



# Clinoptilolite et environnement

## Résultats d'étude en post-sevrage



**S**i des solutions techniquement et économiquement viables peuvent être mises en place pour réduire les odeurs au stockage et à l'épandage, les nuisances olfactives émises par les bâtiments restent un problème.

Parmi les voies d'approche, l'utilisation de produits épandus sur le caillebotis, dans la préfosse ou intégrés dans l'alimentation des porcs a déjà été mentionnée par l'ITP. Beaucoup de produits existent actuellement sur le marché. L'ITP, depuis 1999, offre la possibilité aux vendeurs et/ou concepteurs de ces produits de tester leurs efficacités sur les aspects environnementaux que représentent d'une part les nuisances olfactives mais aussi la présence d'ammoniac dans les bâtiments et à l'extraction.

C'est dans le cadre de ces tests que la société grecque Sylver & Baryte a accepté de soumettre son produit, essentiellement composé de clinoptilolite, à une étude mise en place à la station ITP de Romillé (35)

### La clinoptilolite

La clinoptilolite appartient au groupe des zéolites (classe des silicates, sous-classe des tectosilicates). Parmi les zéolites les plus utilisées, on trouve bien sûr la clinoptilolite (zéolite naturelle la plus abondante) mais aussi la morденite et la phillipsite. D'une manière générale,

les zéolites ont de multiples applications dans l'industrie du fait de certaines de leurs propriétés physico-chimiques. Leur aptitude à adsorber/désorber l'eau fait des zéolites de très bons dessiccants, alors que leurs capacités d'échange ioniques les rendent intéressantes, entre autres, dans le traitement des eaux (eaux potables, aquaculture...).

### Résumé

Deux essais ont été réalisés à la station de Romillé pour tester l'efficacité de l'incorporation de 2 % de clinoptilolite dans l'alimentation des porcelets en post-sevrage sur les émissions d'odeurs et d'ammoniac tout en suivant leurs performances zootechniques. Dans notre étude, l'émission moyenne d'ammoniac est réduite d'environ 20 % alors qu'on n'observe pas de différence sur l'émission moyenne d'odeurs. Les performances zootechniques des porcelets sont équivalentes quelque soit le traitement.

**Tableau 1 : Propriétés chimiques, physiques et minéralogiques de la clinoptilolite**  
(Theophilou, 2000)

Composants	%	Propriétés physiques		Propriétés minérales
SiO <sub>2</sub>	68.26	Densité spécifique	2.16 g/cm <sup>3</sup>	Capacité d'échange des ions ammoniums : 150 meq/100g Granulométrie : 0-1 mm Volume pore : 0.34 cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.30	Densité apparente	1.00 g/cm <sup>3</sup>	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.08	Couleur	ivoire	
CaO	4.34	Stabilité thermique	> 500 °C	
MgO	1.05			
K <sub>2</sub> O	0.94			
Na <sub>2</sub> O	0.26			
LOI	11.3			

Nadine GUINGAND  
Jacques CHAUVEL  
Nicolas THEOPHILOU\*

\* Sylver and Barytes Ores Mining Co. S.A.  
21A Amerikis Street  
106 72 ATHENS  
Tel : 00.301.369.0216  
Fax : 00.301.360.1676



## 2 % de clinoptilolite dans l'alimentation du porcelet en post-sevrage.

### Deux essais à la station de Romillé

L'objectif de cette étude en conditions expérimentales était de connaître l'influence de la clinoptilolite sur l'émission d'odeurs et d'ammoniac par les bâtiments tout en suivant les performances zootechniques des porcelets en post-sevrage.

L'étude a porté sur deux bandes de 120 porcelets en post-sevrage entre mai et juillet 1999. La première bande a été consacrée à un essai zootechnique permettant d'étudier l'influence de l'incorporation de clinoptilolite sur le Gain Moyen Quotidien et l'Indice de Consommation des porcelets en post-sevrage. Le protocole de la deuxième bande mise en expérimentation portait exclusivement sur des aspects environnementaux, à savoir émission d'odeurs, concentration en ammoniac dans l'ambiance et à l'extraction, incidence sur la composition des lisiers produits.

Pour les deux essais, la clinoptilolite a été incorporée dans l'aliment 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> âge à raison de 2 %. Dans l'aliment 1<sup>er</sup> âge, les 2 % de clinoptilolite ont remplacé les 2 % de blé, sans compensation énergétique. Dans l'aliment 2<sup>ème</sup> âge, les 2 % de clinoptilolite sont compensés par 0.2 % de blé et 0.7 % de grasse, en ôtant 2.5 % d'orge.

### Moins d'ammoniac à l'émission

La concentration en ammoniac dans l'ambiance a été mesurée une fois par semaine à l'aide de tubes diffuseurs. Deux mesures ont été effectuées par case : une première à 0.30 m et une deuxième à 1 m au-dessus du caillebotis au milieu de la case. Dans l'air extrait, l'ammoniac a été mesuré

par barbotage en solution acide et analyse ultérieure en laboratoire de la concentration en ions ammonium. Trois campagnes de mesures ont été réalisées sur la phase de post-sevrage ; la première 11 jours après l'entrée des animaux, la deuxième à 19 jours et la dernière après 32 jours de présence en post-sevrage.

Dans l'ambiance de la salle témoin, la concentration en ammoniac n'est pas différente de celle mesurée dans la salle abritant les animaux consommant l'aliment avec clinoptilolite. Dans les deux salles, la concentration en ammoniac est de 5 ppm ( $\pm 1$  ppm) sur la période de post-sevrage. Ce niveau de concentration correspond à celui couramment mesuré en post-sevrage en période estivale.

Sur la première moitié de la phase de post-sevrage, l'émission d'ammoniac par la salle traitée est inférieure à celle de la salle témoin. Lors de la première campagne de mesures (après 11 jours de présence), le niveau d'émission d'ammoniac est réduit de 45 % et de 30 % lors de la deuxième campagne (19 jours) (Figure 1).

Les résultats de la dernière campagne de mesures réalisée à 32 jours illustrent une situation inverse à celle mesurée en première moitié de post-sevrage. L'émission d'ammoniac de la salle où l'aliment contient de la clinoptilolite

ne présente plus un niveau inférieur à celle de la salle témoin. Ainsi, en moyenne sur la phase de post-sevrage, l'abattement d'ammoniac lié à l'incorporation de 2 % de clinoptilolite dans l'aliment des porcelets en post-sevrage n'est que de 17 %.

En moyenne, les quantités d'ammoniac émises par, respectivement la salle témoin et la salle dont l'aliment contient de la clinoptilolite, sont de 6.2 et de 5.1 grammes d'ammoniac par heure soit respectivement 430 et 360 grammes d'ammoniac émis par porcelet sur la phase de post-sevrage.

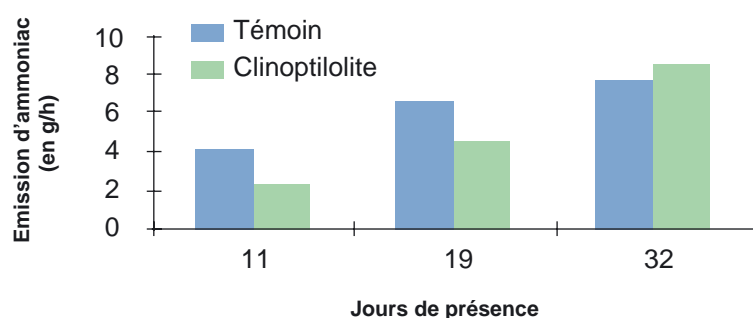
### Pas de réduction des odeurs émises

La mesure du débit d'odeurs a été effectuée sur des poches d'air prélevées dans la gaine d'extraction de chacune des deux salles. L'analyse olfactométrique a permis de déterminer le facteur de dilution au seuil de perception (K50) exprimant la dilution nécessaire de l'air odorant par un air propre pour que l'odeur émise ne soit plus perçue par 50 % du jury.

Les prélèvements d'échantillons ainsi que les analyses olfactométriques ont été réalisés en accord avec les normes françaises AFNOR NF X 43-101 et 43-104.

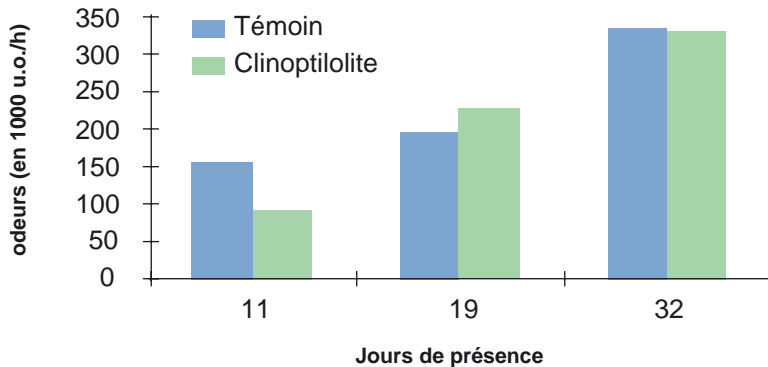
La figure 2 illustre l'évolution de l'émission d'odeurs dans les deux

Figure 1 : Évolution de l'émission d'ammoniac en fonction du traitement





**Figure 2 : Évolution de l'émission d'odeurs en fonction du traitement**



salles de post-sevrage mises en expérimentation. Comme pour l'émission d'ammoniac, le débit d'odeurs est fortement réduit en début de post-sevrage. Les mesures réalisées après 11 jours de post-sevrage aboutissent à un abattement de 42 %. Cependant, cette efficacité disparaît dès 19 jours de présence en post-sevrage ; les deux salles présentant des débits d'odeurs équivalents.

Ainsi, en moyenne sur la période de post-sevrage, on n'observe pas d'abattement sur le débit d'odeurs lié à l'incorporation de 2 % de clinoptilolite dans l'alimentation des porcelets en post-sevrage.

### Les lisiers

Un échantillon de lisier a été prélevé dans chacune des deux salles.

L'analyse de ces échantillons met en évidence une différence sur la matière sèche et sur la fraction d'azote ammoniacal (Tableau 2).

L'augmentation de la matière sèche est liée à la présence de clinoptilolite dans les déjections. De même, l'augmentation de la fraction d'azote ammoniacal illustre le phénomène de captation des ions  $NH_4^+$  par la clinoptilolite, azote qui ne s'est pas volatilisé dans l'air sous forme d'ammoniac (confirmée par la réduction de l'émission d'ammoniac dans l'air extrait).

### GMQ et IC équivalents

Dans notre essai, les performances zootechniques des animaux, GMQ et Indice de consommation, ne sont pas détériorés chez les animaux

consommant l'aliment complé- menté en clinoptilolite (Tableau 3).

### Des résultats divergents ...

Parmi les études déjà réalisées sur l'incorporation de clinoptilolite pour des porcelets ou des porcs charcutiers, les résultats divergent quant à l'efficacité de la zéolite sur les performances des animaux. Les premiers travaux publiés sont japonais et datent de la fin des années 60. L'incorporation de 5 % de clinoptilolite dans l'aliment distribué à des porcs charcutiers âgés de 60 jours entraînait une augmentation de 35 % de leur gain de poids, augmentation qui se réduisait à 6 % quand le traitement était appliqué à des porcs de 100 jours d'âge (Kondo et Wagai, 1968). Une étude (aux Pays-Bas) plus récente, Veldman et Van Der Aar (1997), très proche de celle réalisée par l'ITP (et sur le même matériau), montre une amélioration de près de 20 grammes du GMQ avec 2 % de clinoptilolite par rapport à l'aliment témoin (Tableau 4). Les performances zootechniques des porcelets de cette étude sont moins bonnes que celles de notre étude. Kyriakis (1999) a également montré que l'incorporation de 2% de cette clinoptilolite dans l'aliment de 1 400 porcelets améliore le GMQ

**En moyenne sur la phase de post-sevrage, l'abattement d'ammoniac lié à l'incorporation de 2 % de clinoptilolite dans l'aliment des porcelets en post-sevrage n'est que de 17 %.**

**Tableau 2 : Caractéristiques des lisiers prélevés en fin de post-sevrage**

	Témoin	+ 2 % de clinoptilolite
Matière Sèche (en %)	7,16	8,76
pH	7,30	7,30
Azote total (mg N/l)	6810	7070
Azote ammoniacal (mg N/l)	3084 (45,3%)	4064 (57,5%)

*0 % d'azote sous forme ammoniacale*

**Tableau 3 : Performances zootechniques des animaux mis en expérimentation**

	Témoin	+ 2 % de clinoptilolite
Poids début (kg)	9.6	9.6
Poids fin (kg)	27.1	27.4
GMQ global (g/j)	488	493
IC	1.48	1.54





**Tableau 4 : Performances zootechniques des porcelets en post-sevrage**

	Temoin	+ 2 % de clinoptilolite
GMQ (1-4 semaines)	345	366
IC	1.65	1.62

(Étude Veldman et Van den Aar, 1997)



**Plus spécifiquement sur les odeurs, l'intérêt des zéolites résiderait dans leur capacité à adsorber les gaz.**

de 36 grammes (de 360 à 396 gr) ainsi que l'incide de conversion qui passe de 1,88 à 1,67. A l'inverse, aux USA, l'étude de Shurson et al. (1984) sur des porcs charcutiers ne met pas en évidence d'effet positif sur le gain de poids, malgré l'utilisation de taux d'incorporation d'une clinoptilolite sodique allant jusqu'à 5 %.

Vis-à-vis des émissions d'odeurs et d'ammoniac, peu d'essais existent. Dans un essai sur 1 400 porcs de 8 à 100 Kg, Kiriakis (1999) a mis en évidence une réduction de la concentration en ammoniac dans l'ambiance de 25 % dans le dernier stade de croissance, mais pas en post-sevrage. Plus spécifiquement sur les odeurs, l'intérêt des zéolites résiderait dans leur capacité à adsorber les gaz.

### Mode d'action de la clinoptilolite

La particularité de la clinoptilolite réside dans sa forte Capacité d'Echange Cationique (C.E.C.). Elle peut donc échanger les cations périphériques qui la composent par d'autres cations comme  $\text{NH}_4^+$  sans pour autant modifier sa structure (Mumpton et Fishman, 1977).

Cette propriété de la clinoptilolite lui permettrait de capter les ions  $\text{NH}_4^+$  produits pendant la désamination des protéines durant la phase de digestion, dans le tractus gastro-intestinal. Par cette action de filtre, la clinoptilolite réduirait le niveau d'exposition des cellules épithéliales à l'ammoniac et ainsi limiterait le turn-over de ces cellules. L'énergie économisée serait alors directement utilisée par l'animal pour sa croissance (Veldman et Van Den Aar, 1997). Ceci est l'hypothèse avancée par Veldman et Van Den Aar expliquant l'augmentation du gain de poids des porcelets consommant un aliment complétement en clinoptilolite.

L'action de la clinoptilolite sur la réduction de l'émission d'ammoniac dans l'air extrait serait elle-aussi imputable à sa capacité à capter les ions  $\text{NH}_4^+$ . Les résultats d'analyses de lisier montrent une augmentation de la fraction d'azote ammoniacal dans le lisier produit par les animaux ayant consommé de la clinoptilolite. Ceci confirme la propriété d'échange ionique de cette zéolite qui retiendrait donc l'ammoniac dans sa structure, azote que l'on retrouve ensuite dans le lisier.

La réduction d'ammoniac émis serait donc liée à cette aptitude à retenir l'azote dans la clinoptilolite, limitant ainsi le pool d'ions ammonium susceptible de se volatiliser dans l'atmosphère.

### Conclusions

L'incorporation de 2 % de clinoptilolite dans l'alimentation du porcelet en post-sevrage ne permet pas de réduire, en moyenne, les émissions d'odeurs (abattement de 42 % uniquement au premier stade de post-sevrage). Cependant, on peut noter une réduction intéressante de l'émission d'ammoniac par les bâtiments. Les résultats positifs obtenus sur la première moitié de la phase de post-sevrage (sur l'ammoniac comme sur les odeurs) permettent de suspecter qu'une augmentation du taux d'incorporation de clinoptilolite permettrait peut-être d'avoir un effet plus conséquent sur l'émission d'ammoniac et d'odeurs par les bâtiments. ■

### Contacts :

nadine.guigand@itp.asso.fr  
jacques.chauvel@itp.asso.fr  
N.Theophilou@S.andB.gr

### Bibliographie

- KONDO N. and B.WAGAI (1968) - Experimental use of clinoptilolite-tuff as dietary supplements for pigs - Yotonkai, May 1-4
- KYRIAKIS S.C. (1999) - An efficacy and compatibility study on the use of natural clinoptilolite as a feed additive in swine (soumis à publication)
- MUMPTON F.A. and P.H. FISHMAN (1977) - The application of natural zeolites in animal science and aquaculture - Journal of Animal Science vol 45, n°5 : 1188-1203
- THEOPHILOU N. (2000) - Clinoptilolite may help reduce ammonia - Feed Mix volume 8 number 1 : 14-16
- SHURSON G.C., KU P.K., MILLER E.R., YOKOYAMA M.T. (1984) - Effects of zeolite A or clinoptilolite in diets in growing swine - Journal of Animal Science vol 59, n°6 : 1536-1545
- VELDMAN A. and P.J. VAN DER AAR (1997) - Effects of dietary inclusion of natural clinoptilolite (Mannelite TM) on piglet performance - Agribiol. Res. 50,4 : 289-294

Sylver & Baryte Ores Mining Co., société grecque basée à Athènes, est le principal producteur de bauxite, bentonite et perlite en Europe avec un tonnage annuel extrait de 2 millions de tonnes. Depuis la découverte récente de mines de clinoptilolite en Grèce, un gros effort de Recherche et Développement a été engagé par cette société pour multiplier les expérimentations concernant une meilleure connaissance de ce substrat naturel.

(coordonnées de la société en première page. Revendeur en France SOCOFAG)