

Ecole Nationale de la Santé Publique

Avenue du Professeur Léon Bernard - 35043 Rennes Cédex



n° 16789

Mémoire de fin d'études
Formation Ingénieurs du Génie Sanitaire
1990-1991

COMPARAISON DES PROCÉDES D'EPURATION DOMESTIQUE
UTILISES PAR DE PETITES COLLECTIVITES

Présenté par

CHRISTOPHE **DUCHEN**

INGENIEUR AGRO-ALIMENTAIRE

Lieu du stage : AGENCE DE L'EAU **RHIN-MEUSE**

RESUME

Les eaux usées des petites collectivités (< 2000 EH) constitue une source de pollution pour le milieu naturel et bien souvent, par voie de conséquence, un réel risque sanitaire pour les populations. L'assainissement de ces collectivités s'avère bien être une **nécessité**.

La directive **européenne** du 19 mars 1991 impose de les **équiper** en systèmes de collecte et en stations d'épuration avant le 31 **décembre** 2005.

Or des contraintes découlant directement de la taille de la **collectivité**, du **caractère** dispersé de l'habitat et de la **multiplicité** des exutoires en milieu rural font que des techniques **éprouvées** pour de grosses **agglomérations** semblent mal adaptées et inefficaces pour ces petites collectivités.

Dans cette **étude**, nous avons rencontré 2 grandes **catégories** d'ouvrages :

- **des** Equipements très mécanisés : **aérations** prolongées, systèmes compacts, disques biologiques, lits bactériens.
- des **systèmes** plus "rustiques" : lagunage naturel, **rhizosphères**, géo-assainissement . . .

L'**étude** comprend une analyse puis une comparaison de ces différents **procédés** permettant de **dégager** des **critères** de choix d'un type d'ouvrage d'épuration.

Il est bon de rappeler toutefois, qu'aucun ouvrage ne **dépollue** 'totalelement, et que chaque choix **résulte** d'un compromis technico-économique visant la protection du milieu **récepteur**.

SOMMAIRE.

INTRODUCTION	P1
I- LES DIFFERENTES TECHNIQUES APPLICABLES AUX PETITES COLLECTIVITES	p6
I-1- Epuration des eaux usées par hydrosères reconstituées	p6
I-1-1 - Le lagunage naturel.....	p6
I-1-2 - Les rhizosphères.	p10
I-1-2-1- prairies à hydrophytes libres ou flottants	p10
I-1-2-2- les marais artificiel	P12
I-1-3 - Les techniques d'épandage souterrain.	p15
I-1-3-1- assainissement autonome ou semi-collectif.....	p15
I-1-3-2- bassins d'infiltration -percolation	p19
I-2- Epuration des eaux usées par boues activées	P22
I-2-1 - Le lagunage aéré	P22
I-2-2 - Les boues activées aération prolongée..	p24
I-2-3 - Les systèmes compacts	P25
I-3- Epuration des eaux usées par biomasse fixée	p26
I-3-1 - Les disques biologiques	p26
I-3-2 - Les lits bactériens	p29
II- COMPARAISON DES DIFFERENTS PROCEDES	P33
II-1- Les résultats par critères.....	P33
II-1-1 - Les niveaux d'épuration atteints	P34
II-1-2 - Les rendements	P35
II-1-3 - Fiabilité	p36
II-1-4 - Coûts de construction	p38
II-1-5 - Exploitation et entretien	p40
II-1-6 - Coûts d'exploitation et d'entretien	p41

II-1-7 - Simplicité de construction	p41
II-1-8 - Superficie nécessaire	p42
II-1-9 - Impact sur l'environnement	p42
11-1-10 - La production de boue	P43
II-2- Essai de classification des procédés	P44
11-2-1 - Avantages et inconvénients, la problématique du choix	P44
11-2-2 - Le parcours du décideur	p46
CONCLUSION	P49
ANNEXES	p51

INTRODUCTION

On retient communément pour la définition d'une "petite collectivité", au moins pour les besoins de la statistique, la limite **supérieure** de 2000 habitants (VUILLOT [1]).

La directive **européenne** du 19 mars 1991 relative aux eaux **résiduaires** urbaines impose à ces petites collectivités, rejetant dans des eaux **intérieures** et estuariennes, à **s'équiper** en installations de collecte et de traitement des eaux **usées** avant le 31 **décembre** 2005.

Or ces petites **collectivités** ont des **caractéristiques** qui imposent des contraintes lors du choix d'un mode d'assainissement et d'une **filière d'épuration**.

Les contraintes rencontrées sont les suivantes :

- exutoires à faible **débit d'étiage**;
- présence de nappe souterraines utilisées pour l'alimentation en eau potable;
- dispersion de l'habitat en milieu rural;
- faible prix de l'eau ne permettant pas bien souvent d'investir rapidement;
- dans certaines **régions**, consommation abusive de l'eau par **absence** de comptage;
- moyens techniques inexistants.

A contrario, elles disposent d'un avantage important par rapport aux grandes **agglomérations** : une surface disponible souvent importante.

Dans ces conditions, l'impact des rejets d'une petite **collectivité** peut être **très** sensible vis à vis du milieu **récepteur**.

Ces rejets sont soumis à des variations de charges hydrauliques et organiques qui ont des **conséquences** importantes car elles ne sont pas **régulées**. Ces variations sont **dûes** :

- à la taille du **réseau**, étant **réduit** les **phénomènes** de pointe arrivent aussitôt à la station et ne sont que peu **écrêtés**;
- au **débit** qui peut être très faible, voire nul, durant certaines **périodes** de la **journée**;
- à la **présence** de petites industries ou de rejets

particuliers (purins . . .) dont il faut tenir compte.

On note de grandes variations dans la composition du rejet tout au long de la **journée**. Par exemple la concentration en DB05 de l'effluent peut atteindre dans une journée 170 **mg/l** en moyenne avec un maximum à 450 **mg/l** et un minimum à 10 **mg/l** (PUJOL et coll. [2]).

Les rôles de l'assainissement sont **l'évacuation** et le traitement des eaux **usées**. Ces deux **actions** permettent, en **protégeant** le milieu naturel, de limiter les risques sanitaires vis à vis des populations.

L'attention doit donc se porter en **priorité** sur la **qualité** des rejets. Les exigences **formulées** pour **dépolluer** doivent être d'autant plus sévères que l'on se trouve en **présence** d'un milieu sensible pour lequel l'ensemble des acteurs souhaite voir **s'améliorer** la **qualité**.

Il est faux de penser **qu'étant** donne le flux en pollution que **représente** les petites **collectivités**, les **problèmes** qu'elles peuvent engendrer sont mineurs. Leurs rejets posent des problèmes importants et parfois insolubles. On peut distinguer 3 cas selon le milieu **récepteur** et le devenir des polluants dans ce milieu.

- * Rejet dans un cours d'eau affluent d'une rivière.

Si l'élimination de la matière organique est **réalisée** par tous les systèmes **d'épuration** avec plus ou moins **d'efficacité**, des problèmes pourront être rencontrés au niveau des "**résiduels**" en azote et phosphore.

L'azote est souvent un paramètre contraignant. A un pH de **8,5**, NH_4 se transforme en NH_3 , toxique pour la faune piscicole.

L'ammoniaque rejetée agit directement autour du point de rejet puis est nitrifié **par** le **système** épurateur de la rivière et ne représente plus de danger pour la faune piscicole. Il faut donc se **préoccuper** de la **nitrification** de l'azote pour chaque **collectivité**.

Pour le phosphore, le devenir est différent. Rejeté dans une rivière, il en provoque l'eutrophisation. Or alors que NH_4 n'a pas un effet durable car le danger qu'il représente **s'atténue** avec le temps, ce **n'est pas** en éliminant le phosphore du rejet d'une collectivité qu'on **réduira** le danger d'eutrophisation. Le raisonnement doit se faire au niveau d'un bassin hydrographique, donc sur plusieurs communes.

- * Rejet dans un **cours** d'eau alimentant un plan d'eau.

Le **problème** vient du renouvellement de la masse d'eau qui se **réalise** lentement. Le stockage en polluants se fait toute l'année, entraînant ainsi des **phénomène** d'eutrophisation **l'été** et des pollutions **bactériologiques répétées**.

Le plan d'eau peut **posséder** des **activités** de loisirs; de baignade. La **qualité bactériologique** doit alors **répondre à** des normes bien **précises**. Le **système épurateur** doit être capable d'atteindre ces normes.

Le **système** retenu doit être capable **d'éliminer** une forte proportion de phosphore toute **l'année, problème** difficile et **coûteux** pour une petite **collectivité**. Il s'agit certainement des cas les plus sensibles.

- * Rejet en zone de nappe alluviale ou en milieu karstique (via le substratum en place).

Une nappe alluviale sert souvent de **réservoir** d'eau potable. La contrainte se porte essentiellement sur **l'azote**. Il **ne suffit pas de nitrifier mais** il faut également **dénitrifier** pour **éviter** des concentrations hors normes en N03. D'un point de vue **bactériologique, compte** tenu du temps de parcours de l'eau dans le sol dans le cas d'un rejet en nappe alluviale profonde, on observe un abattement en germes assez **conséquent**.

Dans un secteur karstique, en plus du problème de l'azote se pose le **problème** bactériologique puisque la circulation rapide de l'effluent dans le calcaire ne permet pas une bonne **rétenion** des germes.

L'ensemble de ces contraintes impose au technicien ou au **décideur**, des choix techniques **déliçats** en tenant compte des **spécificités** propres **à** chaque filière vis **à vis** des exigences du milieu **récepteur** qui fixe les performances de depollution **à** obtenir (collecte et épuration).

En rapport aux contraintes **exposées** plus haut, on peut analyser les **qualités** offertes par les **différents procédés d'épuration**.

bis **à** part le fait, bien **évident**, qu'ils doivent être efficaces dans la lutte contre la pollution et ainsi respecter les objectifs de **qualité** du milieu naturel, les **critères** de **sélection** sont les suivants :

- coûts d'investissement accessibles aux budgets des communes et **coûts** de fonctionnement faibles (dépense **énergétique** minimale);
- priorité aux équipements demandant le moins d'entretien et le moins de temps d'exploitation;
- **priorité à** l'intégration dans le milieu ambiant;
- **priorité à** la souplesse d'exploitation (procédé pouvant admettre des surcharges hydrauliques et organiques sans en être perturbé et disposant de **sécurités**);

La **collectivité** peut être **amené à** choisir entre deux sortes d'assainissement : l'assainissement autonome ou l'assainissement collectif. L'assainissement autonome concerne une population **éparse**, on s'intéressera plutôt au logement, en effectuant éventuellement des regroupements, par la mise

en place de systèmes **d'épandage** souterrain (MERCCKLE [3]). En assainissement collectif, on rassemble les eaux usées dans un seul ouvrage commun. On dispose, à l'heure actuelle, des **procédés** suivants : lagunage naturel, rhizosphères, bassin d'infiltration-percolation, lits **bactériens**, disques biologiques, boues **activées** en **aération prolongée**, lagunage **aéré** et les **systèmes** compacts.

Or des **problèmes technologiques**, limitant l'application de ces **procédés**, apparaissent pour de faibles tailles d'agglomération.

La miniaturisation de certains **équipements** est à la fois **délicate** et **coûteuse** (par exemple on a des **difficultés** à obtenir des débits d'eaux usées stables au dessous de 10 m³ par heure; problème d'adaptation des **systèmes d'aération**).

A cela s'ajoutent des contraintes économiques **amplifiées** car ces installations conduisent à des **coûts élevés** d'investissement **ramenés** à l'habitant. Les actions visant à diminuer ces coûts atteignent leurs limites, en raison des améliorations importantes déjà **réalisées**, et du choix, plus restreint de **procédés** susceptibles d'atteindre des objectifs **d'épuration** de plus en plus poussés et contraignants. C'est pourquoi l'exploitation doit être la plus simple possible, donc réalisable par un personnel peu ou pas qualifié en un temps réduit. Les **opérations** de routines doivent être courtes, **espacées** dans le temps et ne comporter que des travaux d'entretien simples. On peut **également** envisager l'exploitation de ces ouvrages par une **société spécialisée** qui aurait en charge plusieurs communes, dans l'objectif d'un meilleur rapport **coût/efficacité**.

Dans un premier temps le **schéma** peut paraître simple. Nous disposons de **différents procédés d'épuration** et, connaissant les **caractéristiques** propres aux petites collectivités, nous devons choisir le **procédé** le plus performant.

Ce n'est pas si simple, de nombreux facteurs **interfèrent**, ainsi chaque **cas** doit être traité **comme** un cas particulier.

Pour rédiger le **schéma** directeur d'assainissement, le bureau **d'étude** doit réunir suffisamment de renseignements pour pouvoir analyser et comparer entre elles toutes les filières susceptibles d'atteindre les objectifs fixés par le milieu naturel (AUDEGOND et WILL [4]).

L'**étude** préalable à un **schéma** d'assainissement doit fournir des indications sur :

- des données **démographiques**;
- des **données générales liées** au milieu naturel (taux de dépollution à obtenir);
- des données **générales liées** à l'habitat;
- des **données pédologiques**;
- les techniques, leurs performances et leurs **coûts** d'investissement.

Les contraintes pour assainir la **collectivité** et les **caractéristiques** des filières doivent permettre de trouver le meilleur choix (en terme **d'épuration**) adapté à la **collectivité**.

Devant la **multiplicité** des systèmes proposés, ce document se veut être une mise **à** jour de l'inventaire de l'existant en termes de résultats (niveaux **d'épuration** atteints, rendements) mais aussi en termes techniques et **économiques**, ainsi qu'une aide permettant la comparaison de ces **procédés** afin de permettre un choix bien orienté.

CONCLUSION

La réalisation d'une station **d'épuration** passe par le choix du **procédé** adapté aux contraintes de milieu récepteur, de site, de taille de la collectivité.

Il ressort de ce tour des **procédés** les plus **utilisées** par les petites **collectivités**, qu'il existe des solutions techniques et sanitaires qui leur sont adaptées.

Plusieurs **éléments** d'appréciation ont **été** avancés dont les critères économiques. Cet **élément** est important, mais il n'est pas le seul. Il ne doit intervenir, d'ailleurs, qu'en dernier ressort après **élimination** des solutions **jugées** incompatibles, insuffisantes ou **inadaptées** au regard des contraintes de protection du milieu, de site, **d'adéquation à** un mode de gestion, au moins aussi importantes que les critères financiers.

On peut **séparer** les collectivités de moins de 2000 EH en deux groupes. Celles dont **la** taille est **inférieure à** 1000 EH, où les contraintes de coûts d'investissement, de **coûts** d'exploitation et de gestion des **procédés** sont **très** importantes. Les boues activées en **aération** prolongées sont plutôt **à** déconseiller pour cette gamme de population. On lui **préfèrera** des **procédés** par **hydrosères** reconstituées. Le choix sera alors fait en fonction des contraintes du milieu **récepteur** et du site.

Celles dont la taille est **supérieure à** 1000 EH ont la possibilité de mieux **gérer** leur assainissement, et ont ainsi un **éventail** plus large de **possibilités** techniques.

Au niveau des **procédés** deux groupes apparaissent également.

Les **systèmes** très fiables mais dont l'investissement et surtout l'entretien, indispensable, **coûtent** relativement cher (ex : boues activées en aération prolongées).

Les systèmes obtenant des performances moindres, dont le fonctionnement et les rejets sont soumis **à** des fluctuations plus ou moins grandes (ex : lagunage).

Pour une évolution de ces **procédés**, afin qu'ils remplissent au mieux leur rôle, les recherches doivent être **axées**, selon le cas, vers une conception nouvelle et une construction permettant un entretien plus simple, ou vers une **amélioration** des performances par une modification de la technique grâce **à** une **évolution** des **matériaux**, de la conduite des installations, de la construction, de la conception.

Chaque **collectivité** est particulière et doit être **traitée** en tant que telle. Une **étude préalable** permettant de réaliser un **schéma** d'assainissement

mettant en valeur certains **procédés** pour en **écarter** d'autres, **d'après** des critères objectifs, pourra permettre d'éviter les **excès** de certaines pratiques commerciales ou bien les effets de mode dans le choix du **procédé**.