

ORSTOM

A C T U A L I T É S

**L'ENDO-UPWELLING
GÉOTHERMIQUE**

**TRANSMIGRATION
ET MIGRATIONS
SPONTANÉES
EN INDONÉSIE**

**TRAITEMENT
ANAÉROBIE
DES EAUX
RESIDUAIRES
AU MEXIQUE**

N° 31

Novembre
Décembre
1990

INSTITUT
FRANÇAIS
DE RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
POUR LE
DÉVELOPPEMENT
EN COOPÉRATION

LE TRAITEMENT ANAÉROBIE DES

La problématique de l'eau au Mexique pourrait s'exprimer en termes généraux, tant elle est commune à celle de nombreux pays en développement (PED): épuisement accéléré des nappes phréatiques, absence d'un réseau dense et efficace de systèmes épurateurs des eaux usées, inadéquation des choix en matière de technologie quand il s'agit de déterminer un procédé pour le traitement des eaux résiduaires, crise économique, législation quasi-inexistante ou inopérante, manque de prise de conscience de l'ampleur du problème au niveau des utilisateurs, alliée souvent aux plus parfaits des cynismes quant au comportement des industriels et agriculteurs vis-à-vis de l'utilisation et du recyclage de l'eau, cynisme qui d'ailleurs caractérise l'usage de toute autre ressource naturelle. Cette énumération n'est certes pas exhaustive, mais résume clairement le contexte dans lequel il faut opérer quand on souhaite aborder cette problématique au Mexique, ou autre PED.

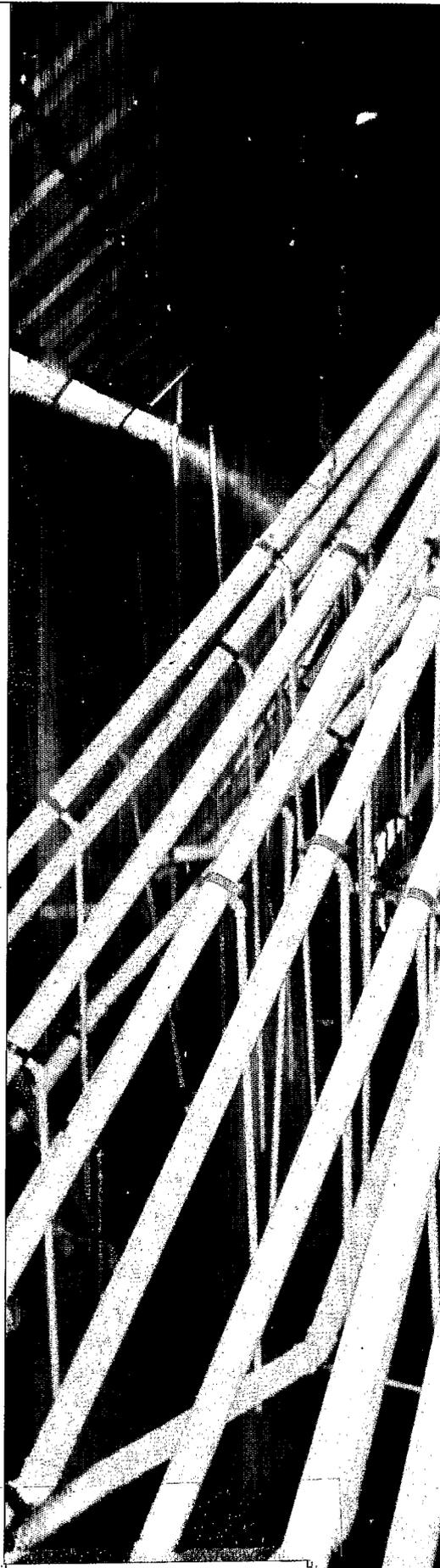
Au Mexique, l'industrialisation et l'accroissement démographique du pays, particulièrement sensible dans les grandes cités, a engendré une augmentation importante des besoins, et par conséquent un accroissement considérable du volume des rejets d'eaux résiduaires, se traduisant par un impact écologique des plus négatifs sur les corps récepteurs naturels (rivières, lacs, etc). Le ministère mexicain du développement urbain et de l'écologie (SEDUE) a estimé que la quasi-totalité des eaux résiduaires produites au Mexique (1985) a atteint 160m³/s, dont 17,5 % ont été traités, mais seulement 9,5 % avec l'efficacité espérée! De nombreuses ins-

tallations de traitement des eaux usées ne sont pas opérationnelles par manque de maintenance, de savoir-faire technique et de crédits. La ville de Mexico compte avec un nombre limité d'usines de traitement : 11 au total. La capacité maximale des 8 usines utilisant le procédé dit à boues activées, installées sur Mexico, est de 4,3 m³/s, mais il ne s'en traite que 2,5 m³/s (59 % de la capacité de ces usines) essentiellement en raison de problèmes de maintenance. Mais ce volume traité ne représente qu'une faible fraction du total rejeté par la ville (30 m³/s approximativement), de telle manière que l'essentiel des eaux résiduaires de la ville et de sa vallée est évacué sans traitement, pour être utilisé directement en irrigation et arrosage des zones agricoles avoisinantes. Les procédés de traitement des eaux résiduaires utilisés jusqu'à présent ont été essentiellement ceux dits "aérobies"*, avec une prédominance pour les usines à boues activées qui nécessitent une puissante aération des bassins dans lesquels les eaux usées sont traitées. Pour installer de telles usines, il est nécessaire d'effectuer d'énormes investissements, de compter sur un personnel techniquement qualifié pour assurer leur maintenance, ou sinon de passer des contrats de maintenance coûteux avec les compagnies construisant les installations, de disposer de crédits nécessaires pour faire face aux frais d'opération telle la dépense énergétique liée à l'aération forcée des réacteurs. Devant une telle situation et la rapidité croissante des ressources, quelles sont les alternatives ?

LE CHOIX ANAÉROBIE*

De nombreux PED tels que, le Brésil, la Colombie, l'Uruguay, Cuba, la Chine Populaire et l'Inde, sont en train d'opter pour une technologie plus appropriée à leur contexte socio-économique. Il s'agit de procédés utilisant le traitement anaérobie des eaux usées, et plus spécifiquement ceux de seconde génération (il en existe une troisième). Ces procédés sont maintenant largement employés dans les pays industrialisés, et leur efficacité n'est plus à démontrer pour une large gamme d'effluents, en particulier ceux de l'industrie agro-alimentaire. Les réacteurs destinés au traitement anaérobie des eaux usées nécessitent un investissement moindre, et leur maintenance est géné-

Intérieur d'un réacteur-UASB (Tlaxcala, Mexique): on y voit une sorte de jeu d'orgue qui correspond à la tuyauterie interne du réacteur répartissant l'effluent.
Photo: Jean-Pierre Guyot



AUX RESIDUAIRES AU MEXIQUE



ralement plus aisée. De plus, la production de gaz méthane, principal produit de la dégradation anaérobie de la matière organique, rend positif le bilan énergétique des installations. Par contre, dans les procédés aérobies, la matière organique est essentiellement transformée en boues dont il faut par la suite envisager le traitement pour leur stabilisation.

Malheureusement, le Mexique, par rapport à ses cousins de la région Amérique latine de développement similaire, a pris un retard technologique notable en matière de traitement anaérobie ; situation due à des concepts encore en vigueur dans ce pays, basés sur des à priori négatifs datant de l'époque où ces procédés n'étaient pas encore bien mis au point. Depuis, des progrès considérables ont été effectués pour améliorer les procédés de digestion anaérobie, mais n'ont pas été de toute évidence l'objet d'une grande diffusion dans ce pays.

C'est au niveau universitaire, en 1985, que s'est effectuée une prise de conscience pour établir au Mexique de nouvelles bases pour le traitement des eaux résiduaires. Ainsi, grâce à l'initiative de Oscar Monroy, professeur du département de biotechnologie de l'UAM-I (Université Autonome Métropolitaine d'Iztapalapa, Mexico), s'est créé en 1986 un groupe d'universitaires et de chercheurs dont le but est de promouvoir au Mexique la technologie des réacteurs anaérobies pour le traitement des eaux résiduaires tant domestiques qu'industrielles. Cette promotion passe par :

- la formation de personnel qualifié de haut niveau (ingénieurs, chercheurs) sensibilisé à cette technologie ;
- des opérations pilotes de démonstration ;
- des conférences visant à sensibiliser non seulement le public scientifique mais aussi les instances administratives et les industriels concernés ;
- l'organisation de manifestations au niveau régional afin de fédérer les efforts entrepris en Amérique latine.

UNE TECHNOLOGIE MODULABLE ET APPROPRIÉE AU CONTEXTE MEXICAIN

Ce groupe s'est constitué autour de trois institutions :

- la UAM-I, département de biotechnologie
 - l'ORSTOM, département Milieux et activité agricole (UR 3B)
 - la UNAM : institut d'ingénierie
- et de trois axes de recherche dont les responsables sont : Oscar Monroy et Adalberto Noyola (axe 1), Jean-Pierre Guyot

(axe 2), Amparo Ramós et Oscar Monroy (axe 3).

La combinaison de ces 3 axes d'études permet, dans le cadre d'une recherche parfaitement intégrée, de proposer une technologie modulable et appropriée au contexte socio-économique d'un pays en développement, tel le Mexique. Grâce aux financements de la CEE et de l'OEA, nous sommes en train de réaliser la construction de digesteurs UASB pilotes de 5 et 50 m³ pour le traitement des eaux usées de la UAM-I et d'une lagune de jacinthe d'eau de 150 m², avec l'objectif de disposer d'une plate-forme de démonstration pour tout organisme privé ou d'état désireux de s'informer. Par ailleurs, pour le compte d'une entreprise produisant des levures, nous construisons un petit digesteur UASB de 40 m³ afin de traiter les effluents issus de cette activité. Les débuts sont timides, mais malgré l'hermétisme des milieux mexicains vis-à-vis de cette technologie, nous avons malgré tout bon espoir de la voir progressivement s'implanter. A cet effet, nous avons organisé en novembre 1990 un séminaire régional qui a réuni les experts d'une dizaine de pays d'Amérique latine et des experts de renommée internationale, afin de discuter des problèmes relatifs à l'implantation et au développement des procédés anaérobies pour le traitement des eaux. Les conclusions de ce séminaire seront portées sur la scène internationale dans le cadre du prochain symposium international de digestion anaérobie qui aura lieu au Brésil en 1991. Le séminaire est considéré par le comité organisateur de ce symposium comme événement régional préparatoire, et c'est la première fois qu'une telle initiative est prise en Amérique latine, grâce aux efforts conjugués de l'Orstom et de ses partenaires pour la circonstance (UNAM, UAM-I, ICAITI), mais aussi aux concours financiers d'organismes internationaux (OPS, IAWPRC, GEPLACEA), mexicains (SEDUE, CONACYT, IMTA, IMP), français (CST), nord-américains (EPA).

Jean-Pierre Guyot

Département Milieux et activité agricole
Oscar Monroy et Adalberto Noyola
Université Autonome Métropolitaine
de Mexico



Réacteur UASB à échelle "industrielle"
(Medellin, Colombie). Photo : Jean-Pierre Guyot

Pour en savoir plus

Lettinga G., Van Velsen A.F.M., Hobman S.W., de Zeeuw W. and Klapwijk A., 1980 - Use of the upflow sludge blanket (USB) reactor concept for biological wastewater treatment, especially for biological anaerobic treatment. *Biotechnology Bioengineering*, 22 : 699-734.

Noyola A., 1986 - La digestion anaerobica aplicada al tratamiento de aguas residuales a nivel individual y semicolectivo. En "Los limites del deterioro ambiental". *Memorias del V Congreso Nacional de Ingenieria Sanitaria y Ambiental, SMI-SAAC*, pp. 131-135.

Monroy O., Noyola A., Ramirez F. and Guyot J.P. - Anaerobic digestion and water hyacinth as a highly efficient treatment process for developing countries. In *Poster Papers, 5th International Symposium on Anaerobic Digestion*. Tilche A. and Rozzi A. (ed.), Monduzzi editore, Bologna, 1988, 747-751.

Guyot J.P., Noyola A. and Monroy O. 1990 - Evolution of microbial activities and population in granular sludge from an UASB reactor. *Biotechnology Letters*, Vol. 12 n° 2 : 155-160.

Guyot J.P., Macarie H. and Noyola A. 1990 - Anaerobic digestion of a petrochemical wastewater using the UASB process. *Journal of Applied Biochemical and Biotechnology*. Vol. 24/25 : 579-589.

Noyola A., Macarie H. and Guyot J.P. 1990 - Treatment of terephthalic acid plant wastewater with an anaerobic fixed film reactor. *Journal of Environmental Technology*. Vol.11 : 239-248.

LISTE DE SIGLES

- UAM-I: Universidad Autonoma Metropolitana Unidad Iztapalapa
- UNAM: Universidad Nacional Autonoma de Mexico
- ICAITI: Instituto Centro Americano de Investigacion Tecnologica e Industrial
- OPS: Organismo Panamericano de la Salud
- IAWPRC: International Association on Water Pollution Research and Control
- GEPLACEA: Groupement latino-americain des producteurs de canne à sucre
- SEDUE: Secretaria de Desarrollo Urbano y de Ecologia
- CONACYT: Consejo Nacional de Ciencia y de Tecnologia
- IMTA: Instituto Mexicano de Tecnologia de Agua
- IMP: Instituto Mexicano de Petroleo
- CST: Centre Scientifique et Technique de l'Ambassade de France au Mexique
- EPA: Environmental Protection Agency
- UASB: Upflow Anaerobic Sludge Blanket
- OEA: Organisation des États Américains.

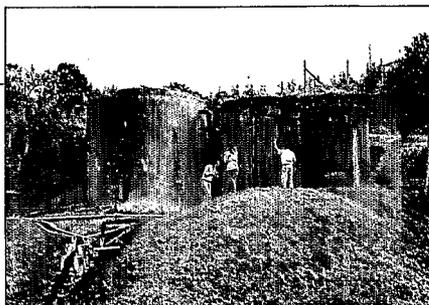
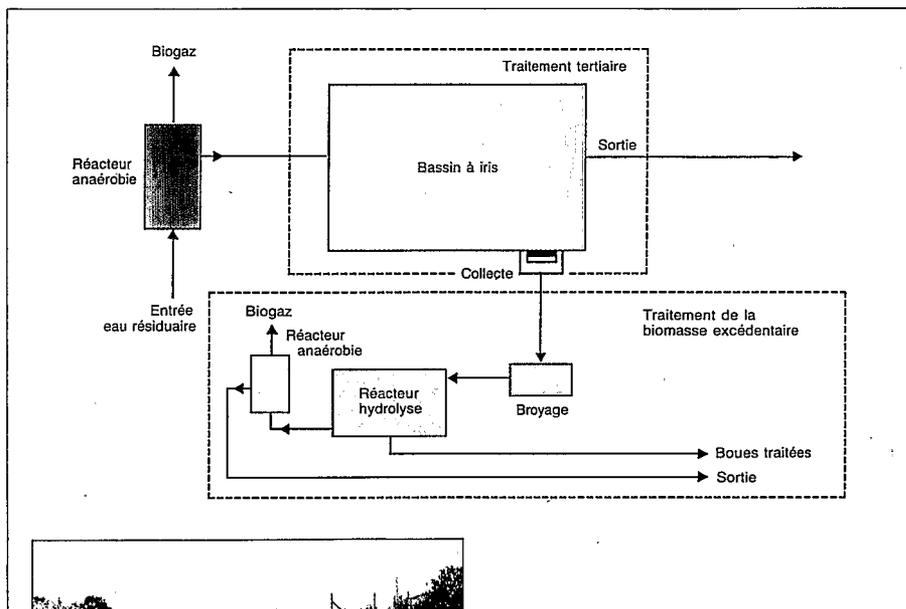


Schéma du système de traitement par digestion anaérobie et iris des marais.

*Petits réacteurs industriels UASB et filtre anaérobie, traitant des effluents urbains (Medellin, Colombie).
Photo: Jean-Pierre Guyot*

Anaerobic treatment of wastewaters

Promoting a new approach for Mexico

Rapid industrialization and population growth in Mexico's large cities have brought rising needs for the recycling of wastewaters. Mexico has traditionally relied on aerobic recycling plants, where wastewaters are oxygenated through the ventilation of retention tanks. These facilities are investment and energy intensive and their maintenance costs are high. In 1985 the discharge of residual waters for the entire country was 160 cubic meters per second, of which 17,5 % were treated, but only 9,5 % with the anticipated efficiency. 8 of Mexico City's 11 water-recycling plants use the aerobic (oxygenated) sludge blanket process, with however an effectiveness of only 59 % due largely to maintenance problems, resulting in adequate treatment of a mere 2,5m³/s out of around 30 m³/s of the capital discharges in residual waters. The remainder is evacuated untreated and used directly for crop irrigation and other agricultural purposes. Other countries like Brazil, India and China have opted for anaerobic (unoxxygenated) plants which are easy to operate and maintain. They require technology better suited to

the countries' socio-economic realities and are effective for a wide range of effluents. Moreover, anaerobic breakdown of organic matter releases methane gas as principal pollutant, ecologically more appealing than the sludge produced by aerobic recycling and which requires additional treatment for stabilization. At the behest of Professor Oscar Monroy of Mexico City's Iztapalapa University, a group of academics and researchers (including members of Orstom's Agricultural Environment and Activity Dept.) was founded in 1986 to promote anaerobic recycling technology in Mexico. The group initiated improved regional cooperation, pilot demonstrations, professional training schemes and local conferences to inform the public as well as Mexican policymakers. In November 1990 the group organized the first regional symposium dedicated to the implantation and development of anaerobic processes. Deliberations by representatives from several Latin American states and by international experts shall be publicized at the next international symposium, to be held this year in Brazil.