

EVOLUTION DE L'AZOTE AU COURS DU TRAITEMENT BIOLOGIQUE DU LISIER DE PORC

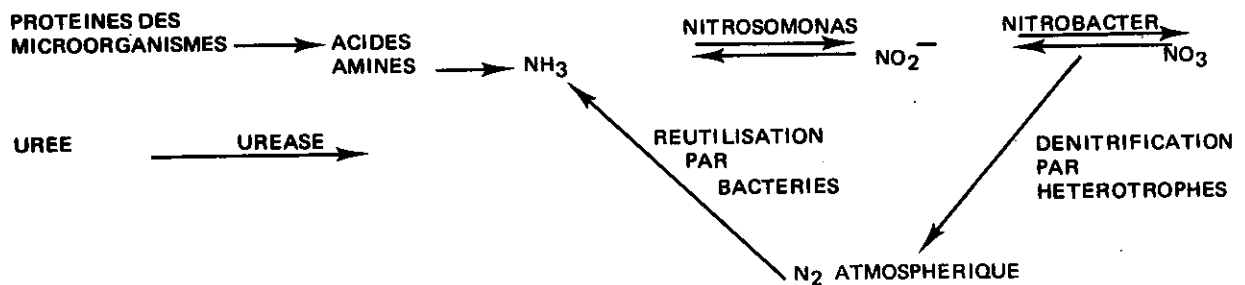
J.C. BOURDELOT

Société Degrémont B.P. 46 - 92500 Suresnes

Le présent exposé n'a pas la prétention de présenter une étude approfondie sur l'évolution de l'azote au cours du traitement biologique, mais plus simplement de faire part d'un certain nombre de constatations qui ont été faites sur des essais de laboratoire d'une part, et sur un pilote semi-industriel de traitement de lisier de porc, d'autre part.

I. GENERALITES SUR LE CYCLE DE L'AZOTE

Avant d'étudier l'évolution de l'azote au cours du traitement biologique du lisier de porc, il nous a semblé souhaitable de faire un bref rappel sur le cycle classiquement adopté pour l'azote. Il s'agit de celui proposé par le Professeur VILLERET.



Nous verrons plus loin les remarques que nous pouvons apporter sur ce cycle.

II. ESSAIS DE LABORATOIRE

Ces essais ont été effectués par ensemencement sur des milieux nutritifs appropriés et sur un pilote de laboratoire alimenté avec une eau résiduaire urbaine.

Les résultats obtenus apportent des précisions intéressantes sur l'évolution de l'azote. Nous ne nous étendrons pas sur le mode d'expérimentation qui présente peu d'intérêt dans le cadre de cet exposé.

II.2. Ensemencement

a) Nitritation (NH₃ → NO₂⁻)

- Flore autotrophe :

Sur le pilote, on observe l'apparition au bout de cinq à six jours de NO₂⁻ aux dépens de NH₄⁺ initial qui diminue, puis disparaît.

Cette nitritation est due aux nitrobactéries qui se sont développées dans la boue (Nitrosomonas, etc.)

- Flore hétérotrophe :

La transformation de NH₄⁺ en NO₂⁻ est très lente, la disparition de NH₄⁺ demandant de 24 à 55 jours.

On peut donc admettre que la nitrification est le fait de la flore autotrophe exclusivement. Mais pour qu'elle puisse se produire dans une station d'épuration, il faut que l'âge de la boue soit élevé. En effet, si nous appelons A l'âge de la boue et K_m la vitesse de croissance des Nitrosomonas, nous avons :

$$A > \frac{1}{K_m} \quad \text{avec } K_m = f(\text{température})$$

C'est ainsi que DOWNING a dressé le tableau suivant :

TOC	K_m	A (minimum, en jours)
10	0,10	10
15	0,18	6
20	0,33	3
30	0,60	2

b) Nitrification

- Flore autotrophe :

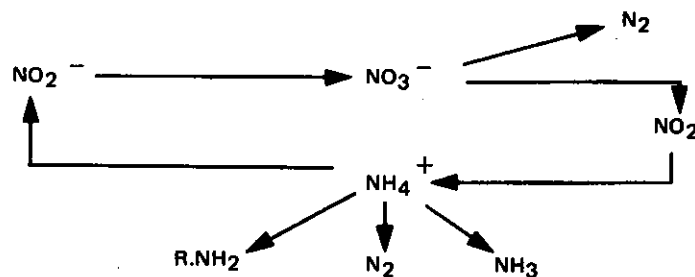
On observe les résultats suivants :

- Apparition de NO_3^- aux dépens de NO_2^- présent dans le milieu initial.
- Disparition totale de NO_2^- au bout de 20 à 25 jours
- Blocage au stade NO_3^- (pas de dénitrification)

- Flore hétérotrophe :

- Apparition très rapide des nitrates (6 heures)
- Disparition totale des NO_2^- au bout de 2 jours
- Disparition des NO_3^- produits, s'accompagnant d'une production de NH_4^+ importante, avec peut-être de l'azote gazeux. Il est probable que la réduction de NO_3^- en NH_4^+ passe par l'intermédiaire de NO_2^- .

On peut donc supposer le schéma suivant :



Ces résultats semblent donc montrer que la nitrification serait l'oeuvre principalement des hétérotrophes.

II.2. Pilote de laboratoire

Plusieurs séries d'essais ont permis de tracer les courbes 1, 2, 3 et 4.

- Courbe 1** : % NTK éliminé en fonction de C_m
L'optimum d'élimination correspond à une charge massique de 0,1 à 0,2.
- Courbe 2** : NH_4 éliminé en fonction de C_m
Le pourcentage de NH_4 éliminé ne varie pratiquement pas quand C_m augmente.
- Courbe 3** : % N organique éliminé en fonction de C_m
Optimum pour $0,2 < C_m < 0,3$

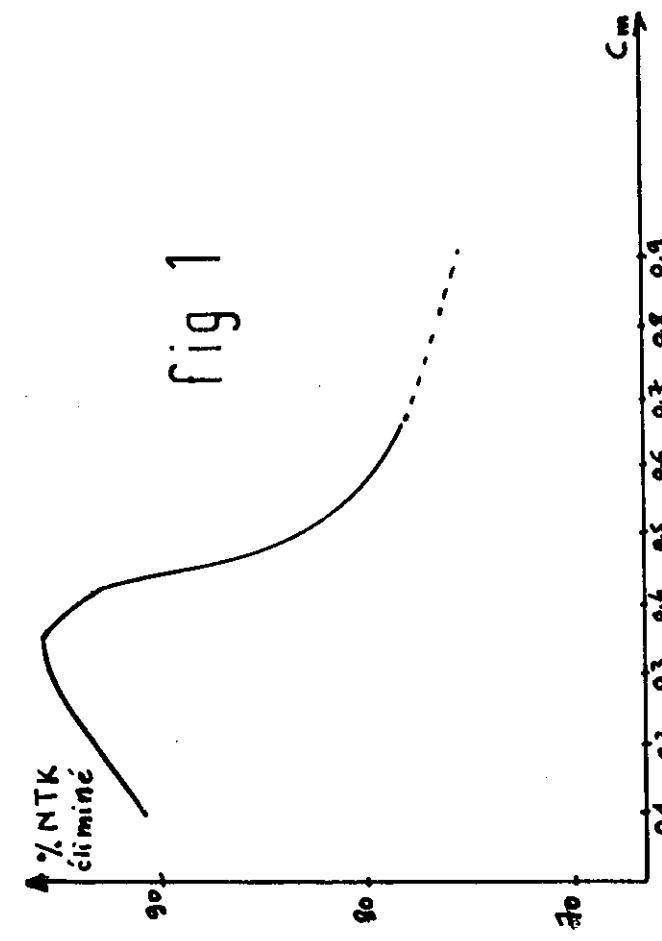


fig 1

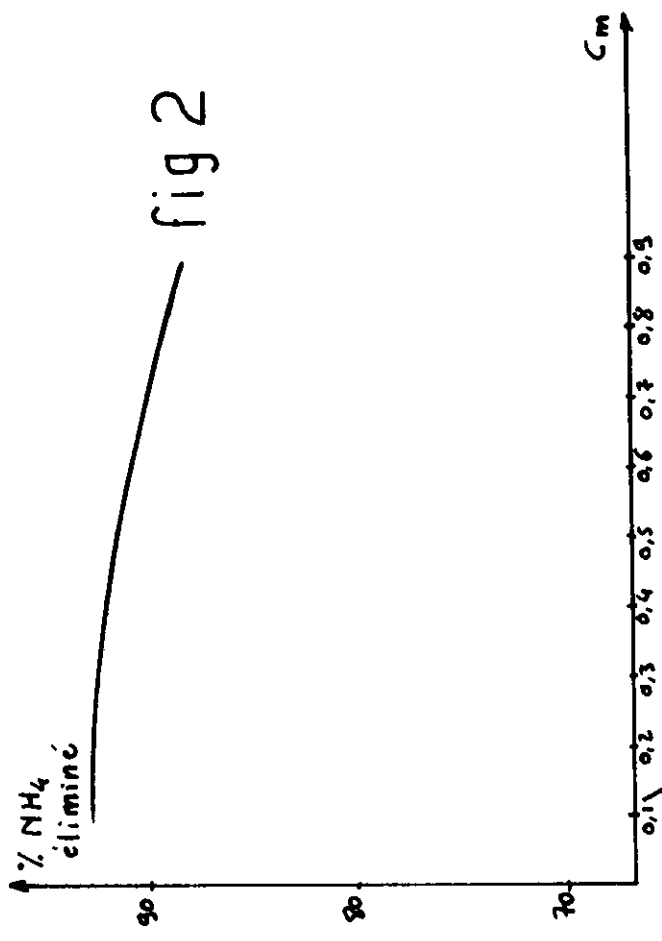


fig 2

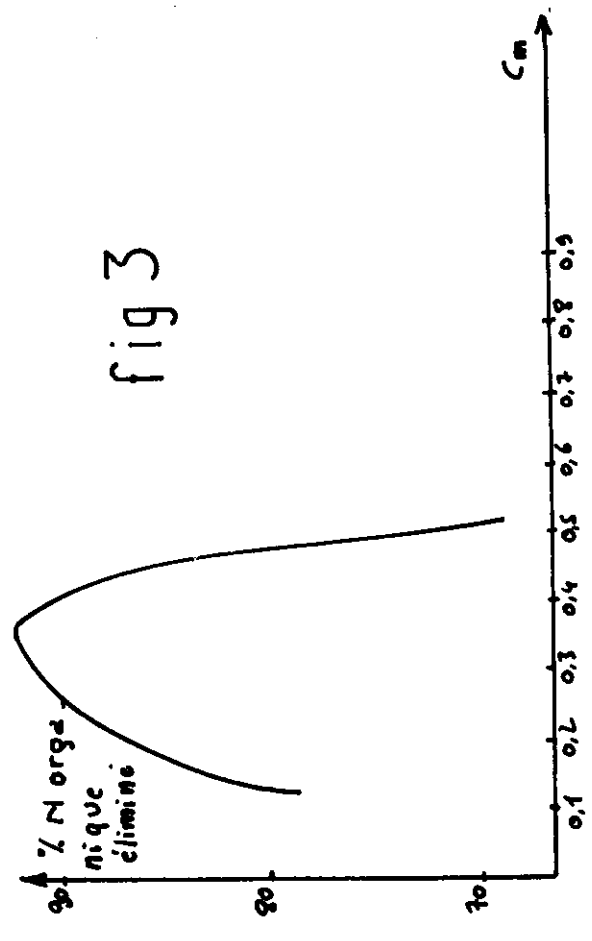


fig 3

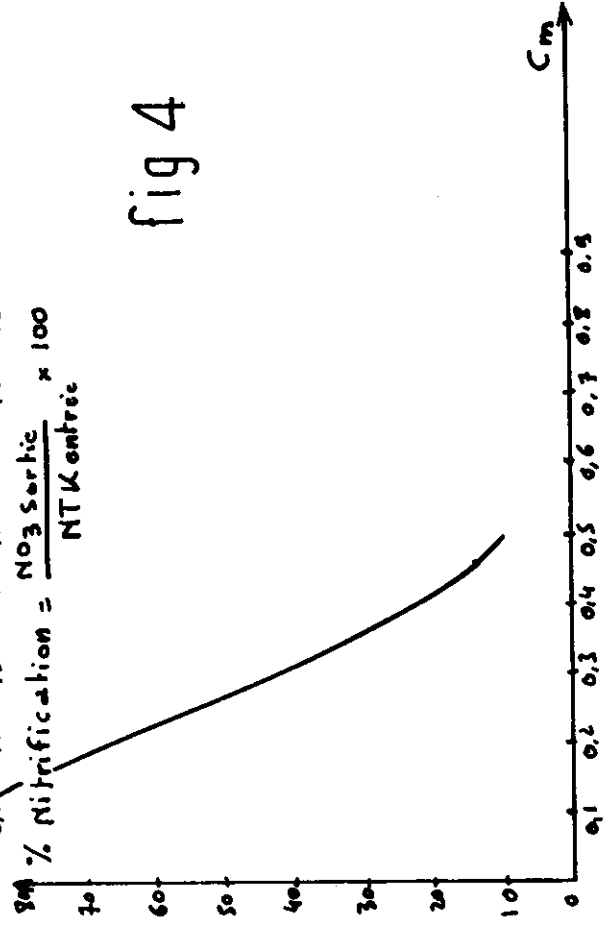


fig 4

Courbe 4. : $\frac{\text{NO}_3 \text{ sortie}}{\text{NTK entrée}} \times 100$, fonction de C_m

La quantité de NO_3^- dans l'effluent diminue rapidement quand la charge augmente. Mais, comme la quantité de NTK ne diminue pas aussi rapidement, on peut penser que la diminution de NO_3^- à la sortie n'est pas uniquement due à une inhibition de la nitrification mais à un départ d'azote sous forme gazeuse (N_2 , N_2O).

III. RESULTATS OBTENUS SUR LE PILOTE SEMI-INDUSTRIEL

(Schéma en Fig. 5)

Le pilote considéré était installé à La MINIERE (78) à la station Expérimentale sur l'Élevage des Porcs. Il s'agit d'un pilote à boues activées et à aération prolongée (temps de séjour dans le bassin d'aération : 30 jours). Ce pilote était prévu pour traiter 300 litres de lisier non dilué par jour. La charge massique moyenne était de $C_m = 0,045$ kg de DBO/kg de boues, ce qui correspond à une installation à très faible charge.

Ce pilote était destiné à fonctionner derrière une centrifugeuse qui éliminait une grande partie des matières en suspension, de la DCO et de la DBO. Cependant, les chiffres donnés dans cet exposé correspondent à la première période de fonctionnement, durant laquelle l'eau brute était introduite directement dans le bassin d'aération après une simple décantation.

Nous emploierons comme abréviations :

- EB pour l'eau brute
- EPD pour l'eau prédécantée
- ET pour l'eau traitée

III.1. Fonctionnement du pilote

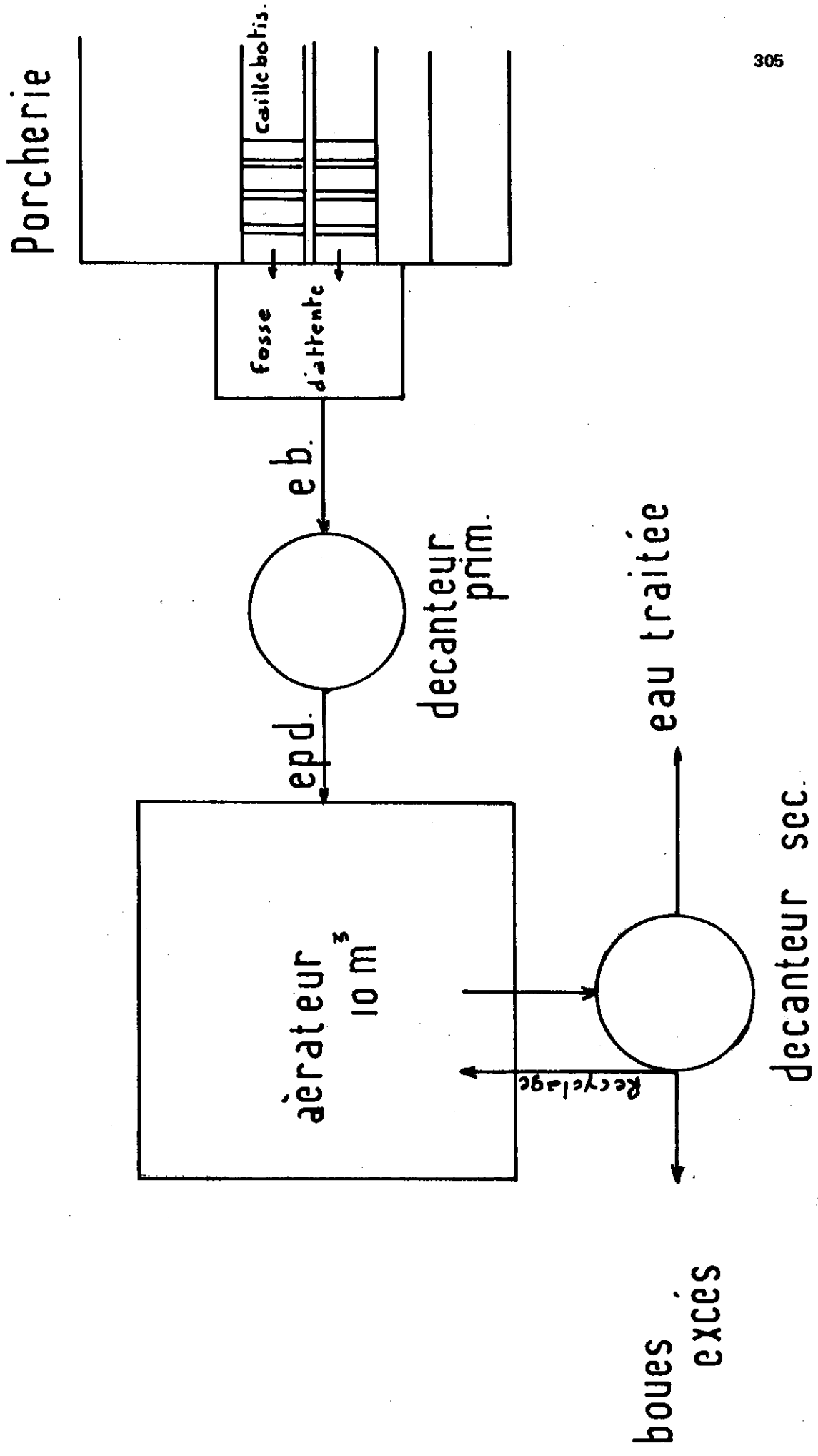
Tous les matins, 350 à 400 litres de lisier étaient pompés depuis la cuve de stockage jusque dans le décanteur 1. La décantation durait 2 heures. Au bout de ces 2 heures, une minuterie commandait l'ouverture d'une vanne et le surnageant (300 litres) était envoyé dans le bassin d'aération qui était une cuve de 10 m³. L'aération était assurée par un ACTIROTOR R 106 fournissant environ 4 kg d'oxygène à l'heure.

Au sommet de cet aérateur étaient également montées deux pompes DELASCO. L'une assurait l'alimentation du décanteur secondaire, l'autre la recirculation des boues qui se déposaient dans ledit décanteur. Le trop plein était constitué par l'eau traitée qui s'écoulait de façon continue à un débit de 300 litres/jour.

III. 2. Résultats obtenus

SUBSTANCE DOSEE	LIEU DE PRELEVEMENT	RESULTAT
Urée	Fosse d'attente	#
NTK	EB	1,85 g/l
	EPD	1,33
	ET	0,111
Azote ammoniacal	EB	1,7 g/l
	ET	0,032
Azote organique	EB	0,15 g/l
	ET	0,079
NO ₂	EB	# 0
	ET	1,5 g/l
NO ₃	EB	# 0
	ET	# 0

FIG 5 SCHEMA STATION PILOTE.



Ces résultats montrent clairement que l'élimination de NTK et de l'azote ammoniacal est très satisfaisante. Nous retrouvons à peu de chose près les résultats obtenus sur les courbes précédentes.

Par contre, dans la chaîne de nitrification, nous sommes bloqués au stade nitrites. Nous n'avons pas pu apporter de réponse satisfaisante à ce problème. Il faut cependant noter que les bactéries responsables de la nitrification sont :

- très sensibles aux faibles pH (ce qui était notre cas)
- sensibles à trop d'oxygène dissous (ce qui était aussi notre cas, puisque la concentration en oxygène dissous oscillait entre 7 et 8 mg/l).

IV. CONCLUSION

La station pilote nous a montré que par aération prolongée et à faible charge, nous obtenons des rendements de 92 % en élimination de NTK et 98 % en élimination d'azote ammoniacal.

Il serait intéressant de reprendre l'étude et de savoir pourquoi la chaîne de la nitrification se bloque au stade nitrites. Rappelons que de telles constatations ont déjà été faites sur des eaux résiduaires de cokerie et surtout sur des eaux résiduaires de porcheries en Hollande.