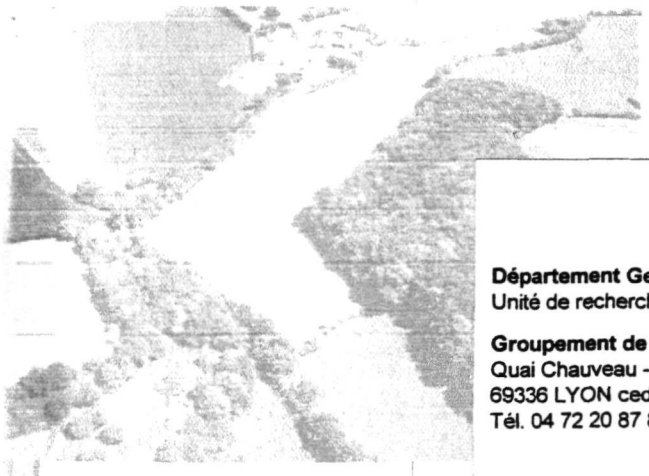
Cemagref

ENQUETE NATIONALE SUR LE LAGUNAGE NATUREL ASSOCIE A L'INFILTRATION-PERCOLATION

Cédric Maréchal
Catherine Boutin



Département Gestion des Milieux Aquatiques
Unité de recherche Qualité des Eaux et Prévention des Pollutions

Groupement de Lyon
Quai Chauveau - CP 220
69336 LYON cedex 09
Tél. 04 72 20 87 87 - Fax 04 78 47 78 75

L. 227

Juillet 1999

1. PRINCIPE ET INTERET DE L'INVESTIGATION

Cette enquête nationale a comme objectif de recenser sur le territoire les stations d'épuration composées d'un étage de lagunes à microphytes suivi d'un massif d'infiltration percolation.

L'identification et la caractérisation de ces sites pionniers permettront de dresser l'état de développement de ce dispositif d'épuration.

Les enseignements retirés du comportement de la filière et le recensement d'éléments originaux de composition seront autant de renseignements constructifs. En effet, la conception et l'exploitation de tels dispositifs étant au stade expérimental, les éléments de l'enquête pourront être intégrés dans l'établissement d'une station « type» lagunes suivies d'une infiltration percolation. L'attention sera également portée sur les causes potentielles de dysfonctionnement et les problèmes rencontrés.

Propositions de dimensionnement des massifs d'infiltration percolation en aval d'un lagunage naturel :

Les suggestions ci-après sont issues d'essais sur pilote, ayant fonctionné pendant 3 mois durant l'été 1994, mais n'ont pas été confirmées à l'échelle réelle.

Actuellement, le CEMAGREF proposerait une conception basée sur 3 unités d'infiltration **de 0.33 m²/EH** disposées en aval du lagunage naturel lorsque la filière doit assurer une épuration annuelle (au total **1 m²/EH**). Si le dispositif est destiné à traiter des effluents estivaux, 2 unités de 0.33 m²/EH devraient suffire.

La hauteur de la tranche filtrante pourrait être réduite à 30 cm. Si le matériau utilisé est du sable, celui ci devrait présenter un d_{10} minimum de 0.2 mm et un C.U maximum de 3 à 5.

Le rejet de ce dispositif atteindrait un niveau de qualité D_4, soit 25 mg/l en DBO_5 et 125 mg/l en DCO (Circulaire interministérielle du 17 février 1997).

Le positionnement des massifs d'infiltration sur la série de lagunes est encore flou. Un étage composé d'une lagune de tête (6 m²/EH) ou de deux lagunes (6 m²/EH + 2,5 m²/EH) précédants l'infiltration percolation sont les principales pistes.

2. METHODE

Une série de questions s'intéressant aux filières existantes de lagunage naturel suivi d'une infiltration percolation a été établie préalablement. Elles étaient ciblées principalement sur les bases de dimensionnement des bassins de lagunage et des filtres positionnés en aval ainsi que sur les résultats de fonctionnement.

Ce questionnaire a été adressé au mois de juin 98 à chaque SATESE. Courant septembre, une lettre de relance était envoyée. Par la même occasion, un formulaire a été destiné aux constructeurs et maîtres d'œuvre, identifiés grâce aux premières réponses, afin de compléter les informations.

3. RESULTATS

L'enquête peut être considérée comme un succès puisque le taux de réponse avoisine les **80%**. En effet, la complémentarité entre les données des SATESE et celles des constructeurs permet de déterminer l'effectif de 75 départements sur 95. Après élimination des réponses qui étaient hors problématique (cas de lagune de décantation ou de lagunage aéré), **74** stations de type lagunage naturel associé à de l'infiltration percolation réparties sur 29 départements ont été recensées.

3.1. Localisation en France des sites de lagunage naturel infiltration-percolation

Il est possible de localiser ces sites à l'aide de la carte suivante :

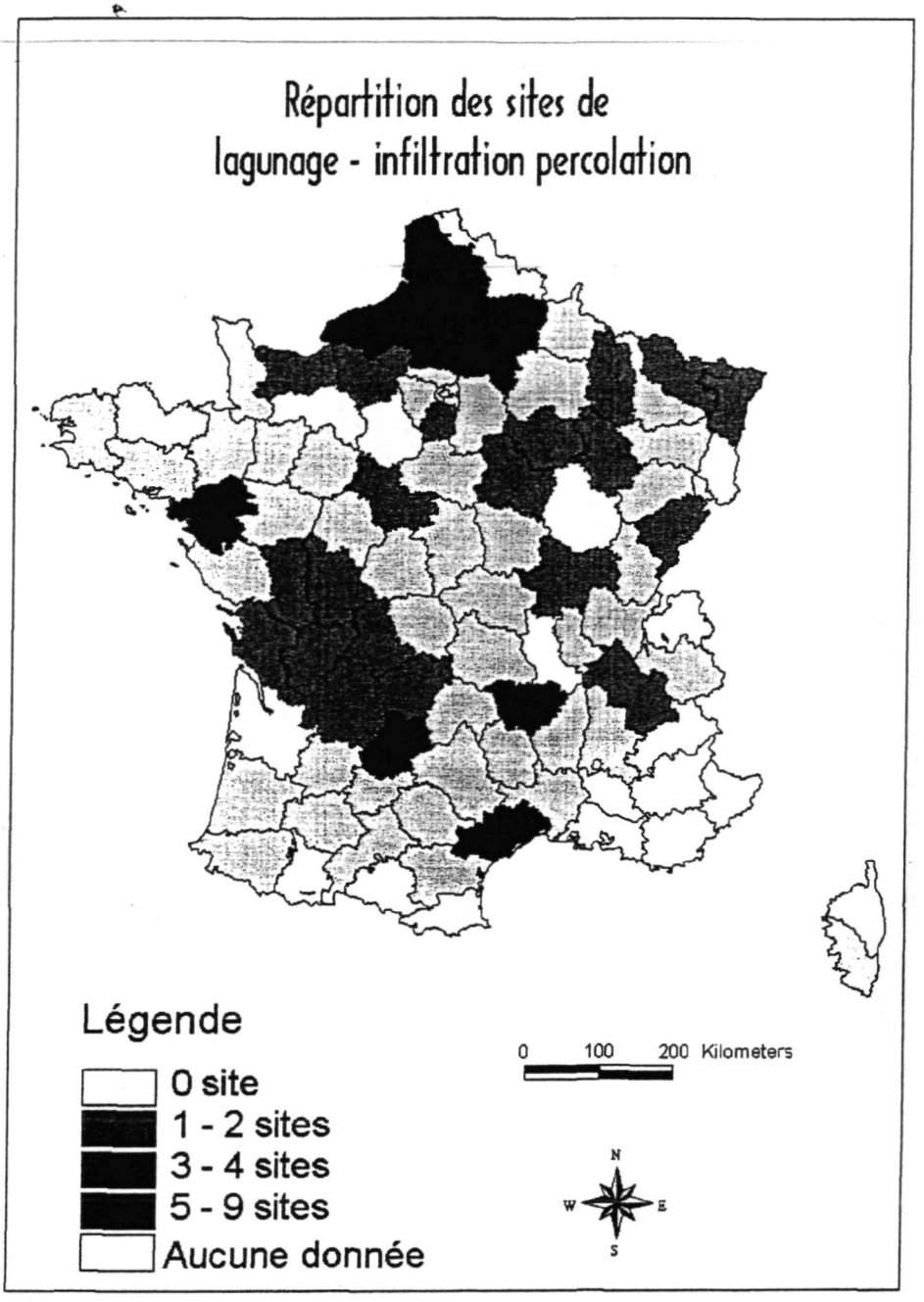


Figure 1 : Répartition des sites de lagunage naturel – infiltration percolation

Cinq départements contiennent plus de quatre sites. Ce sont l'Aisne (02), l'Hérault (34), la Haute Loire (43), le Pas de Calais (62) et la Somme (80).

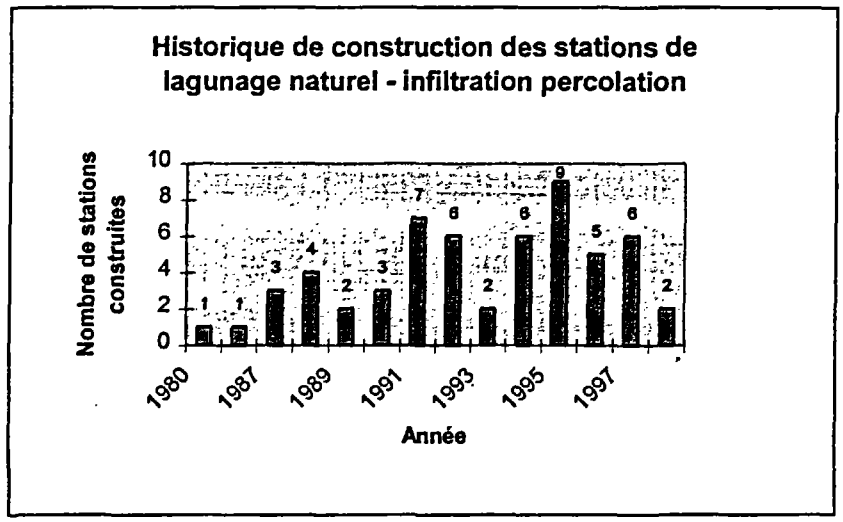
La carte dévoile une implantation en trois zones distinctes :

- une bande étalée de l'ouest au sud,
- une zone compacte répartie sur le nord,
- et une zone plus dispersée au Nord Est.

3.2. Données de bases

Sur les 74 sites recensés, seuls **56** étaient accompagnés d'un questionnaire complété. C'est donc sur un effectif statistique de 56 stations (soit 75 % de l'effectif réel) que les traitements suivants font l'objet.

3.2.1. Historique de construction



Graphique 1 : Histogramme des années de construction

La première station de type lagunage naturel - infiltration percolation a été construite en 1980 sur la commune de Ligny Thilloy (62). Sa conception (1 seul filtre de grande surface) ne lui a pas permis de se maintenir fonctionnel longtemps, puisque dès 1983 le filtre s'est colmaté.

L'évolution des constructions démontre un développement légèrement croissant depuis les années 90.

Le graphique confirme que l'épuration par association entre le lagunage naturel et infiltration percolation reste une technique novatrice et peu utilisée.

L'étage lagunage naturel et celui de l'infiltration percolation ont été systématiquement construits la même année. Les maîtres d'œuvre n'ont donc pas pris le risque de proposer une réhabilitation du fonctionnement des filières lagunage naturel préexistantes par adjonction d'une infiltration percolation.

3.2.2. Données des projets

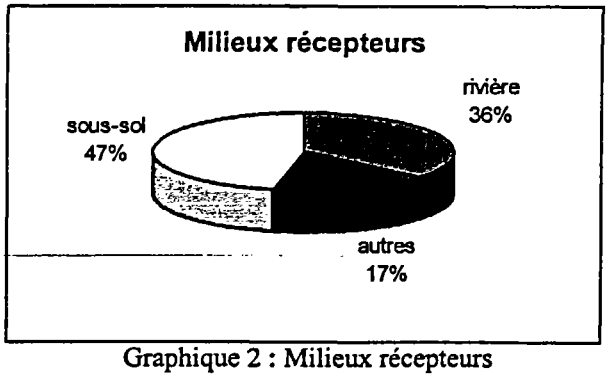
La filière lagunage naturel - infiltration percolation est logiquement utilisée en petites collectivités. Les stations existantes sont dimensionnées en moyenne à **600 EH** avec un écart type de 400 (valeur maximale = 2000 EH et valeur minimale = 50 EH).

Les stations ont été dimensionnées sur la base d'une production journalière de 60 g de DBO_5 et 150 litres d'eau usées par jour et par EH.

L'objectif de qualité attendu d'un tel dispositif correspond majoritairement à l'ancien niveau de rejet « e » de la circulaire interministérielle du 4 novembre 1980 (soit 30 mg/l en MES ; 90 mg/l en DCO, et 30 mg/l en DBO_5, et ce sur échantillon moyen vingt-quatre heures). Des niveaux NK1 ou NK2, correspondant respectivement à 40 et 10 mg/l en Nk, sont parfois espérés et reflètent le potentiel de nitrification de l'infiltration percolation. Ces niveaux correspondent au niveau D_4 de la circulaire du 17 février 1997.

Le rejet se fait en sous-sol principalement lorsque qu'aucun exutoire de surface n'est accessible, ou alors en rivière.

Quelques milieux récepteurs originaux sont également cités ; ce sont des plateaux filtrants (rejet sur sol en place), des talwegs, ou des fossés. Le graphique n°2 reflète les proportions.

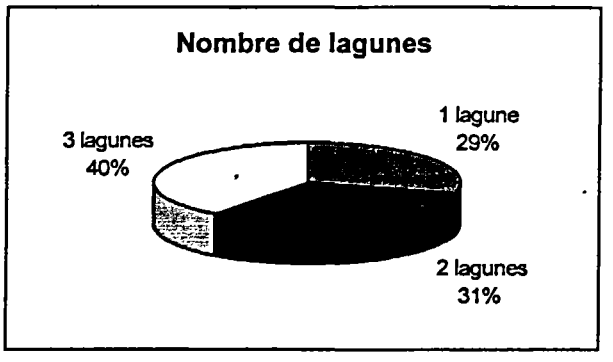


Graphique 2 : Milieux récepteurs

3.3. Eléments relatifs au lagunage naturel

Le graphique n°3 démontre l'usage majoritaire d'un lagunage à 3 bassins. Dans ce cas là, l'infiltration percolation est considérée comme un complément de traitement d'une filière amont connue.

Le partage entre 1 ou 2 bassins est moins net. Apparemment les concepteurs cherchent aussi la position la plus appropriée des massifs d'infiltration.



Graphique 3 : Nombre de bassins de lagunage

Les lagunes sont essentiellement de type microphytes. Quelques cas font exception comme les sites de Candas (80), Villers (80), et Loeuilly (80) composés de bassins secondaire et tertiaire à macrophytes. La station d'Acheville (62) présente une lagune secondaire mixte et un bassin terminal à macrophytes.

Quel que soit le nombre de bassins, la surface moyenne du plan d'eau à l'amont de l'infiltration percolation s'établit à 8.08 m²/EH

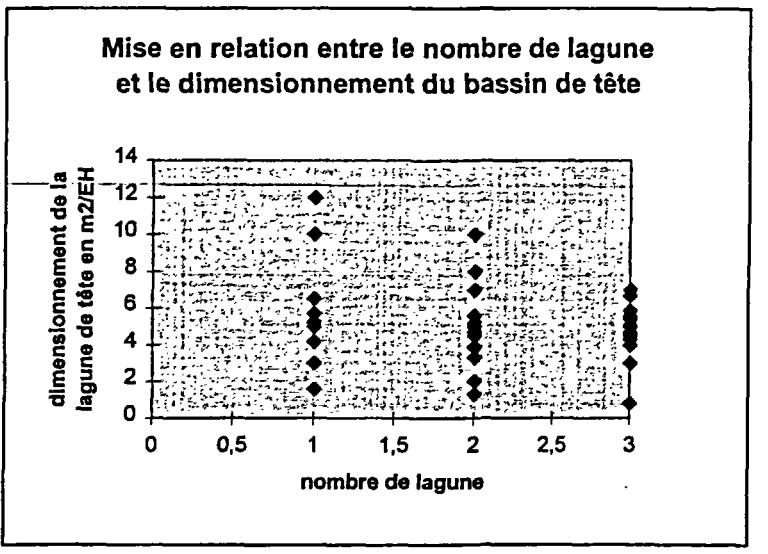
Le tableau ci-dessous décrit les surfaces des différents bassins de lagunage selon leur position :

	Lagune 1 en m²/EH	Lagune 2 en m²/EH	Lagune 3 en m²/EH	Total en m²/EH
moyenne	**5,18**	**2,65**	**2,43**	**8,08**
écart type	*1,92*	*0,97*	*0,53*	*2,94*
valeur max.	12	6	3,26	14
valeur min.	0,8	0,42	0,8	1,6

Tableau 1 : Surfaces moyennes, minimales et maximales des bassins du lagunage naturel.

Les bases de dimensionnement moyennes sont proches des valeurs classiques recommandées en lagunage naturel. Par contre, les forts écart types spécifiques aux bassins de tête et à la surface totale traduisent une hétérogénéité dans l'application. Les valeurs minimales et maximales démontrent une grande variation de conception.

Pour tenter d'expliquer les différences observées sur le bassin de tête, essayons de mettre en relation les bases de dimensionnement en fonction du nombre total de lagunes composant l'étage. La représentation graphique révèle une homogénéité du dimensionnement du bassin de tête lorsque l'étage est composé de 3 lagunes avec des valeurs centrées sur 5 m²/EH (bases classiques en lagunage naturel). Par contre dès que celui-ci est ramené à 1 ou 2 lagunes, les bases de dimensionnement deviennent plus dispersées.



Graphique 4 : Relation entre la dimension de la lagune de tête et le nombre de bassins composant l'étage lagunage

Les mêmes problèmes que ceux identifiés en cas de lagunage naturel sont perçus sur les sites de lagunage naturel - infiltration percolation :

- l'absence de rejet due à des pertes d'étanchéité du fond et des digues est le problème qui se répète le plus souvent,
- le développement de lentilles d'eau est également cité,
- enfin, l'absence de canal de mesure entre la lagune et les filtres complique l'acquisition de données tant au niveau des débits que des prélèvements.

3.4. Eléments relatifs à l'infiltration percolation

Les massifs d'infiltration sont alimentés et utilisés toute l'année, à l'exception des sites de Pouzols (34) et St Jean de Fos (34) où leur usage est prévu en période estivale uniquement.

3.4.1. Bases de dimensionnement

Surface totale des massifs

La base de dimensionnement moyenne appliquée aux massifs d'infiltration en aval d'un lagunage naturel avoisine les 1.5 m²/EH.

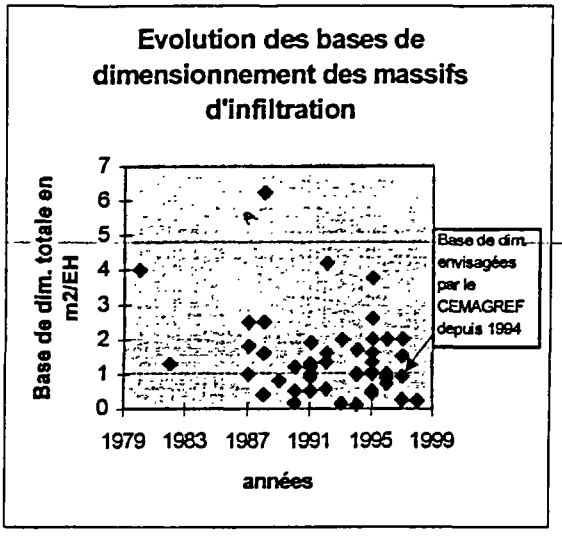
	Surface total du massif en m²/EH
Moyenne	**1,41**
Ecart type	*1,12*
Valeur max.	6,25
Valeur min.	0,12

Tableau 2 : Bases de dimensionnement des massifs d'infiltration

La valeur relative élevée de l'écart-type est parlante et traduit une absence d'homogénéité dans les bases de dimensionnement adoptées.

Aucune corrélation n'est mise en évidence entre la surface des lagunes et celle des massifs d'infiltration, tant les variations et les différences entre chaques sites sont importantes.

Le graphique n°5 de l'évolution des bases de dimensionnement dans le temps ne démontre pas de tendance. Le dimensionnement des dispositifs est toujours aussi aléatoire en 1997 qu'à la fin des années 80, et ce indépendamment du nombre de bassins constituant le lagunage.



Graphique 5 : Evolution des bases de dimensionnement des massifs d'infiltration

Lorsque l'on exclut les quatre valeurs maximales qui ressortent du nuage de points, la valeur moyenne se recentre par rapport aux bases de dimensionnement envisagée par le CEMAGREF, mais reste néanmoins entachées d'un écart-type relatif important (moyenne = 1.17 m^2/EH et écart type = 0.64).

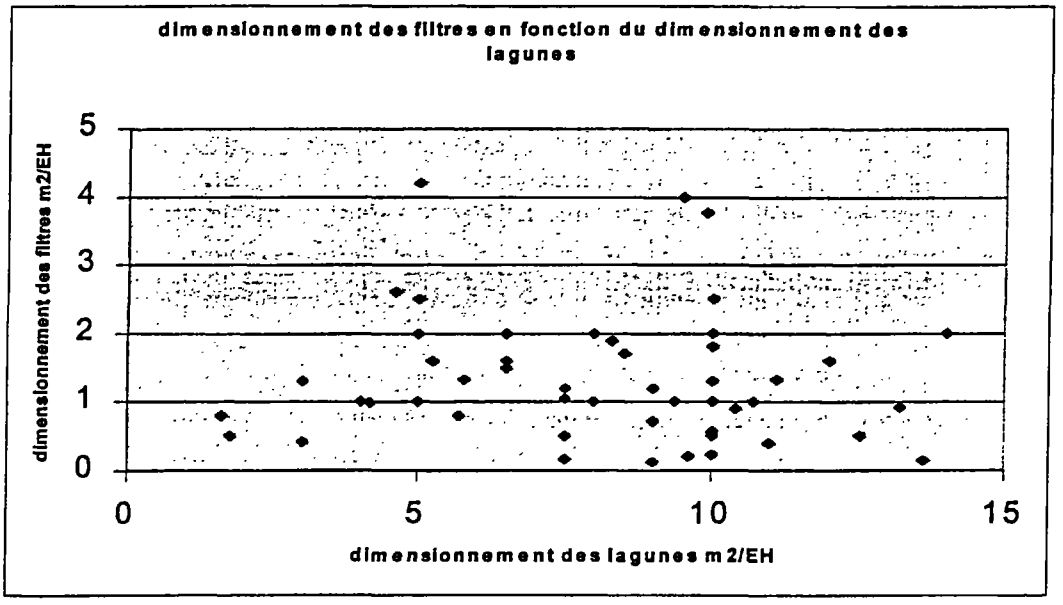
Surface totale des filtres en fonction du nombre de lagunes

Le nombre de lagune et donc la qualité de traitement a un impact sur le dimensionnement des filtres. On note une diminution de la surface des filtres en fonction du nombre de lagunes.

Lagunage	Nombre	1 lagune	2 lagunes	3 lagunes
	Surface totale moyenne des lagunes (m^2/EH)	5,7	7,7	9,8
Infiltration	Surface moyenne des filtres (m^2/EH)	1,71	1,81	0,99
	Ecart type	*0,89*	*1,62*	*0,65*

Tableau 3 : Surface des filtres en fonction du nombre des lagunes et de leur dimensionnement

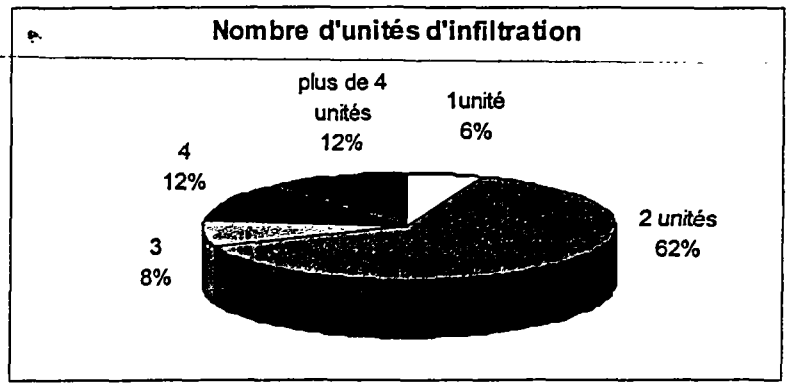
Cette tendance, à priori logique, est à prendre avec précaution à cause de l'hétérogénéité importante des données (écart type), et, au regard de la comparaison du dimensionnement des filtres et des lagunes ; le graphique 6 ne fait pas apparaître de tendance générale.



Graphique 6 : Dimensionnement des filtres comparé au dimensionnement des lagunes

Nombre d'unités d'infiltration

L'enquête révèle une dominance de sites équipés de massifs d'infiltration scindés en 2 unités distinctes. La faible proportion de stations équipées d'un seul filtre (6%) est encourageante et démontre que le principe de fonctionnement en alternance (nécessitant plus d'une unité) a été assimilé.



Graphique 7 : Nombre d'unités composant le massif d'infiltration

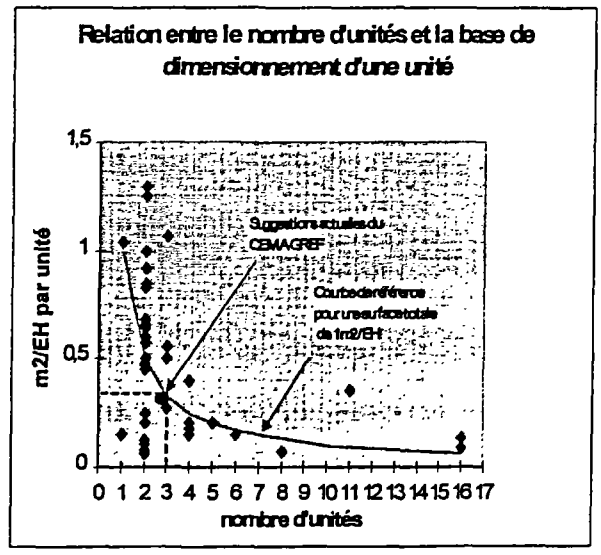
Les sites ne comprenant qu'une seule unité sont alimentés en continue au fil de l'eau. Dans cet unique cas, le filtre est sollicité 350 jours par année et est laissé 15 jours au repos. Ce filtre unique se justifie davantage en cas de fonctionnement limité à la période estivale.

Surface d'une unité d'infiltration

Le tableau des valeurs statistiques des bases de dimensionnement des unités d'infiltration démontre une fois de plus d'importantes différences.

	Base de dim. des unités en m^2/EH
Moyenne	0,54
Ecart-type	0,42
Valeur max.	2,11
Valeur min.	0,06

Tableau 4 : Bases de dimensionnement des unités d'infiltration



Graphique 8 : Relation entre le nombre d'unités d'infiltration et le base de dimensionnement d'une unité

La diversité des bases de dimensionnement adoptées par unité d'infiltration ressort du graphique n°8.

Très peu de sites se rapprochent des bases de dimensionnement envisagées par le Cemagref (3 unités de 0.33 m^2/EH). Toutefois, fort est de constater que la proportionnalité entre le nombre d'unités et la surface d'une unité suit globalement la courbe de référence induite par une surface totale de 1 m^2/EH répartie selon le nombre de filtres.

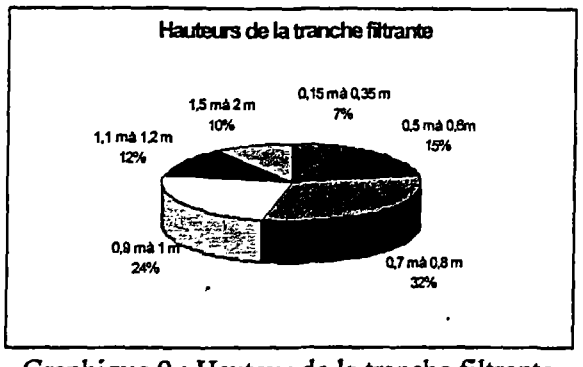
Confection des filtres

Sur les 56 sites étudiés, 10 présentent des filtres enterrés (principalement dans l'Aisne (02) et la Haute Loire (43)). Ces stations ne se démarquent pas radicalement de l'effectif total en termes de bases de dimensionnement et rythmes d'alternance.

Le matériau constituant la tranche filtrante est principalement du sable roulé. Trois sites proposent de la pouzzolane pour des filtres enterrés.
Le choix de sable s'est opéré généralement sans motivation particulière par rapport à des caractéristiques précises de granulométrie (d10 et C.U)

La hauteur de la tranche filtrante est assez variable.
Etonnement, aucun objectif de protection sanitaire n'est signalé lorsque la tranche filtrante est comprise entre 1.5 m et 2 m, alors qu'une telle hauteur présente un potentiel élevé de décontamination en germes pathogènes.
La plus grande proportion englobe des hauteurs comprises entre 0.7 m et 1.2 m (68 %). Cette gamme de valeur est identique à celle préconisée pour la filière décanteur digesteur – infiltration percolation ; les concepteurs se sont apparemment inspirés de l'expérience acquise dans ce domaine.

Très peu de stations présentent des hauteurs de sable inférieures à la valeur minimale suggérée par le CEMAGREF (0.3 m)



Graphique 9 : Hauteur de la tranche filtrante

Les filtres sont drainés principalement lorsque le rejet se fait en milieu superficiel. Pour les stations à rejet souterrain, le drainage ne fait généralement pas partie du profil du filtre.

3.4.2. Fonctionnement des filtres

Lorsque leur nombre le permet, les unités d'infiltration percolation fonctionnent en alternance avec des phases de repos et des phases d'alimentation.

	Rythme		
	Phase de fonctionnement en jours	Phase de repos en jours	Nombre de cas
Alternance sur deux unités	180	180	1
	14	14	11
	8	8	4
	7	7	3
Alternance sur trois unités	8	16	3
	3	6	1
Alternance sur quatre unités	7	21	1
	8	24	2
	15	45	1
Alternance sur cinq unités	7	28	1

Remarque: les dispositifs subdivisés en sous-unités alternent sur deux unités principales

Tableau 5 : Cycles d'alternance

La durée des phases de repos et d'alimentation sont assez élevées. Les périodes de repos prolongées favorisent le séchage et la minéralisation de la matière organique retenue, en contre partie, les longues phases d'alimentation induisent des risques de colmatage.

A partir de l'expérience acquise sur l'infiltration percolation, les propositions actuelles supposeraient une alternance sur un cycle de 3 jours d'alimentation et 6 jours de repos, et ce sur un jeu de 3 unités.

Alimentation des filtres par bâchées

L'alimentation des filtres se fait principalement sous forme de bâchées.

Néanmoins 13 systèmes sur 58 sont basés sur une alimentation en continu, se retrouvent principalement sur des sites relativement âgés, et n'est plus préconisée depuis 1994.

Les stations équipées de plus de 6 unités d'infiltration sont généralement équipées d'un dispositif composé de deux unités principales subdivisées chacune en sous-unités de surfaces égales. Un système d'alimentation associant une chasse pendulaire et un partialisateur oriente, à chaque bâchée, les volumes d'eau sur une nouvelle sous-unité.

Les deux unités principales fonctionnent en alternance au rythme de 7 à 14 jours.

Plusieurs dispositifs de vidange sont utilisés pour l'alimentation en bâchées :

Type de dispositif	*Remarque*
Pompes	*Consomme de l'énergie.*
Auget basculeur	*Volume de la bâchée limité.*
Chasse pendulaire	*La chasse se bloque parfois en position basse et l'alimentation se fait en continu.*
Réservoir à effet de chasse	*Ne permet pas une alternance repos/fonctionnement mais seulement une alternance à chaque bâchée, volume de la bâchée limitée.*
Siphon cloche	*Dysfonctionnement fréquent, pas adapté aux eaux usées.*
Système gravitaire	*Vidange manuelle d'un important volume d'eau, mais à faible fréquence.*

Tableau 6 : Dispositifs de vidange

Le volume délivré par une bâchée est chiffré dans 24 descriptifs seulement.

A partir de la quantité d'eau évacuée à chaque vidange et de la surface du filtre, il est possible de calculer la lame d'eau apportée à chaque bâchée sur l'unité d'infiltration.

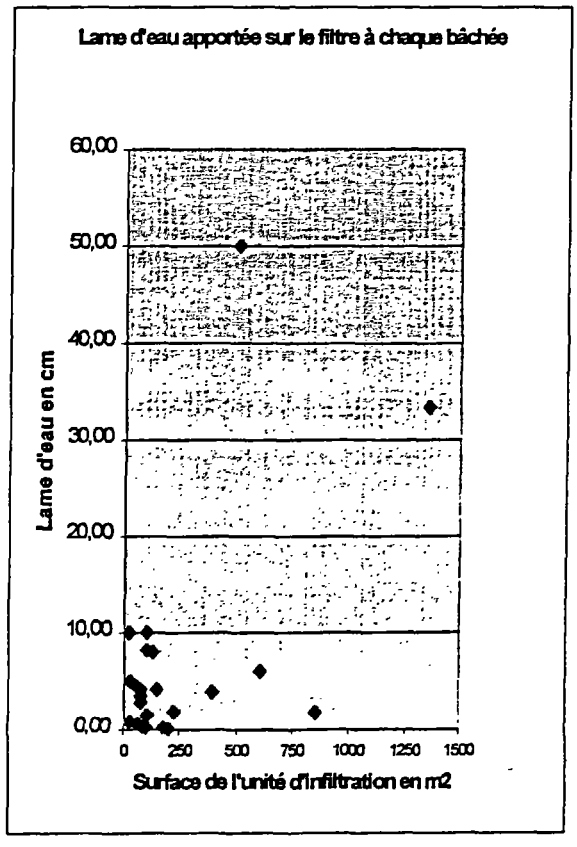
Les lames d'eau calculées s'échelonnent entre 1mm et 50 cm.

Les valeurs extrêmes supérieures s'expliquent par la particularité du dispositif de vidange par gravité qui induit des volumes de bâchée très importants. En contre partie les bâchées sont beaucoup moins fréquentes.

Sur les autres stations, les valeurs sont essentiellement inférieures aux dix centimètres maximaux préconisés en infiltration percolation.

Dans 50% des cas, la lame d'eau est inférieure à 3.9 cm

Les valeurs minimales sont associées aux dispositifs de vidange de type « réservoir à effet de chasse ou auget basculeur» dont le volume de bâchée est faible.



Graphique 10 : Hauteur de la lame d'eau par bâchée en fonction de la surface du filtre

Les problèmes d'équité de répartition du volume d'eau sur le filtre se retrouvent sur les unités de grande dimension et sur les dispositifs limités en volume de bâchée.

Dispositifs de distribution

La distribution à la surface des filtres des eaux à traiter se fait en grande partie en un seul point. Une distribution par tuyaux de diamètre et d'orifices calibrés ou par goulotte de débordement est également utilisée.

La distribution par aspersion au moyen de sprinkler ou de rampe pivotante caractérise les sites de Saint Molf (44) et de Tannere en Puisaye (89). Ces dispositifs sont associés à un automate qui assure la rotation et la distribution. Ce dernier présente parfois des problèmes de fonctionnement à relier à un degré de sophistication peut-être mal adapté à la « rusticité » du lagunage naturel.

Les filtres enterrés sont alimentés par des tuyaux de répartition perforés.

3.4.3. Problèmes liés à l'étage infiltration percolation

Un nombre relativement important de problèmes rencontrés dans l'exploitation et le contrôle de la filière lagunage + infiltration-percolation, sont à noter :

- colmatage par l'argile érodée des talus,
- développements de végétaux sur le filtre,
- manque d'entretien,
- problème de stabilité mécanique des bassins filtrants,
- dysfonctionnement du système de vidange,
- détérioration des drains de distribution dans les filtres enterrés,
- sable trop gros (mais sans indication de granulométrie), peu d'action filtrante,
- mauvaise répartition des bâchées,
- filtres non alimentés (absence de rejet des lagunes), ou irrégulièrement alimenté,
- charge hydraulique trop importante, pour une perméabilité réduite,
- nappe d'eau trop haute et problème d'infiltration,
- absence de regard de prélèvement lorsque les massifs ne sont pas drainés.

Globalement, on peut faire ressortir trois problèmes généraux :

- Impossibilité de contrôler le rejet car les filtres ne sont pas drainés **(40 %)**
- Infiltration médiocre voir inexistante **(34 %)**
- Aucun rejet en sortie des lagunes (8.5%) du à une station sous chargée hydrauliquement (5%) ou à une mauvaise étanchéité de celle ci (6.9%) – les lagunes peuvent être, à la fois, sous chargées et mal étanchées.

Drainage

En ce qui concerne le drainage du filtre, il est bien évident qu'un contrôle du rejet permet d'établir un diagnostic et ainsi se prémunir d'éventuels colmatages, par notamment le suivi des nitrates. Il est donc recommandé, pour une bonne gestion de l'ouvrage, de drainer les filtres.

3.5. Analyse détaillée du colmatage

Cette partie se base en premier lieu sur les remarques relatives aux colmatage, puis sur une analyse de différents critères de conception ou de fonctionnement pouvant jouer un rôle sur l'infiltration et son évolution dans le temps. Il est donc important de noter d'une part, que les remarques sont dépendantes de l'appréciation de la personne sondée qui a rempli le questionnaire, (qu'il nous est impossible d'évaluer), et d'autre part, que les critères de conception ne sont pas tous notés systématiquement. Il conviendra donc de prendre suffisamment de recul pour voir des tendances plutôt que des causes nettes et précises de colmatage.

34% des filtres présentent des problèmes d'infiltration, soit 19 sites sur 56.

Surface d'infiltration

Le dimensionnement de la surface d'infiltration, ou le nombre de lits ne paraissent pas être les causes principales des problèmes d'infiltration.

Moyenne	Ecart type	Mini	Maxi
1.56	1.27	0.15	4.2

Tableau 7 : Surface d'infiltration des lits colmatés (m^2/EqH)

Cette moyenne de 1,56 m^2/EH est à comparer avec celle de 1,41 m^2/EH de l'ensemble des sites (tab 2)

Moyenne	*Ecart type*	Mini	Maxi
2.25	*0.85*	1	4

Tableau 8 : Nombres de lits des unités colmatées

Le nombre moyen est de 2.25 avec un écart type de 0.85. Sur l'ensemble des sites, la moyenne du nombre d'unité s'établit à 2.6, valeur légèrement supérieure à celle des stations colmatées. Cela ne permet pas pour autant de tirer des conclusions quant au nombre de massif.

Dispositif d'alimentation

Sur la totalité des sites, seuls 34 sur 56 mentionnent le type de dispositif de vidange.

Type	Siphon	Auget	Chasse	Pompe	Gravité
Nombre total de cas	9	9	7	7	2
Nombre de cas colmaté	5	1	2	3	1

Tableau 9 : Dispositifs d'alimentation

La présence du dispositif des bâchées, dès la conception, ne relate pas parfaitement l'importance de la bâchée pour se prémunir du colmatage. L'incidence de la nature du dispositif d'alimentation sur le colmatage n'est pas prouvée ici. Une quantité non négligeable de remarques (5/34), mentionne un état de fonctionnement détérioré de certain dispositif de vidange (chasses pendulaires, siphons cloche).

			Mise en place d'une bâchée	
		Effectif	théorique (à la conception)	réelle (en fonctionnement)
Infiltration	Avec colmatage	15 valeurs	67 %	(<) 44 %
	Sans colmatage	35 valeurs	80 %	(<) 77 %

Tableau 10 : Importance d'une bâchée dans le risque de colmatage.

Le croisement des informations sur le colmatage et de la présence d'une bâchée réellement en fonctionnement fait apparaître un risque de colmatage plus faible en cas d'alimentation par bâchée (< 77 % contre < 44 %). La différence entre la théorie et la réalité met aussi en évidence la difficulté technique à réaliser correctement un dispositif d'alimentation par bâchées.

La bâchée semble donc être un élément important pour obtenir une bonne répartition sur le filtre, une meilleure oxygénation du massif, et donc se prémunir du colmatage. Il faut cependant rester prudent devant la preuve fournie ici car elle ne prend pas en compte la fréquence et le volume des bâchées sur lesquelles nous avons trop peu de données.

Rythmes d'alimentation de 9 filtres colmatés

Nombre d'unités	3	3	2	2	2	2	2	2	1
Alimentation (j)	7	3	15	15	8 à 15	7	7	7	--
Repos (j)	21	6	15	15	8 à 15	7	7	7	15 j/an

Tableau 11 : Rythmes d'alimentation de quelques filtres colmatés

On ne remarque pas ici de condition généralisée, indiquant un risque accru de colmatage, compte tenu des multitudes de raisons possibles de colmatage, mis à part le cas isolé d'un repos de 15 jours par an. On notera tout de même qu'une alternance sur deux filtres ne permet pas d'obtenir un rythme optimum (repos suffisant et alimentation pas trop longue).

Distribution

Filtres	Non colmatés	Colmatés
Alimentation en 1 point	46,67 %	8,33 %
en plusieurs points	20,00 %	25,00 %
Goulotte de débordement	10,00 %	8,33 %
Tuyaux calibrés	20,00 %	33,33 %
Aspersion	3,33 %	16,67 %
Autres		8,33 %

Tableau 12 : Impact de la distribution sur le colmatage

Conclusion sur les problèmes d'infiltration

Il est impossible de définir une cause majeure commune provocant le colmatage des filtres. Les causes de colmatages sont multiples (sous dimensionnement des lagunes, des filtres, mauvaise granulométrie du sable, mauvaise répartition, cycle alimentation-repos mal adapté etc....), et toutes les données ne sont pas mentionnées, notamment sur les caractéristiques physiques du sable utilisé dont la nature est probablement une cause majeure.

3.6. Performance de la filière

Devant la diversité de conception des stations et le manque apparent de données de suivi (peu d'analyses, peu de points de prélèvement, peu de mesure des flux sortants), il convient de rester prudent face à l'évaluation des performances épuratoires de la filière lagunage naturel - infiltration percolation.

3.6.1. Qualité des rejets

Une approche de la qualité des rejets de la filière est effectuée à partir de 13 sites qui présentent des effluents d'entrée de station de concentration comparables à des eaux résiduaires urbaines. Des concentrations d'effluents à traiter trop élevées, trop basses ou incohérentes nous ont conduit à éliminer 4 stations.

	DCO en mg/l	DBO_5 en mg/l	MES en mg/l	Nk en mg/l
Moyenne*	**81**	**15**	**28**	**11**
Valeur max.	190	45	79	29
Valeur min.	18	2	3	2.2

*valeurs calculées sur 13 sites

Tableau 13 : Qualité des rejets

Les valeurs moyennes révèlent une bonne qualité de rejet, respectant fréquemment le niveau « e » de la circulaire du 4 novembre 1980.

Les concentrations minimales sont observées sur le site de Rechonvillers (57) constitué d'un bassin de lagunage suivi de deux unités d'infiltration subdivisées en 8 sous-unités. Cette station fait l'objet d'un suivi poussé qui a dévoilé une constance de la qualité des rejets malgré les fluctuations qualitatives et quantitatives des effluents de la lagune. Il est important de préciser que la filière ne fonctionne qu'à 50% de sa charge organique, et qu'il n'est pas possible dans ces conditions de tirer des conclusions généralisables.

Les concentrations maximales sont, d'après les commentaires, à lier à des phénomènes de dysfonctionnement (colmatage des filtres, alimentation épisodique des filtres, longue période sans apport hydraulique et organique) ou lame d'eau quotidienne trop élevée.

3.6.2. Rendements épuratoires de la filière

Par carences de données, il est difficile et hasardeux de se prononcer sur le rendement moyen des stations d'épuration par lagunage naturel - infiltration percolation.
Seuls les suivis de quelques stations conduisent à des rendements prometteurs : de l'ordre de 90 % sur la DCO, 95 % sur la DBO_5, 95 à 98 % sur les MES et 90 % sur le Nk. Notons que ces performances ne sont pas des plus représentatives, car elles concernent principalement des stations sous-chargées organiquement.
Quelques cas ont confirmé que les rendements (notamment sur le Nk) deviennent médiocre sitôt que le massif d'infiltration présente des problèmes (colmatage, mauvaise répartition etc. ...).

4. CONCLUSION SUR L'ENQUETE NATIONALE

L'enquête nationale sur le développement du lagunage naturel associé à un dispositif d'infiltration percolation a suscité un taux de réponse élevé (80%) et a permis de recenser et localiser 74 sites dans 29 département.
58 stations présentant des données plus précises ont fait l'objet d'une synthèse.
Les deux ouvrages, lagunage naturel et infiltration percolation ont été construits simultanément. Aucun filtre n'a été aménagé dans le cadre d'une réhabilitation d'un lagunage naturel préexistant.

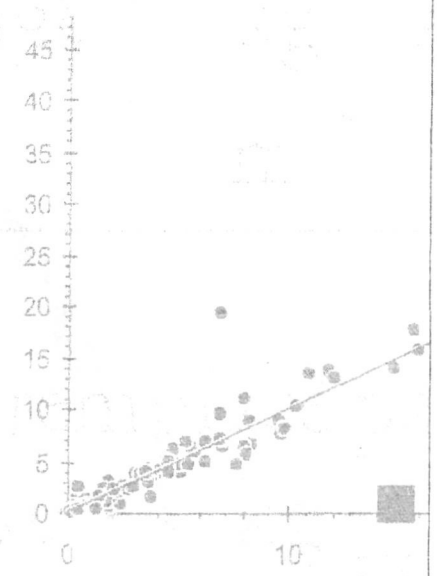
La surface totale moyenne de l'étage lagunage est de 8.08 m^2/EH avec des fluctuations pouvant aller de 1.6 à 14 m^2/EH.
La surface des massifs d'infiltration est également variable avec une valeur moyenne de 1.4 m^2/EH associée à un écart-type de 1.12.
La hauteur de la couche filtrante (essentiellement du sable) présente des similitudes avec les hauteurs employées en infiltration percolation précédée d'un décanteur digesteur (68 % des filtres ont une couche drainante comprise entre 0.7 m et 1.2 m).
Le principe de l'alternance semble avoir été assimilé puisque seules 3 stations ne disposent qu'un seul filtre.
Le dimensionnement de cette filière s'effectue sur les bases de la filière lagunage, et celle de la filière filtre à sable. La majorité des sites comportent 3 lagunes, avec des surfaces de l'ordre de 8 m^2/EqH. Les filtres sont, à de rares exceptions près, divisés en plusieurs sous unités (majoritairement 2), avec des hauteurs de sable supérieures à 50 cm (93 % des cas pour lesquels l'information est rapportée : 46/56).
Les mêmes problèmes qui apparaissent pour chaque sous-filières (colmatage des filtres, mauvaise répartition, mauvaise étanchéité des lagunes etc., etc. , ...) peuvent être accentués du fait des adaptions de dimensionnement face à la combinaison des deux filières.

La carence en données de suivi et la diversité des caractéristiques de chaque station n'ont pas permis de juger de façon représentative les performances d'une telle filière et de ressortir un concept plus performant que les autres.
L'enquête n'a pas permis d'identifier un site répondant aux bases de dimensionnement envisagées par le CEMAGREF. La validation à échelle réelle de ces propositions de conception issues d'études sur pilote passe donc par la construction d'une station aux caractéristiques désirées.
En résumé, la filière lagunage naturel - infiltration percolation s'est développée de manière marginale dès la fin des années 80. Aucune règle de dimensionnement ou tendance de construction ne ressortent des différents profils que peuvent présenter les sites identifiés.
La conception de ces installations s'est fait sans véritable cohésion ou critères communs. Il semblerait plutôt qu'elle ait été le fruit de l'imagination de certains maîtres d'œuvre qui ont appliqué leur propre concept.
Il convient donc de confirmer les bases de dimensionnement acquises sur pilote et de déterminer le profil de la filière la plus adaptée (une ou deux lagunes succédées de deux voire trois unités d'infiltration) pour uniformiser le développement ultérieur du procédé et pour la réhabilitation projetée des stations de lagunage naturel.

ENQUETE NATIONALE SUR LE LAGUNAGE NATUREL ASSOCIE A L'INFILTRATION-PERCOLATION

Le lagunage naturel suivi d'un massif d'infiltration percolation est une filière d'épuration novatrice en cours de développement expérimental.
La complémentarité des systèmes laisse entrevoir une réhabilitation des lagunes naturelles existantes.

Certaines collectivités rurales ont néanmoins déjà misé sur cette technique.
La présente enquête a pour objectif de déterminer l'état de développement en France du lagunage naturel couplé d'une infiltration percolation.



Cemagref

Direction générale
Parc de Tourvoie
BP 44, 92163 Antony cedex
Tél. 01 40 96 61 21 - Fax 01 46 66 37 44
Sur minitel : 3616 Cemagref
Web : http://www.cemagref.fr