

TRAITEMENT ANAEROBIE DES EFFLUENTS D'UN COMPLEXE PAPETIER

INDUSTRIEWATER EERBEEK B.V. - NL

Résumé

Le présent document décrit l'installation de "Industriewater Eerbeek B.V." aux Pays-Bas pour le traitement en commun des effluents d'un complexe papetier. Cette installation traite les effluents de 3 usines distinctes produisant environ 300.000 tonnes de papier par an. Pour accroître la capacité de réduction de la charge de DCO et de DBO, un réacteur anaérobie UASB a été construit en 1985 et les résultats des premières années sont rassemblés dans ce document.

1. Introduction

Le traitement anaérobie des eaux usées de l'industrie du papier est maintenant une technique bien éprouvée. L'essentiel des premiers travaux dans ce domaine a été conduit aux Pays-Bas et il existe maintenant 4 installations industrielles dans l'industrie du papier. La dernière de ces réalisations est située à Industriewater Eerbeek B.V. qui est une société de droit privé ayant pour objet le seul traitement des eaux usées de plusieurs papeteries.

Le développement du traitement anaérobie est décrit dans le présent rapport.

2. Evolution du traitement des eaux à Industriewater

Le traitement a été démarré dans les années 60 alors que les redevances pour le rejet des eaux usées dans l'environnement n'existaient pas. Quatre papeteries de la ville de Eerbeek (entre Apeldoorn et Arnhem) s'accordèrent pour construire une unité de traitement biologique en commun et pour participer au prorata de leur charge au coût total du traitement. Dans les années 70, l'installation était constituée d'une chaîne très conventionnelle comprenant une décantation primaire suivie d'un traitement biologique par boues activées et un traitement de déshydratation mécanique des boues en excès.

En dépit de l'arrêt d'activité de l'un des partenaires en 1980, la concentration des matières organiques dissoutes dans les effluents bruts n'avaient cessé d'augmenter au long des années. En 1984, il était devenu nécessaire de rechercher la meilleure solution pour accroître la capacité du traitement biologique. S'appuyant sur le succès du traitement anaérobie de Roermond Papier, des essais de laboratoire et des essais-pilote ont été conduits à Eerbeek. Ces essais ont confirmé qu'un prétraitement anaérobie en amont de l'étage aérobie était la méthode la plus appropriée pour obtenir les avantages suivants:

- * coût d'investissement relativement bas;
- * réduction du coût d'exploitation de l'installation;
- * faible besoin en surface.

De sorte qu'une installation industrielle de traitement anaérobie fût construite en 1985.

3. Caractéristiques des eaux usées

Les effluents bruts à Industriewater sont constituées par les rejets de 3 papeteries ayant les caractéristiques rassemblées dans le tableau 1.

Tableau 1
Caractéristiques des effluents bruts

Usine	Débit $\text{m}^3 \cdot \text{j}^{-1}$	DCO _{soluble} $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ $\text{ton} \cdot \text{j}^{-1}$		DBO _{soluble} $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ $\text{ton} \cdot \text{j}^{-1}$		Sulfates $\text{mg SO}_4 \cdot \text{l}^{-1}$
De Hoop	5.500	2.000	11,0	1.100	6,1	130
KNP	5.000	480	2,4	200	1,0	525
Coldenhove	1.500	200	0,3	90	0,14	160

La Papeterie De Hoop (groupe Reed International) produit 200.000 t/an de carton ondulé et de test liner à partir de vieux papiers et représente la source majeure de pollution DCO/DBO. KNP Vouwkarton produit 75.000 t/an de carton d'emballage à partir de pâte vierge et, alors qu'elle ne contribue que pour 20% à la charge en DCO, cette usine est la source principale des sulfates. La troisième, papeterie Coldenhove, produit 12.000 t/an de papier d'emballage, etc. et contribue de façon modeste à la charge des effluents.

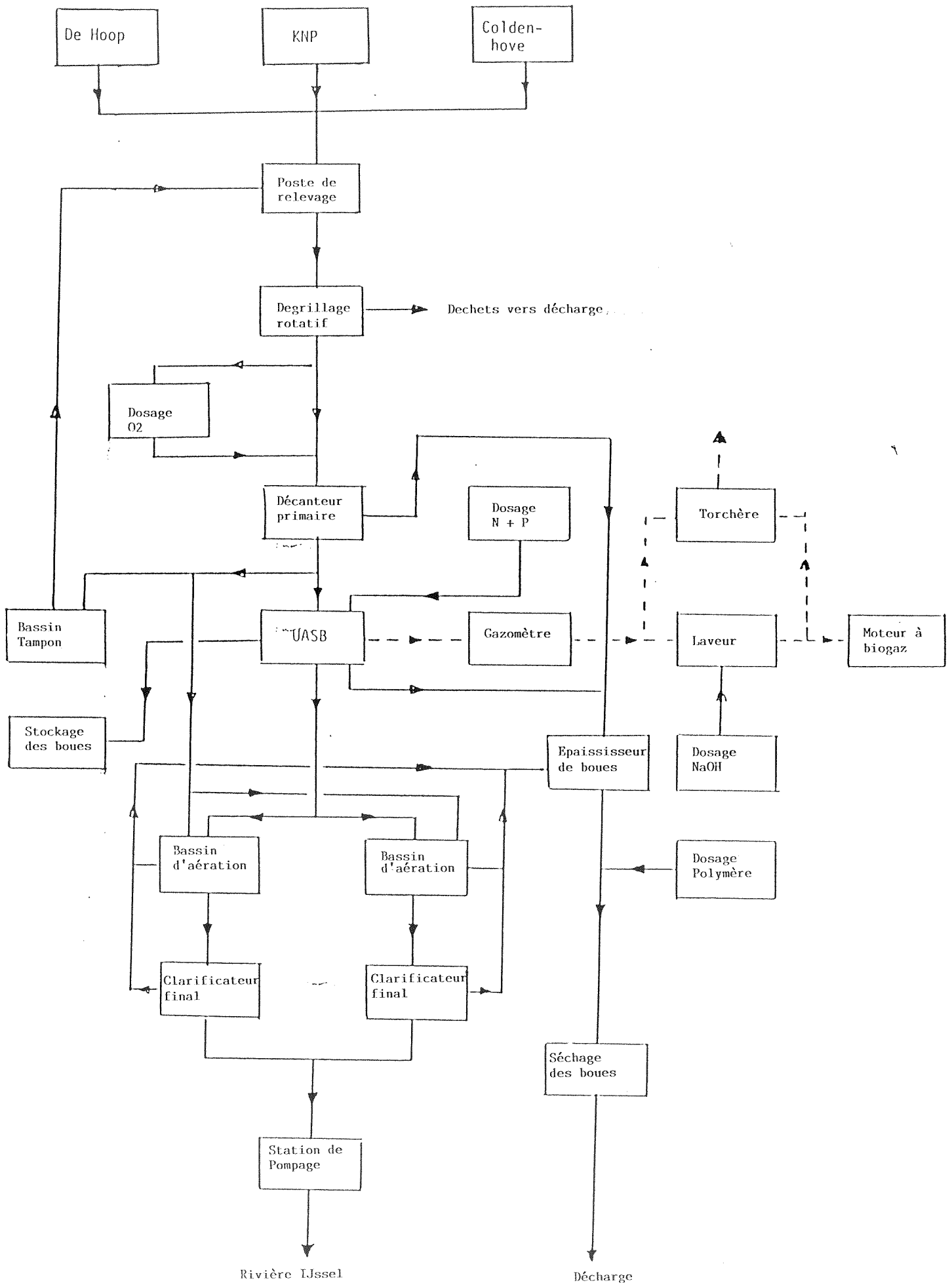
4. Description de l'installation existante

Le schéma de l'installation d'Industriewater est représenté à la figure 1. Les 3 effluents rejetés arrivent par canalisation séparées dans une fosse de relevage, à partir de laquelle l'effluent général est relevé par vis d'Archimède dans une grille rotative (pour retenir les grosses particules) puis vers le décanteur primaire (surface 1.100 m²). Ce décanteur a été initialement défini pour traiter un flux très supérieur au flux actuel. De manière à prévenir le dégagement d'odeurs occasionné par le long temps de séjour, de l'oxygène pur est introduit dans le système. L'eau décantée, qui passait directement dans les bassins d'aération, est envoyée dans le réacteur anaérobie à flux ascendant dans un lit de boues (UASB) après ajout de nutriments (urée et acide phosphorique). Au delà d'un certain débit, le flux est dirigé soit dans un bassin de stockage soit vers les bassins d'aération. Le réacteur UASB a une capacité de 2.200 m³ assurant un temps de séjour hydraulique de 4,5 heures. Dans le réacteur, les composés organiques solubles sont convertis principalement en gaz biologique (mélange de gaz carbonique et de méthane) et en boue biologique granuleuse. Le biogaz transite par un gazomètre de 70 m³ avant d'être lavé pour être débarassé de son H₂S et finalement brûlé dans un moteur à gaz entraînant une génératrice d'électricité de 155 kW. l'excès de gaz biologique est brûlé dans une torchère. L'excès de boues biologiques anaérobies est extrait périodiquement du réacteur et est stocké ou livré sur d'autres sites pour le démarrage de nouveaux réacteurs.

Les effluents prétraités par voie anaérobie sont affinés dans l'un des deux bassins d'aération de 4.000 m³, le second ayant été mis hors service. L'aération est à fines bulles provient de soufflantes de 227 kW. Après une clarification finale dans l'un des deux décanteurs de 33,8 m de diamètre, l'effluent final est envoyé dans la rivière IJssel.

FIGURE 1.

DIAGRAMME DE FONCTIONNEMENT DE LA STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS D'INDUSTRIEWATER



5. Résultats de l'exploitation industrielle

L'étude pilote, d'une durée de une année, avait montré qu'en dépit d'une température "basse" de 23 °C et d'une concentration en DCO faible (600 à 950 mg. l⁻¹), des rétentions d'environ 63% pour la DCO et 76% pour la DBO pouvaient être espérées. Ce résultat ferait plus que doubler la capacité de l'installation biologique existante. En raison de la relative dilution de la DCO et de la température basse, le réacteur UASB industriel fut calculé sur des bases hydraulique plutôt que sur la charge en DCO (kg.m⁻³.j⁻¹).

A la fin de 1985, le réacteur d'Industriewater étaitensemencé avec 250 m³ de boues granuleuses du réacteur de Roermond Papier. Le réacteur était démarré en janvier 1986 et les résultats de la première année d'exploitation sont rassemblés au tableau 2. Il en ressort de manière évidente que les résultats sont supérieurs à ceux des essais pilote, avec une DCO et une DBO se stabilisant respectivement aux environs de 70% et 80%. Les meilleurs résultats de la taille industrielle étant vraisemblablement liés aux plus hautes concentrations de DCO entrante et à la température supérieure à celles des essais pilote.

Tableau 2

Résultats de l'installation de traitement anaérobie d'Industriewater

Mois (1986)	Entrée		Sortie		Réacteur Temp. °C	Rendement d'épuration DCO DBO5	Rendement	
	DCO mg.l ⁻¹	DBO5 mg.l ⁻¹	DCO mg.l ⁻¹	DBO5 mg.l ⁻¹			Temp. °C	prod. biogaz m ³ .j ⁻¹
Janvier	928	478	380	161	26	777	59	66
Février	840	403	312	119	27	1,029	63	70
Mars	907	442	289	102	28	1,867	68	77
Avril	898	432	242	77	29	-	73	82
Mai	996	510	279	80	31	-	72	84
Juin	1,025	522	297	85	32	3,030	71	84
Juillet	976	507	287	88	32	2,517	71	83
Août	1,158	630	296	90	30	3,352	74	86
Septembre	941	503	328	115	31	2,629	65	77
Octobre	936	495	302	101	31	2,635	68	80
Novembre	870	466	267	87	29	2,255	69	81
Décembre	1,005	549	320	113	29	2,923	68	79

Remarques

1. Débit de démarrage à 400 m³.h⁻¹
2. 19 mars 1986 augmentation du débit de 400 à 450 m³.h⁻¹
3. 20 novembre 1986 augmentation du débit de 450 à 480 m³.h⁻¹

La modification de l'alimentation du réacteur UASB s'est traduite par une augmentation de la production spécifique de gaz biologique qui s'est établi aux environs de 0,4 m³.kg⁻¹ de DCO éliminée, considérablement

supérieure à celle enregistrée pendant les essais pilote. La composition du gaz biologique est de 75-80% de méthane, 18-23% de dioxyde de carbone et 2,0-2,6% d'hydrogène sulfureux. En fonction du grand potentiel de dégagement des odeurs pour le voisinage de l'installation, des mesures supplémentaires ont été prises (bonnes couvertures, filtres à compost) pour limiter les odeurs de H₂S. A ce jour, elles se sont révélées pleinement efficaces.

L'adsorbeur à la soude a réduit la concentration en H₂S du biogaz de 25.000 à 100 ppm avec une consommation inférieure à 3,1 kg d'hydroxyde de sodium par kg de H₂S éliminé. La production d'énergie par le moteur à gaz a réduit la quantité d'énergie prélevée sur le réseau public d'environ 180.000 à 80.000 kWh par mois (Figure 2). On a constaté une réduction à seulement 118 kW de la puissance d'aération installée de 227 kW. Il est envisagé d'installer un second générateur en 1988 dans le but d'utiliser la totalité du biogaz produit - ce qui aura pour résultat de rendre l'installation d'Industriewater complètement autonome en énergie.

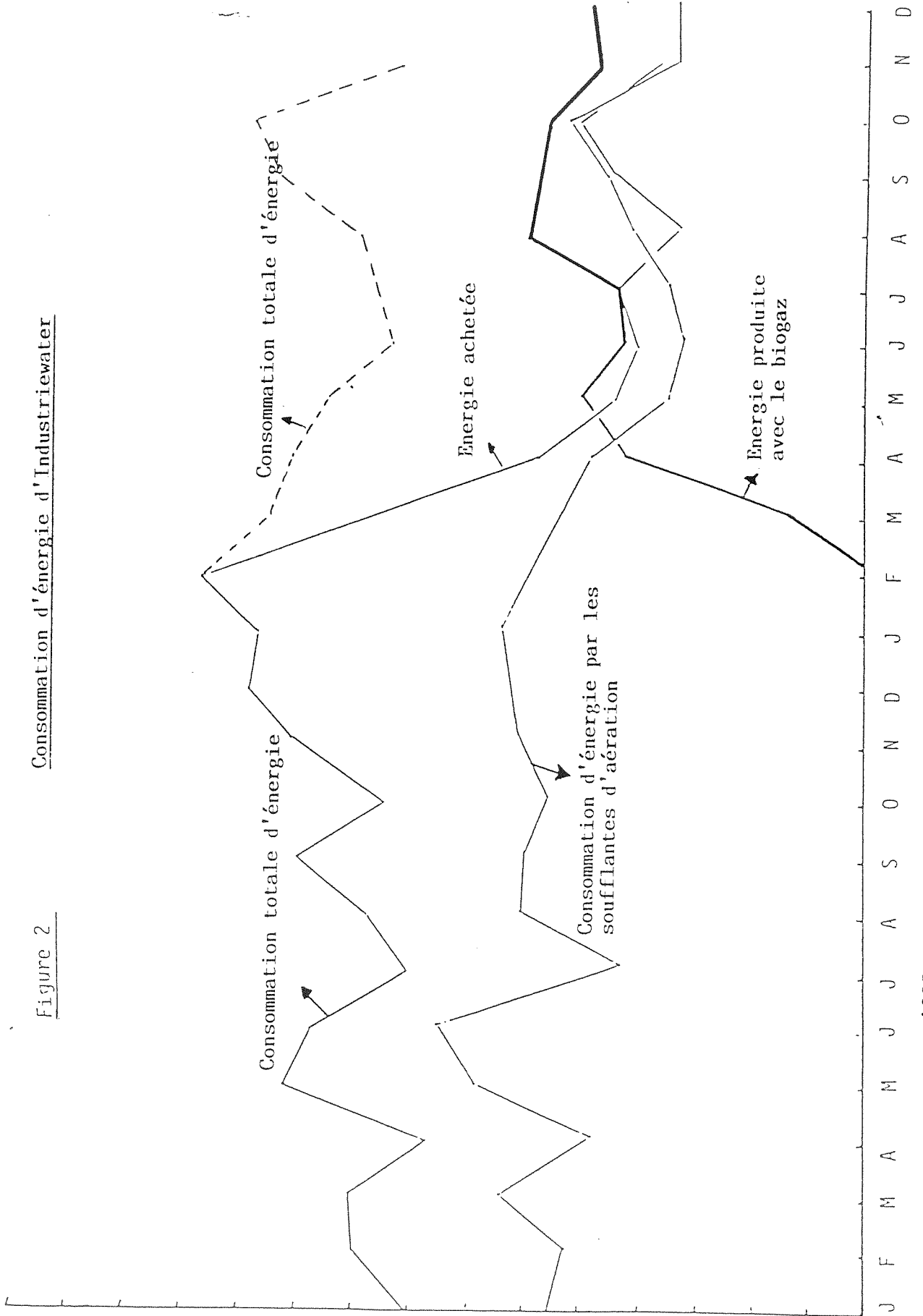
Après la première année d'exploitation, l'épaisseur du lit de boues dans le réacteur avait atteint environ 3 m dans le réacteur et cette boue contenait environ 8% de matière sèche *). La déshydratation des boues s'est améliorée en 1986 par le fait de l'importante réduction de la quantité de boues activées en excès. L'installation de déshydratation produit maintenant un gâteau contenant 33% de matière sèche à comparer aux 25% précédents. La réduction de la charge en DBO sur les boues activées a amélioré la décantabilité de la matière solide. Les problèmes posés par le bulking ont maintenant disparu par le fait de la réduction de l'indice de décantabilité de 200-300 à moins de 100 ml.g⁻¹ de solides. La stabilisation du traitement de "finition" par boues activées a permis la production d'un effluent final de très haute qualité (DCO = 75 et DBO₅ = 5 mg.l⁻¹), la concentration en DBO pouvant parfois être inférieure à celle de la rivière-récepteur.

*) Production de boues en excès: 50 à 100 m³ par semaine.

MWh par
mois

Figure 2

Consommation d'énergie d'Industriewater



1985

1986

6. Aspects économiques

Aux Pays-Bas, l'approche du problème des rejets s'est faite au travers de la définition d'objectifs de rejet uniformisés, ce qui signifie que tous les rejets dans les eaux de surface doivent répondre approximativement aux mêmes standards. Depuis 1975, une redevance pollution est levée pour tout rejet dans les eaux de surface et dans les réseaux, sans tenir compte du fait que le rejet corresponde ou non avec la capacité d'épuration du receveur. Cette redevance représente une incitation pour les industriels à améliorer la qualité de leurs effluents et des subventions sont disponibles pour la construction de station de traitement. Le système néerlandais de redevance est basé sur le calcul de la "population équivalente" (EH) de chaque rejet et chaque région fixe le montant de sa propre redevance par équivalent-habitant. Chaque équivalent habitant est calculé selon la formule:

$$EH = \frac{Q (DCO + 4,57 NTK)}{136}$$

dans laquelle Q est le débit de l'effluent en $m^3 \cdot j^{-1}$

DCO est la DCO de l'effluent en $mg \cdot l^{-1}$

NTK est l'azote total kjeldahl en $mg \cdot l^{-1}$

Les taxes levées par les Autorités pour les rejets en "eaux domaniales" sont les plus basses (25,5 à 31,5 florins par équivalent habitant) et très variables pour les rejets dans les eaux "non domaniales" (34 à 104 florins par équivalent habitant). S'il n'y avait pas de traitement à Industriewater, le montant de la redevance serait de 7,3 M florins par an (environ 23 MF par an ou 80 F par tonne de papier produite par les 3 papeteries). La redevance pour le rejet actuel est de 0,1 M florins (environ 300.000 FF par an) grâce à la réduction de DCO obtenue par l'installation d'Industriewater.

7. Conclusions

Le traitement anaérobie à échelle industrielle des effluents combinés des 3 papeteries à Eerbeek aux Pays-Bas a dépassé en performances les résultats escomptés à partir de l'étude pilote. Par utilisation plus complète du gaz biologique produit dans le procédé anaérobie, cette seule source permettra d'être autosuffisant en besoins énergétiques en 1987. Il existe des opportunités pour les papeteries en France de tirer profit des possibilités du traitement anaérobie, mais par le fait du plus faible niveau des redevances, la justification économique est moins évidente qu'aux Pays-Bas.