

jeudi 8 avril 1999
JOURNÉE TECHNIQUE

Supélec - Tecnopôle Metz 2000



épuration

des eaux usées domestiques par filtres plantés

Relevé de conclusions



Agence de l'eau
Rhin-Meuse

PROGRAMME

rhizosphère

Conception, dimensionnement

Présidents de séance

Guy LAVERGNE,
directeur adjoint technique à l'agence de l'eau Rhin-Meuse

Walter KÖPPEN
ministère de l'environnement, de l'énergie et des transports de Sarre (Sarrebrück)

Secrétaire de séance

Jean BAUDET,
ingénieur - direction départementale de l'agriculture et de la forêt de la Moselle

■ Etat de l'art

Catherine BOUTIN,
ingénieur de la division qualité des eaux et prévention des pollutions - Cemagref (Lyon)

Arthur IWEMA,
responsable des systèmes d'épuration, agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse

■ Réalisations françaises et étrangères : POINT DE VUE DES CONCEPTEURS

Giorgio MORANDINI, directeur OEKAG AG (Luzern, Suisse)

Brigitte ZUST, Centre pour une écologie appliquée (Steinhuserberg)

Rémy JACKY, gérant de la société EMCH+Berger (Hoenheim)

QUESTIONS-RÉPONSES DE LA SALLE

Gunther GELLER, société Palutec (Autriche)

Dirk ESSER, directeur
société d'ingénierie Nature et Technique (Montroman)

Georges REEB, directeur société REEB (Strasbourg)

DÉBAT

Présidents de séance

Alain BAUCHÉ,

responsable de la division équipement des collectivités
direction départementale de l'agriculture et de la forêt du Bas-Rhin

Ralf SCHERNIKAU, RheinlandPfalz (Trèves, Allemagne)

Secrétaire de séance

Didier OHLMANN,

responsable de l'arrondissement eau - service de la navigation de Nancy

■ **Constats sur le bassin Rhin-Meuse**

Jean-Loup MAHIEU,

adjoint au chef de la division Collectivités Territoriales, agence de l'eau Rhin-Meuse

■ **Contexte réglementaire**

Didier OHLMANN

■ **Réalisations françaises et étrangères : quel écho**

Walter KÖPPEN (EXPERIENCE ALLEMANDE)

ministère de l'environnement, de l'énergie et des transports de Sarre (Sarrebrück)

Ralf SHERNIKAU, RheinlandPfalz (Trèves, Allemagne)

Jean-Luc PAJEAN, chargé de mission environnement

Savoie Vivante, CPIE des Pays de Savoie (Curienne)

Jacques LESAVRE

responsable de la direction de la recherche et des études de l'agriculture et des milieux
agence de l'eau Seine-Normandie

Bilan des rapporteurs

DÉBAT

Conclusion

Relevé de conclusions

LE CONSTAT

Il ressort de l'ensemble des interventions qu'il existe une grande diversité d'installations.

Les filtres sont de deux types :

- à écoulement "horizontal", alimentés en continu et comportant en général un prétraitement,
- à écoulement vertical, alimentés par bâchées (le plus fréquent).

Les filtres verticaux permettent, en général, d'éliminer 80 à 90% des matières oxydables et ont un rôle nitrifiant. Les performances des filtres horizontaux sont plus difficiles à apprécier ; certains ont un rôle dénitrifiant. L'élimination du phosphore est très variable.

La fonction des roseaux semble essentiellement être de faciliter le transfert de l'oxygène en surface ; ils ont également un intérêt paysager.

Les coûts d'investissement annoncés sont très variables (de 2000 à 9000 F/hab).

LES PROPOSITIONS

Bien qu'il existe de nombreuses installations, il ne semble pas exister de méthode de dimensionnement rationnelle permettant de répondre à un objectif de traitement. On peut toutefois considérer que les filtres verticaux comportant au moins deux "étages" de chacun 1m²/hab peuvent assurer une épuration des matières oxydables et de l'azote Kjeldahl pour les collectivités de 1000 habitants, qui soit suffisante dans la plupart des cas. Il conviendra toutefois de s'assurer que le "constructeur" s'engage vis-à-vis du traitement atteint et que le coût soit équivalent à celui des dispositifs analogues.

Résumé des interventions

M. LAVERGNE, directeur adjoint technique de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse, présente l'objectif de cette journée : constituer un échange entre "techniciens", à partir d'expériences concrètes, de façon à éclairer les choix des maîtres d'ouvrage.

M. KÖPPEN (Ministère de l'environnement, de l'énergie et des transports de Sarre) : cette technique est utilisée par des particuliers et dans des collectivités de petite taille, elle doit permettre de faire des économies.

M. IWEMA (Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse), présente l'étude de synthèse réalisée par C. GRISON, concernant une quinzaine d'installations. Il distingue deux types de configuration :

- les filtres horizontaux, alimentés en continu, saturés, anaérobies avec une seule aération de surface, ce qui nécessite un prétraitement.
- les filtres verticaux : alimentés par bâchées, permettant un apport d'air par succion, et donc aérobies.

Ces deux systèmes peuvent, en principe, être combinés pour la nitrification et la dénitrification. Dans les deux cas, l'abattement du phosphore est très faible.

Le rôle des plantes n'est pas d'exporter des nutriments, ni d'apporter de l'oxygène, mais d'éviter le colmatage en surface, elles ont aussi un rôle "paysager".

Mme BOUTIN (CEMAGREF, Lyon) rappelle qu'il y a trois domaines d'utilisation des macrophytes : les lagunes à macrophytes, les lits de boues plantés, et enfin les filtres plantés (seul ce dernier cas sera traité).

Les filtres plantés combinent deux mécanismes : filtration biologique et oxydation biologique dans le cas des filtres verticaux. Ces derniers doivent systématiquement travailler en alternance et être alimentés par bâchées. La décantation préalable n'est pas nécessaire (mais un dégrillage est conseillé), les phragmites servent souvent à maintenir la perméabilité. Pour le premier étage, l'utilisation de gravier est conseillée et, pour le second,

du sable et gravier. Le dimensionnement retenu par le CEMAGREF est de 2 m²/hab. Le système a été utilisé pour "compléter" un lagunage (les filtres ont été implantés en amont). Le CEMAGREF a confié à la Société SINT le développement de cette filière.

Les rendements obtenus sont de 80/85% pour la DCO, 90% pour les MES ; la nitrification est de 50% au moins et les teneurs de NK sont en moyenne inférieures à 10 mg/l avec des pointes de 20 mg/l, il n'y a pas de dénitrification.

La filière est adaptée aux collectivités de 50 à 2000 habitants, et supporte les variations saisonnières (alimentation d'une partie des filtres) ; une visite des lieux deux fois par semaine est indispensable. Il est proposé de faucarder, ce qui améliore l'aspect esthétique en hiver.

M. MORANDINI (OEKAG, Suisse) présente des filtres utilisés dans des collectivités de 4 à 300 habitants : prétraitement, filtres verticaux (4 ou 5 m²/hab selon les cantons), étanchéification à la base par géomembrane, couche supérieure aérobie de 1 m à 1,30 m, couche inférieure anaérobie. Il y a un prétraitement ; les roseaux sont faucardés. La plantation comporte une dizaine d'espèces.

Mme ZUST (Centre pour une écologie appliquée, Suisse) précise qu'à Schattweid (6 EH) les eaux usées passent toujours dans un décanteur, un filtre à sable aérobie (nitrifiant), puis un filtre anaérobie planté, dénitrifiant. L'installation fonctionne depuis 1985 ; la DCO est réduite de 300 à 40mg/l. Il y a un abattement de phosphore, non expliqué ; l'abattement bactérien est de l'ordre de 3 unités log (UFC). Selon la législation des cantons, l'utilisation des filtres est autorisée ou non.

M. JACKY (EMCH-BERGER) et **M. FISCHER** (VEGHA), la Sté VEGHA utilise un substrat biologique spécial, qui dégrade la matière carbonée en CO² (gaz) et contribue à la fixation du phosphore. Seuls les roseaux sont utilisés ; ils contribuent à la perméabilité, à l'apport d'oxygène et à l'élimination des germes pathogènes. Sont présentées

des installations de camping (80 EH), d'autres situées en Angleterre ou en Allemagne ; une installation traite des phénols.

M. JACKY présente le projet de Schoenau (en cours de construction) situé près de Sélestat, pour 3 000 EH ; il comporte un dégrillage-desablage et un décanteur, puis trois filtres horizontaux (sols trouvés sur place), un filtre vertical, et un deuxième filtre vertical ou horizontal. L'objectif est d'atteindre en DCO : 90 mg/l et en NK, 15.

M. GELLER (PALUTEC, Bavière) souhaite que soit effectuée une synthèse et un manuel de recommandations. Dans les filtres horizontaux le temps de séjour est de 2 à 4 semaines, avec une dénitrification quasi totale, selon la taille (jusqu'à 10 m²/hab). Dans une autre installation (près de Hanovre), des filtres verticaux avec RECIRCULATION (x2) permettent d'éliminer 70% de l'azote total, 50 à 70% du phosphore. Le type de filtre doit être adapté aux conditions climatiques.

M. ESSER (SINT) précise que les boues sont "compostées" à la surface du filtre. La filière brevetée appelée "phragmifiltres" comporte un réservoir tampon de 10 l/hab, qui envoie l'eau par bâchée sur un premier étage de trois filtres utilisés en alternance (1 m²/hab). Pour obtenir le niveau D4 il faut un second étage de deux filtres en alternance (0.5 à 1 m²/hab). Pour obtenir un abattement significatif de l'azote, il faut environ 5 m²/hab. A Manspach, les eaux brutes sont très diluées, c'est-à-dire proches de l'objectif D4 ; les abattements de la pollution organique et de l'azote NK sont élevés.

M. REEB (DIRECTEUR SOCIÉTÉ REEB - STRASBOURG) dispose de deux références (40 et 20 EH) ; Pour la première (collectivité) la surface utile est de 1 à 2 m²/hab ; le dispositif comprend :

- un étage de 5 filtres verticaux plantés de roseaux,
- un étage de 3 filtres verticaux, avec des espèces diverses,
- un étage de 2 filtres horizontaux, également diversifiés.

Les abattements sont importants pour les MES et la DCO (la norme est parfois dépassée pour cette dernière).

Le dispositif de la fromagerie (20 EH) comporte

un premier étage divisé en 5 filtres et un second de trois ; les normes sont respectées et les germes pathogènes sont éliminés.

La troisième installation (120 hab) est en cours de finition.

DISCUSSION

Le traitement des eaux "blanches" (issues de salles de traite) peut poser des problèmes de pH ; de préférence les mélanger à des eaux domestiques. Cette pratique est aussi celle de la Suisse (M. Fischer).

La densité des plantes est de 3 à 4/m² ; elles se multiplient rapidement (200/m² en 2/3 ans).

Les coûts annoncés sont voisins de ceux des autres dispositifs ; l'installation de 3 000 habitants présentée par M. JACKY coûte 5.5 MF. En Allemagne les coûts seraient de 25% supérieurs.

L'épaisseur des boues en surface serait de 5 cm en 7/8 ans (M. Fischer).

La concentration maximale des eaux brutes peut être élevée (DCO 2 000 mg/l) ; la surface doit alors être plus importante (M. Fischer).

La base de dimensionnement du CEMAGREF est de 4 m²/100 g de DBO5.

Objectifs de traitement et expériences

M. BAUCHÉ précise que les exposés de l'après-midi concernent plus particulièrement les aspects exploitation, entretien et fonctionnement.

M. SCHERNIKAU (LAND DE RHÉNANIE-PAL, TRÈVES) souligne la nécessité de limiter les coûts en milieu rural ; de ce point de vue, les filtres à roseaux peuvent constituer une alternative "utile" pourvu qu'elles permettent de respecter les normes d'épuration.

M. PAJEAN (ASSOCIATION SAVOIE VIVANTE) présente la station de Curienne, qui fait l'objet d'un suivi particulier. Elle comporte :

- un premier étage de 5 bassins en parallèle (planté de phragmites)
- un second étage de 2 bassins en parallèle

(phragmites et massettes).

- un troisième étage (scirpes = joncs).

Les bassins comportent trois couches de gravier et font à peu près 60 cm de profondeur ; ils sont remplis en permanence et fonctionnent par écoulement horizontal.

L'ensemble est dimensionné pour 500 habitants à raison de 4 m²/hab et 300 habitants sont raccordés.

Le suivi a donné les résultats suivants :

- en été un rendement de 90% sur MES, DBO, DCO, et 60/70% sur NK.
- en hiver 30 à 40%.
- un abattement bactériologique de 2 à 4 unités log.

La station a coûté 724 000 F, hors équipement expérimental. L'étanchement a été réalisé à partir du terrain argileux en place. Le fonctionnement coûte environ 20 000 F/an (4 h/semaine en moyenne).

Les roseaux sont coupés (2 000 m² en 2 h). Le premier étage montre des signes de colmatage au bout de 5 ans. Le prix total de l'eau (assainissement compris) s'élève à 8 F/m³. Le réseau est séparatif avec un peu d'eaux claires.

M. MAHIEU (AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE) présente les résultats d'installations situées dans le bassin Rhin-Meuse ou à proximité :

- typographie EGLINGEN-NACHTALLMEND (Haut-Rhin) : dimensionnée pour 250 habitants, reçoit une charge correspondant à 100 environ, avec une dilution élevée (400%). L'installation comporte un prétraitement (décanteur-digester) et deux étages de filtres. L'efficacité est globalement assez bonne pour les MES, la DBO, la DCO, NK et il y a un abattement de l'azote total ; mais l'objectif de rejet (en concentration) était quasiment atteint en entrée...

- A EGLINGEN-NIEDERFELD (Haut-Rhin), la conception est analogue avec trois étages de filtres ; les concentrations "objectif" sont atteintes, sauf pour NK.

- A GOMMERSDORF (Haut-Rhin), le flux reçu est voisin de la charge nominale, par contre le débit est 4 à 6 fois supérieur. L'installation comporte trois bassins de lagunage, puis deux étages de filtres plantés. Les concentrations "objectif" sont déjà atteintes à la sortie des lagunes, et les

filtres jouent un rôle de finition.

- A MANSPACH (Haut-Rhin), l'installation a été dimensionnée pour 500 habitants et reçoit une charge de 150/200, avec une dilution très élevée (600%). Elle comporte un prétraitement et deux étages de filtres plantés. Dans ce cas aussi, les concentrations en entrée pour la DBO et NK étaient proches des objectifs.

- A SANDRUPT (Meuse), l'installation comporte un dégrillage et deux étages de filtres plantés ; les abattements pour MES, DBO, DCO, et NK sont élevés (90%) et de 40 à 50% pour l'azote total.

- A SAULX LE CHAMPLON (Meuse), il existe une lagune et deux séries de filtres plantés ; l'effluent est parfois très concentré en DCO. Les résultats sont supérieurs à 90% pour MES, DBO, DCO, de 70% pour NK, la dénitrification est faible.

L'examen de ces cas montre la difficulté à fixer des standards et des bases de dimensionnement ; il conduit à s'interroger aussi sur le taux de dilution "acceptable", et à proposer de raisonner en terme d'objectif de rejet (exprimé en flux).

M. OHLMANN (RESPONSABLE DE L'ARRONDISSEMENT EAU - SERVICE DE LA NAVIGATION DE NANCY) présente le point de vue de la Police de l'eau et la situation "réglementaire" des collectivités de moins de 2 000 habitants (120 kg de DBO) :

- arrêté du 21 juin 1996,
- SDAGE,
- Plan d'action Rhin,
- circulaire du 17 février 1997.

La procédure est celle de la déclaration, le dossier devant indiquer une description de l'installation, avec l'efficacité des traitements, les moyens de contrôle. La méthode est celle des objectifs de réduction des flux, dépendant du milieu récepteur.

Le niveau D4 n'est pas un objectif réglementaire. celui-ci résultant de l'arrêté du 21 juin 1996, n'est pas exigeant (50% pour MES, 60% pour DBO5). On peut retenir D4 en milieu sensible en fonction du rapport population/débit mensuel d'étiage (par exemple 500 hab pour 50 l/s).

M. KÖPPEN (ministère de l'environnement, de l'énergie et des transports de Sarre) indique plusieurs points réglementaires :

- dans le Land de Sarre les réglementations sur l'eau et sur l'assainissement sont bien distinctes.

- le syndicat d'assainissement Sarre prend en charge l'ensemble des investissements dans ce domaine.
- les installations sont précédées de prétraitements type pompe dilacératrice. Les coûts sont très élevés et difficilement comparables.
- des normes minimales ont été définies pour les petites installations (moins de 8m³/j) ; le dimensionnement est de 1 m²/hab.
- ce procédé n'est pas reconnu par la loi fédérale sur l'environnement.

M. Köppen présente plusieurs installations, dont celle de St Wendel-Neumühle (deux filtres de 6m x 6m), qui utilise sept sortes de plantes, avec une surface de 5 m²/égq-hab. Le coût des filtres plantés s'est élevé à 30 000 DM pour 5 équivalents-habitants, soit 6 000 DM par habitant.

M. SHERNIKAU (LAND DE RHÉNANIE PALATINAT, TRÈVES) précise qu'il existe une directive pour les installations de moins de 1 000 habitants (cf ATV 262). Il indique que les coûts peuvent être supérieurs à ceux des stations d'épuration (jusqu'à 9000 F/hab. pour 100 hab. et 6000 pour 300 hab.). Les coûts de fonctionnement correspondent aux 2/3 de ceux d'une installation classique. L'installation de Talling, construite en 1989, reçoit également des eaux parasites ; elle comporte un décanteur et un filtre horizontal (4 m²/hab). La nitrification n'est pas régulière. Une autre installation (100 EH) assure un abattement élevé de la pollution carbonée et du phosphore.

M. LESAVRE (AGENCE DE L'EAU SEINE-NORMANDIE) esquisse une comparaison et une synthèse des dispositifs présentés :

- filtres verticaux (pourquoi y planter des roseaux ?)
- filtres horizontaux (ces derniers ont disparu du DTU 64.1, référence pour l'assainissement non collectif).

Il souligne la diversité des dispositifs rencontrés (filtres avant ou après une lagune) ; une lagune «en tête» aura pour effet de réduire les matières en suspension, donc de faciliter l'infiltration. Il s'interroge sur le rôle des roseaux :

- contribution probable au transfert de l'oxygène,
- assimilation des nutriments (mais manque de carbone pour dénitrifier),
- intégration paysagère,
- absence d'odeur.

Il pose la question de la compatibilité avec le

réseau (si il n'y a pas de décantation, il devrait être séparatif).

Concernant les coûts, il fait remarquer que les coûts d'investissement sont aussi élevés que pour les autres dispositifs ; il souhaiterait que les coûts d'exploitation intègrent le curage dans le cas de lagunes en tête.

M. BAUCHÉ récapitule des éléments suivants :

- le procédé a une bonne "acceptabilité"
- les bases de dimensionnement sont très variables
- les procédés ont été présentés par leurs concepteurs et une comparaison objective serait nécessaire,
- les coûts sont quelquefois très élevés,
- les points de vue sur le faucardage ne sont pas étayés.

En conclusion, il ressort un besoin de règles de conception.

Discussion/Questions

Peut-on garantir un niveau de traitement, par exemple en phosphore ?

- M. Esser indique que l'on peut le garantir pour l'azote NK, la DBO, la DCO, les MES. Pour dénitrifier, il faudrait faire de la recirculation ; pour nitrifier, l'alimentation par batchées est impérative. M. Iwema suggère de tester un fonctionnement à forte charge hydraulique.

Conclusion

- En deça de 1 000 habitants, il y a plusieurs centaines de références ; au-delà c'est expérimental.
- Il existe une grande hétérogénéité dans la conception (prétraitement à l'étranger, pas en France), le dimensionnement, le substrat.
- Il y a une difficulté à parler des coûts d'investissement.
- Pour les plantations, on semble s'orienter vers une monoculture.
- La mise en oeuvre doit tenir compte du réseau.

Contenu des interventions - matinée -

La séance est ouverte à 10 heures sous la présidence de Monsieur Guy LAVERGNE, Directeur Adjoint Technique à l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, et Monsieur Walter KÖPPEN, du Ministerium für Umwelt, Energie und Verkehr des Saarlandes.

M. LAVERGNE - J'ouvre cette réunion technique où nous allons parler de l'épuration des eaux usées domestiques par filtres plantés.

C'est un sujet un peu particulier pour l'Agence de l'eau, puisque nous allons aborder dans une technique particulière d'épuration : l'épuration par filtres plantés de roseaux. Ce n'est pas banal pour l'agence, parce qu'en général, ces conférences techniques sont plutôt générales, et balaient un ensemble de techniques.

Pourquoi n'est-ce pas banal ? En fait, c'est un sujet qui a une actualité particulière, d'une part parce que l'on cherche, à l'heure actuelle, des solutions vraiment bien adaptées au milieu rural. On ne souhaite pas forcément transposer des idées toutes faites sur des techniques appliquées pour les grosses stations d'épuration, ce qui est une solution de facilité. Pas banal, aussi, parce qu'il y a une certaine polémique - le mot est peut-être un peu fort - sur les performances, les coûts d'investissement et les coûts de fonctionnement de ce type de stations. Je crois qu'il est bon d'en parler entre techniciens.

Je souhaiterais, si le mot "polémique" est trop fort, que le climat ici soit serein, pas trop passionnel, pour que l'on puisse échanger entre techniciens des propos d'un bon niveau d'objectivité. Nous sommes entre ingénieurs, entre techniciens et maîtres d'œuvre. Ceci répond à une demande de la part de nos clients et maîtres d'ouvrage de vraiment décider des choix. On a le devoir de préparer ces choix.

L'objectif de la journée, c'est un échange technique entre tous les acteurs, les responsables et ingénieurs au niveau de la conception. Il y a aussi des constructeurs et beaucoup de maîtres d'œuvre publics, parapublics ou privés. Il s'agit d'avoir des idées claires sur la technique proposée, sur les gammes de capacité dans lesquelles cette technique est adaptée, et sur les performances que l'on peut attendre de ces dispositifs. Je reviens sur le climat général de la journée. Je souhaite que l'on ait des échanges de qualité. Vous avez vu que l'agence vous propose, tout au long de cette journée, des intervenants dont je souhaiterais souligner la qualité dans le choix. Ils sont

de différentes origines, et je crois, peuvent vous apporter le meilleur de la connaissance actuelle dans le domaine.

L'Agence part sur cette journée sans parti pris particulier. Il y a impartialité de notre part au niveau du choix de ces intervenants, et des propos que nous allons pouvoir échanger. Pas d'idées préconçues. Nous souhaitons répondre à vos attentes.

Je demande aux intervenants d'être courts, et de laisser du temps pour la partie qui consistera pour vous à leur poser des questions. C'est en fait également leur donner la chance, en répondant à ces questions, de bien coller à la demande de la salle.

Je passe sur le contexte général, mais j'en retiendrai deux idées. La première idée est une idée **d'approche globale des problèmes**. Nous ne sommes pas là uniquement pour parler d'une technologie au niveau d'une station d'épuration. Il y a à appréhender l'ensemble du système d'épuration avec le réseau de collecte, mais aussi le problème du devenir des boues et des différents résidus.

Je me suis rendu compte, lors des différentes réunions que l'on a pu avoir au niveau des départements, que cette approche globale doit avoir en ligne de mire le fait que, dans le milieu rural, on ne peut pas avoir une action et un discours technique sur les outils d'épuration **indépendamment de notre politique dans le domaine agricole**. Il faut évidemment avoir une approche qui synthétise les deux, et une certaine cohérence dans le discours.

J'attends de cette matinée qu'elle tourne autour du **recueil d'expériences concrètes** des gens, qui sont a priori des gens de terrain et qui connaissent bien leur sujet, avec des expériences sur des installations qui fonctionnent. Il s'agit de savoir dans quels domaines on peut extrapoler ces expériences au niveau capacités ou performances. Il s'agit également de recueillir des idées et des informations sur la politique suivie par nos voisins, d'où la présence à mes côtés de monsieur KÖPPEN.

On va parler ce matin de la partie investissement, la partie conception et les coûts d'investissement, les aspects liés à l'ingénierie, et l'on verra cet après-midi les aspects liés au fonctionnement. Ceux qui le souhaitent peuvent sélectionner leurs questions en fonction de cette grille.

Je demanderai à ceux qui souhaitent poser des questions de bien s'identifier avec leur nom et leur

origine, et de parler, si c'est possible, avec une certaine lenteur de façon à ce que la traduction puisse s'effectuer dans de bonnes conditions.

Nous souhaitons, à la fin de la journée, pouvoir collecter à la fois les documents que nous ont déjà remis les intervenants et les questions posées.

Je laisse la parole à monsieur Walter KÖPPEN, de SARREBRUCK, qui va compléter cette introduction. Je le remercie de bien vouloir participer à notre journée d'échange.

Merci.

M. KÖPPEN - Je travaille au niveau du Ministère de l'Environnement de la Sarre, et c'est dans ce contexte que je vous souhaite la bienvenue.

On est en train de projeter cent installations au niveau communal, dont 28 utiliseront cette technique de filtres plantés. Le même nombre d'installations à peu près sont de type privé, et nous estimons que ce sont certainement aussi des filtres plantés, du moins c'est notre expérience qui nous l'indique.

Comme monsieur LAVERGNE l'a déjà indiqué, effectivement nous sommes confrontés à beaucoup de polémiques dans ce domaine des filtres plantés. On nous considère comme étant des moyenâgeux quand on présente un tel projet. Il faut donc effectuer un travail de "missionnaires", pour convaincre même les plus durs d'une efficacité prouvée de ce système.

En Sarre, où nous sommes confrontés à des taxes d'assainissement de plus en plus importantes, donc c'est un système intéressant pour nous, car nous souhaitons permettre des économies aux citoyens, qui actuellement paient à peu près 5,63 DM/m³ d'eau assainie. Si l'on augmentait de plus de 4 DM, on arriverait à plus de 9 DM de taxe d'assainissement par m³, ce qui est très important. Par la suite, il y a d'autres suppléments et d'autres compléments qui ne font que majorer ces taxes, et je pense que les filtres plantés peuvent être utilisés de manière efficace dans ce domaine. Je vous remercie.

M. LAVERGNE - Merci, monsieur KÖPPEN, de nous avoir situé le panorama en Sarre.

Je souhaiterais ajouter que nous avons un secrétaire de séance, monsieur BAUDET. Il est prévu de faire le rapport de ce qui va se passer ce matin d'une manière synthétique. Beaucoup d'entre vous connaissent monsieur BAUDET, qui est à la Direction Départementale de l'Agriculture de Moselle. Il aura en charge le rapport de cette matinée.

Je demande à M. IWEMA de bien vouloir commencer. Il a un délai court pour nous faire un premier panorama, et je lui demande de tenir ce délai.

M. IWEMA - Il m'a été demandé de présenter, brièvement si possible, les thèses bibliographiques que nous avons fait réaliser à l'agence Rhône-Méditerranée-Corse sur ce dispositif que nous avons appelé, avant de commencer ces thèses, "zones humides artificielles". Au fur et à mesure, nous avons changé la terminologie, et c'est devenu "lits plantés de macrophytes". Pourquoi cette étude ? Pour plusieurs raisons.

Il y avait une assez forte demande, de la part des instructeurs de notre agence, qui étaient confrontés à des propositions ou des demandes de maîtres d'ouvrage pour mettre en place ce genre de dispositif. Parallèlement, on constatait que l'on était assez mal armés pour répondre. Pourtant, dans la littérature, on voyait passer beaucoup d'articles, beaucoup de congrès sur ce sujet, et on voyait que, dans certains pays étrangers, il y avait un nombre assez impressionnant d'installations, loin du nombre qui était jusqu'ici à Rhône-Méditerranée-Corse.

Le tableau ci-après peut donner une idée des installations présentes dans différents pays. Il s'agit des installations pour les collectivités. Je ne parle pas des installations individuelles. Dans ce cas, le nombre en Allemagne est plus important. Ces chiffres sont relativement élevés, et encore, ce sont des chiffres minimums parce qu'ils sont sortis dans des documents qui datent de quelques années. On voit que le démarrage de ces installations n'étaient pas toujours aux mêmes époques. Au Danemark et au Royaume-Uni, on a démarré plus tôt que dans d'autres pays.

| | | |
|--------------------|-----|------|
| Allemagne | 400 | 1988 |
| Royaume-Uni | 400 | 1985 |
| Autriche | 300 | 1993 |
| Danemark | 100 | 1984 |
| République Tchèque | 80 | 1993 |
| France | 40 | 1993 |

Nombre (minimum) et année de départ pour les filtres plantés dans quelques pays européens

Autre raison : l'Agence Rhône-Méditerranée-Corse avait financé un certain nombre d'installations de collectivités. On avait lancé un suivi sur l'installation de Curienne, qui va être présentée par M. PAJEAN, et on s'était dit que l'on allait attendre le résultat du suivi de cette installation pour voir dans quelle mesure on allait continuer à subventionner ces ouvrages, parce qu'il y avait trop d'incertitudes.

L'objectif de ce travail était de cibler d'abord les instructeurs de l'Agence Rhône-Méditerranée-Corse, peut-être des autres agences, mais aussi les maîtres d'œuvre. C'est un document relativement technique qui devrait situer la technologie, décrire son fonctionnement, ce que l'on peut attendre et ce que l'on ne peut pas attendre de ce genre de technologie, le domaine d'application, jusqu'où peut-on aller, et donner quelques éléments de dimensionnement, sans prétendre que la lecture du document permette par la suite de devenir concepteur d'installations de lits plantés de roseaux - ce n'est pas du tout l'objectif.

L'objectif n'était pas de démontrer que c'était la meilleure technologie, et qu'à partir de maintenant, on ne faisait plus rien d'autre.

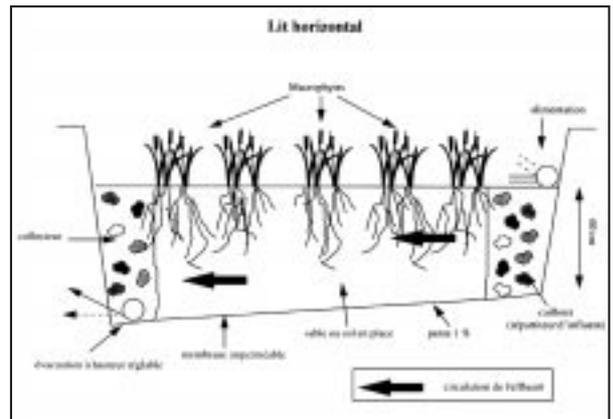
Cela a été associé à mon travail de bibliographie, et on a visité une dizaine d'installations en France. L'idée était assez ancienne, on voulait faire cela depuis 5 ans, mais on était assez mal équipé, ce qui est peut-être aussi le cas de certaines autres Agences.

Quand on parle de zones humides artificielles ou de lits plantés de roseaux, il y a une vaste plage de technologies, et on n'a pas tout traité dans notre étude.

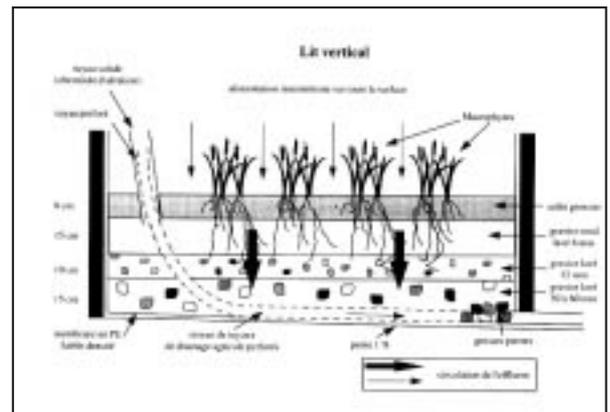
On peut distinguer des dispositifs à écoulement superficiel horizontal - presque horizontal, pour les puristes. On fait plutôt référence aux lagunes à macrophytes, qui sont tout à fait adaptées autant pour les traitements tertiaires que pour les eaux pluviales, mais que l'on n'a pas étudiées. C'est un domaine très intéressant, mais ce n'est pas l'objectif de cette étude. L'objectif était de regarder les dispositifs vraiment filtrants, où l'on peut distinguer **les écoulements horizontaux et verticaux, avec en gros leur domaine d'application au primaire, au secondaire, au tertiaire, et éventuellement au pluvial.**

Rapidement, mais très schématiquement, présentation de ces deux configurations existantes.

Les lits horizontaux sont alimentés sur un côté par un drain. Les eaux parcourent presque horizontalement le massif planté, et sortent de l'autre côté par un drain. Dans ce cas, le processus microbologique se déroule dans le massif, mais **c'est un massif qui est constamment saturé, et la seule aération est par la surface.** Par ailleurs, on imagine la possibilité de colmatage, d'où en général, et c'est une recommandation que l'on va sans doute faire, **la nécessité d'un traitement primaire** en amont de ce genre de dispositif.



Les lits verticaux sont différents, parce que l'alimentation se fait sur l'ensemble de la surface **par bâchées**, et entre les bâchées, il y a possibilité d'apport d'air par succion. Ce sont des systèmes qui fonctionnent essentiellement en zones non saturées, qui sont aérobies, et ont donc d'autres performances.



Sur le tableau n°2, quelques caractéristiques du système. Pour les filtres horizontaux, le traitement des eaux brutes n'est pas très indiqué. En revanche, pour les verticaux, il est possible de traiter les eaux brutes puisque, sur la surface se forme une pellicule qui, grâce à la présence des roseaux, ne colmate pas le lit à long terme. Il faut

| | horizontal | vertical | hybride |
|---------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| Place du traitement | ----- secondaire tertiaire | primaire secondaire tertiaire | primaire secondaire ----- |
| Paramètres cible | MES, DBO5 | MES, DBO5, NH4 | MES, DBO5, NH4, NO3 |
| Substrat | sol ou sable ou gravier | gravier et sable | gravier et sable |
| Type d'alimentation | continue permanente | discontinue alternée | discontinue alternée |
| Nombre d'étages | ≥ 1 | 2 | 2 |
| Nombre de files | ≥ 1 | ≥ 2 | ≥ 2 |

Caractéristiques des différentes configurations

signaler pourtant que c'est là, peut-être, une exception française : dans beaucoup de pays, le traitement primaire, même sur des lits verticaux, n'est pas pratiqué.

On peut combiner ces deux dispositifs. Les paramètres-cibles sont avant tout les matières en suspension et DBO5. Les filtres, dans la mesure où l'eau rentre et sort, sont efficaces, et dans la mesure où ils sont suffisamment aérés, les matières dissoutes transformées en particules seront donc bien retenues. Les rendements matières en suspension et DBO5 sont bons. Mais il faut avoir de l'oxygène pour pouvoir nitrifier. **La nitrification maîtrisée n'est possible que sur les lits verticaux à alimentation alternée**, et on peut éventuellement combiner ces deux dispositifs en utilisant l'un pour la nitrification et l'autre pour la dénitrification, puisque l'on a vu que le lit horizontal n'est pas aéré ou très peu, et il y a, a priori, des conditions d'anoxie.

Je ne m'arrête pas sur les substrats, cela va être illustré tout au long de la journée, mais on peut dire que les systèmes horizontaux étaient réalisés souvent avec du sol, et maintenant presque tout le monde fait du gravier ou du sable.

Les alimentations sont un peu différentes. On a vu que, pour les lits verticaux, il faut alimenter de façon discontinue pour apporter de l'air. Il est important de donner du repos, donc il faut aussi alimenter de façon alternée, ce qui conduit à plusieurs filtres parallèles, ce qui n'est pas nécessai-

re sur des lits horizontaux où l'alimentation peut être continue et permanente, mais il existe des filtres où l'on a intérêt à alimenter par bûchées pour favoriser l'alimentation des eaux parce que s'il y a un tout petit filet qui coule, il se peut que l'entrée se concentre.

Quels sont les rôles de ces plantes, et surtout, quels ne sont pas leurs rôles ? Je pense qu'il est important de le signaler dès le début. **L'exportation des nutriments est négligeable.** On apporte 10-20 tonnes d'azote par hectare et par année sur ces dispositifs, on exporte peut-être 1 tonne, ou même pas, et pour le phosphore c'est encore pire. Donc, pas d'exportation d'éléments nutritifs.

Autre rôle, qui ne concerne pas le process, **on peut intégrer des dispositifs relativement petits dans les paysages.** Pas dans tous les paysages, bien sûr, il est des lieux où des roseaux font plutôt discontinuité, mais il y a pas mal de paysages où il est assez naturel de voir des zones de ce genre.

Le vent a moins de prise sur les surfaces d'eau, et cela limite les odeurs. Globalement, c'est un dispositif qui peut être mieux accepté par le public.

De plus, il y a le côté psychologique, cela fait écolo. On peut rigoler, mais c'est un fait objectif que le public souhaite avoir ce genre de dispositif. Si cela permet de mieux intégrer nos stations d'épuration dans le paysage, pourquoi ne pas le faire ? Même si cela coûte un peu plus cher.

Sur le plan du process, augmentation de la biomasse dans le massif grâce au fait qu'il y a l'expression de certaines métaboliques dans les plantes, qui stimulent la croissance bactérienne. Par ailleurs, **la présence de ces racines et rhizomes** fait qu'il y a création de courts-circuits : il y a des racines primeurs où l'eau peut passer. Le colmatage à l'intérieur du lit est donc prévenu par la présence de cette végétation souterraine. Dans le cas de lits verticaux, **cela permet d'éviter un colmatage dans la durée de la surface.**

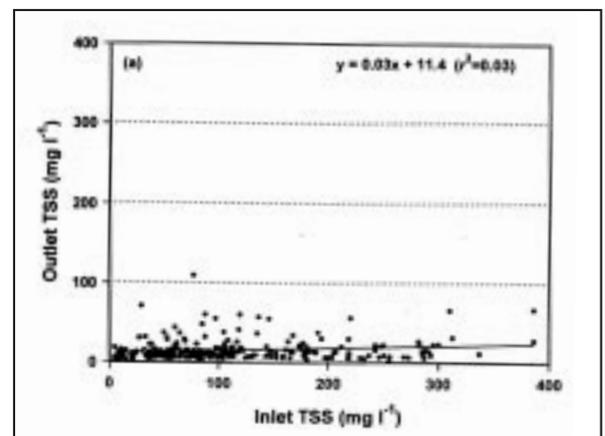
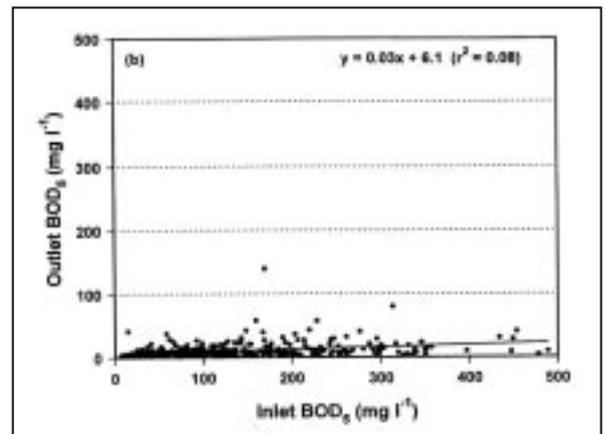
Autre avantage : **la protection contre le gel.** Il y a des lits horizontaux, notamment en Tchécoslovaquie, qui ont supporté 4 ou 5 mois d'hiver et qui ont correctement fonctionné. Pendant l'hiver, la végétation tombe et couvre le lit, et le massif est correctement protégé avec une couche de neige.

Par ailleurs, création de microclimats assez favorables. On s'imagine bien que ces boues décantées vont sécher dès que le soleil donne, mais elles restent humides, et le processus biologique peut continuer.

L'apport d'oxygène par les plantes est négligeable. On a pensé au début que c'était important, mais c'est vraiment très peu. Elles créent, parce qu'il y a transport d'oxygène par les rhizomes et autour des racines, un milieu anaérobie favorable, mais en tant que bilan en oxygène, c'est négligeable.

Quelques mots sur les performances. Les matières en suspension sont forcément stables puisque ce sont des filtres, et si l'aération est suffisante, la DBO est forcément faible, puisque transformée en matière particulaire.

Deux graphiques de travail danois montrent que **les concentrations à la sortie sont toujours faibles**, et en quelque sorte indépendantes de la concentration à l'entrée. 3% de cette variation est expliquée par la concentration à l'entrée. C'est en quelque sorte comme si l'on rentrait avec des eaux usées des matières organiques, et ce qui sort est autre chose. On peut dire que le rendement est à 100%, mais dans ce massif sont créées des métaboliques bactériennes des plantes, et il faut que ce soit entraîné avec l'eau. On mesure plutôt des métabolites créés dans l'ouvrage que des résidus de ce qui est entré.



| PERFORMANCES | |
|---------------------|---|
| MES : | - valeurs forcément faibles : 10 - 20 mg/l |
| DBO5 : | - < 25 mg/l pour le traitement secondaire - < 5 mg/l pour le traitement tertiaire |
| NH4 : | - < 5 mg/l pour les filtres verticaux - 50 % rendement pour les filtres horizontaux |
| N-Total : | - 20 % rendement pour les filtres verticaux - 50 % rendement pour les filtres horizontaux - ? % rendement pour les filtres hybrides |
| P : | - 10 % à 40 % de rendement à long terme - 90 % si substrat adapté (durée ?) |

Pour l'azote, c'est un peu plus nuancé. Il n'y a pas de dénitrification sur les lits verticaux. En revanche, en ce qui concerne l'élimination de l'azote total, cela paraît un peu contradictoire, elle est faible sur les lits verticaux, mais sur les lits horizontaux, le peu de nitrification qui a lieu conduit à une élimination. **Les rendements peuvent être plus élevés dans les lits horizontaux que dans les lits verticaux.** Eventuellement, dans les "hybrides", on pourrait arriver à des rendements des lits horizontaux. Pour le phosphore, le rendement est **extrêmement faible**, et surtout, pas durable, sauf peut-être si l'on ajoute quelque chose dans le massif, mais on est encore dans le domaine expérimental.

Quelques valeurs actuellement utilisées en France pour le dimensionnement.

| DIMENSIONNEMENT | | |
|-----------------------|------------------------|----------------------------|
| | horizontal | vertical |
| Traitement primaire | - | 1 à 2,5 m ² /EH |
| Traitement secondaire | 5-7 m ² /EH | 1 à 2,5 m ² /EH |
| Traitement tertiaire | 1 m ² /EH | |

- adaptation à l'hydraulicité du réseau
- éviter les formules avec « constantes » cinétiques

Pour les lits verticaux : 1 à 2,50 mètres en fonction des MES nitrifiées. Mais à l'étranger, on a des valeurs nettement plus élevées, et je pense qu'il serait intéressant d'en discuter. On voit aussi qu'il n'y a pas de différence entre le traitement primaire et le traitement secondaire. Dans le traitement primaire, si ce qui est retenu sur la surface n'est pas dégradé dans le lit, il n'y a pas de raison d'augmenter la culture fixée dans le lit. Pour le traitement secondaire, ces valeurs sont plus élevées, ce qui est logique parce que l'apport en oxygène est plus faible par mètre carré.

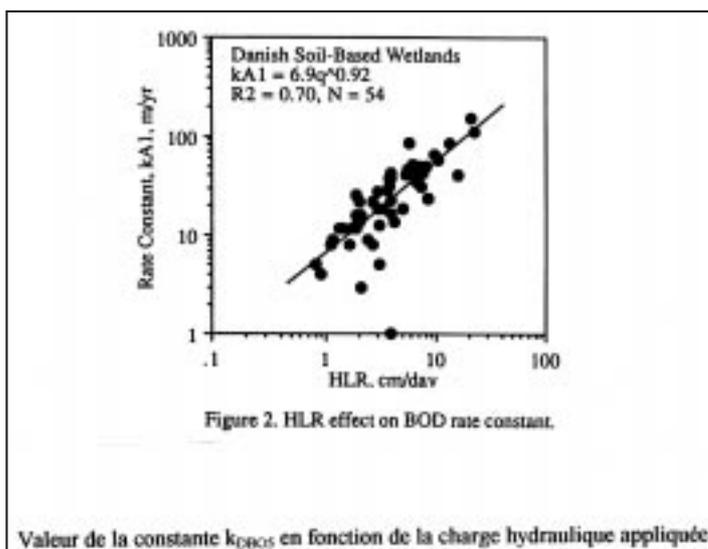
Je pense que ce sont des règles globales, mais à chaque fois, il faut tenir compte notamment de l'hydraulicité du réseau. Il faut éviter ce qui se passe encore sur nos stations d'épuration, qui sont surchargées organiquement et hydrauliquement de façon assez systématique. Il faut prendre en compte la connaissance que l'on a du réseau, et dimensionner le dispositif en fonction de ces connaissances.

Il faut éviter aussi de produire la formule scienti-

fique avec des constantes qui nous permettent de calculer au dixième de milligramme près la concentration à la sortie, en appliquant des constantes que l'on va choisir dans des fourchettes qui varient du simple au double.

J'ai l'impression qu'il y a une forte tendance pour des lits horizontaux, tout au moins dans la littérature actuelle. Si la surface appliquée est élevée, on élimine beaucoup de matières - c'est sans doute vrai - et si la surface est faible, on en élimine un peu moins. Cela m'apparaît quand même un peu contestable. C'est plutôt comme si le rendement relativement constant, ou plutôt le rendement minimum qui correspond là à 85%, voire plus, était en dessous. En fait, à partir du moment où l'on alimente ces lits, on a un rendement de 85%, indépendamment de la charge. Evitons des formules scientifiques qui ne se justifient pas tellement. Dans le cadre des lagunes, on dimensionne encore en disant 10 ou 15 m²/habitant, et dans le cadre des boues activées, on a attendu 60 années pour formuler les théories qui permettent plus ou moins d'appréhender le processus.

Le graphique ci-après est basé sur des données danoises. On voit bien que cette constante n'en est pas une, plus on apporte de l'eau, plus élevée est la constante. C'est comme si le rendement était quasiment constant et indépendant de l'apport.



Je ne parle pas des coûts d'exploitation. C'est un dispositif extensif, dont les avantages sont un bon pouvoir de tampon, moins bon, bien sûr, que la lagune. Une bonne barrière aux matières en suspension,

comme tous les filtres, et certains aspects de simplification de l'entretien, notamment pour la gestion des boues, mais je pense que l'on aura l'occasion d'en parler.

Les deux points faibles sont la faible réduction du phosphore et peut-être de l'azote global, encore faut-il se poser à chaque fois la question si, effectivement, la réduction du phosphore et de l'azote sont une nécessité.

Pour terminer, je pense qu'il est nécessaire que l'on mette en place une banque de données à partir du suivi de systèmes existants, pour pouvoir alimenter les discussions.

Merci.

(Applaudissements)

M. LAVERGNE - Merci, Monsieur IWEMA. Vous nous avez fait part d'une riche expérience de l'Agence Rhône-Méditerranée-Corse.

Je demande à Catherine BOUTIN, du Cemagref, de venir poursuivre cette prise de connaissance du problème global.

Mme BOUTIN - Je vais vous parler essentiellement de l'expérience française en matière de filtres plantés de roseaux. Dans un premier temps, je voudrais rappeler ce que sont les filtres plantés de roseaux en France. En deuxième point, vous donner quelques expériences françaises, quelques résultats obtenus depuis de nombreuses années. Pour finir, une petite conclusion qui permettrait de replacer la filière filtres plantés de roseaux au sein d'un panel destiné aux petites collectivités qui, actuellement, est évalué à onze filières d'épuration.

Qu'est-ce qu'une filière filtres plantés de roseaux ? Nous sommes souvent questionnés au téléphone sur l'usage des macrophytes dans l'épuration. Il y a de très grandes confusions, et l'on retrouve l'usage des macrophytes dans trois conditions différentes.

Dans le domaine du traitement des eaux usées, on parle de **lagunage à macrophytes**. Les bactéries épuratrices sont en culture libre, on maintient une tranche d'eau permanente, et les végétaux ont un rôle spécifique dans un bassin de lagunage à macrophytes. Ce n'est pas le sujet de la discussion d'aujourd'hui.

On utilise aussi des **macrophytes pour traiter des boues** : on traite des boues par l'intermédiaire de lits de séchage de boues plantés de roseaux. Ce n'est non plus ce dont je vais vous parler dans mon exposé.

Je vais vous parler des **filières filtres plantés de roseaux, appelées rhizosphères** dans votre région. C'est un ensemble, presque un écosystème, tout autour des racines des macrophytes. On a utilisé, il y a de nombreuses années, le terme de "lits à macrophytes". L'agence de l'eau a utilisé le terme de "lits de roseaux". Il existe aussi le terme "phragmifiltres", nom déposé.

Je vais vous parler uniquement des lits plantés de roseaux.

La filière filtres plantés de roseaux repose sur un principe d'épuration des cultures fixées sur supports fins. Les supports fins sont de petite taille, soit du sable, soit du gravier, soit du sol. Cinq filières répondent à cette terminologie de cultures fixées sur supports fins. Le principe consiste à filtrer l'eau avec une filtration biologique sur un support qui sert à un développement bactérien. La filtration biologique est effectivement réalisée par l'intermédiaire de ces bactéries fixées sur du gravier ou du sable. **On a deux mécanismes prépondérants :**

- **soit un mécanisme de filtration**, avec une rétention des matières en suspension, et éventuellement un colmatage de surface qu'il faut arriver à gérer,

- **soit une oxydation biologique**, qui nécessite le maintien d'un taux d'oxygène suffisant puisque l'on est toujours en oxydation biologique de type aérobie, donc dans les filières dont je parle, qui sont des cultures fixées à filtres verticaux. Il nous faut de l'oxygène et une biomasse épuratrice, dont il faut réguler le développement. La non-régulation du développement de la biomasse pourrait conduire à un colmatage des masses.

Les deux processus prépondérants sont effectivement filtration et oxydation, qui nécessitent un taux d'oxygène relativement important.

Pour répondre à ces deux processus, on utilise, dans les filières cultures fixées sur supports fins, **deux grands principes** : on travaille systématiquement **en alternance**, c'est-à-dire qu'on utilise plusieurs massifs qui fonctionnent soit en alternance soit au repos, et ce mécanisme d'alternance permet une autorégulation de la biomasse, donc limite le colmatage en profondeur, permet un ressuyage et une oxygénation. On travaille dans des conditions de non-saturation avec des conditions d'oxygénation presque permanentes, et cela permet une minéralisation des dépôts de surface et des dépôts organiques superficiels.

L'autre point, c'est de travailler avec une alimentation par bâchées. On travaille en discontinu, et pour arriver à avoir une répartition correcte de l'effluent à la surface, il faut absolument envoyer un volume d'eau connu, à fort débit, qui est forcément supérieur à la vitesse de la perméabilité du sol, du sable ou du gravier. C'est ce qui permet d'avoir une répartition de l'effluent. En même temps, cette alimentation par bâchées permet une stimulation des échanges gazeux entre les deux apports.

Ces deux principes sont systématiquement utilisés dans les filières cultures fixées sur supports fins.

Une particularité liée aux filtres plantés de roseaux est **l'augmentation des végétaux**.

L'ensemble des autres filières nécessite la mise en place d'un décanteur ou d'un système qui permet l'élimination des matières en suspension pour réduire les risques de colmatage.

Quand on utilise les filtres plantés de roseaux, **il n'est pas nécessaire** de mettre en place **un système de décanteur** qui assure un abatement des matières en suspension pour limiter le colmatage des surfaces, les **phragmites** ayant ce **rôle de maintien** de la perméabilité. C'est le rôle prépondérant.

On vous a parlé des rôles secondaires, je ne vais pas en dire davantage sur le rôle des roseaux. La priorité est le maintien de la perméabilité, qui permet donc d'avoir une absence de rétention des matières en suspension au préalable.

De ce fait, la filière filtres plantés de roseaux est pour nous la filière suivante : un système de dégrillage, une mesure de débit, un système de poste de stockage et d'injection à fort débit sur un ensemble d'unités, **le premier étage** étant forcément **constitué de gravier**. Donc, sur trois unités, puisque l'on a fractionnement, on récupère les eaux, on a à nouveau stockage et alimentation à fort débit, pour envoyer sur un deuxième étage qui est constitué de sable et gravier.

Comment est-on arrivé à une proposition de dimensionnement d'une filière filtres plantés ? Le Cemagref a une forte influence dans le développement de la filière filtres plantés de roseaux.

Le premier site a été développé en 1980 dans une toute petite unité dans le Loir et Cher. Nos premières mesures datent de 1983. On a pu voir l'intérêt d'une filière filtres plantés puisque l'on proposait des bases de **dimensionnement nettement moindres** que celles du lagunage naturel, qui se situe aux environs d'une emprise

au sol de 10 m²/habitant, et la filière filtres plantés se présentait aux environs de **2 m²**. Le but n'était pas de mettre en opposition les deux filières, puisque chacune a ses propres domaines d'application, mais le lagunage naturel s'étant déjà largement développé, il y avait des sites où l'on ne pouvait plus installer de lagunage faute de place. L'intérêt du Cemagref était de proposer une filière qui répondait à des critères de rusticité comme le lagunage naturel, mais qui présentait d'autres avantages, et entre autres, une **emprise au sol plus faible**.

Nous avons été sollicités, dans le département de Charente Maritime, pour une **demande d'extension** de station d'épuration. La filière était uniquement le lagunage naturel, et il nous a été demandé de **proposer un premier étage** de traitement pour accroître la capacité de la station d'épuration. Plusieurs séries de mesures ont été réalisées. Le Satese a travaillé aussi sur place.

La station d'épuration fonctionne depuis 9 ans - Oelle a été construite en 1987- et les dernières mesures ont été réalisées en février 1996.

Sur l'ensemble de la surface des filtres du premier étage, puisque à l'aval nous avons un lagunage, on apporte 60 grammes de DCO par m² et par jour. La station fonctionne à 60 % de ses capacités au niveau organique, et entre 60 et 120 % au niveau hydraulique.

Les débits sont très variables été-hiver, comme partout en France et au moment du fonctionnement, puisque notre installation est fractionnée en 8 unités, on a des quantités d'eau qui varient en moyenne de 75 millimètres à 133 millimètres.

Le dépôt de boues varie sur une **hauteur de 27 à 6 centimètres** puisque, à l'époque, la répartition était loin d'être complètement affinée. Dans ces conditions, après 9 ans de fonctionnement, on arrive à des rendements de l'ordre de 80% pour la DCO, 90% pour les matières en suspension, 30% pour l'azote Kjeldahl et 50% pour la DCO dissoute.

Un peu avant ces résultats, en 1991, le Cemagref a choisi de réaliser un transfert de savoir-faire de ses connaissances acquis depuis une dizaine d'années sur la filière filtres plantés de roseaux. La Société d'Ingénierie Nature et Technique (SINT) dispose du savoir-faire du Cemagref, et a pour vocation de développer la filière.

Une mesure a été réalisée en février 1996. On réalise la plupart du temps les mesures à la fin de

l'hiver, période la plus défavorable dans une filière filtres plantés de roseaux, induite par la hauteur importante de dépôts organiques non minéralisés à la surface des filtres, qui peut induire des risques de colmatage, et aussi une moindre oxygénation du milieu.

Pour la filière développée à MONTROMANT, on obtient les résultats suivants : l'abattement de DCO arrive à des valeurs supérieures à 85%, et pour les MES à 95%.

Je ne vais pas avoir beaucoup le temps pour présenter les résultats au niveau de l'azote. Etant donné que nous travaillons par bâchées, les résultats obtenus sont très similaires à ceux obtenus au niveau de la filtration percolation. Lors de la première bâchée, on a lessivage des nitrates oxydés pendant la phase de repos, et on a des variations de qualité progressivement au cours des cycles d'alimentation, au niveau des nitrates. Par contre, on a une **très bonne minéralisation de l'azote**. Les valeurs bleues sont les valeurs d'hiver, et on a une teneur en azote Kjeldahl moyenne, qui avoisine les 10 mg/litre. Il faut savoir que l'on peut avoir des pointes légèrement supérieures, mais généralement inférieures à 20 mg/litre. Au niveau de la dénitrification, évidemment on n'a rien.

La filière filtres plantés de roseaux se situe dans un domaine d'application qui varie entre une cinquantaine d'équivalent-habitant, avec un domaine possible qui peut atteindre des valeurs supérieures à 2 000 habitants. Il faut évidemment prendre ces valeurs avec beaucoup de rigueur, cela reste un ordre de grandeur, l'idée était de permettre de mieux situer les filières les unes par rapport aux autres. Vous voyez que la filière filtres plantés de roseaux s'apparente beaucoup à la filière d'infiltration-percolation dans son domaine d'application, et il en est de même de la filière lagunage naturel.

Ce travail est issu d'un document paru il y a peu de temps, et qui fait un comparatif technique et économique de l'ensemble de ces filières. Je n'ai absolument pas le temps de parler de la partie économique.

En conclusion, **que peut apporter la filière filtres plantés de roseaux ?** La filière à écoulement vertical permet d'obtenir un niveau D4 de la circulaire du 17 février 1996, soit une valeur en DBO, des teneurs en azote Kjeldahl en moyenne inférieures à 10 mg avec parfois de

pointes à 20 mg, une élimination quasi nulle et normalement inexistante sur le phosphore.

Au niveau des avantages, **l'intérêt majeur** de la filière filtres plantés de roseaux, telle qu'on la présente ici, est une **absence de décantation primaire**, ce qui permet une gestion très aisée des boues primaires, puisqu'en fait, cela permet d'avoir une exportation des boues primaires sur une fréquence de l'ordre d'une dizaine d'années. Il faut que ces boues primaires soient exportées, c'est clair, il y a un travail d'exportation, mais ce n'est pas un travail aussi régulier que celui que l'on peut proposer sur un décanteur-digester.

C'est une filière adaptée aux variations de population saisonnières, puisque l'on travaille en fractionnement. On a possibilité de n'alimenter qu'une partie des filtres.

Elle permet une exploitation simple : **il n'y a pas de clarificateur**. On a généralement, sous réserve que ce soit correctement géré, une qualité fiable, et une absence de risque de départ des matières en suspension.

Je ne parle pas des aspects esthétiques, olfactifs et intégration paysagère, qui ont été abordés tout à l'heure.

Au niveau des limites, la filière filtres plantés de roseaux doit être exploitée régulièrement par un passage **deux fois par semaine** sur la station, c'est indispensable.

Il faut un **faucardage annuel**. Il faut prévoir une organisation qui permette une plantation plutôt à la période la plus favorable, d'avril à octobre.

Comme tout le monde l'a déjà dit, il y a une certaine barrière psychologique à utiliser ce procédé encore nouveau, qui propose un traitement complet des eaux usées, qui nécessite un épandage à la surface des filtres, et tout le monde n'est pas prêt à ce genre de développement.

(Applaudissements)

M. LAVERGNE - Merci de cet exposé, madame BOUTIN.

J'appelle monsieur MORANDINI. On lui donne aussi 15 minutes, c'est un peu court, mais par respect pour les autres intervenants, il faut essayer de s'y tenir.

M. MORANDINI - A LUCERNE, en Suisse, la OEKAG construit depuis 10 ans un système de filtrage à sable et à plantes.

Je viens d'un pays qui, au fond, n'est pas apte à la construction de micro-installations étant donné

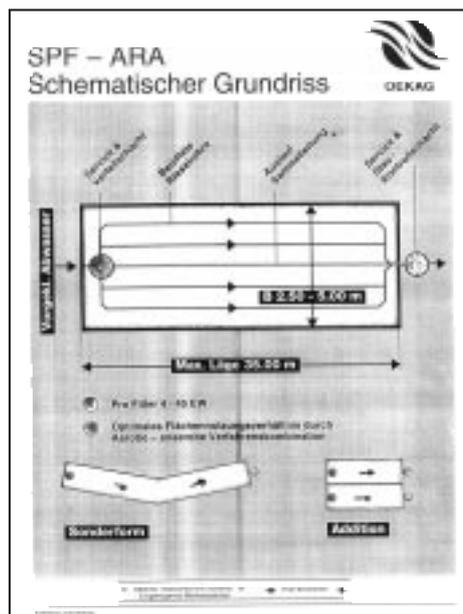
que plus de 95% des habitants raccordés doivent être desservis. Nous sommes par conséquent actifs dans un domaine spécifique, et il faut constater que la Suisse est énormément développée, même dans des vallées recluses.

Mais depuis 10 ans, les choses ont changé. Ce qui est plus important, c'est la nouvelle législation écologique qui charge celui qui cause la pollution de payer pour celle-ci. Cela veut dire que les nouveaux raccordements à des canalisations doivent être bien réfléchis, étant donné que les responsables de pollution doivent enfin financer l'investissement. Il faut tenir compte, dans cette discussion, du fait que les frais de raccordement, ainsi que les frais d'entretien et les frais d'investissement, doivent être regroupés.

Où, en Suisse, pouvons-nous construire des micros installations ? D'abord, il s'agit d'**installations isolées**, et nous construisons des installations à partir de 4 équivalents-habitant. D'autres possibilités sont **des petites lagunes** à la campagne, avec une dimension d'installation entre 200 et 300 équivalents-habitants.

Quel est ce système ? **C'est un filtre à sable et à plantes**. Vous voyez ici un dessin schématique. **Les eaux usées sont toujours prétraitées**. L'installation est alimentée d'une manière alternative, ou bien mécaniquement, ou hydromécaniquement, ou hydrauliquement, ou à l'aide de pompes, mais puisqu'il y a beaucoup de pentes en Suisse, l'alimentation peut être gravitaire, et nous n'avons pas besoin de pompes. L'eau est donc envoyée vers le filtre, et il y a une **percolation verticale** du filtre. Nous avons besoin de **4 m² de surface par habitant**. Certains cantons demandent une surface de 5 m². C'est prévu également par nos réglementations concernant les filtres verticaux.

Le filtre vertical est installé dans deux largeurs différentes : 2,50 mètres ou 5 mètres, et sur une longueur pouvant aller jusqu'à 35 mètres. Tous les filtres doivent être **étanchéifiés à l'aide de géomembranes**, et notre système a été affiné de sorte que nous avons des éléments préfabriqués. On peut donc mettre en place un petit filtre en une journée, alors qu'un grand, par exemple 35 x 5 mètres, demande une installation de trois jours.

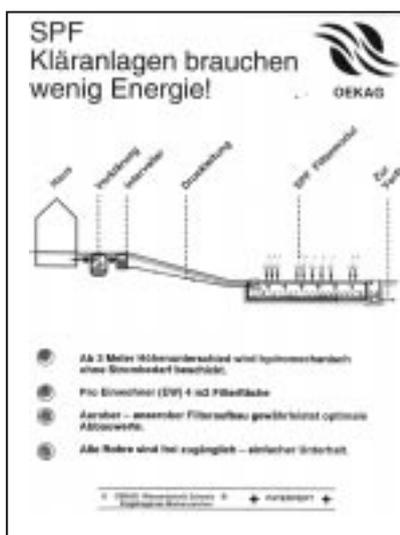


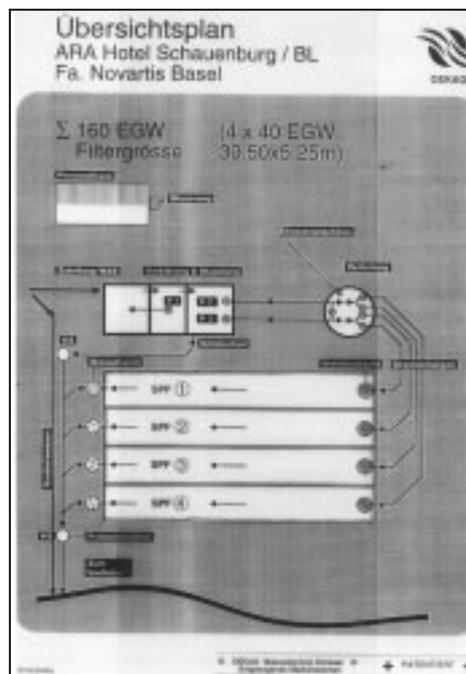
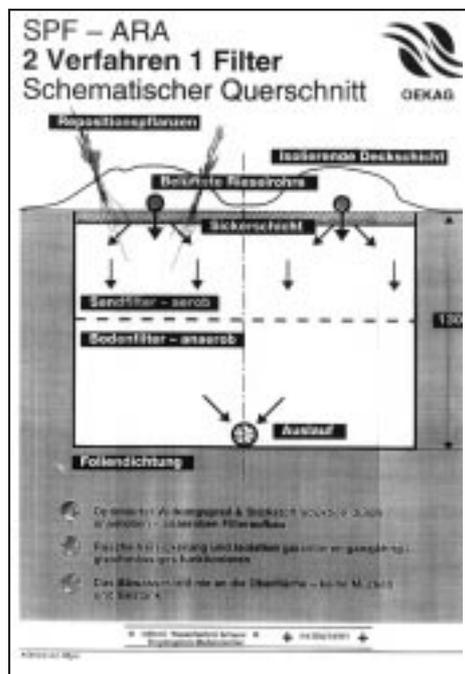
L'eau pré-décantée sera donc envoyée vers un système de tuyaux qui l'envoient dans le filtre, et le filtre percole vers le bout opposé en arrivant à un drain.

Il est important de ne pas appliquer la réglementation aveuglément, mais de s'adapter aux conditions du site. Le filtre peut avoir une forme de "V" par exemple, ou deux filtres peuvent être mis en place parallèlement, ou même en étage.

En ce qui concerne la biologie de ce filtre, je ne vais pas donner des détails étant donné que ma collègue Brigitte en parlera plus tard. Le filtre se compose d'une membrane de polyéthylène, une couche de sable filtrant supérieure aérobie (d'une hauteur de 1 mètre à 1,30 mètre) et une couche inférieure anaérobie.

Le filtre est une adaptation de l'idée de mettre en parallèle des filtres aérobies et anaérobies. Sur le schéma ci-après, nous avons ce même procédé, mais les filtres sont superposés, ce qui est économique en ce qui concerne la surface. Il y a des plantations en surface.





L'installation de NOVARTIS, par exemple, sur demande du maître d'œuvre, n'a pas été plantée de phragmites mais de joncs, ce qui marche également très bien. L'installation est recouverte de gravier, ce qui est important en Suisse, où nous avons des températures relativement basses en hiver.

Les plantes sont donc sur un filtre horizontal, en dessous duquel il y a une couche de sable. En dessous se trouve une couche de filtre anaérobie. Le niveau d'eau dans un filtre fraîchement planté sera augmenté jusqu'au filtre de percolation, puis il sera de nouveau abaissé par étape jusqu'au niveau d'environ 50 centimètres, ce qui est le niveau permanent ou normal.

Cela nous donne un rendement optimisé de réduction en oxygène par la couche aérobie d'abord, et anaérobie ensuite, ce qui est très important pendant nos températures d'hiver. La percolation est relativement rapide, et il n'y a pas de nuisances olfactives.

Nous construisons nos installations à proximité des villages ou habitations, et si nous devons mettre en place une installation en réserve naturelle, il est évidemment très important de bien observer la réglementation de distance et de réduction des nuisances olfactives.

Ceci est une conception de l'installation de l'entreprise NOVARTIS, près de BALE. C'est un centre de formation pour les managers, et également un centre hôtelier, avec des eaux usées d'un volume très variable.

Dans cette installation, l'évacuation séparée de l'eau de pluie doit être assurée. C'est également une disposition de notre réglementation écologique. Les eaux usées importées passent d'abord par un système de pré-épuración à trois étages. Dans l'étage central se trouve une pompe de restitution, sur demande de l'ingénieur de NOVARTIS, mais que nous n'utilisons pas. La troisième chambre est une chambre de réserve, étant donné que nous avons un volume très variable d'eaux usées. Les eaux usées sont ensuite amenées par un système de pompage sur une installation de répartition, et de là, vers les filtres. C'est donc un système de répartition par pression. Par un système de pilotage, on peut garantir que les mêmes eaux usées n'arrivent pas toujours sur le même filtre, il y a donc une alternance pour que chaque filtre reçoive une variété d'eaux usées et puisse récupérer.

A la sortie, il y a des puits de rétention avec rejet. Cette installation a été plantée avec des bottes de joncs. Le rendement a été relativement faible la première année, mais après la première période de végétation, le rendement a été très satisfaisant.

Baucoup de personnes pensent qu'une technologie écologique, c'est simplement un bassin avec un peu d'eau et des plantes, mais ce n'est pas si simple que cela.

Il est très important de bien préparer le projet, d'analyser les conditions du site, sinon vous courez le risque que le filtre soit alimenté plus fortement que prévu, et il ne pourra pas fonctionner.

Il est également important de bien faire la projection,

la préparation et les études de l'installation. Evidemment, on ne peut pas le faire à son bureau, il faut être sur place, il faut contrôler l'exécution des travaux et vraiment veiller à ce que tous les détails soient observés.

Et finalement, il est aussi important de mettre en place un suivi et une observation après achèvement des travaux.

Nous entretenons nos installations en **cycle biennal**. Pendant la première année, l'installation est observée et contrôlée par l'exploitant lui-même. Il faut vider le prétraitement, le produit de prétraitement, etc. La deuxième année, un nettoyage à fond est prévu avec une chasse du système, ce qui est très important pour un bon fonctionnement par la suite.

Quelques remarques concernant l'aménagement et la mise en place. Vous voyez ici les travaux de préparation pour un filtre communal avec 180 équivalents-habitants. Il est important que des personnes sur place participent à ces travaux. Elles reçoivent d'ailleurs des subventions pour ce faire. Par exemple, ici, on fauconne les roseaux.

(Applaudissements)

M. LAVERGNE - Merci, monsieur MORANDINI. Nous écoutons maintenant madame ZUST, qui va compléter cette information.

Mme ZUST - Je vais vous expliquer mes recherches qui ont abouti au système de filtres que vient de vous montrer M. MORANDINI, et je ferai une **comparaison entre la performance des filtres aérobies et des filtres anaérobies**. On a parlé de filtres hybrides, ce matin. Je vous montrerai aussi **la performance à longue durée**, parce que c'est quand même une des questions les plus importantes si l'on construit de tels filtres.

Je passe sur l'élimination des germes, et je peux dire d'emblée que l'élimination des germes est très bonne.

J'aimerais vous montrer la distribution de tels filtres en Suisse, mais je crois que je serai obligée de passer le dernier point qui est néanmoins important : les particularités des systèmes extensifs.

Les résultats dont je vous parle ont été obtenus à la station d'épuration de SCHATTWEID, au centre de recherche sur les questions d'écologie appliquée, où je travaille. C'est un petit centre, c'est une petite **station d'épuration pour 6**

équivalents-habitants, mais je crois que les conclusions sont vraies aussi pour des stations plus grandes. Si l'on fait des recherches, il faut commencer petit. La preuve que ces résultats sont valables, c'est quand même la construction que vient de faire M. MORANDINI.

Il faut mentionner une particularité au centre de SCHATTWEID : il y a des toilettes-compost, donc les WC n'entrent pas dans la filière de l'eau. Il n'y a aucune limitation pour les filtres, ils marchent tout aussi bien si les WC reliés à l'eau, mais il faut plus fréquemment le décanteur.

A l'opposé du Cemagref, **nous ne construisons pas de filtres sans décanteur**. Les eaux passent dans le décanteur, **puis dans un filtre à sable aérobique**, et ensuite dans un filtre à plantes anaérobique. Dans le cas de SCHATTWEID, le filtre à sable est traversé d'une **façon verticale**, et le **filtre à plantes est traversé diagonalement ou horizontalement**, mais si l'on construisait cette station maintenant, on traverserait le filtre à sable verticalement également.

Cette station d'épuration fonctionne depuis 1985, l'expérience est donc d'une assez longue durée, et ses résultats ne vont pas tellement vous surprendre. La DCO, à l'entrée du filtre à sable, donc après le décanteur, se situe autour de 300 mg/litre. C'est relativement élevé parce que nous n'utilisons pas beaucoup d'eau. A la sortie du filtre à sable aérobique, on est descendu à environ 40 milligrammes de DCO, cela respecte la limite légale. Ce n'est pas très surprenant, ces eaux sont passées à travers le filtre à plantes, donc le filtre anaérobique, et il n'y a pas eu d'autre réduction de DCO.

Il en est de même pour l'ammonium. Pour l'ammonium, et ce n'est pas étonnant, c'est la nitrification qui se fait dans le filtre à sable, filtre aérobique, et il n'y a aucune réduction dans le filtre à plantes.

Il en va différemment pour l'azote total. Nitrification dans le filtre à sable, **et dans le filtre à plantes, on a une dénitrification considérable**. L'abattement du phosphate se fait également en deux temps, aussi bien dans le filtre à sable que dans le filtre à plantes. C'est effectivement le paramètre qui est le plus difficile pour des filtres à sable. Ici, ce sont des expériences sur trois années, nous avons 49 mesures, cela veut dire que nous avons une analyse des eaux chaque mois en moyenne. Dans ce cas, on a pu respecter les limites légales,

mais ce n'est pas toujours le cas. Je pense que le **phosphate est le point le plus difficile**.

Sur des recherches de longue durée, presque 10 ans, on a eu des surprises. C'est le cas de l'ammonium. Il y a une amélioration pendant 3 à 4 ans de sa dégradation. En 1981, il y a une diminution de la dégradation, ce n'est pas dû aux filtres mais à des expériences que nous avons faites. Cela n'a pas d'importance aujourd'hui, mais cela explique cette diminution de la rétention. Jusqu'en 1985, l'efficacité est excellente. Malheureusement, on nous a coupé les fonds de recherche. Je pense que les fonds de recherche à longue durée seraient quelque chose de très important, mais vous voyez ce qui arrive, même dans le pays très riche qu'est la Suisse !

En ce qui concerne l'abattement de l'azote total, il y a également une légère amélioration. Ce n'est pas en relation avec le filtre, ce sont des causes à part, mais il y a une toute légère amélioration dans le temps.

La retenue du phosphate est bonne depuis le début. Je ne peux pas vous expliquer pourquoi, ni comment cela continue, du moins pas encore.

En ce qui concerne **la distribution des filtres en Suisse**, la loi fédérale s'applique pour tout le pays, mais chaque canton décide à son gré si ces stations d'épuration à filtres plantés sont permises ou pas. La distribution assez assez inégale.

On pourrait penser que cela provient de la topographie, mais il n'en est rien, la topographie permet des filtres plantés dans tout le pays, évidemment mises à part les Alpes, mais ce sont bien les responsables de l'Administration qui décident s'ils vont avoir des filtres plantés ou non.

Les deux cantons de Thurgovie et Bâle-Campagne y sont très favorables, ils font de très bonnes expériences, mais il y a d'autres cantons où les responsables hésitent à les implanter. Il faut dire, comme quelqu'un l'a déjà dit, que ce sont des "têtes de béton", ce sont des ingénieurs - excusez-moi de dire cela, parce que je pense que je parle surtout à des ingénieurs - mais les ingénieurs ont l'habitude de calculer, de mesurer, de prévoir. Les filtres biologiques sont plus flexibles, et beaucoup d'ingénieurs ont de la peine à gérer cela.

Je vais m'arrêter là pour respecter le temps.

(Applaudissements)

M. LAVERGNE - Merci beaucoup, madame ZUST.

Nous allons arrêter là pour cette première partie de la matinée. Nous demanderons à M. Rémy JACKY de reprendre la parole après la pause.

Nous avons eu successivement quatre exposés sans question, parce que nous sommes contraints par l'horaire. Vous avez sans doute rassemblé vos questions, et je vous propose de consacrer 10 minutes à cette phase.

Bien entendu, pour ceux qui souhaitent poser des questions, je leur demande de décliner au moins leur nom, de façon à ce que l'on puisse consigner tout cela par écrit.

M. Amaury BIERENT, maître d'œuvre dans la Région parisienne - La question d'un certain nombre de clients concerne l'aspect du transfert de pollution. Est-ce que l'on ne risque pas d'avoir un transfert de pollution vers les plantes, notamment pour tout ce qui concerne **les métaux lourds**, et tout ce qui peut être considéré comme toxique ?

Mme BOUTIN - Actuellement, l'usage des filtres plantés de roseaux est avant tout utilisé, sur la partie française, en eaux usées domestiques. A priori, l'usage industriel reste encore, au niveau du Cemagref, comme quelque chose d'expérimental. Il y a de fortes chances qu'il y ait un **transfert, une accumulation des métaux dans les végétaux**.

Pour l'instant, le problème ne se pose pas pour l'usage en eaux usées domestiques puisque, en théorie, il n'y a pas de métaux lourds qui risqueraient de provoquer un transfert de pollution. Cela ne répond pas à votre question, mais cela répond pour partie dans le domaine du traitement des eaux usées.

M. MORI, Bureau d'Etudes MORITECH, représenté en France par la Société AGIR - J'ai deux questions et une remarque.

Madame ZUST, dans le canton de Bâle-Campagne, j'ai vu quatre installations, mais vous pouvez en ajouter huit puisque ces installations viennent d'être autorisées.

Une question à monsieur MORANDINI, pour l'installation de NOVARTIS, 140 équivalents-habitants. Quel est le coût total de cette installation ? Une question à la représentante du Cemagref : vous avez parlé du faucardage des roseaux qui doit s'effectuer une fois par an. Je planifie quand même toute une série de ce type d'installation, et je dis toujours à mes clients de ne surtout pas faucarder les roseaux. Dites-moi pourquoi vous leur recommandez de faucarder.

M. MORANDINI - En ce qui concerne l'installation de NOVARTIS, 160 équivalents-habitants, 4 filtres, le coût total de l'installation comprend aussi les installations qui sont autour puisqu'il fallait d'abord démonter l'installation existante, il fallait changer le réseau d'évacuation des eaux existant, et refaire la clarification, la décantation, le stockage, et la filtration. Dans le canton de Bâle-Campagne, on s'est rendu compte que même les grands groupes industriels, réputés pour ne pas être très pauvres, ont pu obtenir une subvention par le gouvernement. Pour des raisons de coût total, cette installation à Bâle Campagne a été choisie, mais l'installation n'est pas une installation bon marché, cela me semble évident !

(Rires)

Mme BOUTIN - Pour répondre à la question sur le faucardage, on sait que c'est assez controversé au niveau international. Je crois que ce sont les Anglais et les Danois qui proposent le **non-faucardage** qui permet un certain isolement, des limites de températures, une **meilleure humidité**, et de ce fait une meilleure épuration. Nous n'allons absolument pas contre ce genre de chose qui risque d'être fortement démontré, sauf que nous ne savons pas exactement dans quelles proportions.

En France, nous sommes confrontés à un autre problème, et peut-être vais-je choquer, mais au niveau de l'exploitation, nous avons énormément de mal à motiver les gens pour qu'il y ait une exploitation minimale correcte. **Nous proposons un faucardage** annuel des végétaux, non pas pour que la station fonctionne mieux, mais **pour maintenir un aspect visuel correct**, qui améliore l'aspect visuel de la station en période hivernale. C'est dans ce sens que nous proposons un faucardage annuel, qui est beaucoup plus aisé qu'un faucardage annuel en lagunage. Ce n'est pas une opération très difficile, mais elle améliore l'esthétique en période hivernale.

M. Christian MANNSCHOTT, DDASS de Meurthe et Moselle - Une question à Madame ZUST. Vous n'avez pas parlé de l'épuration microbiologique, j'aurais souhaité avoir quelques chiffres sur l'abattement bactérien de ces installations.

M. LAVERGNE - Madame ZUST prépare sa réponse. Nous prenons une autre question en attendant.

M. Michel LEJEUNE, Intercommunal de Valorisation de l'Eau de la Province de Luxembourg en Belgique - Dans le sens où M. MORANDINI a été assez attentif à cela, il me plairait d'avoir en quelque sorte, les recommandations en terme de débit, en terme de problème de dilution, en terme d'eaux pluviales, en terme de dégraissage, de décanteur primaire.

En fait, si l'expérience vous apprend, ou vous donne déjà pour nous des directives en matière constructive, pour ce genre d'installation.

M. LAVERGNE - Madame ZUST, vous répondez à la première question sur les aspects bactériologiques.

Mme ZUST - Je vous montre deux études. La première concerne le filtre planté à SCHATTWEID, pour lequel vous avez entendu les résultats, et la deuxième, le filtre planté d'une fromagerie.

Vous avez les unités formant colonies - ce sont les microbiologistes qui les définissent ainsi - 5500 à l'entrée, 7,6 à la sortie du filtre à sable aérobie, et à la sortie du filtre planté, il y a légèrement plus. Ce n'est pas étonnant parce que c'est planté, il y a tout le cycle des micros, les petits animaux, les plantes. Ces mesures ont été prises à différentes dates. Les eaux de baignade sont en général plus polluées en E. Coli que l'eau qui sort d'un filtre planté.

Pour l'eau de la fromagerie, il y a également une bonne réduction du taux de bactéries.

M. LAVERGNE - Merci.

Monsieur MORANDINI, pour la seconde question, fonctionnement du réseau et taux de dilution.

M. MORANDINI - Effectivement, j'en avais parlé en quelques mots. L'aspect des réseaux séparatifs est un aspect très important, puisque **la charge hydraulique du filtre se situe entre 40 à 50 litres par mètre carré et par jour**, ce qui correspond à peu près à la réglementation de 79 litres par équivalent-habitant et par jour.

Nous avons fait une expérience dans une commune avec un réseau d'assainissement qui avait besoin d'être refait. On a amené le réseau d'eaux pluviales dans le secteur de ruissellement, et la charge hydraulique s'est donc stabilisée au niveau de ce que l'on avait prévu.

En 1994, on a eu un orage en plein hiver. Cette commune se situe dans le Jura. Après moult recherches, on ne sait toujours pas pourquoi il y a eu une charge hydraulique six fois supérieure à

la charge calculée. Quelque part, dans cette commune, il y a eu une nappe phréatique qui s'est modifiée par cet orage, et qui maintenant amène beaucoup plus d'eau qu'auparavant.

Le nettoyage des eaux s'effectue de manière très satisfaisante, mais le problème réside dans le fait que, par la suite, il est très difficile de retrouver et de stopper ces sources d'eaux propres et de les amener ailleurs. En principe, on essaie de rester dans les ordres de grandeur disons prévisibles, qui permettent de faire un réseau de canalisation tout à fait calculable. Parfois, il n'y a pas de canalisation du tout, et dans ce cas on peut effectuer les travaux nécessaires, mais il est évident que l'on fait d'abord une étude de l'état de l'existant, même si on nous dit que ce n'est pas la peine. Je pense que nos filtres ne fonctionneraient pas sans ce prétraitement, sans ce préfiltrage.

Il faut ajouter que chaque micro-installation doit être adaptée aux eaux usées présentes dans le secteur, et il est évident qu'un hôtel doit, bien sûr, prévoir un préfiltrage et un prétraitement.

M. LAVERGNE - Nous allons arrêter les questions et faire une pause. Nous reprendrons à 11 heures 50 au plus tard pour la suite des exposés.

M. LAVERGNE - Monsieur Rémy JACKY, gérant de la société EMCH Berger, va nous faire part de son expérience.

M. JACKY - Nous allons faire notre exposé à deux, contrairement à ce qui est dans le planning. En fait, nous allons présenter notre sujet en compagnie de M. FISCHER, de la société VEGHA, notre partenaire allemand dans ce domaine. Je laisse la parole à monsieur FISCHER, et je reviendrai pour vous présenter notre projet actuellement en construction en Alsace.

M. FISCHER - Je représente la société VEGHA. Nous construisons des filtres plantés depuis 20 ans, et nous nous basons sur le système développé il y a 30 ans par M. KICKUTH et Mme SEIDEL, précurseurs dans le domaine des filtres plantés.

Contrairement au système de M. MORANDINI, nous construisons surtout sur la base de substrat de terre, une terre spécialement préparée et facile à exploiter. Cela nous permet d'avoir un **sub-**

strat biologique avec des micro-organismes - 5 à 6 000 bactéries et à peu près 12 000 spores. On a beaucoup plus de vie organique dans ce substrat que dans le sable ou le gravier, ce qui nous permet d'avoir une décomposition dégradée dans le sol, alors que le gravier et le sable sont un domaine un peu plus stérile. En contrepartie, le débit est plus lent.

Pour ceux qui n'ont jamais vu de filtres plantés, ou n'y ont pas prêté attention, il est évident que la dégradation de la charge chimique ne se fait pas d'une minute à l'autre. Il y a une dégradation, une précipitation de l'ammoniac, de l'azote, de toutes sortes de produits chimiques.

Procédés de dégradation des composés carbonés. On a donc le CO₂ en forme gazeuse. Cela peut être présent sous forme aérobie et anaérobie. Le résultat est donc produit sous forme gazeuse le carbone peut être dégradé sous forme gazeuse.

Un autre avantage considérable de ce sol, c'est la capacité liant le phosphate. Nous avons entendu parler de la difficulté de décomposer le phosphate. En fait, il reste puisqu'il est accumulé dans le sol, ou bien il est sorti par l'eau, mais il y a aussi la capacité liante du sol. Il sort donc par les racines des plantes.

Je ne voudrais pas être trop scientifique, mais il y a ces complexes ferreux dans le sol qui peuvent retenir les phosphates. D'ailleurs, les métaux lourds peuvent être également retenus dans le sol en utilisant un certain substrat. Combien ? Il faudra calculer de manière scientifique. Actuellement, pour une installation, il faut garantir sur une durée de 50 ans une dose de 2 milligrammes de métaux lourds. Ce produit sera dans le sol, et au bout de 50 ans, on va changer le sol. On ne peut pas éliminer le phosphate : ou bien on le laisse dans l'installation, ou bien il y a une espèce d'élimination par l'eau à travers le gravier. C'est aussi une possibilité.

Autre avantage : la stabilité en hiver, puisque la terre a une certaine chaleur propre. Lorsque vous essayez de déterrer un arbuste en plein hiver, malgré des températures négatives, au niveau des racines, au niveau de la motte, vous aurez des températures positives. C'est la chaleur résiduelle des micro-organismes qui permet de maintenir des températures positives dans le sol, même en temps hivernal.

Ce diagramme permet de vous présenter la dégradation des composés azotés, sous forme gazeuse. Il faudra donc trouver un secteur oxydant, et c'est dans le secteur limite entre la racine et le sol que l'on trouve ce point déterminant.

C'est en dessous de 320 000 (volts ?), par exemple un gazon. Ce secteur limite va être agrandi de 40 fois dans le secteur des filtres plantés avec roseaux. Les roseaux ont une surface beaucoup plus importante, donc ils vont sortir ces substances du sol, et on doit intervenir au minimum puisque l'on veut réduire également le coût énergétique, et bien sûr les frais d'entretien et de maintenance. On a donc un partenaire qui travaille en partenariat avec le sol, ce sont les plantes.

Nous n'utilisons que les roseaux, puisque le roseau est présent sous forme de monoculture dans la nature. On ne veut pas présenter un mélange, puisque l'on ne sait pas quel va être l'avantage d'un mélange de plantes. En fait, on ne sait pas ce que cela pourrait apporter. Nous, les humains, nous n'aimons pas la concurrence, et je crois qu'il en va de même pour les roseaux, ils aiment bien être entre eux.

On prévoit donc une monoculture de roseaux, et cela leur permet des conditions idéales. Ils peuvent grandir sous les meilleures conditions, ils peuvent agrandir leur domaine, et le secteur de la racine sera stabilisé par ces micro-organismes, ce qui amène de l'oxygène et maintient une perméabilité pour la charge hydraulique. En même temps, on a une élimination par les racines - je parle des germes pathogènes qui ont déjà été cités. On sait par exemple que les éliminations des racines de roseaux ont un effet toxique sur certaines bactéries, notamment les antérobactéries. Une étude a été faite à l'Université de GÖTTINGEN, et a prouvé que ces germes pathogènes sont éliminés par le travail des racines des roseaux.

Je vais vous présenter des photos pour que vous voyiez comment cela se présente.

- Un petit filtre planté, 80 équivalents-habitants pour un camping. On a fait un apport de 2 plantes : devant, le roseau en taille normale, jusqu'à 2,50 mètres de hauteur. A l'arrière, un roseau spécifique pour des eaux usées très souillées, qui peut grandir jusque 4 mètres, voire 7 mètres, avec bien sûr un enracinement plus important.

- Une installation en Angleterre qui s'étend sur 16 hectares, dans un secteur métallurgique.

- Une installation que l'on a construite l'année dernière à SCHÖNEFELD. On a un grand apport de glycol puisque c'est aux alentours d'un aéroport. Le glycol est utilisé pour éviter le gel du kérosène. Il y a la même installation près de Zurich.

- Une installation en France, construite il y a 8 ans. Vous voyez le mélange des substrats.

- Berlin Potsdamer Platz. Des eaux de surface sont collectées dans un cours d'eau urbain. Elles sont pompées par la suite pour être nettoyées, afin que l'azote amené par la circulation soit éliminé.

- Une installation faite à l'occasion de l'exposition de HANOVRE, dans le zoo. Il fallait que ce soit très organique, très naturel. Devant, vous voyez un filtre rapide, et derrière, le filtre planté horizontal.

- Une installation en Italie, pour 2 000 équivalents-habitants. On a pris du concassé, et on s'est permis le luxe de prendre du marbre de Carrare.

- Une installation en Bavière. C'est un système mixte.

- Une installation plutôt de type standard en Angleterre, pour des phénols qui doivent être éliminés, mais qui sont éliminés de manière très lente. Il fallait donc une surface importante, et je crois que l'on a 16 ares de terrain. Les plantes sont les mêmes que celles que nous avons vues tout à l'heure, des plantes grandissant de manière importante. Normalement, on a une valeur de DCO de 600, mais là, on a une valeur supérieure. Les micro-organismes dans le sol supportent pas mal, mais les plantes, bien sûr, arrivent quelque part au bout de leur capacité, donc il faut prévoir des plantes pouvant être nettoyées dans le sol.

- Le filtre planté le plus vieux en Allemagne, il date de 1974, pour 400 équivalents-habitants. Vous voyez l'installation quelques semaines après la plantation. A droite, vous voyez la première charge. Ce n'est pas encore très joli puisque les plantes viennent d'être mises.

Je vous remercie de votre attention.

(Applaudissements)

Puisque l'on veut parler d'actualité, M. JACKY va vous présenter notre installation la plus jeune en France.

M. JACKY - Quelques mots pour vous parler d'un projet qui est actuellement en cours de réalisation. Les travaux ont commencé il y a quelques mois seulement, c'est une station d'épuration dans la Région de SELESTAT, dans le Bas-Rhin, prévue pour traiter 3000 équivalents-habitants. Elle fonctionne sur une combinaison de différents procédés.

Cette station, suite à une demande du maître d'œuvre, est précédée d'une **installation de dégrillage-dessablage**. Nous passons ensuite sur un **décanteur**, de manière à retirer toutes les matières en suspension. Du dégrilleur, nous pouvons alimenter une installation de déshydratation-minéralisation des boues, dimensionnée pour un temps de rétention d'une dizaine d'années. A la sortie du dégrilleur, les effluents partent sur **trois filtres horizontaux**, qui ont à peu près une hauteur de 80 centimètres, et qui sont donc alimentés horizontalement, plantés de roseaux. Le substrat est un mélange de sol que nous avons trouvé sur place, et de gravier.

En sortie des filtres horizontaux, nous passons sur un **filtre vertical**, et un **deuxième filtre vertical** qui peut fonctionner en vertical et en horizontal et ensuite c'est le rejet.

L'installation est prévue pour 3 000 équivalents-habitants. Les contraintes de fonctionnement qui nous sont imposées sont un rejet de 90 mg/litre en DCO, 25 en DBO5, et 15 en azote Kjeldahl.

M. LAVERGNE - Je propose de passer à l'exposé suivant. Je remercie monsieur JACKY et monsieur FISCHER de leur exposé très documenté. Je passe la parole à monsieur Günther GELLER, de la société PALUTEC.

M. GELLER - Mesdames, Messieurs, comme nous avons des interprètes à notre disposition, je leur confie mon sort pour vous présenter quelques résultats de notre recherche.

Je suis responsable d'un bureau d'études à AUGSBOURG. Ce n'est pas encore tout à fait l'Autriche, c'est encore l'Allemagne, la Bavière. Depuis 1980, je travaille sur les filtres plantés. On en a construit à peu près 80 à 100 pour toutes sortes d'eaux usées, que ce soient des eaux usées communales, de compost, d'eaux pluviales, etc. mais aussi pour le nettoyage d'eaux usées en provenance des autoroutes.

De 1985 à 1990, j'ai dirigé un projet de recherche pour le Ministère Fédéral de la Recherche.

Ce qui est particulièrement intéressant pour vous, je pense, ce sont les expériences que nous avons faites sur les filtres plantés, et comment fonctionnent ces installations au bout de 10, 15, voire 20 ans.

Il y a deux ans, on a préparé un projet de recherche pour la Fondation Fédérale de Recherche, pour savoir quels sont les composés organiques plus présents dans le sol, quelles sont les substances qui augmentent, mais il y a encore deux autres projets.

D'une part, on souhaiterait récolter toutes les expériences faites par les constructeurs de filtres plantés, puisqu'en fait personne ne sait exactement combien il y a d'installations, même de petite taille, quelles sont les expériences faites au niveau de la construction et au niveau de l'exploitation. Cela nous permettra d'établir un manuel.

Un deuxième projet de recherche a trait au traitement des eaux de compost qui ont quand même des concentrations plus élevées que les eaux usées habituelles.

Un autre groupe de travail concerne l'échange d'expériences de filtres plantés. Ce groupe de travail se réunit deux fois par an pour un échange d'informations et d'expériences. Des collègues comme Dirk ESSER et Brigitte ZUST y participent, ce qui nous permet de maintenir un certain flux de communication et d'information pour savoir quelles sont les erreurs déjà commises, quelles sont les erreurs à éviter, et ce que l'on pourrait faire mieux à l'avenir. Ce groupe de travail fait partie de l'association des éco-ingénieurs, et actuellement, nous préparons un document pour garantir la qualité des filtres plantés, c'est-à-dire un règlement sur les normes minimales à respecter.

Vous aurez encore d'autres détails par d'autres orateurs. Vous aurez également mon exposé, donc vous aurez tous les chiffres par écrit. Cela me permet de me limiter à l'état de la technique actuellement. Bien sûr, de mon point de vue, quelles sont les expériences à retenir, quelles sont les choses à respecter.

Vous avez déjà entendu pas mal de choses sur les filtres plantés, filtres plantés en horizontal ou filtres plantés en vertical. Ils font part de l'état de la technique. Il existe déjà toute une série de règles, non seulement dans le secteur germanophone mais aussi à l'extérieur de l'Europe. Les

filtres plantés s'y sont construits selon les règles de l'art, toutes les exigences, souvent même plus en ce qui concerne l'élimination des germes pathogènes, et Brigitte ZUST en a déjà parlé. Tout ce qui concerne la DBO, la DCO, l'azote, n'est pas un problème, il faut juste prévoir tous ces ordres de grandeur.

L'avantage des **filtres horizontaux** est le temps de rétention qui est plus élevé : on prévoit **2 à 4 semaines de permanence dans le filtre**. Ils sont stables, peu fragiles à l'exploitation, et la **dénitrification se fait pratiquement à 100%**. Bien sûr, tout dépend de leur taille.

Sur l'installation de SCHURTANNEN sur laquelle a travaillé l'Université de STUTTGART, l'élimination en azote est très bonne, mais il faut aussi savoir que c'est une installation de plus de 10 m²/habitant, et il est évident qu'avec une surface de 5 m²/habitant, les valeurs ne seraient pas les mêmes, surtout en ce qui concerne l'azote. L'avantage des filtres verticaux, c'est donc une performance élevée, même pour une surface réduite.

Là, par exemple, vous avez des valeurs actuelles provenant d'un exposé de M. le Professeur BAHLO de la région de HANOVRE. Vous voyez les valeurs à la sortie. Il n'y a donc aucun problème à respecter les valeurs limites légales.

Un petit point qui pourrait être difficile, c'est le phosphore, mais cela ne dépend pas du procédé mais du filtre installé. En ce qui concerne **l'azote total**, on peut dire que, même avec des filtres verticaux à un seul étage, on peut éliminer **70%** de l'azote, à condition que l'on prévoie une **recirculation** à peu près de 2, afin d'obtenir ces valeurs. L'alternative serait l'ajout d'un étage supplémentaire, à savoir un filtre horizontal. Cela permet une élimination quasiment à 100%. Donc, nitrification pratiquement possible avec un filtre à l'horizontal. M. BAHLO parlait de 90%, et cette eau nitrifiée peut donc, sans problème, être introduite dans un filtre horizontal dans la séquence suivante. Ceci en ce qui concerne les avantages des filtres horizontaux et verticaux.

En ce qui concerne la recirculation, pour ceux qui s'y intéressent tout particulièrement, voilà deux exposés qui font partie de la lecture obligatoire. Vous voyez la dissertation du Professeur BAHLO. Élimination des phosphates de 50 à 70% dans une installation filtre vertical à étage unique.

En conclusion, les filtres plantés permettent une élimination de l'azote quasiment à 100%, mais il faut prévoir les conditions nécessaires dans le système.

Les projets de recherche que nous avons réalisés démontrent que ces installations ont un pronostic à long terme très favorable. Ce sont des installations qui fonctionnent en principe sans grand problème majeur, à condition de respecter vraiment leur utilisation dans le secteur précis. Il est évident que, dans la pratique, leur utilisation n'est pas toujours optimale. On a souvent une amener d'eaux extérieures beaucoup trop importante - on en avait déjà parlé pour le projet dans le Jura - mais d'autres problèmes peuvent aussi intervenir. Par exemple, les bassins à trois compartiments, et ce sont des systèmes qui travaillent de manière peu satisfaisante, ce n'est pas l'idéal. Mais nous parlons surtout des installations qui fonctionnent depuis 10 à 15 ans.

Question cruciale : quel est le taux d'accumulation ? En principe, l'accumulation n'est pas un problème si l'on prend des eaux usées domestiques au niveau communal. Vous avez les métaux lourds, les matières toxiques organiques et anorganiques. Vous avez ici les valeurs obtenues, on est largement en dessous des valeurs limites. Mais si l'on prend les installations classiques en comparaison, par exemple pour le zinc, on a obtenu 52 alors que la fourchette se situe entre 10 et 80. On est assez bien placé, même au bout d'un certain temps.

Ce qui me semble particulièrement important, c'est le maintien des normes de qualité. C'est pour cela que nous avons créé la société PALU-TEC pour la région germanophone, pour le contrôle de tous les filtres plantés, pour veiller à ce que cela fonctionne effectivement. Vous voyez là une espèce de filtre standard, installé en horizontal. Pour les installations de petite taille, on essaie de produire ces filtres en série pour éviter qu'il y ait des problèmes de qualité à ce niveau.

Par contre, vous voyez là l'option verticale. Ce qui est déterminant, c'est qu'il faut veiller à tous les niveaux à ce que la qualité soit respectée, tant au niveau de la planification de la conception, puisqu'il faut savoir que c'est une construction d'ordre écologique mais aussi d'ingénierie, donc il faut combiner les deux. Il faut dimensionner l'installation en fonction des besoins et des possibilités, mais il faut aussi savoir comprendre l'écosystème.

Il faut aussi **étudier le contexte**, les conditions environnantes. Il faut savoir avec quels filtres on va travailler. Il va falloir vérifier quel filtre dans quel contexte, puisqu'un certain filtre peut fonctionner dans un certain contexte. Dans une région où vous avez des **périodes sèches très prononcées, certains types de filtres ne fonctionneront pas**. Par exemple, un filtre fin peut être utilisé pour des eaux usées en provenance des autoroutes, mais est moins efficace pour une charge importante en continu. Les gravillons ne sont pas non plus l'idéal, puisque le phosphore est à peine retenu dans ce filtre.

Il faut vraiment évaluer toutes les conditions présentes sur les lieux, il faut recueillir les expériences des bureaux d'ingénieurs, puisque l'on peut commettre beaucoup d'erreurs déjà au niveau de la conception. Il faut donc collaborer avec les gens qui s'y connaissent, les spécialistes. Et il faut veiller, bien sûr, à ce que le maintien, l'entretien et l'exploitation de l'installation soient faits dans les règles de l'art, c'est d'ailleurs à ce niveau-là qu'intervient aussi le système PALU-TEC, puisqu'il veille à un maintien des standards de qualité.

M. LAVERGNE - Je vous remercie beaucoup de cet exposé très dense, mais je suis obligé de vous arrêter.

(Applaudissements)

Je demande à Monsieur ESSER de prendre le relais.

M. ESSER - Je suis Directeur de la société d'Ingénierie Nature et Technique (SINT). Catherine BOUTIN vous a dit que la société a bénéficié en 1991 du transfert de savoir-faire du Cemagref, c'est-à-dire que nous nous appuyons sur les travaux de recherche de plus de 10 ans du Cemagref dans ce domaine, et nous avons l'exclusivité pour commercialiser ce savoir-faire et le mettre en pratique.

Par ailleurs, la SINT est le bureau d'études qui a, de loin, le plus de références pour des systèmes utilisant des filtres plantés de roseaux en France. Récemment, parce qu'il commence à y avoir des concurrents sur le marché, et pour faire la dis-

inction, nous avons déposé une marque qui s'appelle phragmifiltres, sous laquelle nous commercialisons notre système.

Aujourd'hui, nous avons une cinquantaine de références, en France mais également en Grèce, où nous avons pu intervenir avec l'aide de l'Union Européenne, et même en Inde, où j'avais un rôle d'assistance technique sur trois ans.

Vous avez déjà vu des conceptions assez différentes, vous avez compris qu'il y a plusieurs façons de faire des filtres plantés de roseaux. On peut faire beaucoup de choses, mais cela dépend aussi de ce que l'on veut faire. Vous êtes tous des professionnels, vous savez qu'une station d'épuration c'est, quelque part, un compromis technico-financier. On peut presque produire l'eau potable avec des filtres plantés de roseaux, en mettant les moyens.

Notre objectif était de produire un effluent de niveau D4, qui devrait être le niveau, selon la réglementation française, des collectivités de moins de 2 000 équivalents-habitants, dans le cas de figure où le milieu récepteur est fragile.

L'autre objectif était de travailler avec des eaux usées brutes, ce qui donne un certain nombre d'avantages. On a déjà entendu que les systèmes classiques de traitement primaire ne sont pas très efficaces, puisqu'il est vrai que même une fosse septique et un décanteur digesteur, qui travaillent bien, n'éliminent que 50% des matières en suspension.

Le traitement avec les eaux usées brutes est un traitement intégré des boues et des eaux usées, puisqu'il y a un compostage en surface des boues. Catherine BOUTIN a déjà dit que l'on n'est pas obligé de gérer les boues à des phases très courtes. On ne stocke pas seulement les boues mais on les traite également, on les minéralise et on les sèche.

Certains disent qu'avec une lagune aussi on peut soutirer les boues tous les 10 ans, mais vous avez des boues liquides qui représentent un grand volume, et qui sont parfois difficiles à transporter et à épandre.

Les boues que vous soutirez d'un filtre planté de roseaux, au bout de 10 ou 15 ans, sont sèches, minéralisées, stabilisées, et ont l'aspect d'un terreau. On a un traitement intégré, et d'ailleurs, on utilise aussi ce type de procédé pour le traite-

ment des boues activées de stations d'épuration. Mon collègue allemand en a parlé, et il a montré quelques transparents.

Je peux répondre à une question posée par un auditeur sur le transfert des métaux lourds dans les roseaux. Evidemment, pour le traitement des boues, cette question est beaucoup plus importante parce qu'il y a plus de métaux lourds, mais il y a également des recherches scientifiques qui ont été faites à ce sujet, et je vous donne les résultats.

Je vous présente la **filière type** que nous appelons **phragmifiltres**. Les eaux usées arrivent dans un **premier réservoir**, à peu près dimensionné pour **10 litres par équivalent-habitant**, où l'eau est stockée, et par la suite, avec un système mécanique si la topographie le permet, envoyée par **bâchées sur un premier étage filtrant**. Si vous n'avez pas la dénivelée, il faut mettre une pompe en tête, et pomper l'eau dans le réservoir, ou directement sur la surface des lits. C'est un système de chasse qui peut fonctionner avec des eaux usées brutes, qui n'existait pas sur le marché, et que nous avons développé et breveté. Ensuite, les eaux percolent à travers ce premier étage, composé de trois lits en alternance, que l'on change tous les 3 ou 4 jours, dimensionné à **1 m²/habitant**, plus en fonction des débits hydrauliques, c'est-à-dire réseaux séparatifs ou réseaux unitaires.

Il est sans doute souhaitable, lorsqu'un réseau neuf est à faire pour une collectivité rurale, sous l'angle de la protection de l'environnement, de construire des réseaux séparatifs, mais dans de nombreuses communes, nous avons des réseaux unitaires, parfois avec des eaux claires parasites importantes, et refaire le réseau d'assainissement peut être très coûteux pour les collectivités. La solution la moins coûteuse est d'adapter le système de traitement pour qu'il puisse traiter ce type d'eaux usées.

Si l'on travaille des eaux usées brutes, on ne peut pas faire de miracles. On ne peut pas, sur un seul étage, traiter des eaux brutes et obtenir une qualité de l'eau qui soit, d'une manière fiable, conforme au niveau D4, y compris avec une nitrification.

Nous avons vu les valeurs de GENSAC LA PAL-LUE, que Catherine a présentées. Nous avons vu qu'au premier étage du filtre planté de roseaux, nous étions assez proches au niveau de la DCO et de la DBO5. Mais pour être vraiment bien, nous avons un deuxième étage pour affiner l'abattement de la DBO5 et de la DCO, et obtenir nitrification. **Dans le deuxième étage**, il suffit d'avoir **deux filtres** que l'on fait alterner toutes les semaines, **dimensionnés à 0,5 à 1m²/habitant**.

Disposition des filtres. Si l'on travaille avec des eaux brutes, il faut prendre un **support de type gravillonnaire**. On ne peut pas travailler avec des sables car ils se colmatent. **En deuxième étage**, pour l'affinage, il faut prendre un **support multicouches**, en surface un support plutôt sableux pour ne pas avoir d'infiltration trop rapide et pour avoir une bonne épuration. Il existe des variantes. On peut faire des systèmes hybrides en rajoutant un filtre horizontal à la place du filtre vertical, par exemple lorsque l'on n'a pas la dénivelée nécessaire pour mettre deux filtres verticaux.

On a vu les performances que l'on peut obtenir avec les filtres horizontaux sur le plan du dimensionnement. Si vous en mettez des très grands, vous pouvez également avoir de bons résultats au niveau de l'azote. On parle là de dimensionnement supérieur à 5 m²/habitant.

Je souhaite vous présenter quelques résultats de stations. Catherine BOUTIN vous a déjà présenté les résultats de MONTROMANT. Une station un peu plus ancienne, à COLOMIEU, construite en 1993. Elle traite également des eaux usées brutes sur un réseau unitaire pour 200 équivalents, en réseau relativement drainant.

J'ai récemment appris - mais ce n'est pas du tout un encouragement pour ce type de pratique - j'étais un peu étonné des taux très élevés que l'on a pu observer parfois à l'entrée, et on m'a dit qu'un trop-plein de la fosse à lisier était branché sur le réseau. Ce n'est pas une bonne pratique, mais cela arrive dans une commune rurale en France, et peut-être ailleurs aussi.

Pour cette station de COLOMIEU, les analyses ponctuelles faites par le Satese à la sortie. Elle est dimensionnée pour 200 équivalents-habitants. Il n'y a pas eu de mesures de charge, mais 130 habitants sont branchés dessus, plus une salle de traite, plus le trop-plein de la fosse à lisier. On avait plus de 3 000 de DCO en entrée, et je l'ai écarté de ce tableau parce que cela correspondait au trop-plein de la fosse à lisier. Il manque un chiffre, parce que c'est 1 700 pour avoir une moyenne de 950, avec une DBO5 de 400. **Vous voyez que, même avec des eaux concentrées, on respecte toujours largement le niveau D4.**

| Paramètre | Entrée | | | Sortie 1 ^{er} étage | | | Sortie | | | Rendement % total |
|---------------|--------|------|------|------------------------------|------|------|--------|------|------|----------------------|
| | moy. | min. | max. | moy. | min. | max. | moy. | min. | max. | |
| Nb de mesures | 2 | | | 2 | | | 4 | | | |
| DCO (mg/l) | 950 | 115 | 1784 | 36 | 29 | 43 | 31 | 14 | 67 | 96,7 |
| DBO5 (mg/l) | 219 | 36 | 402 | | | | 6 | 3 | 11 | 97,5 |
| MES (mg/l) | 155 | 35 | 274 | 14 | 8 | 20 | 4 | 1 | 8,8 | 97,6 |
| NTK (mg/l) | 59 | 59 | 59 | | | | 3 | 1 | 4,9 | 95,2 |

Pour vous donner des impressions visuelles, la station de GENSAC LA PALLUE. Elle a été construite en 1986, et elle fonctionne toujours. Le premier étage de la station de MONTROMANT, juste à la plantation. On voit encore bien le système d'aspersion sur le premier étage. Le deuxième étage est derrière, et on voit les petits plants de roseaux.

La station des BREVIAIRES, dans les Yvelines. C'est la seule à avoir un réseau séparatif. Au niveau de tous les paramètres qui nous intéressent, au niveau D4, on est toujours conformes au niveau de rejet qui nous est demandé.

| Paramètre | Entrée | | | Sortie | | | Rendement % |
|---------------|--------|------|------|--------|------|------|-------------|
| | moy. | min. | max. | moy. | min. | max. | |
| Nb de mesures | 3 | | | 7 | | | |
| DCO (mg/l) | 556 | 397 | 750 | 46 | 30 | 95 | 91,8 |
| DBO5 (mg/l) | 257 | 142 | 370 | 11 | 10 | 15 | 95,8 |
| MES (mg/l) | 739 | 90 | 1847 | 4 | 1 | 9 | 99,5 |
| NTK(mg/l) | 101 | 48 | 145 | 5 | 1 | 17 | 95,3 |

Une station dans la Meuse, à SAUDRUPT, construite en 1996. Elle a une assez forte charge hydraulique, variable bien sûr selon la saison. Là aussi, des concentrations en entrée qui sont un peu suspectes, parce que 2 500 en DCO, ce ne sont plus des eaux usées domestiques. Mais malgré cela, on a toujours été conformes au niveau D4 à la sortie.

Ne me faites pas dire ce que je ne veux pas dire ! Je ne veux pas dire qu'il faut brancher des fosses à lisier sur les réseaux d'assainissement, ce n'est pas du tout conseillé, même si vous mettez un filtre planté de roseaux derrière.

Une autre station en Alsace, à MANSPACH, pour 500 équivalents-habitants. Elle est un peu différente parce qu'il y a un décanteur-digester. D'autre part, c'est une station très fortement chargée hydrauliquement, parce que les eaux sont très diluées. C'est un réseau très drainant, comme on en connaît beaucoup dans cette région.

J'avais dimensionné cette station déjà pour un apport d'eaux usées parasites de 100%. J'ai 540 habitants organiques, et 1000 équivalents-habitants hydrauliques. J'avais tenu compte d'une surcharge hydraulique beaucoup plus importante.

En hiver, on est à **280% de la charge hydraulique**, même en tenant compte du fait que la station est déjà surdimensionnée et relativement proche de la charge organique nominale, alors qu'en septembre la charge était moins importante. Ces deux mesures sur sept jours ont été effectuées par l'IRH, et financées par l'Agence de l'eau Rhin-Meuse.

Au niveau du rendement, on voit que les eaux en entrée, du fait de la dilution, sont déjà conformes au niveau D4.

| Débit moyen : hiver 420 m ³ /j été 207 m ³ /j | | Débit nominal : 150 m ³ /j | |
|--|--------|---------------------------------------|-------------|
| Paramètre | Entrée | Sortie | Rendement % |
| Hiver | | | |
| DCO (mg/l) | 99 | 28 | 71 |
| DBO5 (mg/l) | 24 | < 4 | > 83 |
| MES (mg/l) | 70 | < 3 | > 96 |
| NTK (mg/l) | 12 | 3 | 78 |
| Été | | | |
| DCO (mg/l) | 87 | 25 | 71 |
| DBO5 (mg/l) | 23 | < 4 | > 83 |
| MES (mg/l) | 29 | < 2 | > 83 |
| NTK (mg/l) | 16 | < 1 | > 94 |

Il est intéressant de dire que l'on a quand même de très forts abattements malgré ces eaux très diluées. Evidemment, on a toujours une certaine DCO résiduelle, incompressible je crois, mais au niveau de la DBO5, on était en dessous du seuil de détection à la sortie. Au niveau des MES, on était la plupart du temps également en dessous du seuil de détection. Au niveau de la NTK, en été on était en dessous du seuil de détection à la sortie, et en hiver on avait des concentrations très légères, mais quand même des abattements qui s'approchent de 80%.

En charge, on est en conformité à l'entrée, due à la dilution, mais on traite quand même souvent, suivant ces paramètres, entre 70 et 95% de la charge polluante qui rentre.

Une petite réflexion : **c'est un excellent système en traitement tertiaire** si l'on souhaite avoir des niveaux de concentration encore moins élevés en DCO, DBO5, MES, NTK, en sortie de notre filière traitement.

(Applaudissements)

M. LAVERGNE - Merci, monsieur ESSER. Je donne la parole à monsieur REEB, en lui demandant de terminer pour 13 heures. Il nous restera alors 15 minutes pour les questions.

M. REEB - Vous avez déjà eu une présentation assez complète de la technique. Nous avons une petite structure, et nous allons vous présenter trois installations sur lesquelles nous avons travaillé effectivement :

- une dans les Vosges, de 40 équivalents-habitants,
- une fromagerie artisanale, de 20 équivalents-habitants, où ce ne sont pas seulement des eaux usées domestiques, c'est un mélange,
- une pour une commune rurale de 120 équivalents-habitants, qui vient d'être installée.

Pour les règles de conception et de dimensionnement général que nous avons appliquées, nous nous sommes appuyés sur les travaux du Professeur SEIDEL, et de tous ceux qui ont suivi. La surface utile que nous avons retenue en général se situe entre **1 et 2 m²/équivalent-habitant**. On utilise la filière SEIDEL qui comprend **deux étages à écoulement vertical, et le dernier à écoulement horizontal** quand c'est possible, et un substrat, là aussi quand c'est possible, d'un mètre d'épaisseur avec trois horizons de gravillons, graviers et galets, du haut vers le bas.

Dans le premier étage, on ne plante que des roseaux. Dans le deuxième étage, on peut mettre diverses espèces, et dans le troisième étage, on inclut une grande diversité de plantes, jusqu'à inclure des plantes du milieu naturel.

La première station, dimensionnée à 40 équivalents-habitants, est dans les Vosges. Il y a un système **d'alimentation séquentielle** en tête. Ensuite, **le premier étage est divisé en 5 lits** qui fonctionnent en écoulement vertical. On a installé une cascade d'aération parce que, sur cette station, on avait une dénivelée suffisante mais un sous-sol rocheux qui nous a obligés à décaper dans le sol, à attaquer le flanc de la montagne. Cela a fait un surcoût pour la station, et surtout des dénivelées faibles dans le substrat. C'est le cas des trois stations en question, et on parlera un peu de cette épaisseur de substrat. On a voulu compenser cette réduction d'épaisseur de substrat en mettant une cascade d'aération entre le premier et le deuxième étage.

Le deuxième étage est composé de trois lits à écoulement vertical, et le troisième étage de deux lits disposés en série, à écoulement horizontal.

Nous avons quelques résultats de mesures effectuées par une stagiaire de l'université de PAU. Ces mesures ont été faites en entrée et en sortie.

Les moyennes des rendements épuratoires sur les mesures présentées sont **de 93% pour les MES, et 83% pour la DCO**. Selon les normes de rejet de l'arrêté du 22 décembre 1994, en fonction desquelles la station a été dimensionnée, la concentration des MES en sortie doit être inférieure à 35 mg/litre, la DCO inférieure à 125. La station s'inscrit bien dans ces contraintes pour les MES. Le premier étage n'a pas souffert d'un manque d'espace, il peut faire face à des pics de MES ponctuels comme celui du 2 mai.

Par contre, **le dépassement** de la norme de rejet est répété pour **la DCO**. Il apparaît que la valeur en sortie est assez étroitement corrélée à la valeur en entrée. Il peut être supposé que la trop faible épaisseur de substrat ne permet pas l'apport d'oxygène nécessaire, et que l'effet compensateur de la cascade, qui n'est pas entièrement opérationnelle, n'est pas suffisant.

On observe, sur le premier étage, une bonne aération du sol grâce à l'action des roseaux, des vers de terre.

Dans le deuxième étage, un filtre plus fin a pu être obtenu en implantant des phalaris dont le système rhizomes-racines est plus serré.

La deuxième station est une ferme qui fait la transformation du lait, c'est une laiterie-fromagerie. Elle est dimensionnée pour 20 équivalents-habitants.

On a fait un premier étage divisé en cinq lits, un deuxième en trois lits.

Le propriétaire désirait avoir une réserve d'eau, il a donc imposé la construction d'une lagune, il l'a même commencée avant que nous n'ayons fait les lits plantés. Cela nous a réduit la dénivelée nécessaire pour les deux premiers étages de traitement. Donc, là aussi, on s'est retrouvé avec une épaisseur de substrat réduite.

L'alimentation est en continu dans cette station, il n'y a pas de système d'alimentation séquentielle. C'était une condition obligée par la dénivelée restreinte.

En juin 1997, une étudiante de l'Ecole Vétérinaire de Toulouse a fait des mesures, plus le Satese du Lot qui, ponctuellement, a fait certaines mesures. Pour les MES, la DCO et la DBO, toujours en prenant l'arrêté du 22 décembre 1994, on voit que l'on respecte les normes de rejet pour ces trois paramètres.

L'étudiante a fait aussi des mesures sur la bactériologie. Les deux analyses bactériologiques montrent une excellente élimination des germes pathogènes, grâce au temps de séjour important dans la lagune.

L'alimentation en continu des lits plantés implique un nettoyage deux fois par semaine des goulottes de distribution, au moment de la mise en service d'un nouveau lit.

La station de SAINT-MATRE est une station de 120 équivalents-habitants. Elle est implantée sur une parcelle qui, à l'origine, a une très faible dénivelée. Il a fallu maintenir la conduite finale d'amenée des eaux usées à 0,60 mètre au-dessus du terrain naturel du site d'implantation de la station. Un chemin d'accès remblayé a ensuite été réalisé, lequel protège dorénavant la canalisation d'amenée.

L'alimentation se fait en continu. L'épaisseur des couches de substrat a été réduite, et on a essayé de compenser cela par un doublement de la surface du deuxième étage, proportionnellement.

Le troisième étage consiste en un fossé à écoulement superficiel de faible pente (1 pour 1000),

planté d'espèces végétales aquatiques et de quelques espèces ligneuses des milieux humides en fin ; sur la dernière section : des aulnes, des saules, pour piéger les phosphates de façon durable. D'après les travaux de Michel RADOUX, c'est une chose possible.

La station est en cours de finition, les plantations se sont échelonnées de l'été à l'automne 1998.

Trois séries de mesures du Satèse du Lot ont été effectuées, sachant que le système est encore en phase de mise en route. Le peu de mesures disponibles indique que les limites de rejet du niveau D4 de la circulaire du 17 février 1997 sont toujours dépassées. Il faudrait attendre la constitution de la couche filtrante, le développement de la végétation, et en particulier, la croissance des rhizomes et des racines pour espérer s'inscrire dans les contraintes de rejet, et tirer des conclusions quant à la validité de la compensation de la réduction d'épaisseur de substrat par augmentation de la surface du deuxième étage.

La station d'épuration de SAINT-MATRE n'est pas équipée d'un système d'alimentation par bâchées en raison du manque de dénivelée.

Les premiers temps, et c'est un problème technique pratique, il faut en parler, l'alimentation continue a occasionné des encombrements à l'arrivée des effluents sur le premier étage. Pour y pallier, il a été nécessaire d'augmenter la hauteur de revanche entre canalisation d'amenée et goulottes de répartition, en réduisant de quelques centimètres encore l'épaisseur de la couche superficielle de substrat.

Les goulottes de répartition qui équipent les lits du premier étage assurent la rétention des refus, se substituant ainsi à un dégrillage en tête de station. Le curage est moins fréquent, et les risques d'obturation moins importants.

En conclusion, excepté pour la station de SAINT-MATRE dont la mise en service est récente, et au vu du nombre restreint d'analyses effectuées - on n'a eu encore aucun suivi complet - aucune conclusion ne peut être tirée quant aux dimensionnements adoptés, bien que les premiers résultats soient encourageants.

Les dimensionnements (surface, épaisseur, etc.) extraits de la littérature seront conservés comme base dans notre atelier, et les points suivants, issus de la pratique, peuvent être soulignés :

- **Pour la formation de la couche de sol superficiel dans les lits** : pour éviter le risque de colmatage des lits du premier étage, le sable

habituellement employé pour amorcer la couche filtrante et permettre l'implantation des végétaux, peut être remplacé par un déchet vert dégradable, genre gazon ou autres.

- **Pour ce qui est de l'écoulement en continu**, cette option peut être prise lorsque la dénivelée n'est pas suffisante pour l'installation d'un système d'alimentation par bâchées. Dans ce cas, la hauteur de revanche minimum entre les canalisations d'amenée et la surface des lits du premier étage est de 25 centimètres. Dans le cas d'une alimentation par bâchées, elle peut être moindre.

- **Pour ce qui est de l'épaisseur du substrat**, il semblerait que la compensation de la réduction d'épaisseur par une augmentation de la surface soit limitée, d'autant que, pour une bonne utilisation de la surface, le rapport volume d'effluent/surface ne doit pas être trop faible.

- **La dénivelée requise pour ce type de station**. L'économie de dénivelée par réduction des hauteurs de substrat, ou par la suppression de l'alimentation séquentielle, implique des baisses de rendements épuratoires, et augmente les charges de maintenance. Une station de ce type peut difficilement être installée si la dénivelée disponible est inférieure à 3,50 mètres, à moins de pouvoir opter pour un système de recirculation, par exemple après le premier étage.

- **Pour ce qui est du bâti**, nous préconisons l'utilisation du bâti en maçonnerie pour la réalisation de stations jusqu'à 400 équivalents-habitants. Au-delà, cela devient difficile en raison du génie civil. En deçà, par contre, cette solution a l'avantage de faciliter l'intégration paysagère, à la manière des terrasses avec murets des sites vallonnés, et de réduire l'emprise au sol.

Je vous remercie.

(Applaudissements)

M. LAVERGNE - Merci, Monsieur REEB. Je demande aux cinq orateurs de venir avec moi, ce sera plus pratique pour poser les questions. On a une quinzaine de minutes, je pense que ce sera juste suffisant.

M. Amaury BIERENT - J'ai une question pour monsieur REEB. Quelle est l'influence de la dénivelée sur l'alimentation par bâchées ou l'alimentation en continu ?

M. REEB - Simplement, d'un point de vue général, il est préférable d'avoir une alimentation par séquences pour permettre, dans les lits à écoulement vertical, des apports d'oxygène répétés, et donc un rendement épuratoire meilleur. S'il n'est vraiment pas possible, à cause de la dénivellée naturelle, d'avoir une alimentation par séquences, on est contraint d'utiliser une alimentation en continu. Il n'y a pas de relation étroite entre une façon d'alimenter les lits et l'épaisseur du substrat.

M. CHAROY, DDE de la Meuse - Vous avez parlé des lisiers qu'il ne fallait pas envoyer sur ces lits. Qu'en est-il des eaux blanches, comme dans nos communes rurales ?

M. ESSER - Très bonne question. Je suis assez à l'aise pour vous répondre, parce que l'on a également conduit un travail de recherche avec le Cemagref et l'Institut de l'Élevage sur le traitement des eaux blanches des salles de traite. On a d'ailleurs aussi mis au point des systèmes pilotes qui traitent uniquement les eaux blanches en sortie des fermes.

Il y a un problème avec les eaux blanches, car les variations de pH sont importantes dès l'utilisation des produits de lavage. Quel que soit le procédé d'épuration, si l'on rejette des eaux blanches dans un réseau d'assainissement, je recommande d'avoir une fosse septique, pas tellement pour décanter parce que ce ne sont pas des matières très décantables, mais pour neutraliser le pH, qui peut à la fois être très acide et très basique, qui sort des eaux blanches.

Je pense que, en respectant ces recommandations, et à condition que la station soit dimensionnée pour, il n'y a pas de problème d'accepter des eaux blanches dans ce type de station.

M. REEB - Pour compléter, c'est la raison pour laquelle, pour la petite station du milieu qui avait une lagune, on a mis les eaux usées domestiques avec les effluents de la laiterie-fromagerie.

M. LAVERGNE - Monsieur FISCHER, quelle est votre expérience sur le sujet ?

M. FISCHER - Selon notre expérience, les eaux blanches en provenance de laiteries peuvent être épurées très facilement si l'on prévoit un mélangeur. Par contre, les eaux pures provenant de ces laiteries doivent être surveillées en ce qui concerne la valeur pH, parce que souvent on a des valeurs pH très élevées, très alcalines, et c'est

difficile pour les plantes. De plus, à partir d'une certaine valeur pH, on a la précipitation des phosphates dans le sol.

Actuellement, on connaît trois installations que l'on a construites. Une installation en Suisse avec des eaux de laiterie. Là, on mélange avec les eaux usées communales, et cela nous permet de laisser tomber la surveillance des valeurs pH. L'autre installation se situe près de HAMBOURG, elle est assez ancienne (fin des années 70). Une autre installation est en construction près de HANOVRE, et on a les eaux usées de laiteries, de brasseries, d'abattoirs et de gastronomie, et on n'a pas besoin de surveiller le pH.

M. MANZANO, DDE Moselle - J'ai deux petites questions. **Quel nombre de plants** au mètre carré faut-il mettre dans chaque installation ? Comment fait-on pour l'extraction des boues, et le coût ?

M. FISCHER - Cela dépend du type de plantes que vous utilisez, mais cela dépend aussi de la qualité de la plante. En principe, on prend des plantes qui ont déjà 2 ans d'âge. Bien sûr, cela dépend aussi de la période de végétation. **3 à 4 plantes/m²**. On peut en prendre moins, mais utiliser la bonne période de végétation, par exemple le mois de mai pour les roseaux. Là, on peut passer avec 3 plantes/m². Par contre, si votre maître d'ouvrage veut tout voir tout de suite, il faut en prendre 5/m², et des plantes plus grandes. Tout dépend si vous voulez que l'installation ait un aspect fini. Il est certain que, en dessous de 2 plantes/m², en mauvaise période de végétation, ce n'est pas très favorable puisque vous avez des effets secondaires, et d'autres plantes s'installent.

M. ESSER - En fait, quelle que soit la quantité de plantes au départ, que ce soit 3-4 ou 5, après le premier hiver, si l'on choisit les bonnes plantes, on a en général une bonne couverture. **Au bout de 2 ans ou 3 ans, vous avez 200 ou 300 plantes/m²**. Si vous voulez, c'est uniquement une question de rapidité de la couverture. Evidemment, il faut prendre du bon matériel de plantation, donc de bons petits plants.

Concernant la question du curage des bassins, je pense qu'elle m'était adressée puisque je suis le seul à travailler avec des eaux brutes. On a une seule station qui ait fait un cycle complet, c'est-à-dire où un curage de boues a été effectué, celle de GENSAC LA PALLUE, et je n'étais pas encore là pour la concevoir.

La technique adoptée a été de faucarder les roseaux, avec une pelle mécanique. Cela a été fait en été, et les lits ont été mis au repos avant. Il y avait en moyenne 13 centimètres de boues sur le lit, ce qui faisait, pour l'ensemble de la station, de mémoire, une quantité de 280 m³ de boues, avec un taux de siccité supérieur à 25%, qu'ils ont toujours mises dans un coin. La station est toujours là, j'y passe de temps en temps, et je prends un peu de terreau pour mes plantes, parce que c'est très bien minéralisé. Mais ce n'est pas une quantité très importante.

Il n'y a pas de replantation parce que les rhizomes des roseaux restent dans les massifs, ils repoussent.

Un intervenant - La question taboue : le coût ?

M. ESSER - Chaque station d'épuration est un compromis technico-financier. Le coût dépend de ce que vous voulez faire. Il y a les 2 Chevaux, les Rolls, les Renault Clio et les Safrane, il y a tout ce que vous voulez !

Nous essayons de faire des stations qui peuvent donner le niveau D4, c'est-à-dire avec un très bon abattement DBO, DCO et MES, avec une bonne nitrification, et qui soient à des prix tout à fait compétitifs avec d'autres filières de traitement, tout en ayant un certain nombre d'avantages. Le coût de réalisation n'est pas moins cher, mais n'est pas plus cher que d'autres filières. Cela reste le même ordre de grandeur. Si vous voulez, cela dépend beaucoup du prix local, de la topographie locale.

Au départ, je n'étais que concepteur, et si vous voulez, la vérité des prix était moins exiguë. On a fait un certain nombre de réalisations où l'on a répondu à des appels d'offres sur performances contre d'autres entreprises. Si l'on choisit bien son entreprise, on arrive à des coûts relativement proches de nos concurrents.

M. REEB - Tu as oublié de parler des coûts de maintenance qui, par contre, sont très réduits !

M. JACKY - Je vous ai présenté en quelques mots la station de 3 000 équivalents que nous sommes en train de construire en Alsace. Elle revient à peu près à 5,5 MF en investissements, et les coûts d'exploitation, comme le dit M. ESSER, sont de l'ordre du tiers d'une installation normale.

M. LAVERGNE - En Allemagne, votre expérience ?

M. FISCHER - Les coûts de construction pour les installations au-delà de 1.000 équivalents-habitants sont certainement **25% plus cher qu'en France**.

Pour les petites installations, c'est difficile de comparer puisque la majeure partie des installations sont construites pour le cas d'espèce, et il faut donc acheter du terrain, il faut parfois un pré-filtrage, un décanteur, etc. Donc un certain nombre de facteurs rentrent en ligne de compte. Il est plus facile de comparer les petites installations livrées pratiquement clef en main, sous forme standard.

Un intervenant - Les stations d'épuration sont confrontées au problème des boues, et que fait-on des boues ? Vous avez répondu un peu sur les productions de boues d'un tel système. Je voudrais que l'on revienne sur d'autres expériences que vous avez en Allemagne. Est-ce que vous pouvez nous confirmer **qu'au bout de 10 ans il y a seulement 13 centimètres d'épaisseur** de boues déposées sur la surface des lits ? Cela me paraît assez faible.

Et en ce qui concerne la siccité ?

Et que fait-on, finalement, de ces boues ?

M. FISCHER - Nous avons une installation à CARLING où l'on utilise les boues primaires dans un des segments de l'installation depuis **7-8 ans**. Actuellement, on a une épaisseur de 5 centimètres, donc une couche de **5 centimètres de boues**. Les quantités calculées, que ce soit pour les boues secondaires ou les boues primaires, sont toujours trop élevées. En fait, la couche de boues qui se constitue est en principe inférieure à ce que l'on a pu calculer jusqu'à présent.

M. REEB - On n'a pas parlé d'une installation qui est à PANNESSIERES, à côté de LONS-LE-SAUNIER. Ce n'est pas nous qui l'avons conçue, donc je peux en parler très librement. Elle a 10 ans maintenant. Cela vaut la peine d'aller voir l'épaisseur de substrat qui s'est formé par-dessus les gravillons, et qui montre vraiment qu'il faut un très longtemps pour arriver à quelque chose qu'il soit nécessaire d'enlever.

Pour préciser une chose, travailler en eaux brutes, l'installation de PANNESSIERES est à écoulement en continu, donc n'a pas d'alimentation séquentielle. Ce sont aussi des eaux qui sont simplement dégrillées. Nous aussi nous travaillons avec des eaux brutes. Cela vaut vraiment la peine de pouvoir traiter les boues directement sur la station.

Mme BERNARD, Agence de l'eau Rhin-Meuse - Je m'occupe d'industries agroalimentaires, et j'aurais aimé savoir quelle était la concentration maximale admissible sur ce type d'installation.

M. FISCHER - On a actuellement **des installations avec une DCO de 2 000 mg/l**. Cela dépend un peu des plantes que vous utilisez. On a des plantes testées jusqu'à une valeur de 30 000. Tout dépend de l'évaluation. Il est évident qu'il faut **des surfaces importantes** pour ce genre de charge. Maintenant, une valeur limite supérieure, où vraiment on ne peut pas aller au-delà, je pense que ce n'est pas possible. La seule chose que l'on puisse dire est que cela demande trop de surface, et on ne peut pas investir davantage de surface parce que cela coûte trop cher.

Un intervenant - Les superficies annoncées l'ont été en équivalent-habitant. En milieu rural, un habitant c'est 35 grammes de DBO. Est-ce que l'équivalent-habitant est vraiment la même chose pour tout le monde ? C'est 60 grammes ? C'est quoi ?

M. REEB - Généralement, on est à peu près entre 50 et 60 grammes de DBO par équivalent-habitant.

L'intervenant - C'est-à-dire que pour les superficies qui sont annoncées, si les habitants sont branchés, on va recevoir, par rapport au nombre d'habitant, 50% de la charge en équivalent-habitant ?

M. ESSER - Il y a deux choses. J'ai présenté le coefficient des charges, mais je ne l'ai pas toujours parce que cela nécessite un bilan de 24 heures qui, malheureusement, n'a été effectué que sur peu de stations, mais c'est en fonction des normes, c'est-à-dire 120 grammes de DCO et 60 grammes de DBO5. Il est vrai que nous arrivons toujours à une sous-charge, on n'arrive jamais à la charge nominale, sauf s'il y a pollution parasite, parce qu'il y a un coefficient de sécurité. On sait qu'en milieu rural, on est plutôt à 30 ou 40 qu'à 60. Les stations ne sont donc jamais à 100% de la charge nominale.

Quand je dis qu'à MANSBACH on a 84% de la charge nominale, c'est la DCO avec 120 grammes.

M. FISCHER - Si je vous ai bien compris, vous

voulez savoir comment dimensionner une installation, c'est bien cela ? Surface, taille, charge masique, c'est bien votre question ?

L'intervenant - Charge surfacique en kilo de DBO au m² en clair, plutôt que d'avoir des m²/équivalent habitant.

M. FISCHER - Plus généralement, notre société a deux formules brevetées qui se basent sur 30 ans de recherche. Vous avez vu une partie de la formule tout à l'heure. La quantité d'eaux usées, donc le logarithme naturel de l'amenée d'eau en DCO, et moins logarithme de la sortie exigée. Ce qui manque, c'est le coefficient qui implique la surface de sol ou de gravier, avec le volume de porosité et le temps de séjour, pour obtenir cette valeur. Il faut une formule pour trouver tout cela. La surface par un volume, reportée sur un degré de saleté, c'est le maître d'ouvrage qui me l'indiquera, en disant "j'ai une eau usée avec une charge de tant". Pour dimensionner, il y a une autre formule qui utilise davantage le résultat hydraulique, en prenant en compte les plages de ruissellement. C'est une formule d'ailleurs également brevetée, donc je ne voudrais pas en parler.

M. JACKY - C'est vrai que l'on a parlé d'équivalent-habitant/m², mais en finalité, on dimensionne cela par des formules que l'on a élaborées dans le temps. Et au bout du compte, on dit que l'on a trouvé une surface de tant et tant de m². Pour donner une information générale, on la divise par les équivalents-habitants. C'est tout, mais ce n'est pas la base de dimensionnement de nos installations.

M. LAVERGNE - Madame BOUTIN, juste un petit complément, et nous arrêtons là.

Mme BOUTIN - Sur les filtres plantés, la filière telle que je l'ai présentée ce matin, on est à **4 m² pour 100 grammes de DBO5**. Voilà la base de dimensionnement utilisée.

M. LAVERGNE - Merci. Vous voyez que c'était une très bonne question.

(Applaudissements)

La séance est suspendue à 13^h20 pour le déjeuner.

Contenu des interventions -après-midi-

La séance est reprise à 14 heures 40, sous la présidence de monsieur Alain BAUCHE, responsable de la Division Equipement des Collectivités, Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt du Bas-Rhin, et monsieur Ralf SCHERNIKAU, du RheinlandPfaltz.

M. BAUCHE - L'après-midi, comme vous l'a dit monsieur LAVERGNE, sera consacré **aux aspects exploitation, entretien et fonctionnement des ouvrages** dont on a pu voir les éléments de dimensionnement ce matin. C'est un grand thème qui va intéresser un certain nombre d'entre nous.

On m'a fait part de quelques défections et modifications dans l'ordre du jour de cet après-midi. J'y reviendrai tout à l'heure.

Je donne la parole à monsieur SCHERNIKAU, qui travaille à l'équivalent de ce que l'on appelle le Ministère de l'Environnement en France, dans le Land de Rhénanie à TREVES.

M. SCHERNIKAU - Merci, Monsieur le Président. Je travaille auprès du gouvernement régional à TREVES, à l'Office responsable de l'hydrologie, et je vous présente rapidement mon domaine de responsabilité, mon domaine de travail.

Vous voyez Metz, Trèves, la Sarre, d'où vient M. KÖPPEN, une partie du Land de Rhénanie-Palatinat, et le District gouvernemental de Treves, district rural caractérisé par l'Eifel et le Hunsrück qui sont des régions montagneuses à faible population.

Nous sommes responsables, pour le secteur de l'hydrologie, de l'autorisation des installations d'assainissement, et aussi des subventions nationales des installations d'assainissement. 90 % des habitants profitent donc des stations d'épuration chimiques. Mais dans des zones à population peu dense, on ne peut pas vraiment installer ce genre de grandes installations, donc les taxes d'assainissement sont très élevées, et le gouvernement cherche à réduire ce coût et ces taxes. Au début des années 1990, on a publié une directive en vue d'un abaissement de ces taxes.

C'est surtout au niveau des canalisations que l'on pourrait réduire les coûts. **Ce sont moins les stations d'épuration, qui ne sont responsables que d'environ 20% de ces coûts**, mais plutôt au niveau des canalisations, et on parle surtout du ruissellement des eaux pluviales, donc ne plus faire passer les eaux pluviales dans les cana-

lisations, mais plutôt les laisser pénétrer et percoler dans le paysage, et là on parle aussi des filtres plantés. Les filtres plantés sont une certaine concurrence pour les autres types de stations d'épuration. Il s'ajoute le fait que les filtres plantés doivent correspondre aux normes établies pour toutes stations d'épuration, mais j'en parlerai plus tard, lors de mon exposé.

M. BAUCHE - Merci, monsieur SCHERNIKAU. Il y a une inversion dans l'ordre du jour de l'après-midi : monsieur PAJEAN, pour des contraintes personnelles, est amené à prendre la parole avant monsieur MAHIEU, qui interviendra ensuite.

M. PAJEAN - Je suis chargé de mission en environnement pour l'association Savoie Vivante. C'est une association qui fait partie d'un réseau de CPIE (Centre Permanent d'Initiative pour l'Environnement). Cette association fait en Savoie du développement local dans les petites communes rurales, et a créé un poste sur la station d'épuration de CURIENNE, station à lits à macrophytes, pour participer à l'exploitation des données de la station puisqu'elle est expérimentale. Elle est suivie par l'université de Savoie, par le Professeur BLACK, qui est à l'origine de sa conception.

J'ai également mis en place des parcours pédagogiques sur la station d'épuration de CURIENNE. On reçoit à peu près 2000 personnes chaque année sur cette station : des élus, des étudiants, des stagiaires, dans le cadre de ces expérimentations. La commune de CURIENNE se trouve à une dizaine de kilomètres de CHAMBERY, sur le contrefort du massif des Vosges, à 700 mètres d'altitude. La station d'épuration fonctionne depuis maintenant 5 ans. Comme je vous l'ai dit, à l'origine, c'est l'université de Savoie qui a réalisé le dimensionnement. Le maître d'œuvre était la DDAF.

Cette station est un peu particulière. Elle est entièrement en translation, on est **en écoulement horizontal** sur toute la station. Elle se compose **de trois étages. Un premier avec cinq petits bassins en parallèle. Un second avec deux bassins plus grands en parallèle, et un dernier pour terminer le traitement.** Il faut savoir que c'était une volonté, au départ, de faire cette station la plus rustique possible, donc on a un prétraitement vraiment très sommaire, avec seulement un petit dégrillage en entrée, et

un regard de dessablage avec une grille-siphon qui permet de récupérer les graisses. C'est vraiment très sommaire. On a pratiquement un effluent brut qui arrive sur le premier étage.

La coupe d'un bassin vous permet de voir comment circule l'eau sur la station. L'effluent arrive sur une zone d'entrée des bassins. Les bassins sont comblés par trois couches de gravier de granulométrie croissante en allant vers le bas. Ces bassins font à peu près 60 centimètres de profondeur. Dès l'arrivée sur ces bassins, l'effluent va s'infiltrer sur la zone d'entrée, puis traverser le bassin dans le sens de la longueur. Les effluents sont récupérés au niveau d'un drain qui traverse toute la largeur du bassin en sortie, et qui rejoint un regard de sortie de bassin, sur lequel on a un niveau de siphon réglable. **En fait, les bassins sont en permanence remplis d'eau, on n'a pas un écoulement par percolation.**

On a la possibilité de régler le niveau de l'eau dans les bassins en inclinant vers le haut ou vers le bas ce niveau de siphon. C'est tout bête, c'est une canalisation qui coulisse pour pouvoir ajuster le niveau d'eau dans le bassin en fonction du temps qu'il fait. Par exemple, lorsque l'évaporation est très importante, on peut remonter la canalisation siphon sortie pour faire remonter le niveau d'eau dans les bassins. Inversement, quand il pleut beaucoup, essayer de faire en sorte que le niveau de l'eau dans les bassins soit le plus bas possible. Le but est de ne pas avoir les effluents sur toute la station, il faut qu'ils restent au maximum sous la surface du gravier, sinon **cela occasionne des problèmes d'odeurs.**

Tous les bassins ont la même physionomie, si ce n'est les plus grands bassins sur les étages suivants, sur lesquels on retrouve des passages qui ne sont pas étanches, et qui sont faits par du très gros gravier qui va permettre de répartir de nouveau l'effluent sur la largeur du bassin, pour limiter au maximum les écoulements préférentiels, et faire en sorte que l'on utilise de façon la plus optimale possible toute la surface du bassin.

Sur la station d'épuration de CURIENNE, **on utilise 4 m² de bassin par habitant** raccordé. La station est dimensionnée pour **500 habitants**. Le réseau séparatif n'était pas terminé, et actuellement, seuls 300 habitants sont raccordés. On utilise une surface d'habitant proportionnelle au nombre d'habitants raccordés. La station a été suivie par une étude de fonctionnement d'une année. Cette étude était financée par l'Agence de

l'eau et la Région Rhône-Alpes. Pendant une année entière, on a fait douze campagnes de mesures sur la station, sur quatre points de prélèvement : un point en entrée de station, avant l'arrivée sur le premier étage, un point en sortie de l'étage 1, un autre en sortie de l'étage 2, et un dernier en sortie finale. En entrée et en sortie de la station sont présents des débitmètres, ce qui nous permet de calculer des rendements sur les charges.

L'étude sur les résultats de fonctionnement est en cours de validation, elle sera disponible à l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse dans les mois qui viennent, et vous pourrez contacter M. IWEMA qui suit le dossier.

Il y a eu un suivi sur les MES, DBO, DCO, azote Kjeldahl, phosphore total, et au niveau bactériologique, coliformes fécaux et streptocoques fécaux. Je n'ai pas toute l'année d'étude, c'est juste de février à août 1998. Sur toute l'année d'étude, on a eu des rendements sur les MES, DBO, DCO très constants. On était tout le temps au-dessus de 90 %.

Par contre, au niveau du phosphore total, c'est là que nous avons les plus grosses variations parce que, sur la période hivernale, on avait des rendements proches de 30 à 40 %, pour avoisiner les 90 % en été. C'est le seul paramètre qui soit très fluctuant tout au cours de l'année.

Au niveau de l'azote Kjeldahl, on reste aux alentours de 60-70 % toute l'année.

Un autre paramètre varie beaucoup en fonction de la période de l'année, c'est l'abattement bactériologique. On a remarqué qu'il était beaucoup moins important en hiver qu'à partir du printemps, et cela va en s'améliorant pendant l'été. En échelle logarithmique, on passe d'un abattement de 1,5 à 2 log jusqu'à un abattement de 4,6 log. On était largement aux normes qui nous étaient imposées, et au niveau D4, pendant toute la période d'étude sur la station.

Depuis ce matin, j'entends des petites questions sur les coûts de fonctionnement et d'investissement. Je peux vous donner le coût de fonctionnement de la station de CURIENNE. Son coût de construction était de 724 000 francs hors taxes. Comme c'est une station expérimentale, on a séparé ce qui était nécessaire au fonctionnement normal et ce qui a été fait en plus pour le caractère expérimental, c'est-à-dire des bassins qui ont été rajoutés pour faire des essais de granulométrie, de garnissage, d'espèces de roseaux utilisés, etc.

Donc, hors caractère expérimental de la station, le coût était de 724 000 francs hors taxes pour 500 habitants.

Le coût de fonctionnement, ce qui est le plus intéressant pour ce type de station d'épuration, est de l'ordre de un peu plus de **20 000 francs/an**. Ce coût de fonctionnement regroupe le temps passé par l'employé communal pour l'entretien de la station. Il faut compter en gros, en moyenne sur l'année, **4 heures de travail hebdomadaire**. Le plus important est de passer du temps, pas beaucoup mais régulièrement, toutes les semaines. Ces 4 heures de travail représentent le nettoyage du dégrillage, le suivi de l'entrée des premiers petits bassins, le ramassage des roseaux, puisque l'on fait couper les roseaux par une entreprise qui a l'habitude de faire de l'entretien de berges de cours d'eau. **Les 2000 m² de bassin sont coupés en deux heures**, et l'employé communal les évacue. Dans ce coût de fonctionnement sont également mentionnés les frais d'analyses réalisés dans le cadre de la législation chaque année. C'est un coût global de 21 500 francs pour l'année soit 41 500 F au total. Toutes ces données sont un peu plus détaillées dans le rapport de l'étude de fonctionnement qui sera disponible à l'agence de l'eau.

Fonctionnement de la station, avantages et inconvénients de ce procédé. L'intégration dans le paysage est un facteur très important, surtout sur le site. En ce qui concerne les habitants de la commune, c'est vrai qu'ils étaient un peu sceptiques lors de la réalisation de la station, mais c'était une volonté du conseil municipal de faire ce type de station. Au bout de deux à trois ans de fonctionnement, ils se sont complètement appropriés la station puisque, maintenant, c'est la visite de fin de semaine quand ils ont des invités.

Par contre, au niveau fonctionnement, on a remarqué un petit point sensible sur la station. Le premier étage qui fonctionne en translation, en écoulement horizontal, commence à montrer des **petits signes de colmatage au bout de 5 ans de fonctionnement**.

Pendant les 4 premières années, on ne voyait pas d'eau apparaître à la surface des bassins, alors que maintenant l'eau a un peu plus de mal à s'écouler. On n'a pas encore assez de recul pour voir quel sera la pérennité de ce système, et je crois que c'est le seul en France qui soit entièrement en translation. C'est à suivre. Pour l'instant, c'est le point d'interrogation, la pérennité du système au niveau du colmatage du premier étage.

Sinon, les résultats sont parlants. On a de très bons rendements d'épuration. On a très peu d'odeurs sur le site. Les premières maisons sont à 50 mètres de la station, et il n'y a aucun désagrément pour les habitants. On a une bonne intégration au paysage. Une fois que les roseaux ont poussé - et ils commencent à pousser à cette période de l'année - en été ils arrivent jusqu'à 2,5 mètres de hauteur, c'est même joli à regarder.

Le gros avantage pour la commune est le coût de fonctionnement de la station. C'était une volonté de la commune d'être autonome au niveau de son assainissement. Cela permet d'avoir un prix de l'eau, assainissement compris, qui ne soit pas trop élevé. Les habitants paient 8 francs le m³, assainissement compris.

Je serai obligé de m'absenter tout de suite après mon intervention. Si vous avez des questions à me poser, profitez-en.

M. BAUCHE - On peut permettre à l'auditoire de poser quelques questions.

Un intervenant - Quelle est la superficie du site ?

M. PAJEAN - 2 000 m² de bassin, 4 m²/habitant. Les grands bassins font 600 m², et chaque petit bassin 50 m².

M. FISCHER - Les trois étages ont-ils tous la même structure ? Sont-ils faits de la même façon ?

M. PAJEAN - Les trois étages sont faits de la même façon, ils font tous à peu près 600 m².

M. FISCHER - Pourquoi alors avez-vous un premier étage, ou une première étape, et une deuxième étape ?

M. PAJEAN - Le premier étage a plus un rôle de filtre. On retient une bonne partie des matières en suspension dès le premier étage, et ensuite on observe surtout un abaissement des concentrations en azote et en phosphore sur les étages suivants, notamment le phosphore sur le dernier étage, où se fait le principal de l'abattement. On a également une succession de végétaux différents sur la station. **Sur le premier étage, nous avons des phragmites**, le roseau commun, ensuite, **sur le deuxième étage, un mélange de phragmites et de massettes**, les roseaux avec les pompons, et **sur le dernier étage, des scirpa, une espèce de joncs**.

M. MANZANO, DDE Moselle - Au niveau des coûts, vous avez parlé de 740 000 francs. J'aurais voulu savoir s'il avait fallu étancher le site, ou si le sol en place était suffisamment imperméable.

M. PAJEAN - L'avantage sur place est que l'on avait de la marne argileuse. Les bassins ont été imperméabilisés avec l'argile du terrain et compactés sur place. C'est vrai que cela a limité le coût à ce niveau puisque l'on n'a pas posé de géomembrane ou de géotextile dans le fond des bassins.

M. MAHIEU, agence Rhin-Meuse - La charge reçue à l'heure actuelle est, sauf erreur de ma part, encore de l'ordre de la moitié de la charge nominale prévue, c'est bien cela ?

M. PAJEAN - Oui. Pour l'instant, 300 habitants sont raccordés, donc on n'utilise pas toute la surface de la station. Vous voyez sur le schéma que toute cette partie n'est pas utilisée actuellement, et la première moitié du dernier bassin, qui est constitué de deux petits bassins séparés par un passage étanche, n'est pas utilisée. On utilise juste la partie aval du bassin. On utilise une surface proportionnelle au nombre d'habitants raccordés actuellement, soit un peu plus de 4 m²/habitant raccordé.

M. WENDLING, DDA Moselle - Le réseau est de quel type : séparatif strict sans eaux claires du tout, l'idéal ? Ou est-il séparatif avec un peu d'eaux claires ? Ou unitaire ?

M. PAJEAN - Il est séparatif avec un peu d'eaux claires, parce que des réseaux séparatifs strictement, je ne sais pas si cela existe. Il arrive que le débit d'eaux usées augmente de 50% du fait d'eaux claires qui arrivent, mais sans que cela influe sur les rendements d'épuration actuellement. On a d'ailleurs eu un problème sur le réseau, en février 1998, il y a eu une cassure du réseau à une période où il pleuvait beaucoup, et le réseau d'assainissement a joué le rôle de drain d'un terrain. On recevait un peu plus de trois fois le débit d'eaux usées sur la station, mais cela ne s'est pas répercuté sur les rendements d'épuration. Par contre, les concentrations de sortie étaient un peu plus élevées au niveau de la DCO et de la DBO.

M. ESSER - C'est plutôt une question à la salle. Vous voulez peut-être signaler que les rendements calculés n'étaient pas les rendements qui

correspondaient à la différence des deux concentrations entrée et sortie, et ce sont des rendements calculés sur des flux. C'est important par temps de pluie, c'est aussi important pendant l'été. On a vu des pertes assez importantes, de l'ordre de plusieurs centimètres par jour. Est-ce qu'il y a des personnes dans la salle qui savent **combien de centimètres peuvent être évaporés par jour dans les lits plantés de roseaux** ? Est-ce que c'est 1 centimètre, ou 3 ou 5 ?

M. FISCHER - Cela peut aller jusqu'à **20 litres/m²/jour lors d'un jour d'été très chaud**.

M. BAUCHE - Merci, monsieur PAJEAN.

(Applaudissements)

Je donne la parole à monsieur MAHIEU de l'agence de l'eau Rhin-Meuse.

M. MAHIEU - Je vais simplement présenter quelques résultats des installations qui se trouvent dans le bassin Rhin-Meuse, pour lesquelles on peut considérer que l'on a des résultats à peu près représentatifs de leur fonctionnement. Il y a en gros une dizaine d'installations comportant des lits filtrants plantés dans le bassin Rhin-Meuse, et en regardant les résultats des Satese, ou les installations qui ont fait l'objet d'un suivi pendant plusieurs semaines, on peut considérer qu'il y en a à peu près 6 ou 7. Je vais vous présenter les résultats de l'ensemble de ces ouvrages. Certains ont été présentés par M. ESSER, je passerai donc un peu plus vite, le cas échéant.

La plupart des stations se trouvent en Alsace. J'en ai quatre en Alsace et deux dans le Département de la Meuse, dont une que j'ai "fauchée" à nos collègues de Seine-Normandie. En fait, elle est du côté de la Seine, mais comme elle était aussi dans la Meuse et qu'il y avait des résultats, j'ai pensé qu'il n'était pas inintéressant de vous montrer les résultats.

On peut constater qu'en général il peut y avoir des écarts notables entre le dimensionnement, ou les bases de dimensionnement telles qu'elles ont été prévues au départ, et il sera peut-être intéressant que le concepteur donne son point de vue et fasse part des difficultés auxquelles il est confronté quand il a à proposer ce type d'ins-

tallation, à travailler avec les meilleures données qu'il pouvait avoir, c'est-à-dire la population existante et le débit prévisible.

Par exemple, la station de **EGLINGEN** est divisée en deux bassins, et a deux petits ouvrages. La pollution qui arrive sur la station, et que j'ai appelée pollution collectée, varie de 60 à 100 habitants environ. **La dilution de l'eau** qui arrive dans l'ouvrage d'épuration est relativement **élevée (400%)**. J'attire votre attention sur le fait que, dans beaucoup d'ouvrages qui nous ont été présentés ce matin, les eaux étaient en général relativement concentrées. Cela pourra être un des sujets de discussion de savoir qu'est-ce qui est transposable à quoi, parce que ce n'est peut-être pas toujours très simple. Les charges de dimensionnement reçues - vous voyez qu'elles étaient de 250 habitants au départ, et il en arrive moitié moins, avec un débit prévu dans le dimensionnement de 30 m³/jour, et en fait, les variations réelles du débit qui arrive sont de 30 à 90 m³/jour. Les variations sont extrêmement importantes.

Description très sommaire. Un prétraitement, avec un décanteur-digester, un premier étage de filtres, et un deuxième étage de filtres.

Les résultats, de façon très synthétique et exprimés en moyenne. Evidemment, cela n'a qu'une valeur indicative puisque, comme chacun le sait, des valeurs s'écartent beaucoup des moyennes dans la pratique.

Matières en suspension, DBO, DCO, azote Kjeldahl, et azote global. J'ai indiqué sur un petit trait en travers ce qui était considéré comme l'objectif en concentration du rejet. Vous voyez que ce n'est pas inintéressant parce que l'objectif fixé au départ pour le rejet, notamment pour la DBO, n'était pas très élevé par rapport à la concentration en entrée. La situation est la même, et c'est assez paradoxal, pour l'azote Kjeldahl. On peut considérer que l'objectif était déjà atteint avant d'arriver dans le système, et on peut en tirer les conclusions que l'on veut. Tout en considérant que l'efficacité entre l'entrée et la sortie est de fait bonne, cela pose quand même question. Est-ce que c'était bien ce qu'il fallait faire ? Est-ce qu'il fallait deux étages ? Effectivement, comment faut-il raisonner ? Je crois que c'est l'une des difficultés. Vous voyez qu'il y a un abattement non négligeable en azote total, ce qui n'est pas le cas de la totalité des ouvrages.

Deuxième cas de figure, dans la même commune, sur un autre petit bassin versant. Ce sont deux parties de réseaux distincts. La pollution collectée est de 80 à 120 habitants. Au départ, le dimensionnement avait été fait sur 200 habitants et 30 m³/jour. Le débit reçu est de l'ordre du double, c'est-à-dire 50 à 70 m³/jour.

Niederfeld. Une chaîne de traitement assez semblable, avec un étage supplémentaire par rapport à la description antérieure. Un prétraitement avec décanteur-digester, un premier étage de filtres, un deuxième étage de filtres et un troisième étage avant rejet.

Résultat des concentrations. Les matières en suspension, la DBO, la DCO, l'azote Kjeldahl et l'azote total. Par rapport aux concentrations-objectifs qui avaient été envisagées pour la DBO et la DCO, on se situe à des valeurs moyennes. Il faudrait évidemment prendre la plage complète de valeurs pour raisonner, sinon ce serait une vue beaucoup trop simpliste. On peut considérer que l'on est proche de l'objectif. Par contre, il y a des périodes où le résultat n'est pas suffisant en azote Kjeldahl, alors qu'il y a trois étages de filtres. Peut-être y a-t-il des éléments d'explication que je n'ai pas forcement. Je tenais surtout à présenter les résultats, les constats et les questions que l'on se pose.

Troisième cas de figure, le système d'épuration de **GOMMERSDORF**. La population du village est de 360 habitants, **le réseau est unitaire**, la pollution collectée varie **entre 350 et 600 habitants** selon les périodes de l'année. Le dimensionnement de départ était du même ordre de grandeur puisqu'il est à 400 habitants, et le débit de dimensionnement était de 80 m³/jour alors que l'ouvrage reçoit un débit variant de 300 à 600 m³/jour. Cela commence à faire beaucoup par rapport au débit pour lequel l'ouvrage était conçu.

L'ouvrage comporte en amont un bassin d'orage, ensuite **une lagune à trois bassins**, puis des lits filtrants - je ne sais plus comment sont répartis les étages, il y a au moins deux étages de filtres en aval.

Les deux systèmes de filtration sont en parallèle, et arrivent en aval des lagunes.

Au niveau des résultats, j'ai distingué les concentrations de l'eau brute, qui sont évidemment les valeurs les plus fortes, les valeurs en sortie lagune, et les valeurs en sortie filtres, ainsi que l'objectif de traitement.

On peut constater que les deux systèmes - dans l'ordre la lagune puis le filtre à roseaux - assurent chacun un niveau d'abattement relativement conséquent, mais si l'on compare le niveau objectif exprimé en concentration par rapport au système, on s'aperçoit qu'en sortie de lagune on était déjà pratiquement à l'objectif envisagé. Ce qui ne veut pas dire que ce n'est pas mieux de continuer à dépolluer, mais dans un cas comme celui-ci, **les filtres plantés jouent** en quelque sorte **un rôle de finition** et de complément, qui va au-delà, en l'occurrence, de l'objectif recherché. On arrive effectivement à des valeurs très basses. Je rappelle que les concentrations sont elles-mêmes évidemment faibles, puisque vous avez vu que la gamme de débits qui arrivaient sur les ouvrages était très élevée.

L'installation de **MANSPACH** a été présentée rapidement ce matin. J'en rappelle les bases : **500 habitants**, un réseau qui en dessert actuellement 400, **une pollution collectée de 150 à 200 habitants**, qui a d'ailleurs donné lieu à des sujets de discussion avec nos partenaires locaux parce que c'est considéré comme "cité-dortoir", donc à certaines périodes de l'année, la pollution collectée ne correspond pas à la population complète, sans parler des précisions sur les ratios. Là aussi, on a **une dilution très élevée**, de l'ordre de **600%**, et le débit reçu, de l'ordre de 250 à 450 m³/jour, est à comparer à une valeur de dimensionnement initiale de 150 m³/jour.

Le système comporte un prétraitement, un premier étage de filtres considéré comme aérobie, et un second étage considéré comme anaérobie.

Les résultats, toujours exprimés avec les matières en suspension, la DBO, la DCO, l'azote Kjeldahl et l'azote total, à comparer avec l'objectif de traitement indiqué par le petit trait. Vous voyez que la concentration en DBO était très faible au départ, et déjà proche des valeurs-objectifs. Ce n'était pas le cas pour la DCO, le rapport était quand même relativement élevé. Pour l'azote global, on avait déjà aussi un niveau relativement faible au départ.

C'étaient peut-être les stations sur lesquelles on se posait beaucoup de questions. Pour d'autres, on est peut-être un peu plus rassuré.

La station située dans la commune de **SAU-DRUPT**, dans le Département de la Meuse, chez nos collègues de l'Agence Seine-Normandie. Le réseau est unitaire, il n'y a pas d'autre prétraitement qu'un simple dégrillage, et il y a deux étages de filtres plantés.

Les résultats, avec les paramètres toujours dans le même ordre. Les concentrations sont plus "normales", si je puis dire, ou se rapprochent davantage des valeurs standard des eaux usées domestiques. Les abattements obtenus sont partout nettement supérieurs à 90%. Pour l'azote total, l'abattement est quand même de l'ordre de 40 à 50 %. Pour les autres paramètres, le pourcentage d'élimination est très satisfaisant.

La dernière station dont je voulais parler est celle de **SAULX-LES-CHAMPLON**, dans le **département de la Meuse**. Le dimensionnement de départ correspond à 100 habitants et à un débit de 20 m³/jour. La charge reçue est de l'ordre de moitié : elle atteint dans certains cas 75 habitants, et le débit est du même ordre à 16 m³/jour. L'effluent est relativement concentré, avec des pointes en DCO probablement dues à des rejets parasites. L'installation comporte une lagune et deux séries de filtres plantés.

Les résultats obtenus pour cet ouvrage d'épuration sont également relativement bons et satisfaisants, puisque les coefficients d'abattement matières en suspension, DBO et DCO sont supérieurs à 90%, de l'ordre de 70% sur l'azote Kjeldahl, et une faible dénitrification en l'occurrence.

Quelles questions peut-on se poser à la lumière de ces résultats ?

D'abord, il est difficile de concevoir un projet. C'est difficile dans le cadre des ouvrages d'épuration plus standardisés tels que les stations, mais c'est probablement aussi le cas pour la problématique des filtres à roseaux. On se trouve devant des situations avec de fait des eaux usées collectées de concentrations extrêmement variables, quelquefois très élevées, quelquefois très basses, avec des notions de débit et par conséquent de temps de séjour quelque part, auxquelles il va falloir réfléchir. **Sur quels standards et sur quelles bases peut-on raisonner par rapport à cette situation ?**

Deuxième question : on a l'habitude, pour les ouvrages d'épuration, de raisonner avec **des taux de dilution** que l'on recherche aux alentours de 100% pour les ouvrages classiques, et que l'on admet à des valeurs plus élevées pour les systèmes extensifs, type lagune, couramment aux alentours de 200%. Mais quand on est au-delà, 300 à 400%, et que l'élimination des eaux claires coûte très cher, faut-il faire des travaux sur les réseaux pour se ramener à des valeurs plus basses ? **Est-ce que cela joue de façon importante sur le fonctionnement du système ?**

Je crois qu'il y a une règle bête qui consiste à savoir que la dilution n'est pas un procédé épuratoire, c'est-à-dire que plus on a d'eau, moins l'effluent est concentré, mais le raisonnement ne vaut pas un clou en matière de débit et d'objectif de rejet dans la rivière.

De toute façon, **il faudra raisonner par rapport à l'objectif de rejet**, et par rapport à cela, voir quel mode d'approche on peut avoir si l'on veut utiliser des dispositifs du type de ceux que l'on a regardés aujourd'hui.

Je vais en rester là, et passer la parole au service de la police de l'eau, représenté par monsieur OHLMANN, parce que je pense que le juge de paix, sur le sujet, en matière de rejet, c'est la police de l'eau, avec d'ailleurs la difficulté que la réglementation n'est pas forcément aussi simple.

Je vous remercie de votre attention.

(Applaudissements)

M. OHLMANN - Je suis responsable de l'arrondissement de l'eau, au service navigation du Nord-Est. Nous avons en charge, au niveau du service, la police de l'eau pour les grandes rivières du bassin Rhin-Meuse, en dehors du Rhin, c'est-à-dire la Moselle, la Meurthe et la Meuse, principalement.

Les petites stations ne sont pas ce que l'on rencontre le plus fréquemment sur nos grandes rivières, mais on en a quand même.

Je vais faire un petit point sur le contexte réglementaire actuel. On a beaucoup parlé de D4 aujourd'hui, je vais le resituer dans ce contexte. Volontairement, je me suis placé dans la situation du traitement **des communes de faible importance**, c'est-à-dire inférieures à 2000 équivalents-habitants, en fait dans la fourchette **200 à 2000 habitants, et donc, en matière de DBO, de 12 à 120 kilos.**

En ce qui concerne la réglementation existante, je cite **les cinq textes qui me paraissent essentiels**, mais il y en a bien d'autres.

Dans le domaine des obligations, la loi sur l'eau et ses décrets d'application, nomenclature et procédure de mars 1993.

Le décret du 3 juin 1994 concernant la collecte et le traitement des eaux usées.

L'arrêté du 22 décembre 1994 qui fixe les prescriptions applicables aux rejets et à leur contrôle, mais en fait, il concerne très peu les stations de moins de 2 000 équivalent-habitant.

Par contre, l'arrêté du 21 juin 1996 fixe des prescriptions sur les ouvrages non soumis à autorisation, c'est-à-dire inférieurs à 120 kilos de DBO.

Le SDAGE Rhin-Meuse fixe peu d'objectifs en terme de valeurs, mais je pense qu'il est important de le parcourir quand on a un projet de station d'épuration, et de bien connaître les articles concernant l'assainissement.

Autre type de réglementation : **les recommandations**. En fait, les circulaires ne sont pas des textes opposables. J'ai cité trois circulaires :

- La circulaire du 12 mai 1995, qui est assez longue et qui explique bien comment appliquer les textes de 1994 sur l'assainissement.

- Le plan d'action Rhin, qui s'applique à l'ensemble du bassin, et que l'on conçoit d'ailleurs comme une obligation.

- La circulaire du 17 février 1997 qui, à mon avis, est un très bon document de référence pour tout ce qui concerne les petites stations d'épuration, et qui est très lisible.

Il faut savoir qu'une procédure de déclaration, ce n'est pas simplement une lettre d'intention au Préfet. En fait, **un dossier de déclaration** est presque aussi complet qu'un dossier d'autorisation. C'est notamment préciser la nature et l'origine des eaux résiduaires. On a bien vu tout à l'heure que le problème du taux de dilution est important. Je pense que ce sont des éléments à connaître. Bien sûr, il faut **décrire l'installation**, le type d'installation - et si c'est une installation à filtres plantés, je pense qu'il faut le dire à ce niveau. **Donner l'efficacité des traitements est indispensable**. Un point essentiel également, et que l'on a parfois du mal à avoir sur des petites unités, ce sont des documents d'incidence avec une approche milieu naturel. De plus en plus, on l'exige au niveau des services de police de l'eau. Enfin, il faut donner quelques indications sur **les moyens de surveillance et de contrôle**.

En ce qui concerne l'évaluation des performances à atteindre du système d'assainissement, j'ai noté trois points essentiels.

1. Il faut être cohérent avec les objectifs de réduction de flux de l'agglomération. Même si, aujourd'hui, on est assez loin d'avoir des arrêtés de réduction de flux, même pour les communes de plus de 10 000 habitants, la démarche de calcul des objectifs de réduction de flux est intéressante, et aujourd'hui, on a tendance à l'appliquer au niveau des services de police pour évaluer les prescriptions au niveau des rejets.

2. Il y a toujours la double contrainte technique et financière. C'est un point que l'on est bien obligé de prendre en compte.

3. Adapter le système de traitement, et donc ses performances, à la sensibilité du milieu récepteur. Si le système de traitement se rejette dans une rivière de qualité 1A de première catégorie piscicole, ce n'est pas la même chose que si l'on se rejette dans une rivière de qualité 2, voire 3, mais il n'y a pas beaucoup de 3 dans la région. Il est conseillé de travailler dans ce domaine en amont avec le service police de l'eau, ce qui d'ailleurs se fait de plus en plus.

Si l'on en revient aux exigences épuratoire réglementaires, je crois que cela tient pratiquement sur ces points-là. Le niveau D4 n'est pas un objectif réglementaire obligatoire.

Il y a l'obligation de traitement approprié au 31 décembre 2005. C'est relativement flou en terme d'objectifs.

Ensuite, il y a un **niveau minimal** imposé par l'arrêté du 21 juin 1996, mais là aussi, on est dans des niveaux de traitement tellement bas qu'ils sont pratiquement atteints dès que l'on met en place un système d'épuration. En traitement MES, 50% pour un système de décantation classique, on atteint ces niveaux de traitement. Une concentration maxi, quand on a un étage biologique, de 35 mg/litre, et un rendement de 60% en DBO5.

Si l'on raisonne en terme de recommandation, et il est vrai que c'est ce que l'on utilise le plus couramment aujourd'hui, je signalerai trois points de la circulaire récente, d'il y a un peu plus de deux ans :

- Le choix de la technique doit se faire en fonction du milieu et des contraintes économiques.
- Il faut s'assurer de la fiabilité du procédé retenu, notamment fiabilité dans le temps.

- L'approche milieu, c'est-à-dire veiller au respect des objectifs de qualité.

La circulaire cite **quatre niveaux de traitement D1 à D4**. Tout à l'heure on n'a parlé que de D4. En fait, le niveau D4 est le véritable niveau d'épuration.

Le niveau D1 est le niveau minimum fixé par l'arrêté du 21 juin 1996, mais c'est plus un niveau pour mémoire, de même que le niveau D2.

Le niveau D3, comme l'indique la circulaire, c'est le seuil qui s'applique au lagunage. On l'a vu tout à l'heure, je pense qu'il doit correspondre assez bien aux objectifs concernant le lagunage.

Le niveau D4 est appelé "milieu sensible".

La circulaire préconise d'utiliser le niveau D4 dès que l'on a un rapport P_e sur Q_e , c'est-à-dire le poids de la population en nombre d'habitants sur le débit d'étiage en litre/seconde, qui concerne en fait le débit d'étiage sec quinquennal.

Si l'on regarde ce que cela peut donner pour des rivières d'un objectif de qualité 1B, le plus couramment rencontré sur les rivières secondaires, si l'on a un débit d'étiage de 50 litres/seconde sur la fréquence mensuelle 5 ans, on est au niveau D4 minimum, on a une station qui traite 500 habitants. Je pense que si l'on a un milieu particulièrement sensible, on peut être amené à demander mieux que le niveau D4. On a vu tout à l'heure qu'avec les systèmes par filtres plantés, on pouvait avoir des résultats supérieurs, et notamment le niveau D4 n'indique que des valeurs en concentration, et non en rendement. Si l'on est en présence d'un milieu sensible, que ce soit en carbone ou azote, on sera amené, au niveau des services chargés de la police de l'eau, à fixer un objectif en rendement ou en flux.

En conclusion, je dirai qu'il faut **retenir quatre idées pour ce qui concerne plus particulièrement les filtres plantés**, mais qui peuvent, à mon avis, s'appliquer à toutes les techniques un peu du même type :

1. Disposer d'une notice d'incidence, et choisir la technique à l'issue de la notice d'incidence, c'est-à-dire partir de l'approche milieu.
2. Que le niveau de traitement soit validé par le service police de l'eau. Je prêche un peu pour ma paroisse, mais je pense qu'aujourd'hui c'est tout à fait normal.
3. Il faut que le dispositif soit équipé des moyens de contrôle nécessaires pour que l'on vérifie la

fiabilité du système dans le temps, qu'il puisse y avoir un autocontrôle, que le service police de l'eau, pour le contrôle extérieur, puisse se faire dans des conditions satisfaisantes.

4. Un point particulier, que l'on a vu au cours des différents exposés de technique, il faut surtout bien regarder le **problème du traitement de l'azote**, notamment si l'on a un milieu sensible à l'azote. Je pense aux nitrates, sachant qu'il semble qu'il y ait plus de difficultés à traiter l'azote total que l'azote Kjeldahl.

(Applaudissements)

M. BAUCHE - Merci, monsieur OHLMANN. On repasse chez nos voisins allemands. J'appelle monsieur KÖPPEN, et je lui demande de présenter le détail de son activité.

M. KÖPPEN - Je viens du Ministère de l'Environnement en Sarre, et je suis responsable des questions d'ordre national et international, protection des cours d'eau et des rivières. J'ai donc repris cette question des filtres plantés, et de leur considération du point de vue ministériel. Je commencerai par les responsabilités et les compétences, par les autorisations, les expériences avec filtres plantés et les perspectives. Tout d'abord, il faut savoir qu'en Sarre on fait la différence entre la loi sur l'eau et la loi sur l'assainissement. Il y a d'une part les communes responsables de la collecte et du traitement des eaux usées. C'est donc la responsabilité du syndicat d'assainissement Sarre, et les communes sont membres obligatoires de ce syndicat. Il y a cette répartition pour des raisons économiques, mais en tout cas la situation se présente d'une manière différente de la vôtre en France, ou même en Rhénanie-Palatinat, puisque les communes ont également l'obligation d'enlever, et éventuellement recycler, les boues fécales (eaux usées domestiques), ce qui a pour conséquence qu'elles demandent à leurs citoyens des taxes d'utilisation des canalisations. Ceci pour des installations d'un apport inférieur à 8 m³/jour en moyenne. S'il y a plus de 8 m³/jour en moyenne annuelle, il y a une répartition différente puisqu'il faut alors un traitement mécanique et chimique. Je pense qu'il y a une grande différence par rapport au traitement de cette question chez vous.

En Allemagne, on a une espèce de mémorandum, une réglementation, sous le titre ATV, réglementation concernant les eaux usées et les déchets, qui traite le problème des enlèvements et le trai-

tement des déchets et des eaux usées. Ce manuel a fait que les filtres plantés ont été traités de manière peu économique, et on s'est donc un peu éloigné de cette directive qui nous semble peu apte à utiliser de manière intéressante les filtres plantés.

Pour les installations, **les installations municipales de moins de 8 m³/jour, on n'a pas besoin d'un permis de construire. Seule une autorisation de la part de la police de l'eau est nécessaire.** C'est donc ce que l'on appelle un certificat de non-nuisance. En principe, il s'agit de petites installations pour lesquelles on a des normes minimales à la sortie, 150 mg DCO, et 40 mg DBO, mais ce sont également des directives qui ne s'appliquent pas aux installations de moins de 8 m³/jour d'apport en eaux souillées. On estime que nous disposons de personnels compétents, on peut respecter les normes pour les filtres plantés. De ce fait, on ne dispose pas d'analyses relevant les sorties des filtres plantés, mais on attend l'analyse d'un travail fait sur les douze filtres plantés, et ces résultats seront certainement publiés.

Actuellement, on a quatre filtres plantés publics. A PERL-BORG, près de la frontière luxembourgeoise, ce sont des vestiges romains, d'ailleurs. A SAINT WENDEL NEUMÜHLE, à WEISKIRCHEN et RAPPWEILER, un filtre planté qui dessert également un hôtel, et qui se situe directement à côté d'une terrasse utilisée par les touristes. Jusqu'à présent, il n'y a pas encore eu de plaintes pour des nuisances de quelque sorte que ce soit. L'installation de SAINT WENDEL NEUMÜHLE dispose de deux filtres de chacun 6 x 6 mètres, donc 1 m²/équivalent-habitant.

Contrairement aux directives, on ne travaille pas avec des lits de 50 à 60 centimètres de profondeur, mais on a une profondeur de 30 centimètres seulement. On n'utilise d'ailleurs que des roseaux, mais dans les filtres plantés, on utilise sept sortes différentes, avec un enracinement maximal de 30 centimètres.

Pour revenir rapidement à l'installation de NEUMÜHLE, les effluents sont séparés, collectés dans un broyeur, et relevés. Les pompes disposent d'une réserve de 100%, (une hauteur de pompage de 10 mètres) et une capacité importante variable de 50 à 160m³ par heure. Le broyeur se situe au début d'un conduit de 300 mètres pour amener l'eau souillée sur les lits plantés.

Les deux lits-filtres, et les filtres plantés.

L'eau ruisselle du haut vers le bas à travers les roseaux. Il reste donc une sédimentation absolu-

ment inodore. Il y a une phase de repos de 8 jours. Ensuite commence la minéralisation aérobie. Par la suite, on envoie de l'eau des conduites sur le deuxième bassin, et puisque cette eau ne dispose que de 3% de matières solides, et que celles-ci perdent encore beaucoup de volume lors de la phase de sédimentation, on peut utiliser cette phase pendant plus de 20 ans sans que les bassins aient besoin d'être vidés.

L'eau usée ainsi pré-nettoyée va être ramenée à la phase principale de traitement, le filtre planté, et ce filtre planté est un bassin disposé tout en longueur avec sept sortes différentes de plantes aquatiques.

Le coût de construction s'élevait à 100 000 DM, à peu près 300 000 francs français, ventilés de la manière suivante : 42 000 DM pour l'installation de l'épuration par plantes, 9 000 DM pour la conceptualisation et 49 000 DM pour la pompe et les conduites de 300 mètres selon DIN 50. On n'avait pas besoin d'acheter le terrain, il était mis à disposition. Par contre, l'installation est clôturée, donc non accessible au public.

En ce qui concerne la construction des filtres, en principe les concepteurs et les constructeurs aiment bien garder un doux secret en ce qui concerne la construction de leurs filtres, et ce n'est que très rarement qu'on l'explique aux maîtres d'ouvrage. Dans le cas précis, on a utilisé 20 m³ de sable fin, 50 m³ de gravillons du Rhin, 70 tonnes de granulats. Le filtre est constitué de 100 m³ de gravillons, la même quantité de sable fin, mais on sait que, finalement, il n'y en avait pas autant. Par contre, ce qui était surprenant, c'est que l'offre la plus chère et la moins chère divergeaient de 121%.

Les coûts pour les filtres plantés, selon les soumissions de février 1999, se situent de la manière suivante, pour 5 équivalents-habitants : 19 000 DM pour le filtre planté, 9 050 DM pour le pompage, 2 320 DM pour la conceptualisation, ce qui représente 30 870 DM pour le total, ou 6.174 DM par équivalent-habitant, plus la TVA, bien sûr.

Des installations comparables étaient offertes à un prix de 12 700 ou 14 850 DM.

En Sarre, on utilise uniquement des roseaux pour la zone de traitement. Par contre, dans les filtres plantés, on utilise sept plantes aquatiques avec une profondeur d'enracinement de 25 à 30 centimètres. Le sable et le gravillon sont souvent remplacés par la lave, puisque l'on espère une

amélioration des capacités d'épuration considérables, donc on peut prévoir 5 m²/équivalent-habitant à la place des 3,5 ou bien 5 m²/équivalent-habitant de surface filtrante.

Actuellement, on conceptualise encore d'autres installations de cette taille de 5 équivalents-habitants, mais également une très grande installation à filtrage vertical. J'ai entendu qu'il y avait une installation comparable en Belgique, qui fonctionne, paraît-il, très bien, et une installation à 150 équivalents-habitants avec filtre planté, mais réseau unitaire. Il y a donc les eaux pluviales qui seront traitées en même temps, et on espère que le coût ne sera pas trop élevé et que la planification se passera bien.

Pour des raisons financières, bien sûr, on cherche une optimisation des stations d'épuration, et on a investi 2 millions de DM en recherche et développement, notamment du filtre par membrane. Malheureusement, jusqu'à présent, personne n'a voulu se prêter pour l'analyse des filtres plantés. L'année prochaine, nous disposerons peut-être de nouveau d'un budget pour un peu de recherche dans le domaine des filtres plantés, et nous espérons que quelqu'un s'y intéressera.

Pour conclure, je veux bien revenir à certaines choses qui ont déjà été dites ce matin.

En ce qui concerne les "têtes de béton", souvent citées lors de cette conférence, je suis moi-même ingénieur, mais je ne me considère pas comme une tête de béton. Il est malheureux de constater que l'on a beaucoup de difficultés pour convaincre l'administration et les politiciens de l'avantage de ces filtres plantés, qui sont quand même un procédé naturel. Il nous faut encore beaucoup d'énergie pour faire avancer les filtres plantés !

Permettez-moi de vous montrer encore quelques images de ces filtres plantés.

Phase de construction de la zone de transformation d'humus. Il y a un film en plastique qui isole. On est à peu près à 300 mètres du village.

Le filtre qui est installé, la couche-barrière.

Vous voyez ce que cela donnera plus tard. Cette photo a été prise à peu près un an après le début des travaux. Ce sont donc les deux zones de transformation en humus. **Ce sont des installations qui peuvent très bien s'intégrer dans l'environnement.** Malheureusement, ce n'est pas reconnu par la loi fédérale sur la protection de l'environnement.

La voie d'accès à l'installation. A droite et à gauche, les bassins de transformation en humus. Là-haut, les filtres plantés. Vous voyez aussi les premières maisons.
Merci.

(Applaudissements)

M. BAUCHE - Je donne la parole à monsieur SCHERNIKAU.

M. SCHERNIKAU - On m'a demandé de parler des expériences faites dans la région de TREVES, mais avant de commencer, je parlerai de quelques idées plus générales.

On a déjà dit à plusieurs reprises que c'est aussi une question psychologique. Est-ce que les filtres plantés sont quelque chose de bien, de naturel, d'intéressant ? Deux installations de ce type ont été construites chez nous. L'une est de 100 équivalents-habitants, et l'autre, à TALLING, est de 650 équivalents-habitants. Depuis 1994, les filtres plantés sont traités et autorisés comme d'autres stations d'épuration, dans la région de TREVES, à condition qu'ils remplissent les dispositions légales. Le Ministère de l'Environnement et de la Forêt a publié une **directive réglementant le domaine d'application de ces installations qui sont autorisées jusqu'à 1000 équivalents-habitants**.

Pour les eaux usées domestiques, si l'on veut aller au-delà de cette utilisation, il faut présenter une étude précisant exactement l'application, et apportant la preuve que l'on peut correspondre aussi aux autres normes. Depuis, dans la région de TREVES, on a construit toute une série de ces installations.

Je parlerai notamment de trois installations, puisque ce sont des installations qui fonctionnent déjà depuis un certain temps, donc on a les premières expériences et les premières mesures. Mais auparavant, je parlerai des coûts, qui sont quand même un facteur important. Il s'est avéré, dans le cadre de soumissions communales, que les filtres plantés sont parfois, mais pas toujours, moins cher que les stations d'épuration de type classique.

On dispose de quelques chiffres de nos projets et des projets de Rhénanie-Palatinat. En ce qui concerne l'investissement brut, en fonction de la taille, par exemple **pour 100 équivalents-habitants, il faut compter 9 000 francs par habitant. Pour 300 équivalents-habitants, ce coût est réduit à 6 000 francs par habitant.**

Ce sont donc des chiffres que l'on peut atteindre si l'on est quelque peu modeste. Il est évident que si l'on envisage une installation Rolls-Royce, cela coûtera plus cher !

Il faut aussi prévoir **les coûts de fonctionnement**. Ce sont des coûts s'étalant sur 25 ans, avec bien sûr les intérêts des capitaux. **Pour 100 équivalents-habitants**, ce coût de fonctionnement se situe à peu près aux alentours **de 300 francs**. Plus on augmente l'équivalent-habitant, plus on descend. On peut descendre jusqu'à 150 francs. Ce sont des chiffres qui correspondent à peu près à 2/3 du coût de fonctionnement d'une installation classique.

Donc, de manière générale, on peut peut-être dire que le coût d'investissement est légèrement supérieur à l'installation classique. Par contre, le coût de fonctionnement est légèrement inférieur, voire 2/3 du coût de fonctionnement d'une installation classique.

En ce qui concerne la capacité d'épuration, là aussi les opinions se sont affrontées. On a entendu ce matin les constructeurs, et il est évident que l'on présente bien sûr les résultats favorables. On dit que les filtres plantés peuvent pratiquement tout faire, alors que les autres vont nous dire "mais non, mais non, ça ne suffit pas, c'est nullement comparable !"

Je vais vous présenter les résultats des analyses et des mesures qui ont été faites, du côté national, par l'Office Fédéral d'Hydrologie. Il y a aussi certaines valeurs récoltées par les communes elles-mêmes. Ce sont toujours des échantillonnages, ou bien des mesures prises à un écart de 2 heures, mais ce ne sont pas des mesures journalières ou hebdomadaires.

M. KÖPPEN avait déjà parlé des exigences. 150 mg/litre pour la DCO, et 45 mg pour l'azote. Il est évident qu'il faut respecter les valeurs limites.

Tout d'abord, je parlerai de l'installation de TALLING, construite en 1989. C'est une installation qui a de grands problèmes, avec des eaux "étrangères" qui viennent de la canalisation, mais même à l'intérieur de l'installation, il y a beaucoup d'eaux pluviales puisqu'il n'y a pas d'étanchéité. En fait, elle ne fonctionne pas tout à fait comme elle aurait dû.

Il y a un décanteur en début de ligne, puis un filtre horizontal, et le substrat est constitué par la terre que l'on trouve sur place, une terre assez cohérente, ce n'est donc pas du gravier ni du

sable, mais une partie de l'eau s'écoule à la surface. Mais c'est surtout le cas quand il y a de fortes pluies, ou quand il y a une nappe phréatique importante, mais pour le moment il n'y a pas besoin d'assainissement dans la mesure où il n'y a pas de dommage.

Les résultats. Je n'ai pas formulé de moyennes, ni donné la capacité d'épuration, puisque ce qu'il est intéressant de voir, c'est la grande oscillation des valeurs maximales et minimales. Il y a aussi une forte dépendance des températures, mais il faut dire que les installations fonctionnent même en hiver, mais elles fonctionnent moins bien. Prenez par exemple les valeurs DCO, elles oscillent fortement.

Les valeurs à la sortie - ce sont des valeurs officielles - et une valeur dépasse légèrement les 150 mg exigés, mais de manière générale, on respecte les valeurs-seuil.

On a à disposition une surface de 4 m²/habitant. Là, vous avez les valeurs qui correspondent aux mesures prises par la commune en entrée et sortie. On a encore des mesures montrant l'abatement en NH₄, ce qui est quand même très important. Mais l'ammoniac ne provoque pas de dommage dans les cours d'eaux.

Dans l'installation de TALLING, on a **de temps en temps une nitrification**, mais pas toujours. Regardez les chiffres : à la sortie, on a des valeurs supérieures à l'entrée, ce qui peut aussi s'expliquer par le fait que les mesures n'ont pas tenu compte des temps de transfert, ce que l'on aurait du faire.

En ce qui concerne l'ammoniac azoté, on peut avoir un pourcentage qui baisse à zéro, mais il y a de grandes oscillations.

Je vais vous présenter d'autres installations qui ne fonctionnent pas selon le principe de la rhizosphère, et qui ne prévoient pas non plus un décanteur mécanique, avec ensuite un substrat en terre cohérent, mais ce sont des installations à filtres plantés en deux étages.

Un étage de prétraitement à écoulement vertical, avec un filtre de 30 centimètres et un apport d'eau supplémentaire pour submerger le bassin.

Une installation plus récente, donc on n'a pas autant de valeurs que pour TALLING, mais on peut dire qu'en ce qui concerne la dégradation du carbone, on a de meilleures valeurs, qui respectent largement la réglementation.

En ce qui concerne l'azote, on a une capacité d'épu-

ration importante, mais il y a aussi des oscillations. En ce qui concerne les installations classiques, avec une nitrification réduite, on ne peut pas comparer. On se situe aux alentours de 2 à 5 mg maximum dans les installations classiques, et là, on atteint les 10 mg.

En ce qui concerne **la dégradation du phosphore**, on a des valeurs tout à fait **satisfaisantes, qui se situent en dessous de 1 mg.**

Ce sont en fait des résultats que, normalement, on ne peut obtenir que dans les grandes installations classiques.

Une petite installation de 100 équivalents-habitants. Incontestablement, elle s'intègre très bien dans le paysage. L'installation dispose de deux décanteurs (prétraitement), de filtres plantés par la suite, et on a une surface totale de 8 m²/habitant.

Une petite installation, pour laquelle les mesures n'ont pas été faites à l'entrée mais seulement à la sortie. On voit que la suppression du carbone se fait de manière tout à fait satisfaisante. En ce qui concerne NH₄, on a des valeurs légèrement supérieures aux résultats de HOCHSCHEID, mais toujours pas comparables avec une station d'épuration classique.

En ce qui concerne **le phosphore, les valeurs sont très satisfaisantes.**

En conclusion, on pourrait dire, d'après nos expériences, que les filtres plantés, de manière générale, quand ils sont bien dimensionnés, produisent **un résultat satisfaisant** en ce qui concerne **le carbone et le phosphore**. En ce qui concerne l'azote, les valeurs sont très divergentes. Ceci s'explique certainement par la dilution, qui est très élevée surtout en hiver, étant donné que l'on est connecté au réseau mixte, il y a une très forte réduction bien sûr en été. Mais je pense que c'est le point le plus important.

On a encore des petites installations, chaque fois pour deux ou trois fermes. Ces installations sont également contrôlées par l'Office Fédéral pour l'hydrologie.

Les valeurs moyennes obtenues dans les petites installations sont très divergentes, en ce qui concerne la DCO - pourtant la réglementation a été respectée. En ce qui concerne l'azote, la dénitrification n'a pas été faite de manière satisfaisante, cela ne correspond pas aux valeurs exigées d'habitude. Par contre, le phosphore est traité de manière satisfaisante.

Certes, il y a quelques installations où les valeurs sont moins satisfaisantes, mais cela dépend peut-être des situations spécifiques sur place.

Cela s'intègre bien dans le contexte des autres exposés.

Merci.

(Applaudissements)

M. BAUCHE - Merci, monsieur SCHERNIKAU. Je donne la parole à monsieur LESAVRE.

M. LESAVRE - J'ai des ordres pour être court ! Je vais essayer de faire un exposé sous forme de questions, pour vous exprimer ce que j'ai compris ou ce que je n'ai pas compris, ce qui permettra peut-être de faire une transition assez simple par rapport à l'ensemble des exposés.

Je ne suis pas un spécialiste des roseaux, mais quand on lit la littérature, on trouve un certain nombre de systèmes.

Il y a les systèmes à écoulements verticaux, les systèmes à écoulements horizontaux, et les bassins à écoulement horizontal de surface.

Pour les systèmes à écoulements verticaux, on a une épuration par un sol qui peut être en place ou reconstitué - ça peut être du sable - et on plante dessus des roseaux. Il faut se poser la question : **pourquoi plante-t-on des roseaux au-dessus d'un sol ?** C'est peut-être déjà la première question.

Deuxième question, sur **les filtres à écoulements horizontaux**. Parmi tous les schémas que j'ai vus cet après-midi, j'en ai vu de conceptions fort différentes, notamment en ce qui concerne les granulométries qui pouvaient être décroissantes, partant de gauche à droite. Il pouvait y avoir aussi le niveau de sortie. Un certain nombre de schémas montraient des sorties vers le bas, ici on a une sortie plutôt au niveau des racelles des roseaux.

Est-ce que, dans les filtres à sable horizontaux, on a des bassins remplis d'eau, ou est-ce que l'on fait une filtration horizontale ?

Je rappelle que, pour les filtrations horizontales, par exemple, j'ai remarqué que ce sont des filtres qui existent en assainissement autonome individuel dans la législation française, et que ces filtres à sable horizontaux avaient disparu du DTU 64.1 qui est un peu la référence de la mise en œuvre des techniques d'assainissement non collectives.

Quant aux bassins à écoulement horizontal de surface, on en trouve également un certain nombre mis en œuvre.

On a un problème pour situer exactement. Quand on dit, par exemple, filtre à sable horizontal, cela peut être des bassins remplis d'eau, des bassins pas remplis d'eau, avec des granulométries décroissantes.

Sur les roseaux, voilà les quelques dispositifs que j'ai pu rencontrer sur notre territoire, à part GENSAC LA PALLUE qui est, je crois, chez Loire-Bretagne.

On a des systèmes type SAUDRUPT, où l'on a deux bassins en série, où l'on met de l'eau brute, et on a des roseaux sur ces bassins.

D'un autre côté, on peut avoir des roseaux mis en aval de lagunage, voire de décanteur-digesteur, voire de fosse septique.

On peut avoir la filière inversée - c'est le cas de GENSAC LA PALLUE - des roseaux devant et un lagunage derrière.

On peut avoir la filière intermédiaire, celle qui se trouve à SAINT-JEAN-DE-BRAYE, où l'on a un lagunage devant, des roseaux au milieu, et des arbres derrière.

La question est : que faut-il que je fasse parmi l'ensemble de ces possibilités ? Et je crois que l'on en a encore d'autres si l'on combine tout cela avec les filtres à sables horizontaux et les filtres à sable verticaux.

Moi, personnellement, je suis un peu perdu !

Dans la première filière, si l'on regarde bien, on met de l'eau brute, donc on a des boues qui sont à ce niveau-là. On comprend bien la notion, on va essayer de supprimer le problème relativement important qui est le problème des boues que l'on récupère sur une station d'épuration. Or, ces boues que l'on récupère sur une station d'épuration, posent des problèmes au niveau de l'enlèvement. Une station à boues activées classique engendre à peu près 1,5 litres de boues par jour, à 3%. Si l'on arrive à les accumuler un certain temps et qu'elles font 25%, on peut les enlever à un rythme relativement différent. Donc, on peut concevoir ici que ce type de filière est mis en œuvre pour un objectif qui consiste à prendre en compte le problème des boues de la station.

Quel rôle jouent les roseaux à l'intérieur de ce système ? On pourra essayer de le voir par la suite.

Pour le cas du lagunage en tête et des bassins avec roseaux derrière, le propre est d'élimi-

ner des matières en suspension, ce qui va permettre à l'effluent qui se trouve derrière de s'infiltrer relativement simplement dans un filtre à sable. Ici, si l'on a une lagune primaire, on peut estimer que l'on peut avoir aussi une accumulation des boues pendant un temps suffisamment long. Si l'on a des décanteurs-digesteurs ou des systèmes analogues, on va se retrouver avec des boues primaires. On devra, en règle générale, avoir des réseaux séparatifs si l'on ne veut pas entraîner, lors des temps de pluie, l'ensemble des matières en suspension accumulées.

Cette filière, c'est un lagunage avec un peaufinement par filtre à sable derrière, mais il n'a pas du tout la même fonction que le premier.

Le cas de GENSAC LA PALLUE, exprimé par Catherine BOUTIN, on peut le concevoir comme un système qui permet à un lagunage un peu court de pouvoir supporter un certain nombre de surcharges, et l'on obtient des installations un peu bâtarde, comme celle de SAINT-JEAN-DE-BRAYE. C'est une installation un peu expérimentale, mais qui comporte un lagunage, une succession de végétaux derrière, et on a même des arbres en traitement final, on a des installations hyper importantes en surface. On voit que l'on est à l'interface de l'épuration et du jardinage !

La question qui me préoccupe quand même, c'est pourquoi on plante des roseaux ?

Tous les processus épuratoires que l'on a vus étaient, en fin de compte, des processus épuratoires de type lit bactérien sur milieu finement grenu. On a des grains, les bactéries sont fixées, on passe de la pollution et ça épure. **Si l'on plante des roseaux par-dessus, c'est que l'on doit avoir un objectif.** Quel est-il ?

Je me suis posé des questions.

L'accélération de l'épuration, le **transfert d'oxygène, le dopage des micro-organismes.** En ce qui concerne le transfert d'oxygène, c'est un peu lié à la maîtrise de l'interface des boues qui s'accumulent, donc les roseaux doivent structurer la surface du lit, c'est pour cela qu'on en plante. Donc si ces roseaux doivent agir à la surface, je pense que la nature de la plante que l'on doit installer n'est pas neutre.

L'assimilation des nutriments. C'est clair, les roseaux, même ceux qui ont une condition de biomasse relativement importante, ont un impact sur l'exportation des nutriments très faible, de l'ordre de quelques %. Ce n'est donc pas un objectif forcément recherché.

En ce qui concerne les performances épuratoires,

par rapport à tout ce que j'ai vu des tableaux précédents, cela permet de faire des rendements épuratoires à peu près semblables à ce que l'on trouve avec tous les systèmes de filtration sur sable, c'est-à-dire qu'on sait qu'un système permet de nitrifier, et qu'il a **du mal à dénitrifier.**

J'ai eu un peu de mal à comprendre tous les systèmes où l'on faisait apparaître des zones anoxiques, voire anaérobies, parce que dans la plupart des zones que j'ai vues, on avait bien l'azote nitrifié, mais on n'avait pas le carbone pour le dénitrifier. Pour dénitrifier, il faut des nitrates, de l'anoxie et du carbone. On en avait bien deux, il manquait un troisième. A mon avis, on peut attendre longtemps, je crois qu'on n'y arrivera pas.

En ce qui concerne **la fiabilité et l'hydraulique,** c'est vrai que sur des milieux granulaires sains, le problème numéro 1 qui peut se passer - je parle du système vertical - les dépôts se font en règle générale sur les premiers centimètres. On peut imaginer que ces dépôts sont colmatants, et le fait de planter des roseaux va permettre de maintenir cette surface filtrante. Là, on peut trouver un motif, si vous voulez, dans la fiabilité, le maintien de l'hydraulique du système.

Je répète que je ne comprends pas **les systèmes horizontaux en tête,** dans la mesure où on fait une filtration dans la masse, d'eaux brutes. Dire qu'au bout de 5 ans c'est colmaté, pour CURIENNE, je ne serais pas loin de faire le calcul pour voir les quantités de matière que l'on a mis dedans, pour **voir le colmatage.** Et comme c'est colmaté sous la surface, c'est donc colmaté à cœur, donc c'est la pelleteuse dans l'ensemble du bassin. Alors que si l'on fait une filtration verticale, on peut concevoir que l'on filtre au-dessus et que l'on va pouvoir araser la surface.

J'ai déjà parlé de la gestion des boues. Cela permet de faire des vidanges régulières. Mais je crois que l'on a peu de retours. Sur la recolonisation naturelle des bassins, a priori cela s'est bien passé à GENSAC LA PALLUE, mais je pense qu'il faudrait concevoir des lits pour qu'ils soient accessibles. Une pelleteuse qui n'arrive pas à défoncer l'ensemble du dispositif, je voudrais voir ce que cela peut donner !

L'intégration paysagère et l'acceptabilité. Cela a été dit dès le début par Arthur IWEMA, c'est quelque chose qui est revenu systématiquement dans tous les exposés. C'était tout vert sur toutes les photos ! A mon avis, c'est un motif qui, sous réserve d'être banal, est loin d'être négli-

geable, d'autant que l'on a des réseaux qui servent à distribuer l'eau sur les dispositifs. C'est vrai que, quand on regarde une station qui vient d'être construite, cela fait relativement moche. Mais si vous y retournez trois ans après, on a l'impression d'être dans un champ de canne à sucre, ce qui est beaucoup plus sympathique. L'intégration dans le paysage, à mon avis, est un **élément relativement fondamental**.

L'absence d'odeurs. Effectivement, sur toutes celles que j'ai vues, il n'y avait pas d'odeurs, et contrairement aux dispositifs où l'on a une décantation plus ou moins avec des boues qui séjournent dans le fond, en anaérobie, ici on a des boues, si l'on a une filtration verticale, qui se trouvent en aérobie, donc on peut penser qu'il y a moins d'odeur.

L'emprise au sol, à mon sens, n'est pas un motif, puisque l'on a des techniques de filtration qui ont une emprise au sol inférieure. L'emprise au sol, surtout en milieu rural, je me demande si c'est vraiment un motif suffisant.

La nature du réseau amont, c'est une question qui a été posée également. Quand on regarde l'ensemble des techniques mises en œuvre en milieu rural, toutes les techniques qui utilisent la filtration ont une décantation devant. Cela veut souvent dire réseau séparatif pour éviter les surcharges hydrauliques.

Pour le lagunage, on veut surtout que les eaux soient diluées, et que les réseaux soient plutôt unitaires, avec tout le problème du lagunage. C'est vrai que cela occupe beaucoup de place, et de plus, le lagunage ne donne pas une épuration qui soit toujours à un niveau compatible avec le milieu naturel. Je rappelle d'ailleurs qu'un lagunage doit être étanche, et qu'un filtre à sable doit filtrer. Je ne serais pas loin de penser qu'il y a parfois des transferts, beaucoup de lagunes fuient, et des filtres s'étanchent. J'ai vu jusqu'à des lagunes d'infiltration, dans les termes employés dans ce genre de dispositif.

Eviter les rejets en surface. Effectivement le niveau D4 n'est pas une norme, c'est un niveau. Encore faut-il qu'il soit compatible avec le milieu de rejet. Je ne suis pas certain qu'il faille, notamment sur les deuxièmes bassins, toujours étancher en fond. On ne voit pas pourquoi on ne pourrait pas mettre une cage lysimétrique qui récupérerait de l'eau, histoire de vérifier comment cela fonctionne, et laisser fuir le reste dans la nappe.

La production végétale, c'est pour mémoire. Pour l'exportation des métaux, on trouve des informations.

En ce qui concerne **les coûts d'investissement et d'exploitation**, de toutes les techniques que j'ai vues, même les plus rustiques, comme elles prennent beaucoup de place, on s'aperçoit que les coûts d'investissement ne sont **pas véritablement inférieurs** à ceux des techniques semblables.

En ce qui concerne les coûts d'exploitation, c'est peut-être là, notamment avec le problème de l'évacuation des boues, et d'avoir des systèmes dont la technologie et la maintenance soient à la hauteur de la technicité de l'employé communal, que l'on trouve un avantage.

Dans les prix donnés pour CURIENNE, en ce qui concerne les coûts d'exploitation, je ne suis pas certain d'avoir vu le coût de curage tous les 10 ans du premier bassin qui, en lagunage, double le coût de l'exploitation annuelle courant.

Un roseau, c'est une tige, un collet, une racine. **Quel rôle fait-on jouer à ce végétal ?** La tige, c'est l'aspect visuel. L'exportation de nutriments est nulle. La transmission mécanique de l'action du vent, si l'on veut que cela perce le trou, et que le trou s'agrandisse, il faut que ces roseaux soient grands. Autant on a parlé des typhas, des phragmites, et d'autres, par contre on trouve des végétaux tout petits, des phalaris. Pour l'action mécanique, il faut vraiment qu'il y ait des courants d'air ! Le collet, c'est le rôle mécanique à la surface du lit. Les racines, c'est la structuration du lit, et l'amélioration de l'épuration, et là, entre les massettes, les phragmites et les joncs, l'ensemble des rhizomes est fort différent, et je voudrais bien que l'on m'explique ce qu'il faut planter.

(Applaudissements)

M. BAUCHE - Merci, monsieur LESAVRE.

J'aborderai quelques points soulevés cet après-midi, qui peuvent être des axes de départ pour des questions.

Tout d'abord, la grande différence entre les expériences qui existent en Allemagne et l'expérience qui nous a été décrite dans le département de la Savoie. M. KÖPPEN avait parlé ce matin d'une grande polémique en terme d'acceptabilité de ces ouvrages, notamment par les techniciens, et cet après-midi il nous a reparlé de la difficulté à convaincre les populations de ce procédé.

L'exemple de la Savoie semble montrer que, du côté français, alors qu'à l'heure actuelle, dans certains départements, on a des difficultés à faire accepter les ouvrages d'épuration genre boues activées, il semble qu'en apparence tout au moins **les quelques exemples français soient bien acceptés par les habitants** - c'est un élément qu'il est important de souligner.

Je n'aurai pas la prétention de résumer tout ce qui s'est dit aujourd'hui en terme de conception et de dimensionnement. Je crois que, les uns et les autres, nous partons avec des chiffres, des ordres de grandeur, des ratios qui permettent de déterminer les surfaces nécessaires, les épaisseurs de filtres. Vous avez vu, comme moi, que les chiffres varient dans des fourchettes extrêmement importantes selon les ratios que l'on prend en considération. Il y a bien entendu l'influence extrêmement importante des caractéristiques du réseau qui se trouve à l'amont de l'ouvrage.

Fort heureusement, on est aidé par quelques-uns des organismes de recherche. En France, on a le Cemagref. Cela soulèvera peut-être des questions tout à l'heure en matière de recherche développement puisque, à l'heure actuelle, tous les exemples qui nous ont été montrés nous ont été présentés par leurs concepteurs. On leur fait confiance, bien entendu, mais évidemment, on n'a pas le comparatif possible, sachant que nous-mêmes n'avons pas les moyens de faire ces calculs. Il y a des protections, éventuellement par brevet, des formules de dimensionnement. Il serait bien qu'un jour, à l'instar des ouvrages de traitement par boues activées, on puisse nous-même, les maîtres d'œuvre "classiques", faire ce genre de comparatif, ne serait-ce que pour juger de l'offre et voir si, quelquefois, on l'a vu avec M. MAHIEU, au niveau des quelques comparaisons, on ne va pas trop loin dans le traitement.

Qui dit trop loin dit bien sûr, économiquement, trop cher. Est-ce que l'on ne peut pas réduire un peu la performance de l'ouvrage pour se caler, peut-être pas pile poil, au pourcentage près, par rapport à ce qui est demandé au niveau de la qualité de l'effluent, mais faire un peu d'économie. On en est tous là, que ce soient les organismes financeurs ou les maîtres d'ouvrage. Est-ce qu'il ne faut pas adapter beaucoup mieux, en ouvrage de traitement, par rapport au milieu récepteur ?

Les coûts. On a noté notamment les derniers chiffres évoqués pour les ouvrages réalisés en Allemagne. Ce sont des chiffres qui nous parais-

sent relativement très importants, encore faut-il voir toutes les contraintes qu'il y avait en terme de sol, en terme d'amenée d'effluent. Ceci étant, les coûts nous semblent extrêmement élevés, y compris à l'exploitation.

C'est vrai que l'exemple de la Savoie nous a montré que l'exploitation pouvait être réduite à son strict minimum. Par contre, et monsieur LESAVRE l'a encore dit tout à l'heure, quid quand il s'agit de sortir les boues ? C'est vrai que ce n'est pas forcément tous les ans, mais le jour où cela se produit, il ne faut pas seulement compter l'aspect mécanique, il faut compter le traitement et l'évacuation.

Le faucardage. Annuel ? Bi-annuel ? La fréquence, l'aspect esthétique pendant l'hiver, l'utilité. On aimerait bien quelque chose d'un peu plus concret pour avoir, ne serait-ce qu'au moment du conseil au maître d'ouvrage, lors du choix de sa solution, des arguments sonnants et trébuchants pour dire "il faut faire ceci, il ne faut pas faire ceci", en fonction de la nature du filtre et des plantes qui ont été installées.

Je le disais tout à l'heure, et ce sera mon dernier point, en matière de recherche développement, on a l'impression que **beaucoup de monde réfléchit à ce genre de filtres. Il y a beaucoup d'exemples**, chacun a sa solution, chacun a sa technique, chacun a ses résultats, ses rendements. Il faut peut-être aller un peu plus loin. **On est demandeur, de la part des centres de recherche, d'un peu plus d'investigation.** C'est vrai que les centres de recherche travaillent surtout lorsque les ouvrages existent, donc après coup. On est demandeur, en terme de conception, comme on l'a été à une époque, et comme on l'est toujours, en matière de traitement par exemple des boues de station d'épuration, résultant de traitement par boues activées.

Je prends le cas particulier du Bas-Rhin où l'on va avoir d'ici quelques mois, quelques années, des petites collectivités qui passent, au niveau réglementaire, dans la dernière série des collectivités à traiter, on aura besoin de repères. On est très demandeur de chiffres, aussi bien techniques qu'économiques. Alors, à votre bon cœur, si j'ose dire !

Au Cemagref, est-ce qu'il ne peut pas y avoir des recherches particulières pour nous aider, nous les maîtres d'œuvre qui serons amenés à être les conseillers des maîtres d'ouvrage, d'ici quelques mois, quelques années ? C'est une demande que je formule, et je pense que les autres maîtres d'œuvre la formulent également.

J'ouvre les questions entre la salle et les principaux orateurs de cet après-midi.

M. DEMORTIER, Agence de l'eau Rhin-Meuse - Je ne suis pas, loin de là, un spécialiste des dispositifs de traitement, encore moins de leur fonctionnement. Je m'occupe plutôt de l'impact sur le milieu naturel, et j'ai relevé dans l'intervention de M. OHLMANN quelque chose qui me paraît extrêmement important, c'est la notion de prise en compte de la sensibilité du milieu naturel. Ce n'est pas par hasard si M. OHLMANN en a parlé, c'est bien parce que c'est prévu explicitement dans la réglementation. Cette réglementation va même plus loin, elle prévoit d'aller au-delà des minimums réglementaires fixés si c'est nécessaire. Pour aller au-delà, encore faut-il pouvoir garantir, d'une manière ou d'une autre, qu'un dispositif puisse atteindre tel niveau de performance.

Ma question concernant les rhizosphères est la suivante : **est-ce qu'en l'état actuel** de la technologie et de la maîtrise de cette technologie, les concepteurs et constructeurs sont en mesure de **garantir tel niveau de traitement en phosphore**, ou est-ce que cela relève encore de choses que l'on ne maîtrise pas, du climat, de la maîtrise technologique ? En clair, est-ce que c'est encore expérimental, ou est-ce que l'on peut dire à une collectivité : monsieur le Maire, cette technique est parfaitement maîtrisée ?

M. ESSER - Une précision : vous parlez du phosphore ou de tous les paramètres ?

M. DEMORTIER - J'ai cité le phosphore à titre d'exemple.

M. ESSER - C'est peut-être le mauvais exemple, c'est justement le paramètre que l'on maîtrise le moins ! Pour le reste, en ce qui me concerne, je peux vous donner toutes les garanties azote Kjeldahl, DBO, MES, DCO. Le phosphore est plus complexe parce qu'on ne le transforme pas en phase gazeuse, donc on l'absorbe forcément sur le massif filtrant. On a des massifs filtrants qui absorbent très bien parce qu'ils sont riches en fer, en aluminium, en calcaire, en argile qui ne réagit que s'il y a du fer.

Qui dit absorption dit saturation. On a un peu de mal à savoir comment cela évolue dans le temps. C'est dommage que le collègue Günther GELLER ne soit plus là, mais il existe des stations en Allemagne, par exemple, où depuis 15 ans on a constamment de bons résultats en phosphore.

C'est vrai que c'est encore le paramètre que l'on a le plus de mal à extrapoler dans la durée. Pour le reste, je pense que l'on maîtrise bien. La dénitrification avec un certain bémol, parce qu'il faut adapter l'installation.

Je voudrais ajouter deux choses par rapport aux questions posées par M. MAHIEU...

M. MAHIEU - Est-ce que l'on peut poser la question pour l'azote total, parce que c'est parfois l'une de nos préoccupations ?

M. ESSER - Je n'ai toujours pas compris l'impact de la dénitrification pour le milieu récepteur. Est-ce que c'est vraiment justifié ? C'est aussi une question que je veux poser à M. OHLMANN. Cela rejoint un peu ce que dit M. SCHERNIKAU. Quelle est l'incidence négative du nitrate sur un cours d'eau ? C'est une question qui mérite discussion.

Pour dénitrifier, effectivement, comme l'a souligné M. LESAVRE, on peut créer un bassin d'anoxie dénitrifiant, mais il manque du carbone. On en a un peu par les végétaux, mais ce n'est pas suffisant pour avoir une dénitrification conséquente. Si l'on veut avoir une dénitrification conséquente.

Avec des lits horizontaux, vous n'avez pas de nitrification très franche, et souvent nitrification-dénitrification se suivent. Avec des lits horizontaux, on arrive à des abattements de l'ordre de 50% pour l'azote global. Mais on reste avec des teneurs d'azote ammoniacal relativement fortes, qui, à mon avis, sont parfois nuisibles pour des milieux récepteurs fragiles.

Avec des lits verticaux, on est beaucoup mieux en nitrification puisque l'on atteint des taux d'abattement de l'azote Kjeldahl supérieurs à 90%. Donc on a très peu d'azote ammoniacal, c'est très bon pour le milieu récepteur, mais effectivement, puisque l'on a une très bonne épuration au niveau DBO-DCO, on n'a plus de carbone pour dénitrifier par la suite.

Si l'on veut dénitrifier derrière un lit horizontal, il faudrait recycler en tête, et comme l'a exposé M. GELLER, dans ce dispositif expérimental, avec un taux de recirculation des deux, on peut obtenir un abattement de l'azote total de 70%. C'est-à-dire que l'on mélange les eaux nitrifiées avec des eaux brutes en entrée, et on crée une zone anoxique avec tout le carbone nécessaire. Ce n'est pas très compliqué, cela nécessite un surcoût, donc il faut faire la preuve qu'il se justifie. Il ne faut pas imposer la dénitrification pour le plaisir.

A NIEDERFELD, M. MAHIEU a observé que la nitrification était moins bonne. C'est pour la simple raison qu'il n'y a pas d'alimentation en bâchées sur cette station. Ce n'est pas l'alimentation séquentielle, donc il y a une moins bonne oxygénation. S'il y a des contraintes fortes en azote Kjeldahl, **il faut impérativement avoir une alimentation séquentielle.**

La question de la surcharge hydraulique a été posée. M. LESAVRE a déjà apporté la réponse. Le problème, à résoudre, et ce n'est pas parce que je voulais, c'est parce qu'on me l'a imposé, à l'époque, c'est qu'il y a des décanteurs digesteurs en tête. Il y a un réseau unitaire avec des surcharges hydrauliques de 400 à 600%. On retrouve régulièrement les boues des décanteurs digesteurs sur le premier étage des filtres, qui ne sont pas conçus pour traiter des eaux brutes parce que la granulométrie que vous utilisez pour les eaux décantées n'est pas du tout la même que pour les eaux brutes. Si vous utilisez une granulométrie eaux brutes pour les eaux décantées, vous n'avez pas d'épuration parce que l'eau passe trop vite. Si vous utilisez une granulométrie pour traiter des eaux décantées, et que par la suite vous avez des eaux brutes dessus, parce que le décanteur est lessivé, ça colmate, et les eaux passent en trop-plein.

Pour la station d'ANGERVILLIERS, c'est vrai qu'il y a certaines adaptations. Ce n'est pas quelque chose que j'ai inventé. La lagune est en tête, elle ne donnait pas des résultats suffisants, et on m'a demandé un filtre planté derrière, ce que j'ai fait. Ce n'est pas forcément une filière que je recommanderais pour une station neuve. Il faut comprendre que parfois ce sont des extensions de stations existantes. D'ailleurs, on pourrait venir en combinaison avec la lagune. On a constaté que le lagunage en tête pose parfois problème dans la mesure où il fonctionne mal.

Les résultats que vous avez présentés, à SAULX-LES-CHAMPLON, même s'ils n'étaient pas mauvais, avaient quelques dépassements quand cette lagune - que je n'ai pas choisie non plus - vire au rose, c'est-à-dire un symptôme classique. Tout le monde sait que la lagune qui vire au rose est surchargée. De plus, c'est un réseau séparatif avec les concentrations que l'on a vues à l'entrée, vous pouvez imaginer qu'à certaines saisons elle devient complètement rose, et ce n'est plus une lagune aérobie.

On a constaté que cette couleur rose passe à tra-

vers les filtres, et on retrouve en sortie des rejets avec des teneurs de MES relativement élevées, des MES apparemment très fines qui ne sont pas retenues par les filtres, et en corrélation, des DBO et DCO qui augmentent aussi. Si un système ne fonctionne pas, ce n'est pas toujours le fait de rajouter un filtre, qu'il soit planté de roseaux ou non, qui apportera le remède.

Et dans le système hybride, là aussi parfois, on nous a imposé des choses, on n'a pas toujours choisi.

Je laisse la parole aux autres.

M. BAUCHE - Merci. D'autres questions ?

M. IWEMA - C'est un peu une suggestion. On a identifié une certaine incertitude sur le phosphore et sur l'azote, il y a peut-être encore des progrès à faire. Sur l'accumulation des boues et les différents systèmes, il y a démonstration de certaines installations qui sont assez anciennes, et cela a l'air de marcher.

Là où il faut peut-être aller plus loin encore, c'est voir dans quelle mesure on peut tenir compte, de façon explicite, des débits arrivant aux ouvrages d'épuration. Dans quelle mesure les réseaux unitaires sont-ils effectivement compatibles avec les lits plantés de roseaux, ou plutôt le contraire ? Pour faire cela, je pense qu'il serait bien que les agences de l'eau choisissent un certain nombre de sites, où il y a plusieurs lits en parallèle, et décident de ne plus alimenter les trois ou quatre lits, pour observer comment fonctionnent ces lits à plus forte charge hydraulique, et à partir de ces essais grandeur nature, accumuler des renseignements et adapter, faire évoluer les règles de dimensionnement.

C'est plutôt une suggestion.

M. BAUCHE - Merci. Il n'y a plus de questions ? Je passe la parole à monsieur LAVERGNE, qui vient de nous rejoindre, pour faire un peu le point sur les débats et les exposés de ce matin, sur l'aspect constructif.

M. LAVERGNE - Merci. Je n'ai pas participé aux travaux de l'après-midi, j'espère ne pas dire des choses qui ont déjà été dites ou redites, ou des choses contradictoires.

Je vais vous dire en quelques mots quels enseignements j'ai tirés de la conduite de la réunion de cet après-midi, avec l'aide de mon secrétaire Jean BAUDET.

On a été quelque peu rassuré, dans un premier

temps, de constater que les effets de polémique que l'on constate dans le bassin, on les constate en fait pratiquement partout, si j'ai bien compris en France, mais aussi en Allemagne. Quelque part, on s'est dit que les problèmes que nous rencontrons, nous maîtres d'œuvre, ingénieurs, techniciens, d'autres les avaient rencontrés également. On s'est dit finalement que cette technique des **filtres plantés de roseaux** avait quand même, à l'étranger, **plusieurs centaines de références** pour les petites stations d'épuration. Pour 1000 équivalents-habitants, pour donner un chiffre, on s'est dit que c'était une technologie qui n'avait plus le caractère exceptionnel qu'on lui prête quelquefois dans certains discours. On rentrait en quelque sorte dans le rang, et qu'il y avait juste un décalage, très significatif, dans un rapport de 1 à 10, entre ce qui se passe à l'étranger - dont on n'est pas très bien conscient - et ce qui se passe en France, avec un certain retard.

Par contre, à l'inverse, pour moduler un peu mon propos, au-dessus de 1000 équivalents-habitants, je n'ai pas vu beaucoup de références, beaucoup d'exemples. Certes, il y a sans doute quelques cas particuliers. Cela n'exclut donc pas cette technique pour les plus grosses stations d'épuration, **au-dessus de 1000 équivalents-habitants**, mais je pense que l'on reste là dans un **régime un peu expérimental**, pour ne pas dire des cas à la limite de la recherche.

En fait, je pense que M. IWEMA a mis le doigt également sur un sujet qu'il me paraît important de relever, le fait que l'on aura tous besoin, nous techniciens, de conforter toutes les données sur ces installations en France et à l'étranger, et donc de se constituer des bases d'information solides pour pouvoir progresser.

Je m'adresse en particulier à ceux qui observent ces phénomènes dans les Agences, je pense qu'ils ont un grand rôle à jouer pour la diffusion de ce type de technologie.

J'ai été quelque peu rassuré, dans mon métier d'ingénieur, parce que je me suis dit qu'au fond, au fil des exposés, ce travail d'ingénieur était quelque peu magnifié, et que ce n'était pas en fait du tout du dimensionnement doigt mouillé, mais que, derrière, il y avait toute une réflexion de méthode de dimensionnement, de rationalisation des choix, de préfabrication, voire d'un certain nombre d'éléments, de dépôt de brevet et de standardisation des matériels, des équipements, des conceptions. On est en plein dans le travail de l'ingénieur. Cela m'a personnellement un peu rassuré.

Je ne sais pas comment vous avez évolué cet après-midi. Ma conclusion, au bout de la matinée, était de constater **une grande hétérogénéité dans la conception**. En fait, à l'étranger, on fait par exemple systématiquement des prétraitements avant de rentrer sur les premiers étages. C'est loin d'être le cas en France.

J'ai constaté des **dimensionnements**, hélas rapportés à l'équivalent-habitant, **très variables**, quelle que soit la valeur de l'équivalent-habitant que l'on met derrière.

En ce qui concerne les types de **substrat**, galets, graviers, sables, et même des substrats de nature complètement différente, j'ai constaté qu'il y avait également des **variations très importantes** d'une référence à l'autre.

Dans les types d'alimentation également, et en fait, sur ce sujet, il y a sûrement une certaine rationalisation qui se met en place, mais j'ai constaté aussi que l'on rencontrait à peu près tous les cas, même de la recirculation. Certaines expériences sont faites avec des flux de recirculation, et c'était un élément nouveau pour moi.

Donc, hétérogénéité de conception, ce qui veut dire qu'à la fois on a beaucoup de références, et à la fois il y a encore certainement beaucoup de travail, d'expérimentation, de mesures sur place, de pilotes qu'il va falloir continuer à fournir pour clarifier les choses, et les rendre à la norme de l'ingénieur usuel.

Je ne peux pas passer sous silence le fait que l'on a eu beaucoup de mal, ce matin, à **parler de coût d'investissement. C'était une difficulté bien entendue majeure**. C'est le cas pour tout type d'investissement, mais particulièrement pour celui-ci. J'ai constaté que l'on travaillait en faux-fuyant permanent.

On a peut-être constaté, dans certains cas, que l'on était assez proches des coûts à l'équivalent-habitant dont on a l'habitude pour des investissements de ce type et de cette taille. D'autres fois, on avait des choses très importantes, des chiffres extrêmement importants, et même aberrants pour le système français. Cela veut dire quoi ? En fait, c'est peut-être un phénomène, une difficulté liée au fait que c'est une technique émergente, et à l'heure actuelle, il y a ce que j'appellerais, en terme commercial, un effet-niche qui rend très difficile de parler des prix et des coûts pour ce type d'investissement.

En ce qui concerne **les performances**, je ne

parlerai que de **l'azote et du phosphore**.

Pour l'azote, soit on affichait les résultats, soit on les passait sous silence, mais en fait, on était dans le champ où il y avait, en matière d'ingénierie, des procédés, des dispositifs qui permettaient d'avoir des rendements et des bons résultats, en azote total. On est dans le champ du possible, simplement il faut prendre de grandes précautions, c'est absolument sûr. Probablement, on a également de grandes marges de progrès, notamment en France où, finalement, apparemment, on s'était moins préoccupé qu'ailleurs du paramètre azote. En ce qui concerne le phosphore, j'ai noté clairement que c'était le paramètre le plus difficile, du point de vue du traitement, et que c'était essentiellement lié au support - c'est du moins ce que j'ai cru comprendre ce matin - beaucoup plus qu'au procédé lui-même sur le plan de ses caractéristiques hydrauliques et de fonctionnement hydrologique.

Sur les plantations, j'ai relevé qu'il y avait une certaine **homogénéité de discours**. En général, on va vers quelque chose d'assez simple, avec une sorte de monoculture de macrophytes, avec des densités qui sont peut-être variables mais qui se rapprochent d'une norme de 4 macrophytes plantés au mètre carré à l'origine. Probablement y a-t-il aussi là un champ de réflexion pour progresser un peu, une fois que l'on aura élagué tout le reste.

Dernier point que je voulais relever, **le problème des eaux diluées**. J'ai remarqué ce matin, dans les exemples qui nous ont été présentés, qu'en général, lorsque l'on avait des concentrations en entrée, on avait des concentrations très élevées, voire même des extrêmes, quand on parlait des concentrations maximum. C'est sûrement vrai dans certains pays, il se trouve que nous, particulièrement dans notre bassin, on a plus souvent des eaux diluées, et donc, il y a un champ de réflexion sur la manière de limiter ce taux de dilution à l'entrée des stations.

J'ai noté comme conclusion qu'il fallait considérer les choses de façon globale, et qu'en fait, la mise en œuvre de ce type de technique ne dispensait pas de se préoccuper de ce qui se passait sur le réseau, en matière notamment de dilution, pour avoir une certaine concentration en entrée et des rendements correspondant au dimensionnement au départ.

Voilà pour les propos de ce matin. J'espère ne pas avoir été trop long.

Tout à l'heure, je parlais des coûts et de la difficulté d'obtenir des coûts et un discours sur ce sujet. Je pense que c'est lié à un effet de niche, comme je l'ai dit, et que c'est en fait le signe qu'on est dans la première phase d'un processus qui se développe, c'est-à-dire que c'est un bon signe pour les constructeurs, et à la fois le signe d'un effort à faire du côté des maîtres d'œuvre et des gens dans les agences.

J'ai noté qu'il n'y avait pas eu, sur le dispositif des coûts, de remarques particulières qui s'opposaient aux chiffres annoncés dans le document du Cemagref.

M. LAVERGNE - Je pense que ce qui est rassurant, c'est qu'une journée comme celle-ci peut contribuer à faire évoluer les choses. Cela peut avoir des impacts très positifs pour les constructeurs, en faisant en sorte que ce type de technique rentre dans les cahiers des charges des appels d'offres qui seront lancés pour de nouvelles installations. Et faire sortir ce type de technique de la niche va conduire à plus de transparence, très certainement, sur les vrais prix. Plus de transparence voudrait dire une transparence totale, bien sûr, mais on ne sera plus dans l'effet d'aubaine que l'on peut constater ça et là, et notamment en France.

Je remercie tous les participants d'avoir été attentifs toute cette journée. Je remercie également tous les intervenants qui sont encore avec nous. J'avais dit, en introduction, que les intervenants étaient de qualité, et je crois que vous avez tous pu constater qu'ils avaient cherché à très bien faire, dans un délai court pour chacun, et qu'il était difficile de tenir, mais la gageure était là, et ils ont relevé le défi.

Je voudrais remercier les présidents de séance et les secrétaires.

Egalement, pour finir, les gens qui travaillent un peu plus dans l'ombre, les services de l'agence qui ont contribué à organiser cette journée, nos deux interprètes qui ont eu un travail très difficile, parce que c'est très difficile de traduire des sujets techniques, avec un vocabulaire particulier, et de le faire correctement alors que les gens parlent naturellement assez vite.

Merci.

(Applaudissements).

La séance est levée à 16 heures 55.

Lexique

PHRAGMITES : espèce de roseaux (famille des graminées) se terminant en "plumeau" ; cette espèce est couramment utilisée dans les rhizosphères.

UFC : Unité Formant Colonie. Cette unité est utilisée en bactériologie.

PHRAGMIPHILTRES : filtres plantés de phragmites
(brevet confié par le CEMAGREF à la société SINT)

MASSETTES : espèce de roseau (famille des typhacées) se terminant par un cylindre brun appelé également massette.

NK : Azote Kjeldahl (comprend l'azote sous forme organique et ammoniacal).