit.*

*Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.*

*De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.*

**NB : Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.**

**Tournez la page S.V.P.**

## **LES EAUX USEES : PARCOURS ET APPROCHE DURABLE**

Dans les pays en développement, chaque minute environ quatre enfants meurent de maladies causées par l'eau insalubre et par le manque d'assainissement. En moyenne, 250 millions cas de gastroentérite dans le monde sont dus chaque année à l'utilisation, pour la baignade, d'eau contaminée et de 50 à 100 000 personnes meurent d'hépatite infectieuse. Le poids mondial des maladies humaines dues à la pollution des eaux côtières par les eaux d'égout est chiffré annuellement à 4 millions de « personnes-années » perdues.

La détérioration de l'environnement aquatique se remarque dans le monde entier. Le rejet des eaux usées non traitées d'origine domestique a été identifié comme l'une des principales sources de pollution dans la plupart des mers régionales du PNUE (Programme des Nations Unies pour l'environnement). Les eaux d'égout non traitées touchent plus de 70 % des récifs de corail, de précieux habitats disparaissent, la biodiversité diminue, le potentiel de pêche et d'agriculture est menacé. En même temps, la mauvaise qualité de l'eau réduit les revenus touristiques et la valeur du patrimoine immobilier.

Ces préoccupations ont incité la communauté internationale à orienter les Objectifs de développement pour le millénaire, en 2000, et du Sommet mondial sur le développement durable (WSSD), en 2002, vers un accès amélioré à l'eau potable et à l'assainissement.

Le coût humain, écologique et financier de la négligence des problèmes de pollution par les eaux usées est élevé. Le déversement de ces effluents non traités dans l'environnement naturel a un effet direct sur les sources primaires d'eau potable, les fonctions essentielles des écosystèmes et l'exploitation durable de l'eau. Afin de développer l'assainissement, il faut donc des systèmes publics de collecte et de traitement pour éviter que les eaux usées brutes ne pénètrent dans les eaux souterraines, superficielles et côtières. L'option de recyclage des eaux usées doit être envisagée sérieusement. Une approche durable à l'assainissement met en jeu la collecte, le traitement et le recyclage des eaux usées.

<http://www.unep.org/OurPlanet/imgversn/144/french/vandeweerd.html>

1- Présenter les enjeux d'un système d'assainissement efficace.

2- Les eaux usées : présenter les caractéristiques des agents biologiques pathogènes liés aux eaux usées

3- La collecte des eaux usées

3.1. Présenter les catégories d'eaux usées : dénomination, origine et composition.

3.2. L'assainissement collectif : le réseau de collecte des eaux usées.

3.2.1. Décrire le fonctionnement et indiquer les intérêts et les limites des réseaux de collecte des eaux usées.

3.2.2. Indiquer l'objectif de l'épuration des eaux usées et expliquer chaque étape d'épuration de l'eau dans une station d'épuration (se limiter aux traitements primaire et secondaire).

3.2.3. Le lagunage est un autre mode d'épuration des eaux usées : énoncer son principe et analyser les variations des différents paramètres à partir de l'annexe 3.

3.3. L'assainissement autonome est régi par trois étapes : le prétraitement, l'épuration et l'évacuation. En utilisant les annexes, comparer le fonctionnement des différents dispositifs.

4- L'épuration des eaux usées fait appel entre autres aux bactéries du cycle de l'azote.

4.1. Schématiser le cycle de l'azote

4.2. Mettre en relation ce cycle avec les traitements tertiaires permettant d'éliminer l'azote en station d'épuration.

5- Les boues de station d'épuration : après avoir rappelé les origines et la composition des boues, présenter les objectifs des traitements subis et exposer leurs valorisations possibles ainsi que les contraintes liées à leur utilisation en agriculture.

## **ANNEXES**

ANNEXE 1 MICROORGANISMES PRESENTS DANS LES EAUX USEES

ANNEXE 2 EPURATION DE LA VILLE DE DIJON

ANNEXE 3 LAGUNAGE NATUREL DE MEZE

ANNEXE 4 LES DIFFERENTES TECHNIQUES D'EPANDAGE

ANNEXE 5 LES BOUES DE STATION D'EPURATION

-ANNEXE 1-  
MICROORGANISMES PRESENTS DANS LES EAUX USEES

Tableau 2. Les virus dans les eaux usées (pour plus de précisions sur leurs effets pathogènes, cf. annexe 4)

Agent pathogène	Symptômes, maladie	Nombre pour un litre d'eau usée	Voies de contamination principales
Virus de l'hépatite A	Hépatite A		Ingestion
Virus de l'hépatite E	Hépatite E		Ingestion
Rotavirus	Vomissement, diarrhée	400 à 85 000	Ingestion
Virus de Norwalk	Vomissement, diarrhée		Ingestion
Adénovirus	Maladie respiratoire, conjonctivite, vomissement, diarrhée		Ingestion
Astrovirus	Vomissement, diarrhée		Ingestion
Calicivirus	Vomissement, diarrhée		Ingestion
Coronavirus	Vomissement, diarrhée		Ingestion / inhalation
Réovirus	Affection respiratoire bénigne et diarrhée		Ingestion
<b>Entérovirus :</b>			
Poliovirus	Paralyse, méningite, fièvre	182 à 492 000	Ingestion
Coxsackie A	Méningite, fièvre, pharyngite, maladie respiratoire		Ingestion
Coxsackie B	Myocardite, anomalie congénitale du cœur ( si contamination pendant la grossesse), éruption cutanée, fièvre, méningite, maladie respiratoire		Ingestion
Echovirus	Méningite, encéphalite, maladie respiratoire, rash, diarrhée, fièvre		Ingestion
Entérovirus 68-71	Méningite, encéphalite, maladie respiratoire, conjonctivite hémorragique aiguë, fièvre		Ingestion

Source : adapté d'Asano (1998) et du site Internet du ministère de la Santé du Canada (www.hc-sc.gc.ca)

Tableau 3. Les bactéries pathogènes dans les eaux usées (pour plus de précisions sur leurs effets pathogènes, cf. annexe 4)

Agent pathogène	Symptômes, maladie	Nombre pour un litre d'eau usée	Voies de contamination principales
<i>Salmonella</i>	Typhoïde, paratyphoïde, salmonellose	23 à 80 000	Ingestion
<i>Shigella</i>	Dysenterie bacillaire	10 à 10 000	Ingestion
<i>E. coli</i>	Gastro-entérite		Ingestion
<i>Yersinia</i>	Gastro-entérite		Ingestion
<i>Campylobacter</i>	Gastro-entérite	37 000	Ingestion
<i>Vibrio</i>	Choléra	100 à 100 000	Ingestion
<i>Leptospira</i>	Leptospirose		Cutanée/Inhalation/Ingestion
<i>Legionella</i>	Légionellose		Inhalation
<i>Mycobacterium</i>	Tuberculose		Inhalation

Source : adapté d'Asano (1998) et du site Internet du ministère de la Santé du Canada (www.hc-sc.gc.ca)

Tableau 4. Les parasites pathogènes dans les eaux usées

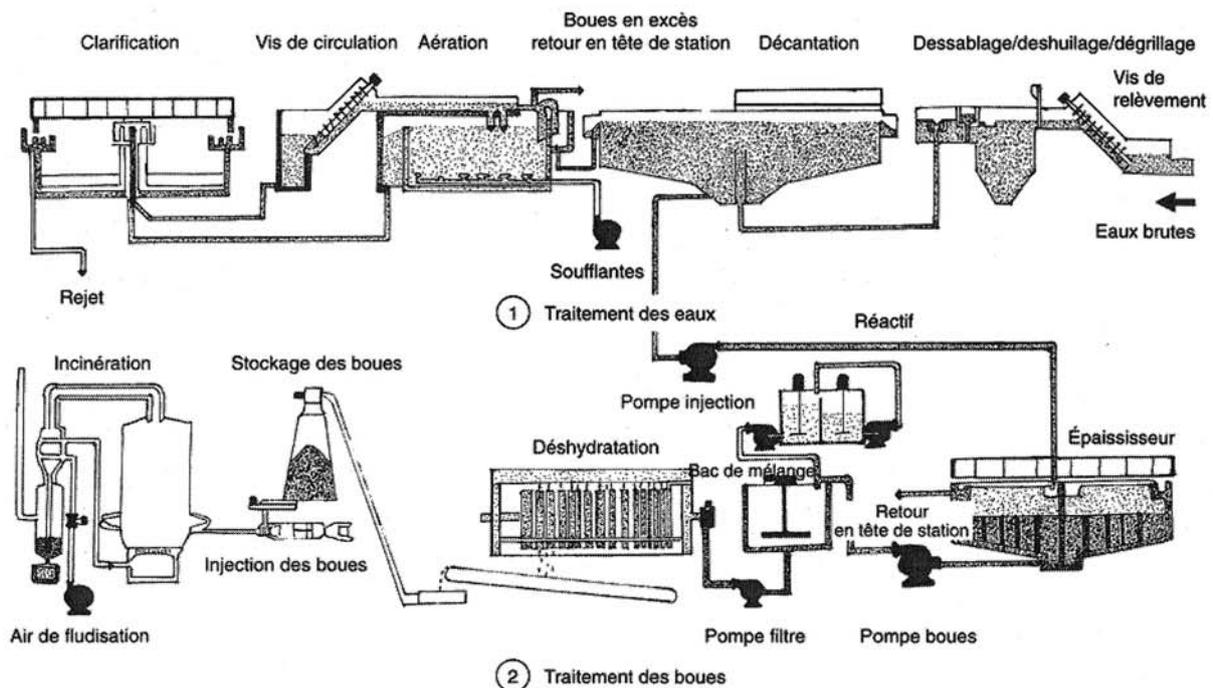
Organisme	Symptômes, maladie	Nombre pour un litre	Voies de contamination principales
<b>Protozoaires</b>			
<i>Entamoeba histolytica</i>	Dysenterie amibienne	4	Ingestion
<i>Giardia lamblia</i>	Diarrhée, malabsorption	125 à 100 000	Ingestion
<i>Balantidium coli</i>	Diarrhée bénigne, ulcère du colon	28-52	Ingestion
<i>Cryptosporidium</i>	Diarrhée	0,3 à 122	Ingestion
<i>Toxoplasma gondii</i>	Toxoplasmose : ganglions, faible fièvre		Inhalation / Ingestion
<i>Cyclospora</i>	Diarrhée, légère fièvre, perte de poids		Ingestion
<i>Microsporidium</i>	Diarrhée		Ingestion
<b>Helminthes</b>			
<i>Ascaris</i>	Ascariadiase : diarrhée, troubles nerveux	5 à 111	Ingestion
<i>Ancylostoma</i>	Anémie	6 à 188	Ingestion / Cutanée
<i>Necator</i>	Anémie		Cutanée
<i>Tania</i>	Diarrhée, douleurs musculaires		Ingestion de viande mal cuite
<i>Trichuris</i>	Diarrhée, douleur abdominale	10 à 41	Ingestion
<i>Toxocora</i>	Fièvre, douleur abdominale		Ingestion
<i>Strongyloides</i>	Diarrhée, douleur abdominale, nausée		Cutanée
<i>Hymenolepis</i>	Nervosité, troubles digestifs, anorexie		Ingestion

Source : adapté d'Asano (1998) et du site Internet du ministère de la Santé du Canada ([www.lc-sc.gc.ca](http://www.lc-sc.gc.ca))

D'après « Réutilisation des eaux épurées : risques sanitaires et faisabilité en Ile de France » – observatoire régional de santé de l'Ile de France

## -ANNEXE 2- EPURATION DE LA VILLE DE DIJON

D'après *Ecologie approche scientifique et pratique-Edition tec et doc*

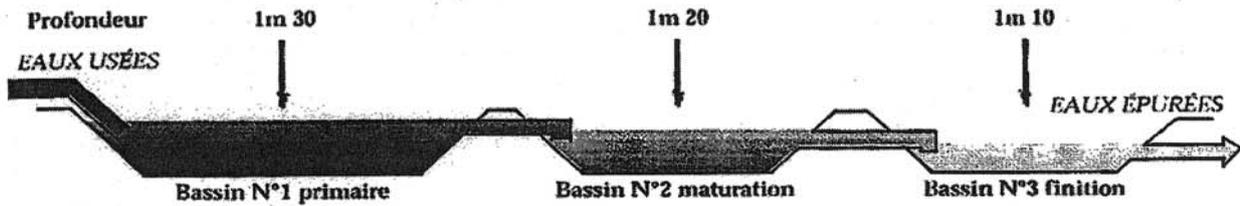


-ANNEXE 3-  
LAGUNAGE NATUREL DE MEZE

D'après *Ecosite du pays de Thau*

**LE LAGUNAGE NATUREL DE MÈZE**

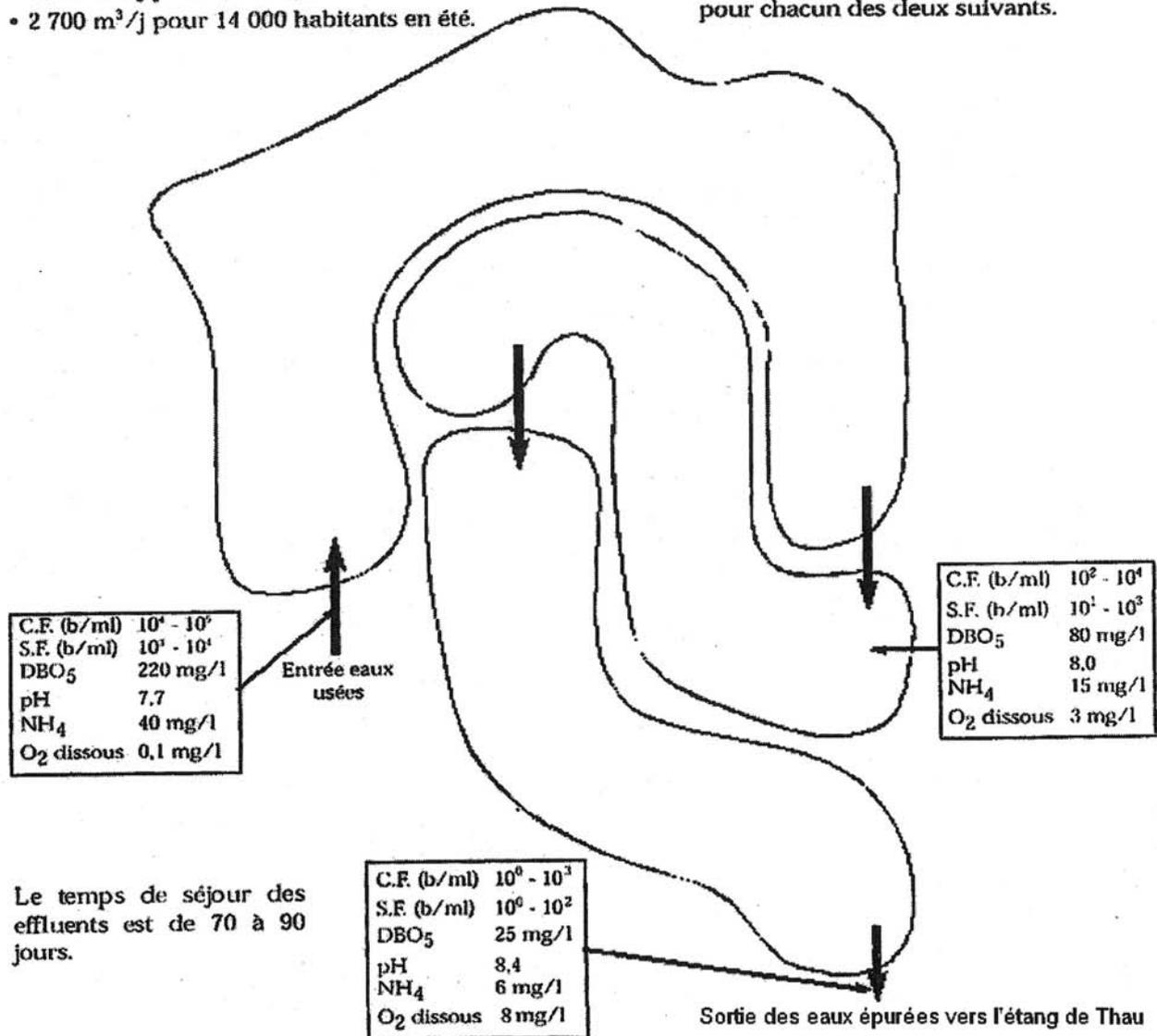
Créée en 1980 la station de lagunage de Mèze épure les eaux usées de Mèze et de Loupian. Elle est constituée de 3 bassins reliés entre eux.



La capacité de traitement est de :

- 1 800 m<sup>3</sup>/j pour 8 000 habitants en hiver.
- 2 700 m<sup>3</sup>/j pour 14 000 habitants en été.

La superficie totale des trois bassins est de 8 ha : 4 ha pour le premier et 2 ha pour chacun des deux suivants.



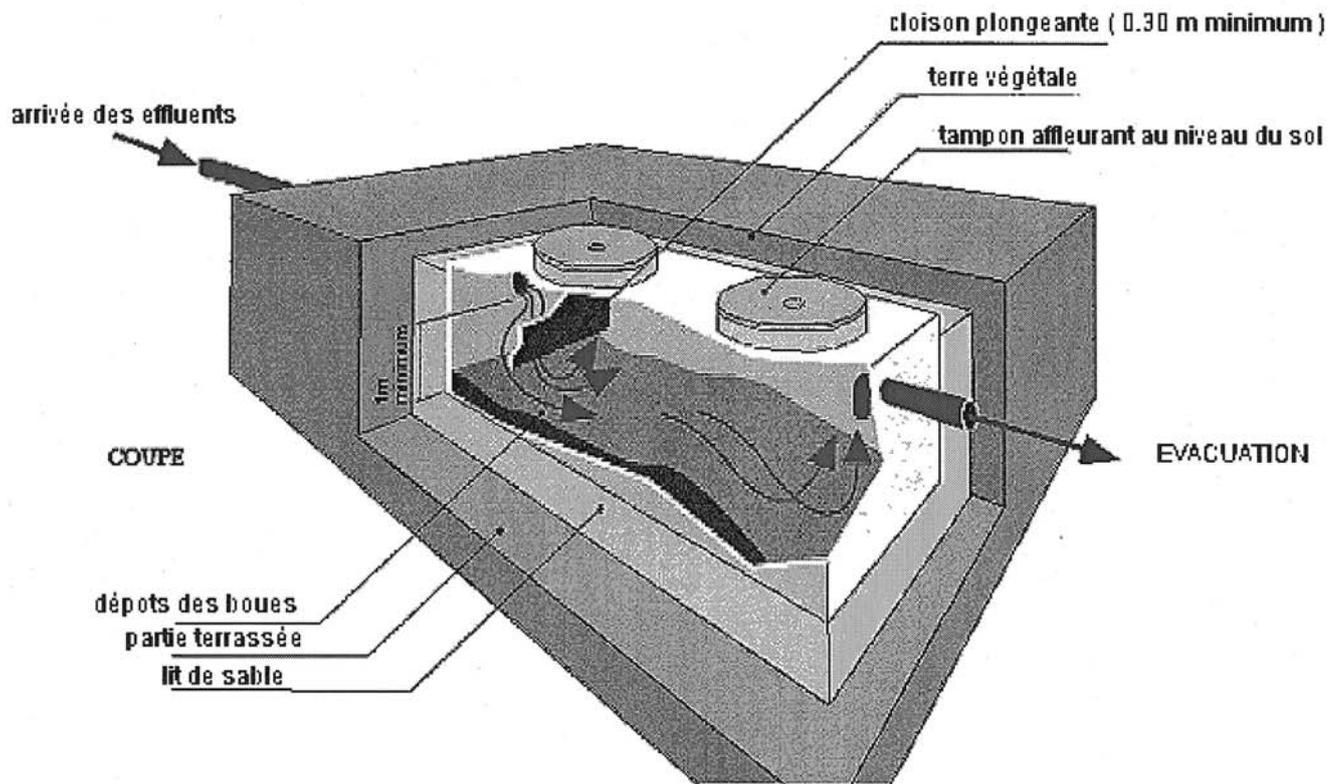
Le temps de séjour des effluents est de 70 à 90 jours.

CF-Coliformes fécaux  
SF-Streptocoques fécaux

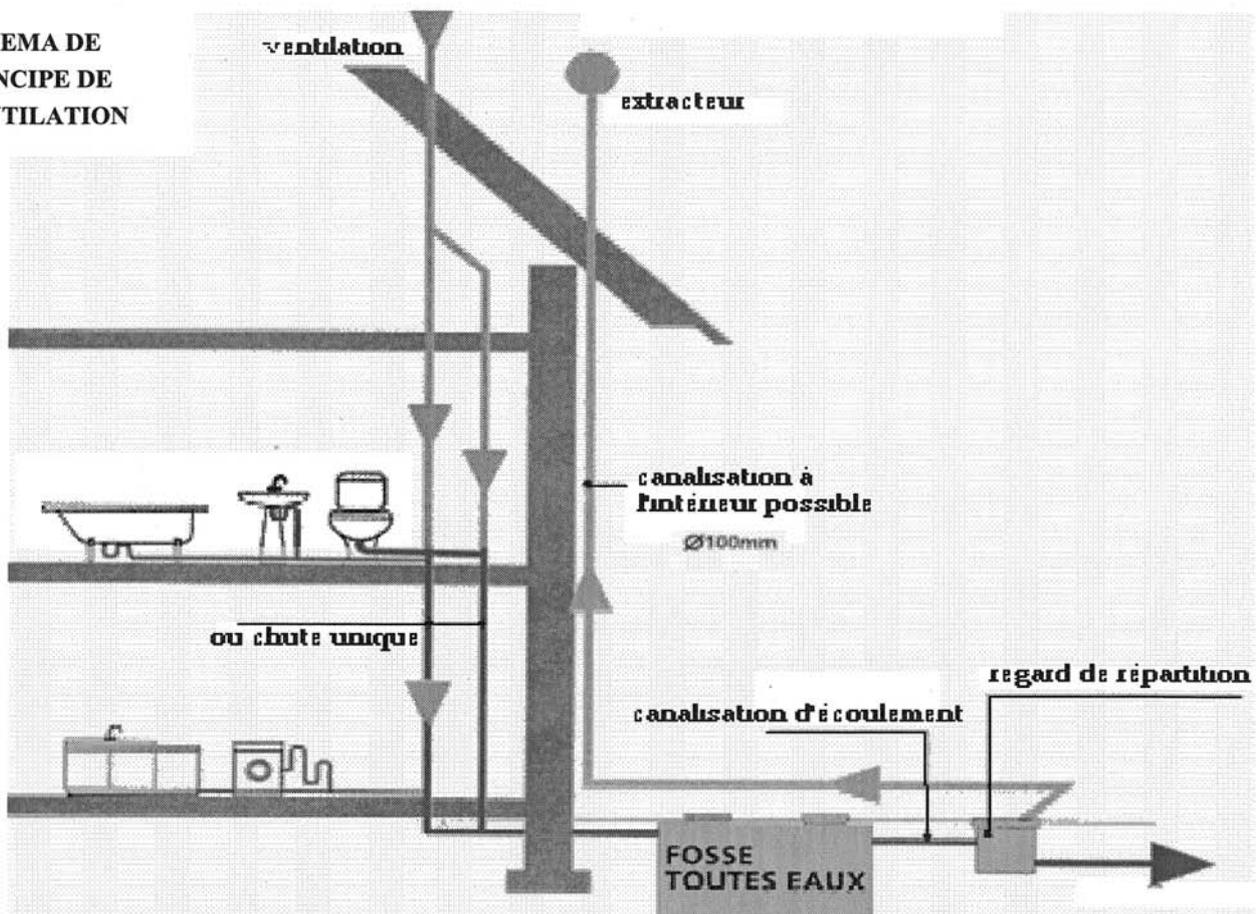
**-ANNEXE 4-  
LES DIFFERENTES TECHNIQUES D'EPANDAGE**

D'après Agence de l'eau Artois-Picardie

**FOSSE TOUTES EAUX**



**SCHEMA DE  
PRINCIPE DE  
VENTILATION**



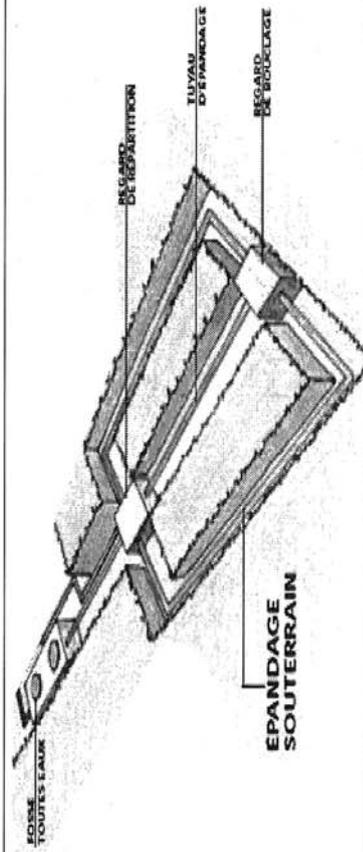
## L'EPANDAGE EN SOL NATUREL : EPANDAGE SOUTERRAIN

Les tranchées d'épandage reçoivent les effluents de la fosse toutes eaux. Le sol en place est utilisé comme système épurateur et comme moyen dispersant.

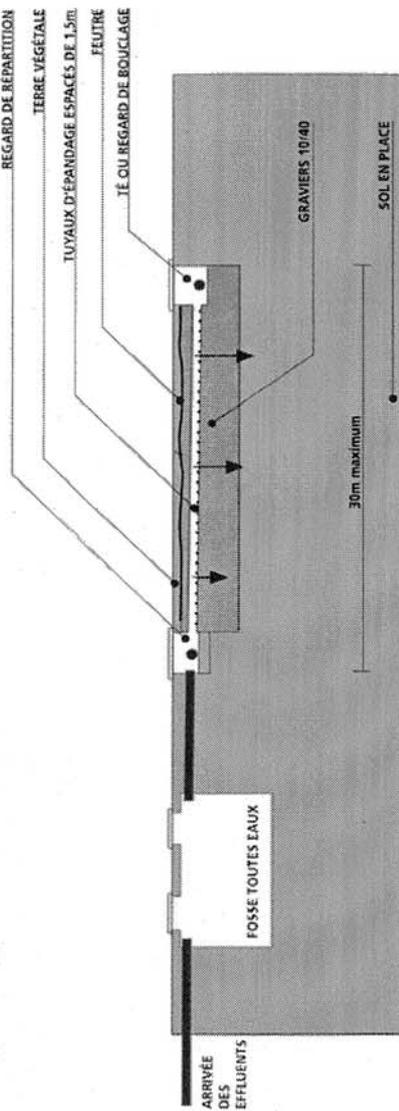


CANALISATIONS RIGIDES Ø100mm  
AVEC OUVERTURES Ø10mm OU FENTES DE 5mm minimum  
ESPACÉES TOUTS LES 10 à 15cm

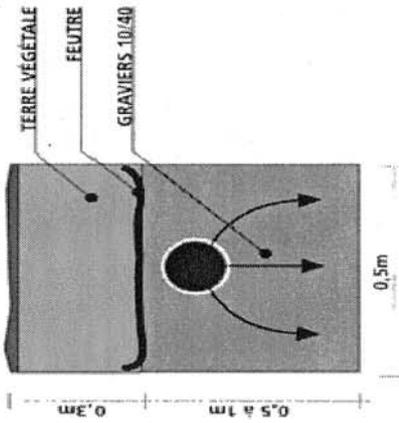
TUYAU D'EPANDAGE



### Epandage en sol naturel



Coupe longitudinale en terrain plat (pente <10%)



COUPE D'UNE TRANCHEE

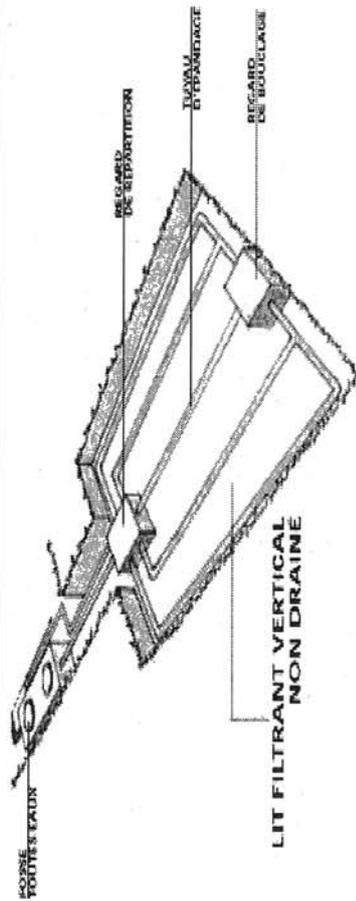
## LIT FILTRANT VERTICAL NON DRAINE

Dans le cas où le sol présente une perméabilité insuffisante ou à l'inverse, si le sol est trop perméable ( craie), un matériau plus adapté ( sable siliceux lavé ) doit être substitué au sol en place sur une épaisseur minimale de 0.70 m. La répartition de l'effluent est assurée par des tuyaux munis d'orifices, établis en tranchées dans une couche de graviers



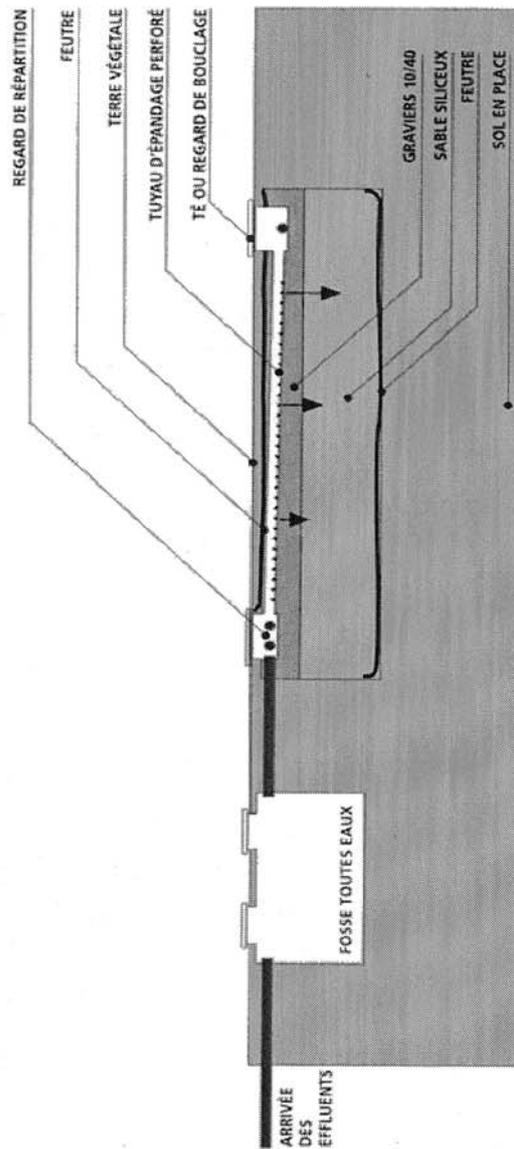
CANALISATIONS RIGIDES Ø 100mm  
AVEC OUVERTURES Ø 10mm OU FENTES DE 5mm minimum  
ESPACÉES TOUTS LES 10 À 15cm

### TUYAU D'ÉPANDAGE

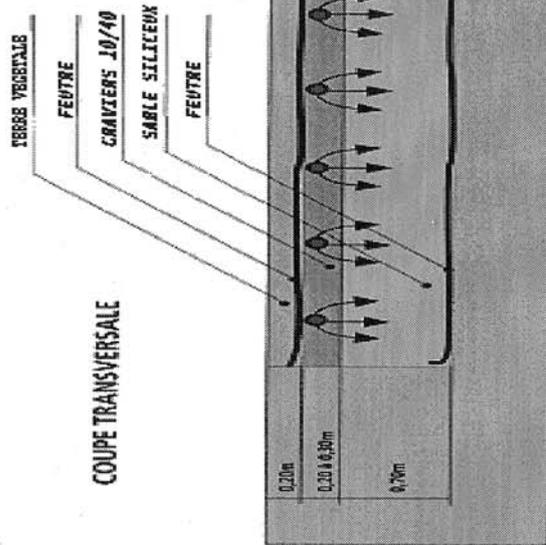


LIT FILTRANT VERTICAL NON DRAINE

## COUPE LONGITUDINALE



## COUPE TRANSVERSALE



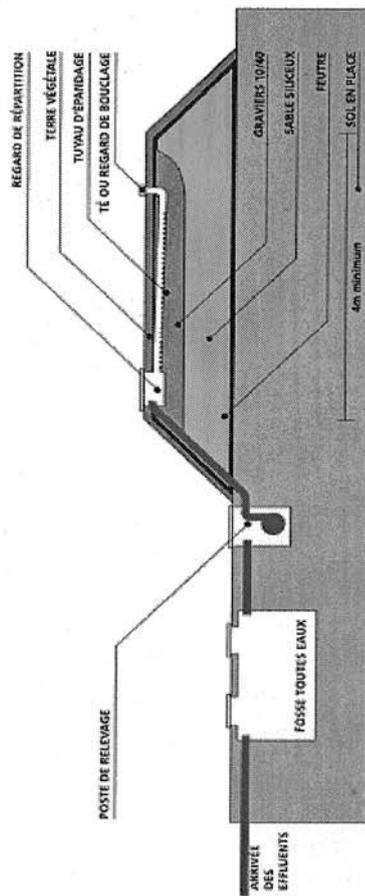
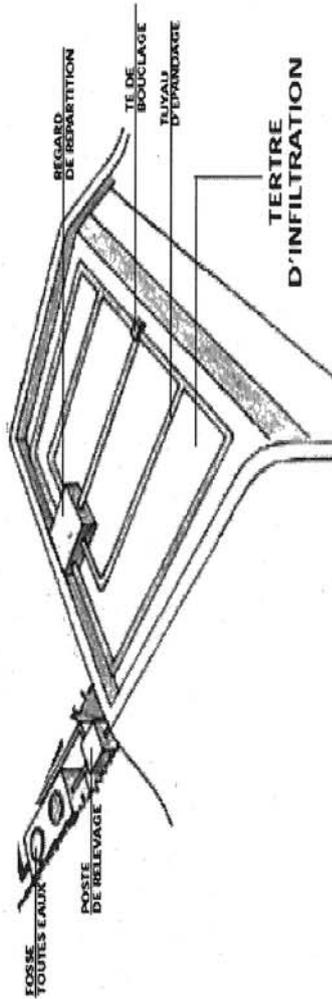
## TERTRE D'INFILTRATION

Ce dispositif exceptionnel est à prévoir lorsque le sol est inapte à un épandage naturel, qu'il n'existe pas d'exutoire pouvant recevoir l'effluent traité et/ou que la présence d'une nappe phréatique proche a été constatée.

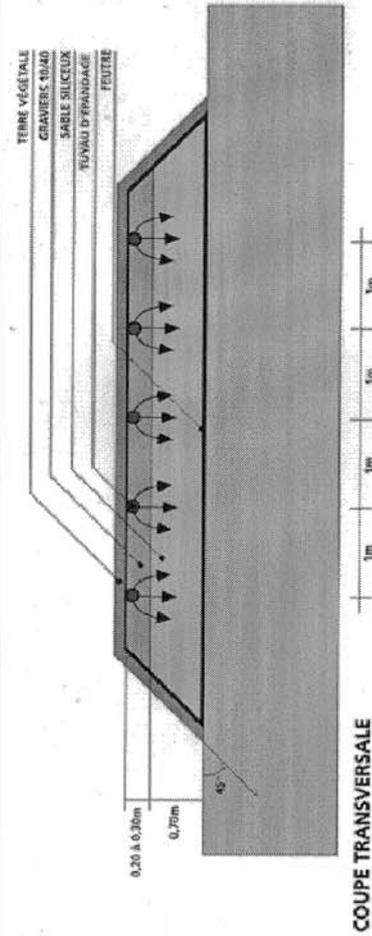
Le tertre d'infiltration reçoit les effluents issus de la fosse toute eaux.

Il utilise un matériau d'apport granulaire comme système épurateur et le sol en place comme moyen dispersant. Il peut être en partie enterré ou totalement hors sol et nécessite, le cas échéant, un poste de relevage.

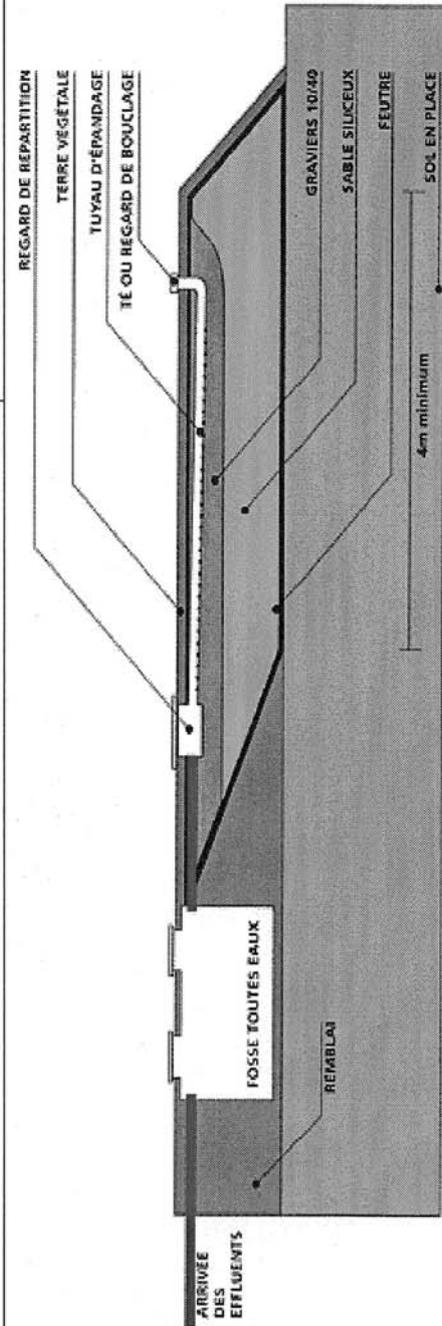
Dans les cas de topographie favorable ou de construction à rez-de-chaussée surélevé, permettant l'écoulement gravitaire des effluents, la mise en place du poste de relevage pourra être évitée.



COUPE LONGITUDINALE : VERSION AVEC POSTE DE RELEVAGE



COUPE TRANSVERSALE



COUPE LONGITUDINALE F : VERSION SANS POSTE DE RELEVAGE

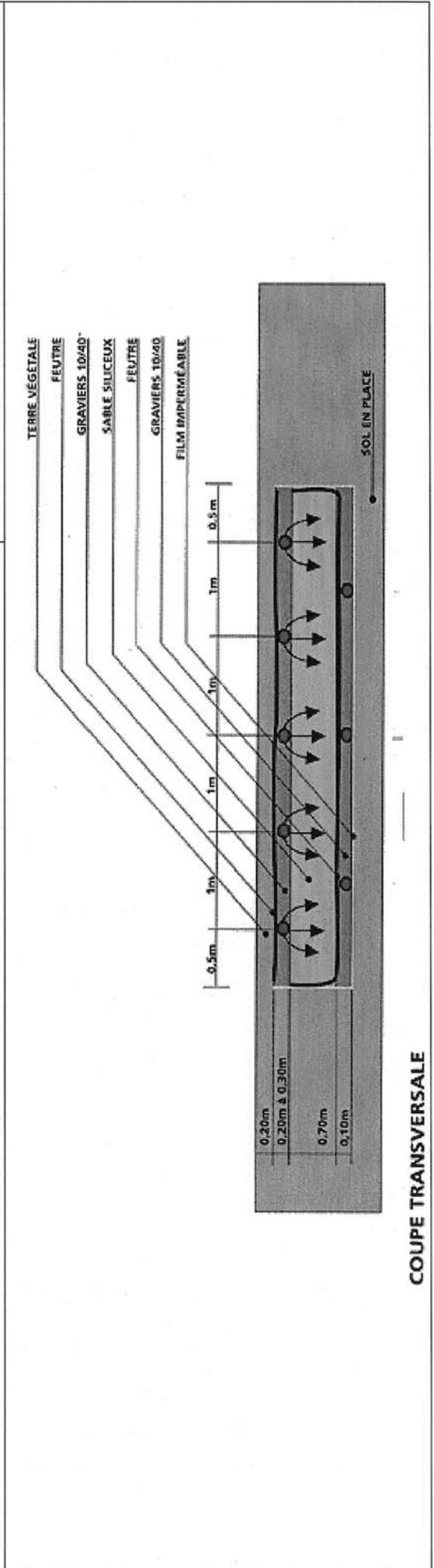
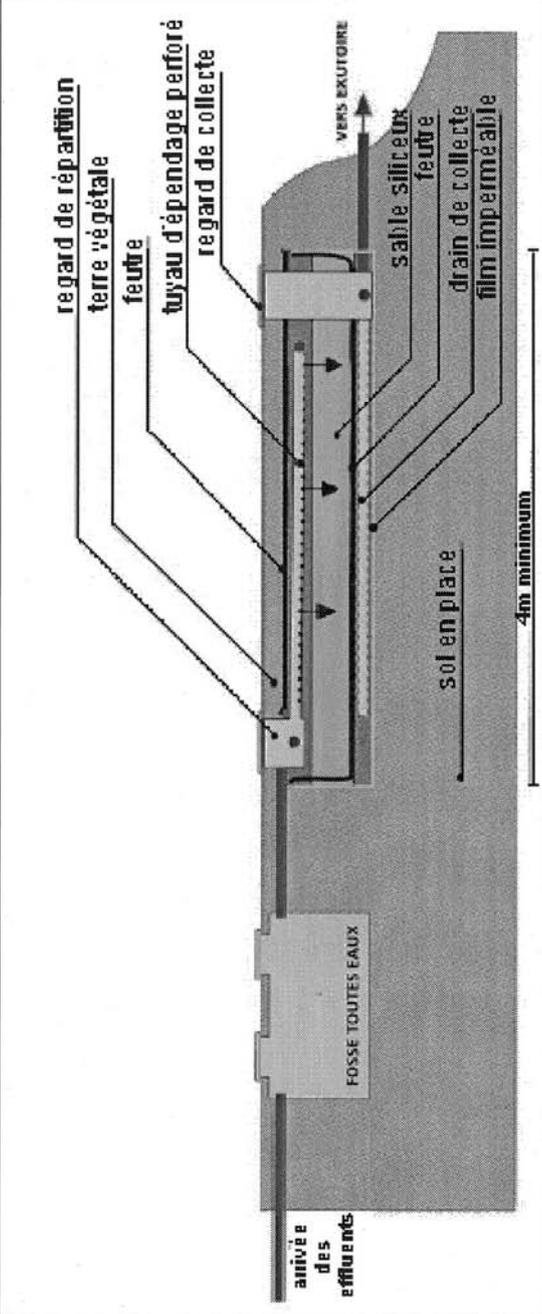
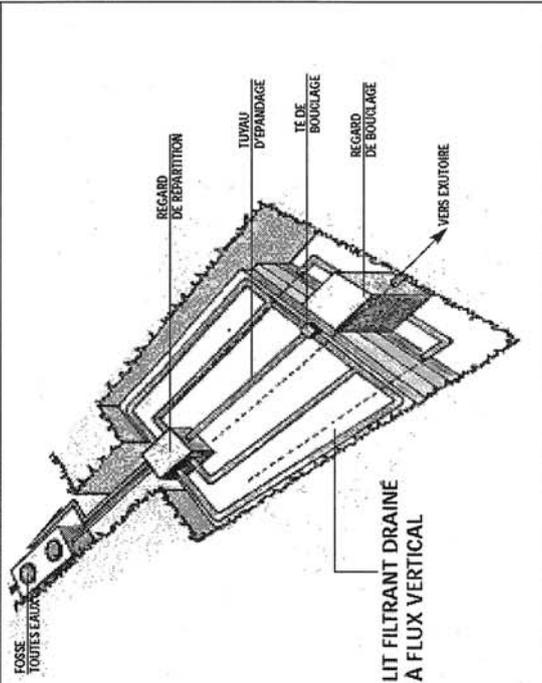


CANALISATIONS RIGIDES Ø100mm  
AVEC OUVERTURES Ø10mm OU FENTES DE 5mm minimum  
ESPACÉES TOUS LES 10 à 15cm

TUYAU D'ÉPANDAGE

## LIT FILTRANT DRAINE A FLUX VERTICAL

Ce dispositif est à prévoir lorsque le sol est inapte à un épandage naturel et lorsqu'il existe un exutoire pouvant recevoir l'effluent traité.



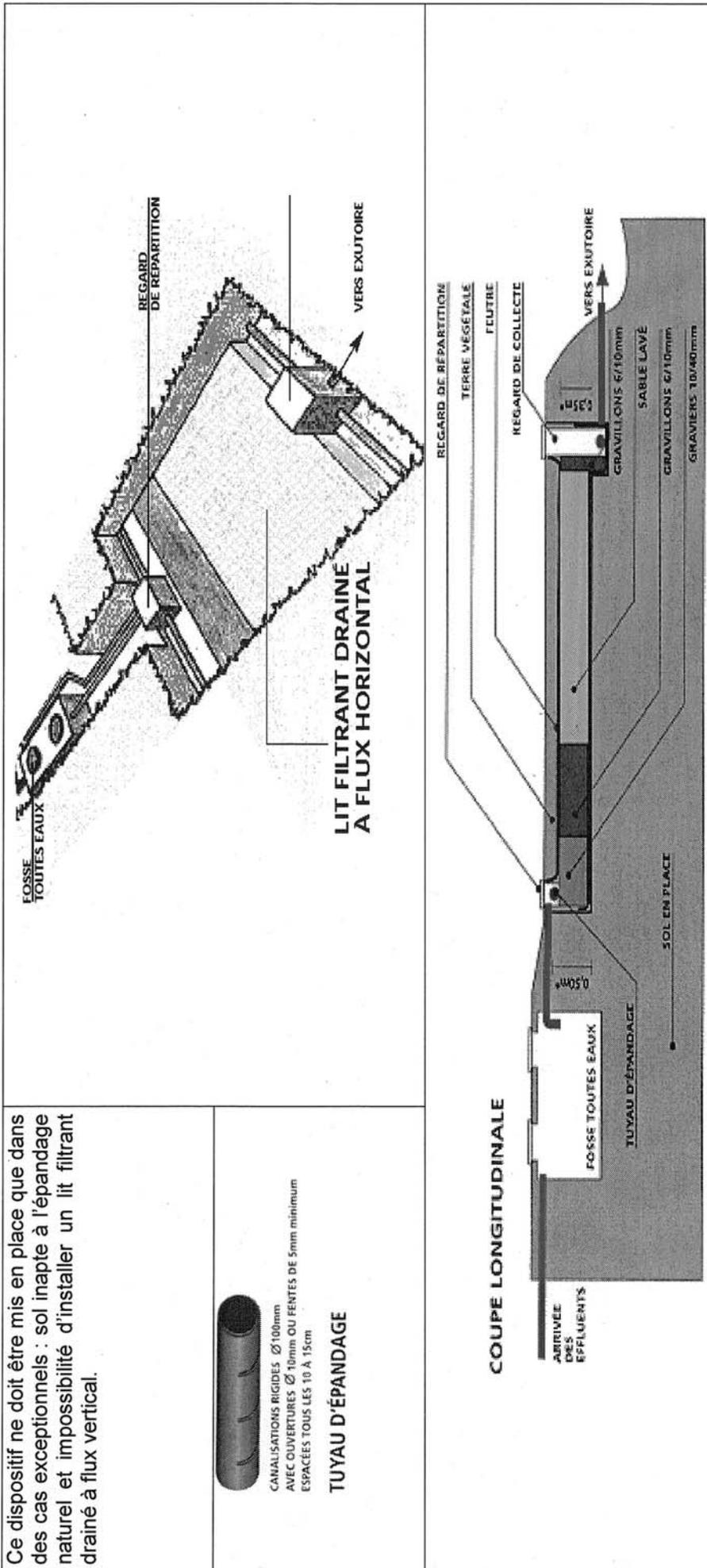
## LIT FILTRANT DRAINE A FLUX HORIZONTAL

Ce dispositif ne doit être mis en place que dans des cas exceptionnels : sol inapte à l'épandage naturel et impossibilité d'installer un lit filtrant drainé à flux vertical.



CANALISATIONS RIGIDES Ø100mm  
AVEC OUVERTURES Ø10mm OU FENTES DE 5mm minimum  
ESPACÉES TOUTS LES 10 À 15cm

### TUYAU D'ÉPANDAGE



## ANNEXE 5 LES BOUES DE STATION D'EPURATION

D'après Décret n° 97-1133 du 8 décembre 1997 relatif à  
L'épandage des boues issues du traitement des eaux usées

Décret n° 97-1133 du 8 décembre 1997 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées

(JO du 10 décembre 1997)

Décret n° 2007-397 du 22 mars 2007 (JO du 23 mars 2007), Article 4

Texte modifié par :

Décret n° 2006-881 du 17 juillet 2006 (J.O n° 164 du 18 juillet 2006)

### **Chapitre I : Dispositions générales**

#### **Article 1er du décret du 8 décembre 1997**

Le présent décret a pour objet de définir les conditions dans lesquelles sont épandus sur les sols agricoles, forestiers ou en voie de reconstitution ou de revégétalisation les sédiments résiduels des installations de traitement ou de prétraitement biologique, physique ou physico-chimique des eaux usées, ci-après dénommés "boues".

#### **Article 2 du décret du 8 décembre 1997**

Ces boues ont le caractère de déchets au sens de la loi du 15 juillet 1975 susvisée.

Leur épandage est au nombre des activités entrant dans le champ d'application de l'article 10 de la loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau, dont l'autorisation ou la déclaration fait l'objet du chapitre IV ci-après.

Ne sont pas soumis aux dispositions du présent décret :

- les produits composés en tout ou en partie de boues qui, au titre de la loi du 13 juillet 1979 susvisée, bénéficient d'une homologation ou, à défaut, d'une autorisation provisoire de vente ou d'importation, ou sont conformes à une norme rendue d'application obligatoire ;
- les boues dont l'épandage fait l'objet de réglementations spécifiques au titre de la loi du 19 juillet 1976 susvisée.

#### **Article 3 du décret du 8 décembre 1997**

Les dispositions du présent décret fixent, en matière d'épandage des boues, les règles générales d'hygiène et toutes autres mesures propres à préserver la santé de l'homme au sens de l'article L 1 du code de la santé publique. Elles se substituent à compter de leur date d'entrée en vigueur, aux règlements sanitaires départementaux.

### **Chapitre II : Conditions générales d'épandage des boues**

#### **Article 6 du décret du 8 décembre 1997**

La nature, les caractéristiques et les quantités de boues épandues ainsi que leur utilisation doivent être telles que leur usage et leur manipulation ne portent pas atteinte, directe ou indirecte, à la santé de l'homme et des animaux, à l'état phytosanitaire des cultures, à la qualité des sols et des milieux aquatiques.

L'épandage des boues ne peut être pratiqué que si celles-ci présentent un intérêt pour les sols ou pour la nutrition des cultures et des plantations. Il est interdit de pratiquer des épandages à titre de simple décharge.

#### **Article 7 du décret du 8 décembre 1997**

Les boues doivent avoir fait l'objet d'un traitement, par voie physique, biologique, chimique ou thermique, par entreposage à long terme ou par tout autre procédé approprié de manière à réduire, de façon significative, leur pouvoir fermentescible et les risques sanitaires liés à leur utilisation.

#### **Article 9 du décret du 8 décembre 1997**

Les producteurs de boues doivent mettre en place un dispositif de surveillance de la qualité des boues et des épandages.

Ils tiennent à jour un registre indiquant :

- la provenance et l'origine des boues, les caractéristiques de celles-ci, et notamment les principales teneurs en éléments fertilisants, en éléments traces et composés organiques traces ;
- les dates d'épandage, les quantités épandues, les parcelles réceptrices et les cultures pratiquées.

Les producteurs de boues communiquent régulièrement ce registre aux utilisateurs et sont tenus de le conserver pendant dix ans.