

Le traitement anaérobie des eaux résiduaires au Mexique

Les procédés anaérobies de traitement des eaux résiduaires présentent les meilleurs avantages pour permettre de résoudre de nombreux problèmes dans un contexte socio-économique difficile.

Jean-Pierre Guyot

Chargé de recherche ORSTOM, Département de biotechnologie UAM-I - Mexico

Oscar Monroy

Professeur titulaire UAM-I - Mexico

Adalberto Noyola

Chercheur titulaire UNAM-II, Mexico

Jean-Louis Garcia

Directeur de recherche ORSTOM, responsable UR 3B, Université de Provence, 13331 Marseille cedex 3

Depuis 1986, l'ORSTOM a installé au Mexique un programme de recherche-développement sur le traitement anaérobie des eaux résiduaires en étroite partenariat avec les chercheurs de l'Université Autonome Métropolitaine-Unité Iztapalapa (UAM-I) et de l'Institut d'Ingénierie de l'Université Nationale Autonome du Mexique (UNAM-II). La problématique de ce pays se prêtait de manière idéale à une telle action, le cas des eaux usées urbaines étant particulièrement significatif : 12% du volume évacué reçoit un traitement. Sur les 256 usines d'épuration en service pour 650 villes de plus de 10 000 habitants, seules 5% des installations du parc atteignent des rendements d'épuration supérieurs à 80%, et 65% ne fonctionnent pas (statistiques mexicaines de 1989).

Néanmoins, ces problèmes ne sont pas propres au Mexique et peuvent s'étendre à tous les pays de la région. Ainsi l'action conjointe ORSTOM/UAM-I/UNAM-II peut être considérée non seulement comme un exemple au niveau mexicain, mais également au niveau régional. La technologie de traitement des eaux résiduaires par procédés anaérobies présente les meilleurs avantages pour permettre de résoudre de nombreux problèmes dans un contexte socio-économique difficile.

Sur ces bases ont ainsi été définies les grandes lignes d'action du programme conjoint ORSTOM-UAM-I/UNAM-II :

- Création et développement d'un laboratoire de recherche sur l'écophysologie de la digestion anaérobie (démarrage des réacteurs, production d'inoculum, etc.), la dégradation des effluents récalcitrants (composés xénobiotiques), l'ingénierie des procédés anaérobies de seconde génération (UASB, filtre anaérobie, réacteurs hybrides)

et le post-traitement des effluents traités.

- Promotion des procédés de traitement biologique anaérobie au travers de conférences auprès d'industriels et du monde universitaire, d'articles de vulgarisation grand public ou dans des revues spécialisées de différents secteurs industriels.

- Contrats de transfert de technologie entre le groupe de recherche franco-mexicain et les industriels.

- Participation à des enseignements de troisième cycle et à la formation par la recherche d'ingénieurs et de chercheurs dans les deux universités.

Après six ans de fonctionnement de ce programme, soutenu par les institutions participantes mais aussi fortement par la CEE et l'OEA, de nombreux résultats ont été obtenus : publications dans des revues internationales, articles de vulgarisation, brevets, organisation d'un colloque régional (10 pays représentés, 300 participants), conseils et missions d'expertises auprès d'entreprises, nombreux cours et conférences au Mexique et dans d'autres pays de la région (Guatemala, Colombie, Brésil), formation d'ingénieurs et de chercheurs, réalisation de réacteurs pilotes et industriels.

Une collaboration permanente existe entre le groupe franco-mexicain et le laboratoire ORSTOM de microbiologie des anaérobies installé à l'Université de Provence à Marseille. De manière plus ponctuelle, une collaboration informelle existe avec les centres INRA de Lille (G. Albagnac) et de Narbonne (R. Moletta) qui peut prendre la forme de conférences par des spécialistes venus de France, et d'accueil en France d'étudiants mexicains.



Réacteur UASB pilote de 50m³ UAM1 pour le traitement des eaux usées urbaines Mexico - photo JP. Guyot

Actuellement, notre groupe est régulièrement sollicité par des étudiants d'écoles d'ingénieurs françaises qui souhaitent effectuer des stages de longue durée à Mexico. Une collaboration importante se met également en place avec l'Institut Mexicain du Pétrole (IMP).

Parmi les réalisations les plus remarquables de notre groupe, nous pouvons citer la construction récente (fin 1991) de deux digesteurs industriels UASB de 2 400 m³ et 530 m³ pour traiter respectivement les eaux résiduaires d'une malterie et d'une usine de fabrication de panneaux d'agglomérés.

Par ailleurs et par l'intermédiaire de sociétés mexicaines de traitement des eaux, avec qui notre groupe a passé des contrats de transfert de technologie, trois projets d'ingénierie ont été vendus à des industriels pour la réalisation des installations suivantes: un réacteur UASB de 5 300 m³ pour traiter des effluents de brasserie, un réacteur hybride de 150 m³ pour les effluents d'une usine de production de concentrés pour boissons gazeuses et un réacteur UASB de 120 m³ pour les effluents d'une usine de production de farine protéique à partir de déchets d'abattoirs.

Pour 1992, nous venons d'obtenir un contrat pour la conception et la construction de deux digesteurs UASB pour les hôpitaux publics mexicains.

Actuellement, sont en cours d'opération quatre réacteurs pilotes : un réacteur UASB de 50 m³ financé par la CEE pour étudier le traitement anaérobie d'eaux usées urbaines, deux réacteurs UASB de 40 m³ et 10 m³ pour une étude de traitement des eaux résiduaires de deux usines concurrentes produisant de la levure de boulangerie sur milieu de culture à base de mélasse de canne à sucre (financement industriel), et un réacteur UASB de 5 m³ pour le traitement de vinasses, résidus de la distillation de la mélasse de canne à sucre (financement industriel). A l'heure actuelle, ces réalisations sont en voie d'évaluation et il n'est pas encore possible de fournir des résultats d'opération. Cependant le tableau suivant permet d'apprécier, à partir d'expériences pré-pilotes réalisées par notre groupe, les performances d'épuration (E%) que nous pouvons espérer de nos installations pilotes en cours.

Les effluents de distillerie et de levurerie sont particulièrement difficiles à traiter en raison de la nature du substrat de base utilisé dans ces industries sous ces latitudes pour le milieu de culture (mélasse de canne à sucre). Les raisons de cette récalcitrance sont liées à différents aspects : ces résidus

Effluent	Volume réacteur (litres)	Charge volumétrique Kg DCO/m ³ réacteur.jh	TRH	E%	Température °C
Levurerie	100	6	48	60	33
	100	10	48	60	33
Urbain	100	0,93	12	65	ambiante
Distillerie	120	36	72	55	35

sont épuisés en substances facilement biodégradables à cause des procédés intensifs de fermentation utilisés pour la production de levures ou d'alcool, la présence de polyphénols récalcitrants à la biodégradation qui donnent à ces résidus une teinte noirâtre caractéristique, de fortes concentrations en sels minéraux (sulfates, potassium et sodium) ainsi qu'une charge organique très élevée.

La dépollution de ces effluents pose un véritable problème technico-scientifique et pour répondre aux normes en vigueur, un post-traitement s'impose le plus souvent. Malheureusement, son coût peut être prohibitif en raison principalement de la présence de la teinte excessivement foncée de ce type d'effluent, qui s'obscurcit généralement après le traitement anaérobie (présence de sulfures), et du caractère récalcitrant de la matière organique résiduelle. Les perspectives de développement des procédés biologiques de traitement anaérobie

en Amérique latine sont énormes et le marché ne cesse d'évoluer de manière croissante. Le Brésil se situe parmi les leaders avec plus de cent réacteurs installés, mais la Colombie, le Vénézuéla et le Mexique sont en voie de développer très rapidement ces procédés.

Les industries de choix pour l'application du traitement anaérobie sont traditionnellement celles du secteur agro-alimentaire, mais une ouverture importante en direction des secteurs de la chimie et de la pétrochimie est à prévoir dans un futur proche en raison de l'évolution des recherches et des potentialités de certains effluents.

Notre groupe franco-mexicain travaille activement dans ce sens car le secteur pétrochimie est très important au Mexique. Actuellement, une école se dessine pour l'application des procédés anaérobies aux effluents très dilués tels que les eaux usées domestiques. Il existe déjà au Brésil et en Colombie des installations en grandeur réelle et de nombreuses opérations pilotes, notamment en

Hollande, Colombie et Mexique, tendent à démontrer l'applicabilité de cette technologie à ce type particulier d'effluent.

Glossaire

EOA : Organisation des Etats Américains

Mélasse : Résidu de canne à sucre après extraction du sucre

TRH : Temps de Rétention Hydraulique dans le réacteur de l'effluent liquide à traiter

UASB : Réacteur anaérobie à flux ascendant et à lit de boues

- (1) GARCIA J.L. 1990 Taxonomy and ecology of methanogens FEMS Microbiology Review 87, 297-308.
- (2) GUYOT J.P., MACARIE H., NOYOLA A. 1990 Anaerobic digestion of a petrochemical wastewater using the UASB process. Applied Biochemical Biotechnology 24/25, 579-589.
- (3) GUYOT J.P., MONROY O., NOYOLA A. 1991 Le traitement des eaux résiduaires au Mexique. ORSTOM Actualités 31, 6-8.
- (4) GUYOT J.P., NOYOLA A. 1991 L'Amérique Latine en anaérobiose. Biofutur 101, 44-50.
- (5) MACARIE H., NOYOLA A., GUYOT J.P. 1991 Anaerobic treatment of a petrochemical wastewater from a terephthalic acid plant. Water Science and Technology (sous presse).
- (6) MONROY O., NOYOLA A., RAMIREZ F., GUYOT J.P. 1988 Anaerobic digestion and water hyacinth as a highly efficient treatment process for developing countries. 5th International Symposium on Anaerobic Digestion, Bologna, Italy, Tilche A., Rozzi A. (eds), Monduzzi Editore, pp.747-751.
- (7) NOYOLA A. 1990 Tratamiento anaerobio de aguas residuales : una experiencia de adaptación de tecnología en México. 1ere Conférence Régionale sur le traitement anaérobie des eaux résiduaires en Amérique Latine, Mexico, pp.337-357.
- (8) NOYOLA A., MACARIE H., GUYOT J.P. 1990 Treatment of terephthalic acid plant wastewater with an anaerobic fixed film reactor. Environmental Technology 11, 239-248.

La modernisation de la gestion des entreprises en Afrique : une forme d'innovation

Les programmes de restructuration industrielle, mis en oeuvre en Afrique depuis le début des années 1980, butent sur des difficultés persistantes. Les recommandations de gestion, maintes fois rappelées, restent inappliquées. Les tentatives de modernisation échouent face au manque de motivation du personnel et à la résistance des mentalités.

Alain Henry

Chargé d'études à la Caisse Centrale de Coopération Economique et chercheur associé à l'équipe "Gestion et Société" du CNRS dirigée par Ph. d'Iribarne

L'essor des entreprises privées et publiques en Afrique nécessite qu'un effort soit fait pour améliorer leur gestion et leur organisation.

En réalité, les outils de gestion "internationaux" qui sont proposés, parce qu'ils sont

forgés dans d'autres cultures, ne suffisent pas à résoudre les difficultés propres au contexte local. L'efficacité de ces systèmes d'organisation repose largement sur la présence directe d'une assistance technique. Les fonctions de contrôle restent bien souvent confiées à des Européens parce que les Africains se considèrent entre eux comme a priori soumis à la subjectivité des relations personnelles, ce qui tend à délégitimer leurs décisions.

Les échecs tiennent plus à une inadaptation des méthodes employées qu'à une quelconque incapacité des cultures africaines. Certains préceptes, prônés par les spécialistes, sont inapplicables parce que les prin-