

**Systèmes de traitement des eaux usées par cultures
fixées sur supports grossiers : lits bactériens
conventionnels et préfabriqués monoblocs, disques
biologiques**

A. Liénard, Y. Racault, F. Seguret, Catherine Boutin

► **To cite this version:**

A. Liénard, Y. Racault, F. Seguret, Catherine Boutin. Systèmes de traitement des eaux usées par cultures fixées sur supports grossiers : lits bactériens conventionnels et préfabriqués monoblocs, disques biologiques. 8èmes rencontres de l'ARPE : quelle station d'épuration choisir en 2005, Oct 1996, Nice, France. pp.20. hal-02576988

HAL Id: hal-02576988

<https://hal.inrae.fr/hal-02576988>

Submitted on 2 Jun 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Systemes de traitement des eaux usées par cultures fixées sur supports grossiers : lits bactériens conventionnels et préfabriqués monoblocs, disques biologiques.

Alain Liénard*, **Yvan Racault****, **Frédéric Séguret ****, **Catherine Boutin***

*** Cemagref, division Qualité des Eaux**
3bis, Quai Chauveau, CP 220,
69336 Lyon Cedex 09
Tél. 04 72 20 87 34 - Fax 04 78 47 78 75

**** Cemagref, division Qualité des Eaux**
50, Avenue de Verdun, BP3,
33611 Gazinet Cedex
Tél. 05 57 89 08 55 - Fax 05 57 89 08 01

Résumé : Lits bactériens : Dans le dernier rapport sur l'état de l'équipement en matière d'assainissement des collectivités locales en France (Données 1992/1993), sur un total de 11310 stations de plus de 200 Equivalents Habitants (EH) recensées, la part des lits bactériens ne dépasse guère 1500 unités ne représentant plus que 6.1 % de la capacité totale de traitement installée sur le territoire.

Le lit bactérien est néanmoins le procédé d'épuration le plus anciennement utilisé, cependant cette technique n'a pas connu des évolutions technologiques comparables à celles des systèmes à boues activées. Si aujourd'hui, les constructeurs n'ont pratiquement plus à leur catalogue de lits à faible charge, de nombreuses disparités persistent dans les bases de dimensionnement usuelles des pays de l'Union Européenne, notamment par rapport aux types de garnissage (roche ou plastique) et aux objectifs de traitement (selon le niveau de nitrification recherché). L'article présente rapidement les divers types de lits bactériens utilisés en France et leurs paramètres usuels de dimensionnement. Il synthétise également les résultats obtenus sur sites réels ou en pilotes dans le cadre d'un projet d'étude européen sur les lits bactériens conduit par le Cemagref de Bordeaux et résume les critères de conception les plus importants. Parmi ceux-ci, l'intensité d'arrosage (SK), paramètre peu analysé jusqu'à récemment, est susceptible de jouer un rôle important dans la régulation de l'épaisseur du biofilm avec des répercussions sur les performances, à charge hydraulique et organique données.

Sur un autre plan, sont aussi apparues sur le marché des solutions préfabriquées monoblocs qui présentent des atouts pouvant séduire des élus qui ne disposeraient pas de la place adéquate pour implanter des systèmes rustiques plus extensifs. Le Cemagref a récemment étudié un de ces dispositifs. En dépit de réelles difficultés à accéder aux conditions de fonctionnement des divers éléments constitutifs, des précisions intéressantes peuvent aujourd'hui être apportées sur les capacités de traitement et les principales carences dont ils sont affectés, sans toutefois pouvoir les hiérarchiser.

Disques biologiques : Ayant connu une forte désaffection au cours des années 1970/80, d'ailleurs justifiée par de nombreuses défaillances mécaniques et un sous dimensionnement chronique, ce procédé pourrait à nouveau susciter un certain intérêt.

L'apparition de nouveaux types de supports à feuilles de polypropylène, légers et surtout correctement fixés sur l'axe, devrait permettre à cette technique de retrouver une place normale dans la palette de procédés adaptés à des stations de moyenne importance (jusqu'à au moins 3000 EH).

Actuellement, les disques proprement dits (ainsi que le groupe électromécanique d'entraînement) sont fournis par 2 constructeurs d'origine étrangère. Ils doivent donc être mis en oeuvre et insérés dans la filière de traitement par des ensembliers dont la compétence pèse d'un poids important dans la qualité de réalisation globale des stations.

Le Cemagref a étudié 2 stations équipées avec ces disques. Compte tenu des différences, tant en nature de charge polluante (la station de Saint Pierre de Chartreuse est conçue pour des variations de charge estivale et hivernale [500 EH en basse saison, 3000 EH en pointe) alors que celle de Frontenex [2500 EH permanents] fonctionne avec plus de régularité) qu'en équipements annexes (présence de décanteurs lamellaires à Saint Pierre), il n'est pas possible de comparer directement les performances des 2 stations. Néanmoins, ces mesures ont permis de mettre en parallèle les principaux avantages et inconvénients des disques proposés par chacun des constructeurs.

Les valeurs de charge surfaciques proposées par l'ATV (association des techniciens de l'épuration) en Allemagne (où les disques biologiques sont beaucoup plus répandus, comprises entre 4 et 10 g de DBO₅.m² et par jour selon le niveau de qualité et le taux de nitrification recherché) peuvent servir de bases de dimensionnement à préconiser en France.

1. INTRODUCTION : LES PROCÉDES A CULTURES FIXÉES

La dénomination de procédés d'épuration biologiques dits à "cultures fixées"¹ est largement connue et usitée. Pour beaucoup d'acteurs dans ce secteur d'activités, il fait penser en premier lieu aux "lits bactériens", dans un second temps aux "disques biologiques".

En fait, peu importent les réflexes du moment que l'on se réfère à des systèmes dans lesquels les bactéries et leurs prédateurs, réunis dans une chaîne alimentaire, sont fixés sur un support :

- sur lequel s'écoule l'eau usée à épurer (lits bactériens) ;
- successivement immergé et mis en contact avec l'atmosphère, du fait de la rotation d'un axe situé sur/ou dans une cuve traversée par l'eau usée (disques biologiques).

Pourquoi alors préciser "cultures fixées sur supports grossiers" ? Nous dirons de façon triviale, par opposition à "cultures fixées sur supports fins" qui qualifient des procédés dont :

- la notoriété est croissante en assainissement collectif : infiltration-percolation sur sable, filtres plantés de roseaux, filtres enterrés, épandage souterrain sous pression (Liénard et coll., 1996) ;
- l'usage est quasi exclusif en assainissement non collectif car ils recouvrent en fait l'épandage souterrain et ses variantes.

Il ne s'agit pourtant pas de compliquer une classification pouvant déjà paraître comme particulièrement confuse, mais au contraire d'utiliser ces précisions de "supports fins" et "supports grossiers" pour introduire, à travers certaines de leurs caractéristiques (taille, granulométrie, indice de vide) des paramètres de conception et de gestion essentiels et spécifiques au bon fonctionnement des 2 types de procédés, résumés dans le tableau 1.

¹ Seuls seront évoqués dans cet article les procédés aérobies, sans insufflation d'air, on ne s'intéressera donc pas aux biofiltres.

TABLEAU 1 : Caractéristiques et incidences fonctionnelles des types de supports.

	SUPPORTS GROSSIERS*	SUPPORTS FINS
Ordres de grandeurs de taille	De 40 mm (taille minimale) à 80 mm ou plus de diamètre pour les éléments pouvant être assimilés à des sphères (galets, blocs de pouzzolane, voire supports plastiques en vrac : Hufo, Flocor R, ...). Sans référence de taille pour les feuilles synthétiques des disques biologiques, assemblées et séparées d'au moins 10 mm chacune, de même que les cloisons des garnissages ordonnés (Cloisonyle, Flocor, ...).	De 6 à 8 mm (taille maximale pour les graviers) jusqu'à quelques dizaines de microns (taille minimale, pour les limons encore réputés adaptés à "l'épuration par le sol").
Phénomènes régissant l'aération	La taille importante des interstices permet la circulation de l'air par ventilation induite par un tirage naturel. La capacité d'aération dépasse les besoins du biofilm. L'oxygénation de la couche aérobie du biofilm est cependant sous la dépendance de la diffusion, plus lente, de l'oxygène au travers du liquide pendant son ruissellement (l'oxygène est peu soluble dans l'eau).	La faible taille initiale des interstices du support s'oppose à la circulation de l'air (pertes de charges trop importantes). Le développement du biofilm réduit encore l'espace disponible. L'aération du support est le fait de phénomènes de : - diffusion moléculaire (tendant naturellement à rétablir un équilibre de concentrations avec l'atmosphère) ; - convection induite par les mouvements de liquide traversant le massif filtrant
Cinétique du renouvellement de l'oxygène dans la phase gazeuse	Très rapide et non limitante par rapport à la diffusion vers le biofilm.	Lente (normal pour tout phénomène de diffusion). Stoppée par toute accumulation d'eau entre le support et l'atmosphère.
Incidence sur le comportement du réacteur	Homogénéité variable suivant la hauteur, la recirculation, et la distribution du liquide.	Fonctionnement non homogène car la diffusion gazeuse est meilleure dans les couches superficielles. La finesse du support induit une filtration qui modifie rapidement les caractéristiques de la charge polluante à traiter.
Incidence sur la conception et le dimensionnement du réacteur	Un réacteur suffit. Il peut être dimensionné sur la base de son volume. Les charges à traiter peuvent être importantes >200 g de DBO ₅ par m ³ et par jour (lit bactérien faible charge), soit environ 450 g de DCO par m ³ .jour.	Au moins 2 réacteurs fonctionnant en alternance sont indispensables (3 préférables). Une référence à l'unité de surface des réacteurs est souvent plus appropriée. Charges < 40 g de DBO ₅ par m ² et par jour, soit environ 90 g de DCO par m ² .jour.
Incidence sur l'exploitation du réacteur	La charge hydraulique doit permettre de détacher la biomasse en excès de manière continue. Production de biomasse excédentaire.	Mettre régulièrement 1 (ou 2) des réacteurs au repos pour : - qu'ils se "réoxygènent" ; - que la biomasse épuratoire décroisse et s'autorégule.
Incidence sur l'aval de la filière de traitement	Mise en place d'un compartiment de séparation de la biomasse d'avec l'eau interstitielle épurée : le clarificateur.	En l'absence de biomasse excédentaire et compte tenu de la finesse du support, pas besoin d'équipement complémentaire.

* l'essentiel des rubriques concernant les "supports grossiers" se réfère aux lits bactériens pour lesquels une mise en parallèle avec les supports fins est plus aisée.

Les supports mis en oeuvre dans les disques biologiques s'apparentent à ceux des lits bactériens.

Dès que le pourcentage de porosité et le diamètre des pores décroît, le tamisage n'est plus adapté pour protéger le matériau support du colmatage. La plupart des systèmes à cultures fixées (sauf les lits bactériens à garnissage plastique) doivent donc être précédés d'un décanteur primaire, d'une lagune de décantation ou d'une fosse septique (appelée aujourd'hui "fosse toutes eaux") pour les unités de faible taille nominale.

Les filtres plantés de roseaux (2 étages de traitement en série) constituent un cas particulier du fait que le développement des roseaux (dont les tiges issues des noeuds du rhizome percent les dépôts organiques accumulés et favorisent leur minéralisation) permet d'alimenter les filtres du 1er étage, réalisés en gravier, directement avec des eaux usées brutes ayant subi un simple dégrillage.

Les clarificateurs sont du type "statique" raclés ou non en fonction de la taille des installations ou de type "lamellaire" lorsque l'exiguïté des lieux l'impose.

2. LITS BACTÉRIENS CONVENTIONNELS

L'utilisation des lits bactériens en traitement des eaux usées est très ancienne, les premiers systèmes étant apparus en Grande Bretagne il y a plus d'un siècle. Récemment et surtout à l'étranger, le procédé a fait l'objet de nombreuses adaptations technologiques. Depuis 1975, l'utilisation bien connue de garnissages "plastique" permet d'accepter de fortes charges organiques avec peu de risque de colmatage. Vers 1982 aux USA, il a été proposé d'utiliser un bassin d'aération (temps de séjour d'environ une heure) pour mettre en contact l'effluent traité avec des boues recirculées, ce qui permet de flocculer les MES et d'en améliorer l'élimination (procédé dit "lit bactérien contact"). Par ailleurs, des progrès ont été réalisés pour contrôler la croissance du biofilm, grâce à l'utilisation de sprinklers motorisés.

Malgré ces avancées, les diverses déclinaisons du procédé ont été peu diffusées en France. Cela est surtout dû au manque de données fiables sur le dimensionnement à mettre en oeuvre, qui a provoqué la réalisation d'installations déficientes. Nous proposons donc de fournir quelques informations sur ce sujet. Nous nous basons sur une récente étude scientifique européenne coordonnée par le Cemagref ainsi que sur les mesures que nous avons pu réaliser dans le cadre de la mise à jour du document FNDAE N°5 (1986) consacré au procédés adaptés aux petites collectivités rurales.

2.1. Classification sommaire des lits bactériens

Les lits bactériens ont souvent été classés en fonction de la charge organique qu'ils reçoivent : faible, moyenne, forte et très forte charge. Il nous semble également utile de les classer en fonction de l'objectif de traitement.

On parlera ainsi de lits pour le traitement partiel ou complet de la charge carbonée. Si l'on impose une nitrification partielle ou totale de l'effluent, elle peut être couplée ou non avec l'élimination du carbone. Selon les cas, il peut être plus économique de répartir le traitement sur deux étages.

Le tableau 2 résume les diverses configurations que l'on pourra mettre en place. Nous y avons placé, en fonction de l'objectif souhaité, le nombre d'étage recommandé, ainsi que le type de lit à utiliser sur chaque étage.

En outre, des versions préfabriquées monobloc apparentées aux lits bactériens sont apparues sur le marché ces dernières années. Le clarificateur est placé directement sous le lit bactérien. L'ensemble forme un bloc unique, prêt à poser, le plus souvent réalisé en fibres synthétiques.

TABLEAU 2 : Configurations recommandées en fonction du domaine d'application

Domaine d'application	Nombre d'étage(s) ²	Séparation des boues	Type de lit à mettre en œuvre
traitement complet du carbone sans contrainte sur la nitrification	1	clarificateur obligatoire	traitement complet de la DBO
traitement complet du carbone avec nitrification partielle [NH ₄ ⁺] < 10 mg/l	1	clarificateur obligatoire	traitement complet de la DBO avec nitrification
	<i>(la solution suivante à 2 étages peut être plus économique)</i>		
	2	décanteur intermédiaire optionnel + clarificateur obligatoire	1 ^{er} étage - " forte charge " 2 ^e étage - traitement complet de la DBO avec nitrification
	<p>tamisage ou décanteur 1^{er} étage 2^e étage clarificateur</p>		
traitement complet du carbone avec nitrification totale [NH ₄ ⁺] < 2 mg/l	2	décanteur intermédiaire obligatoire + clarificateur optionnel	1 ^{er} étage - traitement complet de la DBO
			2 ^e étage - nitrification tertiaire
	<p>tamisage ou décanteur 1^{er} étage décanteur 2^e étage</p>		

Notons que l'on peut atteindre les mêmes objectifs à l'aide d'autres combinaisons.

Par exemple, il est possible d'aboutir à une nitrification totale avec traitement du carbone en un seul étage, mais c'est un choix en principe moins économique que le traitement en deux étages. Nous n'avons donc indiqué que les alternatives qui nous semblent les plus rationnelles.

² Etages de lit bactérien (indépendamment des traitements amont et aval).

2.2. Propositions de dimensionnement

A chaque type de lit évoqué dans le tableau 2 correspond une charge organique maximale à appliquer en fonction du type de matériau choisi. Le critère de dimensionnement pour le calcul du volume de matériau varie en fonction du type de lit :

- ⇒ pour le traitement de la DBO il faut se baser sur une charge volumique maximale en DBO_5 ($kg_{DBO}/m^3.j$) ;
- ⇒ même chose pour la nitrification combinée au traitement de la DBO_5 ;
- ⇒ pour la nitrification tertiaire il faut se baser sur une charge surfacique en azote ($g_N/m^2.j$) selon un calcul que nous ne détaillerons pas ici, mais que l'on peut trouver ailleurs (Racault et Séguret, 1996)³.

Les charges indiquées dans le tableau 3 permettent de dimensionner les divers types de lit. Les charges appliquées sur le lit doivent être calculées à l'aide des concentrations de l'effluent qui l'alimente (le calcul prend donc en compte la dilution et le supplément de charge en DBO dissoute apportés par le recyclage).

La séparation des MES doit faire l'objet d'une attention particulière. Il est indispensable d'avoir un décanteur primaire en tête de station si on utilise un garnissage traditionnel (cailloux, pouzzolane, ...). En revanche, avec un garnissage plastique, le décanteur primaire peut être remplacé par un tamisage performant à maille inférieure à 3 mm . Si cette option est retenue, la qualité et la fiabilité du dispositif de tamisage sont essentiels (voir 4.1.4. page 16, où cette option est également évoquée pour les disques biologiques).

La qualité de l'effluent dépend de la vitesse ascensionnelle dans le clarificateur, qui ne doit donc pas être sous dimensionné. La vitesse recommandée est incluse dans le tableau 3. Dans le cas de traitement à simple étage, le clarificateur est toujours obligatoire. Dans le cas d'un traitement à double étage, deux cas sont possibles :

- ⇒ le second étage est un lit de nitrification tertiaire pure : il faut obligatoirement un décanteur intermédiaire dimensionné à 1,0 m/h. En revanche, comme la nitrification tertiaire produit très peu de boues, on pourra se passer de clarification finale.
- ⇒ le second étage réalise la nitrification combinée avec la finition du traitement de la DBO : la clarification finale est alors obligatoire avec une vitesse ascensionnelle de 1,0 à 1,2 m/h. Le décanteur intermédiaire n'est pas obligatoire si le second étage est à garnissage plastique. Si un décanteur intermédiaire est prévu, il faut le dimensionner sur la base de 1,5 m/h.

³ article présenté au Colloque : Pollutec 1996, p.30 (voir références bibliographiques).

TABLEAU 3 : Suggestions de dimensionnement des divers types de lits d'après les résultats de l'étude européenne.

Type de lit	Objectif	Garnissage	charge moy. journalière max kg DBO/m ³ .j	hauteur mini m	charge hydraulique instantanée mini m/h	taux de recyclage mini en période de pleine charge	vitesse ascensionnelle maxi clarificateur m/h
trait. complet de la DBO, agglomération < 2000 EH	< 35 mg/l DBO	traditionnel As ≈ 90 m ⁻¹	0,7	2,5	1,0	2	1,2
		plast. * 150 < As < 200 m ⁻¹	0,7	4	2,2	2	1,2
traitement complet de la DBO, agglomération > 2000 EH	< 25 mg/l DBO	traditionnel As ≈ 90 m ⁻¹	0,4	2,5	0,7	2,5	1,0
		plastique vrac* 150 < As < 200 m ⁻¹	0,4	5	1,8	2,5	1,0
traitement complet de la DBO combiné avec nitrification partielle	< 10 mg/l N-NH ₄ ⁺	traditionnel As ≈ 120 m ⁻¹	< 0,2	2,5	0,15	2,5	1,0
		plastique vrac* 180 < As < 220 m ⁻¹	< 0,3	5	1,8	2,5	1,0
nitrification tertiaire totale	< 2 mg/l N-NH ₄ ⁺	cf. procédure de dimensionnement spéciale par rapport à la charge en N (Racault et Séguret, 1996)					
Remarque : As = surface spécifique donnée par le fournisseur du matériau. Notes * : Il n'est pas encore totalement démontré que des charges supérieures peuvent être appliquées sur des matériaux plastiques.							

2.3 Recommandations générales de conception

- Nous préconisons d'avoir une hauteur qui soit toujours aussi élevée que possible, dans la limite des contraintes de génie civil, de pompage et d'esthétique. On essaiera de ne jamais descendre à moins de 4 m en garnissage plastique et 2,5 m en traditionnel (généralement de la pouzzolane, dont la taille minimale est de 40 mm et la taille maximale d'environ 80 mm). Cela a pour effet d'augmenter à la fois la charge hydraulique et le temps de contact entre la biomasse et l'effluent à traiter. Ces deux effets cumulés vont dans le sens d'une plus grande qualité et fiabilité du traitement.
- Une attention particulière doit être placée sur le choix du garnissage. Mis à part le cas particulier de la nitrification tertiaire, la surface spécifique (As) annoncée par le constructeur ne doit pas être prise en compte dans le calcul du volume de matériau à mettre en œuvre.
Le garnissage doit être choisi en fonction de sa résistance au colmatage et de ses caractéristiques hydrodynamiques. Nous ne rentrerons pas ici dans le détail. Quelques éléments de choix sont donnés dans le tableau 3 à titre indicatif, mais il existe d'autres alternatives susceptibles de donner satisfaction.
- La fréquence d'apport de l'effluent sur le matériau doit être contrôlée pour permettre un décrochage régulier de la biomasse et maintenir des performances épuratoires optimales. Ce contrôle peut être obtenu à l'aide d'un sprinkler motorisé dont on pourra régler la vitesse de rotation. Actuellement cette technique est encore peu diffusée en France. Nous ne détaillons pas les dispositifs à utiliser (entraînement central ou périphérique).
- La surface d'ouverture des ouïes sous le plancher du lit bactérien est un paramètre important pour le tirage et l'aération. La surface des ouïes d'aération devra être

comprise entre 3 et 4 % de la surface horizontale de l'ouvrage, associée avec une surface d'ouverture du plancher d'au moins 15 %.

2.4. Association : lit bactérien suivi d'un bassin de contact à boues activées

Mis en oeuvre actuellement par l'un des grands groupes français de traitement d'eau sur la base d'un concept développé aux USA il y a une douzaine d'années, ce procédé, encore peu répandu en France, vise à améliorer la floculation de la biomasse, et partant la qualité de l'effluent, en réduisant sa concentration en bactéries libres et fines.

Un petit bassin de contact, aéré, est disposé à l'aval immédiat du lit bactérien et est calculé pour obtenir un temps de passage de l'ordre d'une heure. Ce procédé en cours de test sur une installation de 1000 EH devrait être évalué par le Cemagref en 1997.

2.5. Adjonction d'un terre filtrant à un lit bactérien moyenne charge, simple étage (analyse de cas)

Les valeurs de dimensionnement et recommandations en matière de charge hydraulique et de sa distribution, préconisées précédemment visent à la fois à augmenter et fiabiliser les performances. Elles entraînent également une augmentation des volumes de réacteur des installations en simple étage devant satisfaire à des niveaux de rejet exigeants.

Une solution alternative peut consister à conserver le dimensionnement traditionnellement utilisé jusqu'à maintenant (charge organique de l'ordre de $0.8 \text{ kg de DBO}_5 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{j}^{-1}$) et à adjoindre à l'aval un traitement tertiaire par cultures fixées sur supports fins.

Des mesures ont été réalisées au cours de l'année 1996 sur une installation de ce type dans le département de la Drôme. Ses principales caractéristiques et performances sont résumées ci-après.

Caractéristiques sommaires

Dimensionnée pour une capacité nominale de 1000 EH et conçue pour un rejet de qualité 'e'⁴, 'NK1' entre le 15 octobre et le 15 mai et niveau 'f' du 15 mai au 15 octobre. La filière lit bactérien comprend, de l'amont vers l'aval :

Un poste de relèvement avec dégrillage, un dégraisseur aéré, un décanteur-digesteur, un lit bactérien moyenne charge à garnissage de pouzzolane, un clarificateur raclé avec une pompe de reprise des boues secondaires renvoyées vers le décanteur primaire.

Avant rejet vers le milieu naturel, le flux transite par une bêche de stockage comprenant 3 pompes dont 2 assurent en alternance la recirculation sur le lit bactérien avec de l'eau épurée, clarifiée, renvoyée dans le pot de distribution du sprinkler.

⁴ Ces niveaux de qualité, fixés par la circulaire de novembre 1980, n'ont plus cours. On se réfère désormais aux arrêtés du 22 décembre 1994 et du 21 juin 1996.

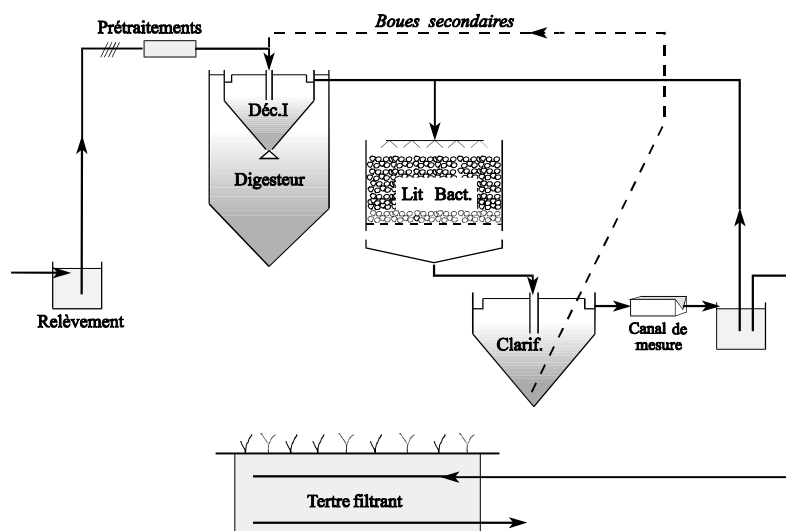


Figure 1 : Représentation schématique de la filière "lit bactérien moyenne charge à recirculation + terre filtrant" étudiée par le Cemagref.

Conditions de fonctionnement

Station chargée à environ 60 % de sa capacité.

Charge organique appliquée sur le lit bactérien : $0.45 \text{ kg de DBO}_5 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{j}^{-1}$.

Charge hydraulique : $0.4 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$, SK (force de curage ou intensité d'arrosage) : $0.5 \text{ mm/passage de bras du sprinkler}$.

Qualité du rejet, performances

DCO effluent 95 mg/l , DBO_5 $25 \text{ à } 30 \text{ mg/l}$, $\text{MES} \approx 10 \text{ mg/l}$.

N-NH_4^+ voisin de 12 mg/l , nitrification faible $\approx 20 \%$.

Le niveau "e" n'est pas atteint pour la DCO qui est à 94 % sous forme dissoute, ce qui traduit un traitement incomplet de la matière organique.

Commentaire concernant le lit bactérien

Il s'agit d'un lit bactérien dit à "moyenne charge", traditionnellement dimensionné pour une charge volumique $\leq 0.8 \text{ kg de DBO}_5/\text{m}^3$ et par jour. Bien qu'étant moyennement chargé (80 % de la charge prévue au projet qui était de $0.56 \text{ kg de DBO}_5/\text{m}^3/\text{j}$), la qualité du rejet issu du lit bactérien n'est pas satisfaisante.

Toutefois, il faut noter que les conditions de fonctionnement hydraulique du lit au moment des mesures ne sont pas optimales : la charge hydraulique et le SK sont faibles. L'érosion du biofilm par ruissellement de l'eau est vraisemblablement insuffisante ce qui provoque une croissance excessive de la zone anaérobie du biofilm et peut induire une solubilisation de métabolites plus chargés en matière organique dissoute. Une charge hydraulique multipliée au moins d'un facteur 1.5 serait plus appropriée, en revanche une augmentation de SK ne peut être atteinte que par une conception de sprinkler complètement repensée (réduction à 2 bras pour un apport d'eau plus important à chaque passage, voire freinage de la vitesse de rotation par motorisation du sprinkler pour la rendre indépendante du débit déversé).

Complément de traitement par un système à cultures fixées sur supports fins

La solution choisie par le constructeur a été l'adjonction d'un tertre filtrant drainé, en traitement tertiaire, entre le 15 mai et le 15 octobre.

Surface de 280 m² dont chaque moitié est mise en service alternativement chaque semaine. Ce tertre est alimenté par une 3ème pompe également placée dans la bêche de stockage aval, et commandée par poires de niveau.

En sortie de tertre, la qualité atteinte est de :

DCO < 35 mg/l, DBO₅ < 5 mg/l, N-NH₄⁺ < 2 mg/l soit une nitrification d'environ 90 %.

Un rapport de la DDASS de la Drôme réalisé au cours de l'année 1995, basé sur une dizaine d'échantillons instantanés, confirme des abattements supérieurs à 50 % en DCO, DBO et MES permettant, la plupart du temps, d'atteindre les niveaux 'f', 'NK2'. On note cependant une chute de la nitrification en fin de saison.

Au plan de la décontamination bactérienne, les performances sont relativement modestes avec des abattements de 1 à 2 unités logarithmiques sur les germes tests de contamination fécale.

Commentaire concernant le tertre filtrant drainé

Cette amélioration sensible de performance a été obtenue au prix d'une extension de surface active d'environ 0.28 m²/EH correspondant à une charge hydraulique de 0.35 m/jour, avec un influent peu chargé en MES (10 mg/l) pour une hauteur de sable ordinaire de type "0/5 mm" de 0.7 m.

Il est possible que, moyennant une réflexion plus poussée sur la conception de cet ouvrage (répartition sur 3 plateaux, alternance différente, redimensionnement du réseau de distribution, modification de l'interface : sable - couche drainante, ...), ces performances puissent être tenues de façon fiable sur l'année complète, sans augmenter de façon considérable l'emprise et le coût (représentant actuellement environ 6 % du prix d'investissement de la station) de cet ouvrage .

En terme de coûts d'investissement et d'exploitation, il est donc possible que l'adjonction d'un système à cultures fixées sur supports fins soit une alternative crédible à l'accroissement du dimensionnement des lits bactériens, rendu nécessaire par l'exigence de rejets de grande qualité (DBO < 25 mg/l, N-NH₄⁺ < 10 mg/l). Elle peut en outre, constituer une solution appropriée à la remise à niveau d'installations existantes.

3. LITS BACTÉRIENS PREFABRIQUES MONOBLOCS

3.1 Présentation générale

Quelques distributeurs s'implantent sur le marché français en commercialisant des ensembles préfabriqués monoblocs, conçus et, dans la majeure partie des cas, réalisés à l'étranger. S'appuyant sur un développement plus important dans d'autres pays de l'Union Européenne, ils souhaitent investir le marché en expansion du traitement des eaux des petites collectivités.

Séduisants, car faciles à implanter sur des surfaces réduites et de ce fait aisés à intégrer au plan paysager, ces systèmes en majeure partie enterrés comprennent l'ensemble des équipements de traitement primaire et secondaire soit :

- intégrés dans un seul et unique module pour les petites capacités, jusqu'à 65 EH pour un rendement en DBO réputé atteindre 85 % et ramené à 50 EH pour un niveau de rejet de type 'e', 'NK1' ou un rendement porté à 95 % sur la DBO,

- en 2 parties, avec un traitement primaire souvent de type " fosse toutes eaux ", et un module de traitement secondaire comprenant le clarificateur placé immédiatement sous le lit bactérien.

La taille nominale de ces systèmes ne dépasse pas en général 450 EH. Il est suggéré d'installer des équipements en parallèle pour des capacités supérieures. Des performances supérieures en nitrification pourraient également être obtenues par l'adjonction de modules spécialisés en série.

Dans tous les cas, les boues secondaires en excès sont renvoyées vers l'étage primaire où elles sont stockées puis extraites conjointement avec les boues primaires.

Ces lits bactériens se classent dans la catégorie "moyenne charge à recirculation" garnis de matériaux de remplissage de type supports grossiers plastiques en vrac avec des surfaces spécifiques de l'ordre de $120 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-3}$.

L'aération du réacteur est assurée par ventilation forcée ou tirage naturel selon les constructeurs mais dans tous les cas la distribution de l'effluent est assurée par des systèmes de dispersion fixes.

3.2 Résultats des mesures réalisées par le Cemagref

Ces mesures ont été réalisées sur une installation de 100 EH en 1994 dans le département de l'Isère et une installation de 250 EH en 1995 en Savoie, toutes deux issues du même distributeur.

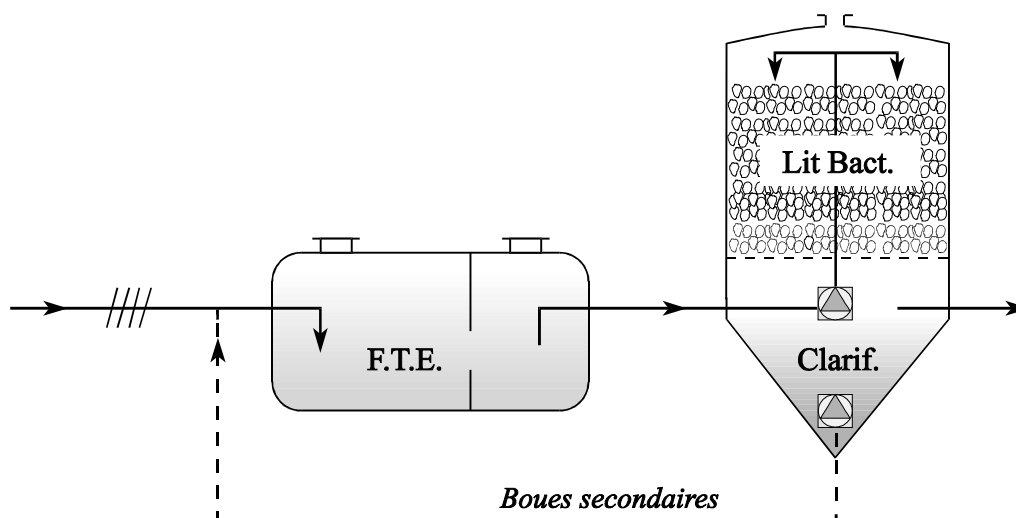


Figure 2 : Représentation schématique d'une filière "lit bactérien préfabriqué monobloc" étudiée par le Cemagref

Globalement, et en dépit d'un réseau collectant des eaux de ruissellement sur la seconde, on peut considérer que ces 2 installations se trouvaient en état de sous charge notamment organique (30 %).

Dans les deux cas, l'ensemble des paramètres représentatifs du traitement de la matière organique (DCO, DBO₅ et MES) sont supérieurs au niveau "e". Sur la station de Savoie, en dépit de concentrations relativement faibles en sortie de la fosse toutes eaux le 1er jour (voir Tableau 4), la qualité en sortie du clarificateur n'atteint même pas le niveau "e" sur la fraction dissoute de la DCO.

TABLEAU 4 : Évolution des principaux paramètres en entrée et sortie du traitement secondaire sur une station par lit bactérien préfabriqué monobloc en Savoie, en novembre 1995.

	DCOb (mg/l)	DCOf (mg/l)	MES (mg/l)	N-NK (mg/l)	N-NO ₃ (mg/l)
Sortie Fosse Toutes Eaux	338	198	94	46.5	0
Sortie finale	143	92	42	32.0	1.4

Quant à l'oxydation des composés azotés, on constate que la nitrification est insignifiante et que le seul abattement observé sur l'azote Kjeldahl (31 %) est certainement le fait de l'assimilation par la biomasse secondaire produite.

Commentaire

L'origine de ce dysfonctionnement n'a pu être identifiée avec certitude. La configuration du système (compacte, sans accès possible à la base du lit bactérien et enterrée) n'est pas propice aux investigations poussées ; il est d'ailleurs possible que plusieurs causes se combinent pour expliquer ces faibles performances.

Les hypothèses suivantes peuvent être avancées :

- répartition défectueuse du liquide recirculé ne permettant pas une utilisation optimale de la surface développée du support. La faible charge hydraulique associée à l'absence de sprinkler ne favorise pas l'autocurage du lit et nuit à l'utilisation optimale de la surface de matériau de garnissage (d'une manière générale, un système de distribution fixe n'est pas considéré comme satisfaisant sur les lits bactériens) ;
- inadaptation du support au traitement d'eaux usées domestiques qui ne permettrait pas un développement optimal de la biomasse. Il a été constaté que des matériaux du même type utilisés dans de mauvaises conditions hydrodynamiques sont souvent peu performants pour des installations de petites collectivités. La hauteur utile de matériau est insuffisante (2 mètres, alors qu'une hauteur de 3 mètres est souvent conseillée) ;
- septicités trop importantes des eaux provenant de la fosse toutes eaux (du fait de l'absence de séparation entre les zones de décantation et de digestion anaérobie des boues, même si cette dernière est limitée en raison d'un faible dimensionnement de l'ouvrage et donc d'une capacité de stockage limitée (temps de rétention hydraulique théorique de 1 jour) ;
- aération insuffisante et/ou mal répartie dans un matériau colonisé de façon très hétérogène.

La conception du clarificateur n'est pas non plus sans reproche, on mentionnera les points suivants :

- sur la plupart des modèles de la gamme, le clarificateur a le même diamètre que le lit bactérien. Si l'on considère que la charge hydraulique à appliquer sur ce dernier pour garantir l'autocurage est de l'ordre de $0.8 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$, le débit admissible sur le clarificateur, pour ne pas dépasser une vitesse ascensionnelle limite de $1.5 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1}$ n'est plus que de $0.7 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$. Par exemple, pour une taille de 250 EH, le calcul aboutit à un débit limite de l'ordre de $4.3 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, valeur bien inférieure au débit de pointe supposé garanti et donné à $6.25 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$;
- les eaux provenant de la fosse toutes eaux peuvent aisément rejoindre la sortie sans traitement lorsque la pompe de recyclage est arrêtée ;
- le retour des eaux recyclées en surface (sans passer par un clifford) est susceptible de créer des turbulences nuisibles à une décantation statique efficace et donc à une bonne séparation de la biomasse et de l'eau interstitielle épurée.

En résumé, on peut dire que le système biologique paraissait saturé et ne semblait plus avoir de "réserve de fonctionnement" sur les stations évaluées. Par conséquent, les mauvaises performances constatées en situation de sous charge ne peuvent que s'aggraver dès que le flux de pollution à traiter augmentera et s'approchera de la charge nominale.

4. DISQUES BIOLOGIQUES

4.1. Situation actuelle en France

Procédé créé dans les années 60 en Allemagne où ils jouissent toujours d'une bonne réputation et d'évolutions technologiques, les disques biologiques (encore appelés "biodisques") ont en revanche connu une forte désaffection depuis 1975 en France. Elle a été justifiée par de nombreuses défaillances mécaniques et un sous dimensionnement chronique.

Les nouvelles stations à disques biologiques installées sur le territoire national depuis une dizaine d'années proviennent essentiellement d'un groupe international dont les installations sont beaucoup plus répandues en Europe du nord.

Les disques montés sur leur axe entraîné directement par un groupe motoréducteur sont importés en France par un agent officiel situé dans la banlieue lyonnaise et doivent être intégrés dans une station dont les divers équipements sont mis en oeuvre par un ensamblier. La qualité générale de l'ensemble est d'ailleurs fortement dépendante des compétences et sérieux de ce dernier. Une station de ce type a été étudiée par le Cemagref à Frontenex (73) en 1995.

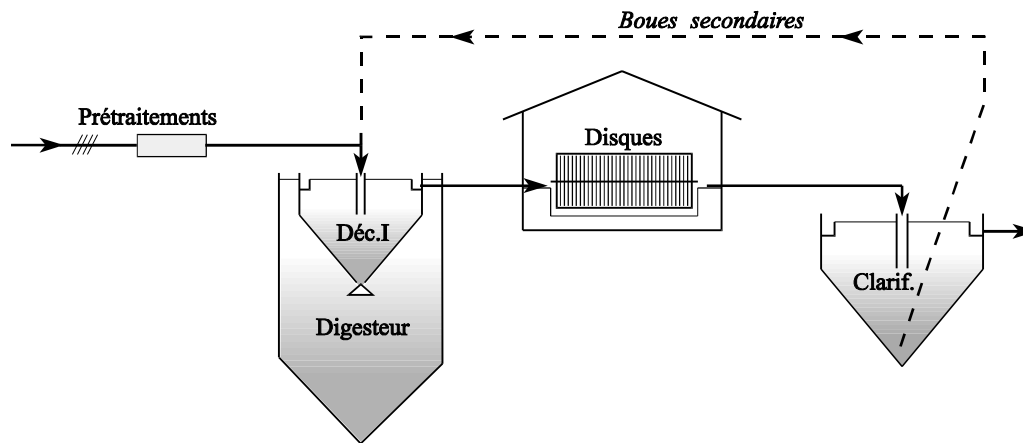


Figure 3 : Représentation schématique d'une filière "disques biologiques"

Un constructeur d'origine suisse a équipé une station en fournissant 2 axes de disques pour une station soumise à variation de charge dans le massif montagneux de la Chartreuse. Il se trouve qu'elle a été réalisée par le même ensemblier que celle de Frontenex. Le Cemagref a procédé à une série de mesures sur cette installation au cours de l'année 1993.

Les caractéristiques et résultats principaux, émanant de ces 2 stations, seront brièvement présentés ci-après.

4.1.1. Nouveaux équipements non encore représentés en taille réelle

D'origine allemande, 2 nouveaux concepts de disques pourraient arriver prochainement sur le marché et mériteraient d'être étudiés dans le domaine du traitement des eaux usées domestiques en France préalablement à une éventuelle diffusion plus large.

- Le 1er met en oeuvre des disques de diamètre relativement faible (1.5 à 2 mètres) en polyéthylène qui ont la particularité d'être lisses comme l'étaient ceux de la 1ère génération. Leur vitesse de rotation est de ce fait plus rapide et fixée à 3 tours par minute. Des entretoises fixant l'écartement entre les disques contribuent également à brasser le liquide dans l'auge. Ce type d'installation importé par une filiale d'un grand groupe français est actuellement installé, à titre de pilote expérimental, en dérivation dans une station communale du département d'Indre et Loire à Cinq-Mars la Pile.
- Le second, toujours originaire d'Allemagne, où il est mis en oeuvre sur des stations communales et en traitement d'eaux usées issues de pisciculture, n'est pas encore développé en France. Le support, monté à la périphérie d'une roue pouvant atteindre un diamètre de 4.8 m, immergée à 75 %, crée des compartiments qui se chargent d'air lors de leur passage dans l'atmosphère, conjointement avec l'aération du biofilm. Au cours de la rotation, l'air mis en pression s'échappe par des ouïes spécialement aménagées, sous forme de bulles qui viennent aérer l'importante masse de liqueur mixte en suspension (de l'ordre de 20 litres par m² de surface développée de support). Compte tenu du fait que ce volume est environ 10 fois supérieur aux valeurs rencontrées classiquement sur les autres disques, ce procédé n'est peut être pas à classer en cultures fixées mais en cultures mixtes. Une jeune société, implantée en région Rhône Alpes, souhaite importer ces disques.

4.1.2. Station de Frontenex

Caractéristiques sommaires

Capacité : 2500 EH, $400 \text{ m}^3 \cdot \text{j}^{-1}$, $115 \text{ kg de DBO}_5 \cdot \text{j}^{-1}$.

Décanteur-digester de type fosse Imhoff, 2 séries de disques en parallèle (9150 m^2 de surface totale développée annoncée), clarificateur statique raclé.

Volume d'eau dans les auges : ≈ 1.3 litre par m^2 de surface développée.

Station en état de surcharge hydraulique : environ 140 % et organique (environ 120%) en prenant en compte la charge en DCO (DBO_5 faibles).

Performances

Les concentrations de l'effluent traité étaient les suivantes DCO 98 mg/l, DBO 24 mg/l, MES 14 mg/l.

Consommation énergétique minimale de l'ordre de 0.35 kWh/kg de DCO éliminée par jour (sans pompes de relèvement), soit 0.28 Wh par m^2 .

Charge surfacique mesurée d'environ $23 \text{ g de DCO par m}^2$ et par jour, soit environ 9 g de DBO_5 par m^2 et par jour (pour un rapport DCO/ DBO_5 de 2.5).

Sur le plan mécanique, cette station mise en service en 1987, présentait encore après 6 ans, toute garantie de bon fonctionnement (motoréducteurs, fixation du support, ...). La mise en oeuvre du support en secteurs peut s'avérer commode à toute opération de remplacement accidentel.

Seule la couverture des disques en matériau composite était dégradée (notamment les charnières et supports d'ouverture réglables).

4.1.3. Station de Saint Pierre de Chartreuse

Caractéristiques sommaires

Capacité variable : de 500 à 3000 EH, $600 \text{ m}^3 \cdot \text{j}^{-1}$ et $162 \text{ kg de DBO}_5 \cdot \text{j}^{-1}$ en pointe.

Décanteur primaire lamellaire, 2 séries de disques en parallèle (13776 m^2 de surface totale développée annoncée), clarificateur secondaire lamellaire, stockage de boues séparé.

Volume d'eau dans les auges : ≈ 2 litres par m^2 de surface développée, rouleaux immergés à 40 %. La mise en oeuvre adoptée dans cette station ne semble pas correspondre "au standard" du constructeur où sur 2 stations visitées en Suisse (Pensier et La Sagne), l'immersion était d'environ 60 % (axe immergé).

Station chargée à 65 % de sa charge organique nominale de pointe au moment des mesures.

Performances

Sortie finale : DCO 55 mg/l, $\text{DBO}_5 < 10 \text{ mg/l}$, MES 12 mg/l, nitrification faible de l'ordre de 10 %.

Consommation énergétique minimale de l'ordre de 0.6 kWh/kg de DCO éliminée et par jour (disques seuls), soit 0.33 Wh par m^2 .

Charge surfacique mesurée d'environ $8 \text{ g de DCO par m}^2$ et par jour, soit environ 3.2 g de DBO_5 par m^2 et par jour (pour un rapport DCO/ DBO_5 de 2.5).

Sur le plan du fonctionnement des disques, l'agencement du support gaufré en double plaques, enroulées en spirale sur l'axe, ménage des formes tubulaires assez sensibles au colmatage en cas d'arrêt inopiné de quelques heures. La surface réellement active peut aussi s'en trouver réduite dans des proportions non négligeables. En dépit d'un système d'entraînement périphérique d'apparence très robuste, le développement excessif de biomasse dans les parties immergées des rouleaux peut provoquer un phénomène de balourd qui met du temps à se résorber et que les points de fixation du support ne sont pas toujours capables d'atténuer. Ce mode d'agencement du support peut rendre problématique toute intervention sur un rouleau surtout dans un local exigu. Il convient alors d'extraire l'axe dans son ensemble avec une grue pour pratiquer une réparation.

4.1.4. Mise en place de prétraitements poussés en remplacement de la décantation primaire

Dans les Alpes Maritimes, quelques stations à disques biologiques ont été récemment créées (La Brigue, Saint Dalmas de Tende) en substituant un tamisage fin à une décantation primaire.

Cette disposition présente notamment l'avantage de réduire l'investissement et l'emprise au sol. Compte tenu de son caractère novateur, il conviendra néanmoins d'analyser son incidence en terme :

- de fonctionnement, en vérifiant qu'il ne se produit pas de dépôts dans les auges des disques, sur une période assez longue ;
- d'exploitation, du fait de l'importante masse de refus bruts de tamisage à gérer et auxquels il convient de trouver une destination respectueuse de l'environnement.

Par ailleurs, l'absence de digesteur peut également poser problème pour la stabilisation des boues secondaires.

Ces divers aspects (exposés brièvement ici de façon non exhaustive) doivent être pris en compte dans un bilan global avant de généraliser ces dispositions constructives.

4.2. Bases de dimensionnement actuellement appliquées en Europe

Il est pratiquement impossible de trouver en France des références récentes concernant le dimensionnement des disques biologiques étant donné que cette technique n'a pas suscité de recherches approfondies.

Dans les années 70, les abaques de Hartmann très utilisées en Allemagne, fournissaient un moyen certes empirique, mais néanmoins opérationnel, d'accéder à une qualité de rejet en fonction de la charge organique surfacique appliquée sur l'étage biologique avec divers facteurs correctifs liés à la taille de l'installation (et donc aux à-coups de charge inversement proportionnels qu'elle pouvait recevoir), au nombre d'étages de disques en série et à la fraîcheur de l'eau usée.

Aujourd'hui, pour les installations mises en place depuis une dizaine d'années en France, ces documents ne sont plus parfaitement adaptés, en raison de :

- la difficulté à estimer les surfaces réellement accessibles au biofilm et/ou au substrat, et par conséquent actives (compte tenu de la complexité des supports qui offrent certes, des surfaces spécifiques supérieures, mais présentent également des parties mortes à cause de recouvrements) ;

- l'alimentation des disques non plus perpendiculairement à leur axe, mais dorénavant parallèlement à celui-ci, et conjointement à la mise en place de plusieurs types de supports sur le même axe

En première approche, il est néanmoins toujours intéressant de se reporter aux pratiques ou recommandations en cours à l'étranger et notamment en Allemagne et au Royaume Uni, en se basant sur les surfaces développées annoncées par les constructeurs. Il faut cependant garder une approche critique (sécuritaire) des surfaces annoncées en estimant leur proportion supposée "active".

En Allemagne, les sources proviennent de l'ATV (1989, 1991), il est fait référence à :

- une charge de 8 g de $\text{DBO}_5 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{j}^{-1}$, pour au moins 2 batteries de disques en séries et 10 g de DBO_5 pour au moins 4 axes en série, **en l'absence de nitrification** ;
- une charge de 4 g de $\text{DBO}_5 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{j}^{-1}$, pour au moins 3 axes en séries et 5 g de DBO_5 pour au moins 4 axes en série, **avec nitrification** (sans précision sur le taux ni sur les concentrations en sels ammoniacaux résiduels).

Avec les équipements récemment implantés en France, il semble a priori prudent de se reporter aux charges surfaciques les plus faibles mentionnées ici.

Il est également précisé que la charge entrante ne doit pas excéder 60 g de $\text{DBO}_5 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{j}^{-1}$ sur le 1er étage pour une eau usée fraîche et 40 g pour une eau usée septique. En outre, le volume d'eau en place dans l'auge ne devrait pas être inférieur à 4 litres par m^2 de surface développée active. Il faut également accorder une attention particulière à la prévention des courts circuits hydrauliques.

Le clarificateur peut être dimensionné pour une vitesse ascensionnelle ≤ 1 mètre par heure et un temps de passage ≥ 2.5 heures par rapport au débit de temps sec en période de jour.

Au Royaume Uni, des sources plus récentes (Green and Upton, Upton and Green, 1995) et vraisemblablement basées sur du matériel assez proche de celui équipant les stations françaises réalisées ces dernières années, dans un article consacré à des petites stations d'épuration à disques biologiques suivis d'un lit planté de roseaux à écoulement horizontal comme traitement tertiaire, il est fait état de charge surfaciques de :

- 4 g de DBO_5 par m^2 et par jour pour satisfaire à un niveau de rejet de 45 mg/l de MES et 25 mg/l de DBO en sortie de clarificateur ;
- cette valeur est diminuée à 2.5 g de $\text{DBO}_5 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{j}^{-1}$, si une nitrification préalable au traitement tertiaire est requise.

Le système est censé pouvoir traiter un débit traversier équivalent à 6 fois le débit de temps sec.

Une publication du 'British Standards Institution' (1983), donc antérieure, recommandait dans ses valeurs limites, une charge ≤ 5 g de $\text{DBO}_5 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{j}^{-1}$ sur effluent décanté pour obtenir un rejet de 30 mg/l en MES et 20 mg/l en DBO_5 .

Pour les stations intégrées (préfabriquées) de très petites capacités, dont il n'existe pas à notre connaissance de réalisation en France (de 5 à 180 EH, comportant en un seul élément : décanteur primaire, disques avec système d'alimentation de type 'noria' solidaire de l'axe, décanteur secondaire), la charge en eau usée brute à l'entrée doit être $\leq 7.5 \text{ g de DBO}_5 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{j}^{-1}$.

5. CONCLUSION

Dans le dernier rapport sur l'état de l'équipement en matière d'assainissement des collectivités locales en France (Données 1992/1993), sur un total de 11310 stations de plus de 200 Equivalents Habitants (EH) recensées, près de 5650 sont des stations à boues activées, représentant un peu plus de 71 % de la capacité.

Les filières de traitement à cultures fixées sur supports grossiers (lits bactériens et disques biologiques) ne représentent plus que 7.5 % de la capacité de traitement installée. Cette situation n'est pas propice au développement d'un effort de recherche conséquent de la part d'un petit nombre de constructeurs pour lesquels ce secteur est aussi en passe de devenir marginal dans leur chiffre d'affaire. Il se crée ainsi une désaffection croissante et généralisée (les maîtres d'oeuvre, publics ou privés, ne sont plus incités à présenter des appels d'offres comportant ces procédés) ce qui appauvrit considérablement la diversité des marchés et leur possible adéquation avec les contraintes variées des collectivités.

Pour clarifier les bases de dimensionnement et favoriser l'évolution de la technique lit bactérien, le Cemagref de Bordeaux s'est associé à d'autres équipes européennes pour faire un point sur l'état de l'art et préciser les conditions d'adaptation du procédé pour répondre à des normes de rejet plus sévères, notamment sur l'azote.

En comparaison avec les pratiques les plus usuelles du parc vieillissant français, les solutions envisageables pour améliorer les performances sont présentées. Certaines d'entre elles mériteraient d'être suivies sur des sites représentatifs (c'est à dire présentant un taux de charge organique significatif d'au moins 50 % par rapport au dimensionnement nominal) tant au niveau efficacité de traitement qu'au plan des coûts d'investissement et d'exploitation.

Pour les disques biologiques la situation est comparable et également préjudiciable. A partir du suivi de 2 stations et d'un examen des produits désormais proposés, on peut considérer que les erreurs passées (sous dimensionnement généralisé), ont été corrigées. L'apparition de nouveaux types de supports à feuilles de polypropylène, légers et surtout correctement fixés sur l'axe, devrait permettre à cette technique de retrouver une place normale dans la palette de procédés adaptés à des stations de moyenne importance (jusqu'à environ 3000 EH).

Un dispositif de "lit bactérien-clarificateur" préfabriqué monobloc, déjà diffusé à près d'une centaine d'exemplaires dans de petites collectivités, a pu être évalué récemment. Son fonctionnement est franchement défectueux.

Un autre système du même type, diffusé par un autre constructeur, est en passe de s'implanter. Des améliorations ont été apportées par rapport à certaines carences de conception relevées sur le dispositif précédent, plus ancien.

Des mesures de validation de ce nouveau procédé ne pourront être réalisées avant son installation dans une situation d'alimentation stable et avec une charge significative d'au

moins 50 % par rapport au nominal (une seule unité est actuellement en service sur une aire d'autoroute dans l'ouest de la France).

6. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abwassertechnische Vereinigung E.V. (1989). ATV-A 135 "Principes pour le dimensionnement de lits bactériens et disques biologiques pour des capacités supérieures à 500 équivalents habitants.

Abwassertechnische Vereinigung E.V. (1991). ATV-A 122 "Principes de dimensionnement, construction et opération de petites stations biologiques d'épuration pour des capacités comprises entre 50 et 500 habitants ou équivalents habitants.

Ministère de l'Environnement, Direction de l'Eau (1994). Assainissement des collectivités locales en France. Etat de l'équipement et des financements (Données 1992/1993), 89 p.

British Standards Institution (1983). British Standard Code of practice for design and installation of small sewage works and cesspools. *BS 6297*.

Ministère de l'Agriculture, CEMAGREF QEPP Paris (1986). Les stations d'épuration adaptées aux petites collectivités. Documentation technique FNDAE n°5, Juin 1986, 60 p.

Green M.B., Upton J. (1995). Constructed reed beds : Appropriate technology for small communities. *Wat. Sci. Tech.*, **32** (3), pp 339-348.

Harrison J.R., Lum L.K. (1994). Trickling filter solids contact: operation and nitrification, Water Environment Federation, 67th annual conf.& exposition, Chicago, october 15-19, 1994, pp.87-99

Liénard A., Convert P., Boutin C. (1996). Efficacité des procédés rustiques vis-à-vis des composés azotés. Cemagref Editions : *Actes de Colloques*, Pollutec 1996, " Traitement de l'azote, cas des eaux résiduaires et des lisiers ", pp. 63-77.

Parker D. S., Brischke K. V, Matasci R. N. (1993). Upgrading biological filter effluent using the TF/SC process, *J.IWEM*, 1993, 7, pp.90-100

Racault Y. (1996). Bilan d'une étude de l'Union Européenne sur les lits bactériens: critères de dimensionnement et conception pour répondre aux nouvelles normes de rejet, notamment sur l'azote. *Séminaire de la F.U.L. sur les procédés d'épuration par biomasse fixée*. Arlon (Belgique), 31 mai 1996, 12 p.

Racault Y., Séguret F. (1996). Eléments de dimensionnement pour la nitrification en lit bactérien. Cemagref éditions : *Actes de colloques*, Pollutec 96, Traitement de l'azote, cas des eaux résiduaires urbaines et des lisiers, pp. 21-37

Upton J., Green M.B. (1995). A successful strategy for small treatment plants. *W.Q.I.*, N°4, pp 12-14.