

L'ammoniac

I. Origine

L'ammoniac (NH_3) est un gaz incolore, d'odeur âcre et forte, plus léger que l'air (densité de 0,77 g par litre contre 1,29 pour l'air) et soluble dans l'eau.

La formation d'ammoniac dans les poulaillers est attribuée à la décomposition microbienne de l'acide urique dans la litière. Un grand nombre de moisissures, de levures et de bactéries causant ces réactions sont identifiées. Aucune d'entre elles n'est capable de décomposer complè-

tement l'acide urique en ammoniac. Quelques unes sont seulement capables de dégrader l'acide urique en urée ou en d'autres intermédiaires et il manque des enzymes nécessaires pour la conversion de ces intermédiaires en ammoniac. Par conséquent, à l'intérieur de la production de litière et de fumier de volaille, des groupes d'organismes doivent exister ; leurs effets combinés entraînent la dégradation complète de l'acide urique en ammoniac et en dioxyde de carbone.

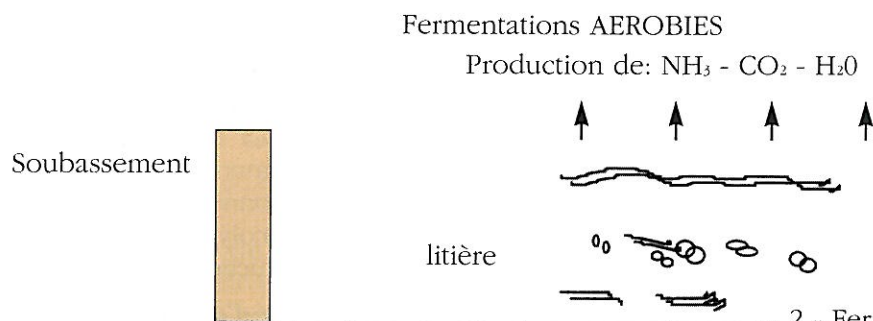
II. Fermentation de la litière

En surface, la fermentation est aérobie avec production d'ammoniac, de dioxyde de carbone et d'eau. Ces réactions se produisent sous l'action de micro-organismes utilisant l'oxygène et en contact avec les déjections.

En profondeur, la fermentation est anaérobie avec formation de méthane, de dioxyde de carbone et de dioxyde de soufre.

Figure 19 - Les fermentations de la litière

1 - Formation de l'ammoniac



2 - Fermentations anaérobies

sous conditions

Production de: CH_4 - CO_2 - H_2S

Fixation de NH_3 par cellulose digérée

III. Facteurs influençant la production d'ammoniac

Quatre facteurs doivent être réunis pour la production d'ammoniac :

- les déjections,
- l'humidité,
- la température,
- le pH.
- l'oxygène

1. Les déjections

Les déjections sont accumulées dans les litières durant l'élevage.

Après 3 semaines d'élevage, elles constituent une masse importante de matières organiques facilement fermentescibles. La teneur en azote des déjections est de 20 % en volailles (4,5 % pour le porc).

2. L'humidité

Une humidité relative supérieure à 70 % et une température située entre 20 et 35 °C favorisent la dégradation des matières azotées de surface. Une litière trop humide par saturation de l'air en humidité provoque un ralentissement des fermentations. Le taux d'humidité d'une litière à forte

production de NH_3 se situe entre 20 et 40 %.

3. La température

La température influence l'activité des micro-organismes. Lorsque la température de la couche supérieure de la litière atteint 20 - 22°C, les fermentations aérobie s'accroissent. À partir de 35°C, un effet stérilisant apparaît et la production d'ammoniac décroît.

Une élévation de la température augmente non seulement l'activité bactérienne et la production d'ammoniac, mais aussi les trans-

ferts de gaz provenant de la litière à l'air. Une faible augmentation de la température de 1 à 2°C aura pour effet d'augmenter le niveau d'ammoniac dans les poulaillers.

■ 4. Le pH

Les fermentations ne peuvent se produire avec un maximum d'intensité qu'à un pH faiblement basique variant entre 7,8 et 8,8 et en présence d'une quantité suffisamment importante de déjections dans ou sur la litière.

IV. Paramètres agissant sur la concentration d'ammoniac

■ 1. Le sol

La teneur en ammoniac est plus élevée sur sol cimenté ou imperméable que sur sol en terre battue. Ainsi, il a été observé une relation très nette entre les taux de matières sèches des litières, leurs températures, et leurs émissions d'ammoniac.

■ 2. La saison

L'hiver, la ventilation est limitée volontairement pour maintenir la température intérieure à une

valeur suffisante, au moindre coût énergétique. La faible ventilation entraîne une accumulation d'ammoniac dans le bâtiment et l'augmentation de l'humidité favorise le développement et l'activité des bactéries uricolytiques. C'est durant ces périodes que les quantités d'ammoniac en élevage industriel sont les plus élevées.

■ 3. La litière

La nouvelle litière a un pH de 5 à 6,5. *Bacillus pasteurii*, une des principales bactéries uricolytiques, a besoin d'un pH proche de 8,5 pour se développer. Ainsi, la production d'ammoniac provenant d'une nouvelle bande sur de la litière nouvelle sera lente dans un premier temps, mais après approximativement 20 jours, le pH augmente, facilitant la production d'ammoniac. Maintenir un faible pH de la litière est un moyen de contrôler la production d'ammoniac.

La volatilisation de l'ammoniac provenant de la litière est aussi liée au taux d'humidité de la litière. Une faible teneur en humidité réduit l'activité microbienne produisant l'ammoniac ; une forte teneur en humidité diminue aussi la production d'ammoniac à cause des condi-

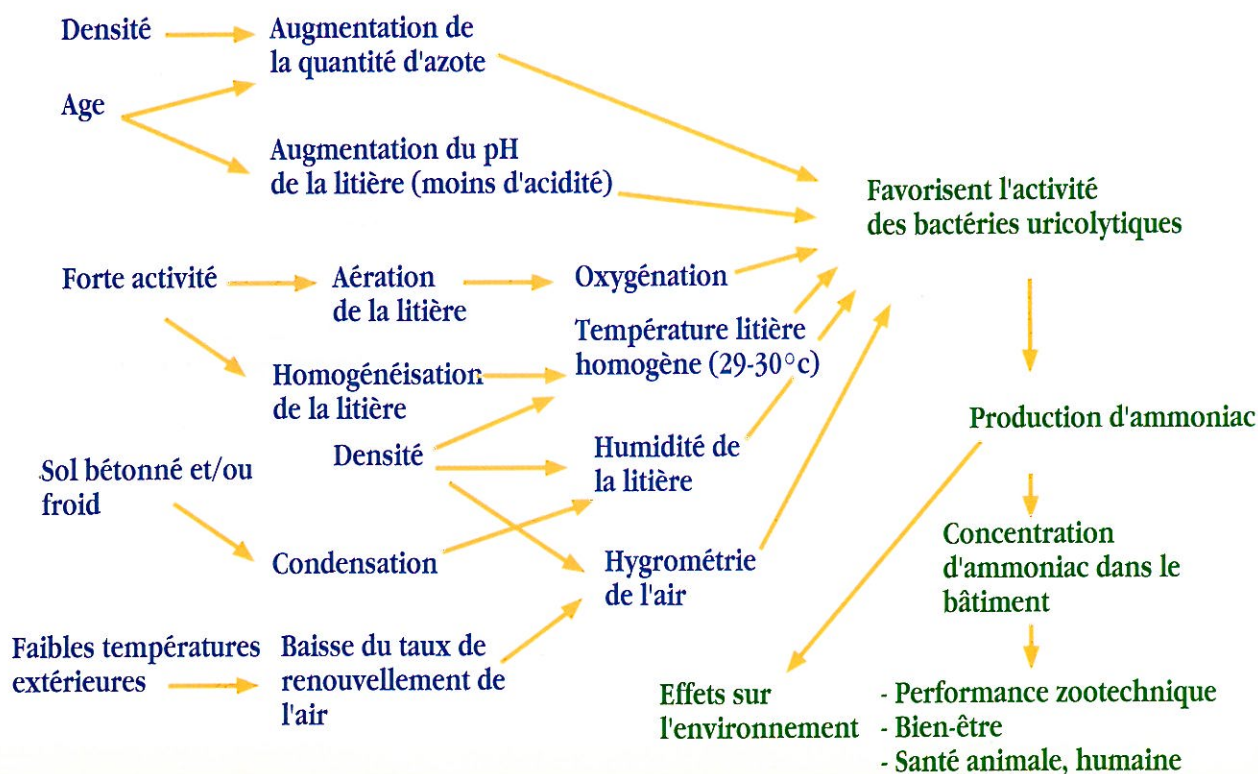
tions anaérobies. Maintenir un taux d'humidité de la litière à 30 % a été suggéré comme un moyen de contrôle de l'ammoniac.

■ 4. La densité

Une augmentation de la densité favorise la production d'ammoniac en mettant les micro-organismes dans de bonnes conditions de développement : la température de litière et l'hygrométrie sont plus élevées et la quantité de déjection pour commencer la fermentation est plus précoce et plus importante.

D'autres facteurs peuvent influencer la production d'ammoniac. Le comportement animal favorise parfois la production d'ammoniac. Un animal ayant une forte activité, comme la pintade, aère fortement la litière et favorise la fermentation aérobie. L'effet âge de l'animal intervient indirectement par rapport à la quantité de déjection présente dans la litière et aux paramètres physiques (température, hygrométrie) qui vont se modifier en cours d'élevage. La figure 20 montre les principaux facteurs explicatifs qui conditionnent l'activité des bactéries uricolytiques responsables de la production d'ammoniac.

Figure 20 - Interactions de différents facteurs conduisant à la production d'ammoniac



V. Influence de l'ammoniac sur la santé

1. Sur la santé animale

L'ammoniac agit directement sur l'appareil respiratoire ou comme facteur prédisposant à une maladie respiratoire clinique, avec des symptômes spécifiques, ou subcliniques se traduisant par une baisse de production. Pour ces raisons, il est suggéré qu'un niveau de 15 ppm d'ammoniac ne doit pas être dépassé.

Le gaz irritant comme l'ammoniac entraîne une augmentation de la production de mucus, endommage l'action ciliaire de la trachée et diminue la résistance aux infections respiratoires. Des poules soumises à une exposition continue de 20 ppm d'ammoniac peuvent montrer une susceptibilité croissante à la maladie de Newcastle. Des dindes exposées sur un sol d'*Escherichia coli* et d'ammoniac à une concentration de 10 - 40 ppm peut entraîner des dommages significatifs du système muco-ciliaire trachéal et augmente le nombre de *E. coli* dans

les poumons. Des concentrations d'ammoniac de 60 - 70 ppm prédisposent davantage les volailles aux maladies respiratoires et augmentent les risques d'infections secondaires.

Outre les problèmes respiratoires, les animaux peuvent présenter des conjonctivites. Cette atteinte oculaire a pu être reproduite avec des taux de 100 à 200 ppm d'ammoniac pendant 5 semaines. Les symptômes typiques de la conjonctivite comprennent un entassement des volailles dans un groupe, des frottements des yeux avec les ailes, les yeux se ferment et deviennent sensibles à la lumière. Les premiers symptômes apparaissent chez les volailles de 2 à 3 semaines. Bien que les conditions connues de la conjonctivite aient été attribuées à une déficience en vitamine A, les hauts niveaux d'ammoniac sont probablement une des causes majeures de cette condition qui entraîne peu de mortalité mais de fortes pertes financières.

L'ammoniac affecte aussi les performances techniques et économiques des volailles. De nombreux chercheurs ont observé

une réduction d'appétit et un retard de croissance chez des jeunes animaux dès la concentration de 50 ppm. L'indice de consommation est plus élevé lorsque les animaux sont soumis à des concentrations continues d'ammoniac. Le pourcentage de lésions des sacs aériens des poulets augmente également en fonction de la teneur en ammoniac. Par ailleurs, des jeunes poulets exposés à partir de l'âge d'un jour pendant quatre semaines à des teneurs égales à 50, 100 ou 200 ppm, présentent des retards de croissance, persistant après l'arrêt de la production du gaz.

2. Sur la santé humaine

Le tableau ci-dessous résume les effets des niveaux de concentration de l'ammoniac sur l'homme. Certaines personnes détectent plus facilement l'ammoniac que d'autres. Pour certains auteurs, l'ammoniac est détectable par l'humain à une concentration de 25 ppm et plus, et la concentration maximale que l'homme peut supporter est de 100 ppm pendant 8 heures. Alors que d'autres auteurs montrent que l'ammoniac est perceptible dès 5 ppm.

Tableau 19 - Effets du niveau de concentrations en ammoniac sur l'homme

Niveau d'exposition	Effets
5 ppm	Détectable à l'odeur
6 - 20 ppm	Irritation des yeux et du système respiratoire
40 ppm	Maux de tête, nausée, pertes d'appétit
100 ppm	Irritation de la muqueuse, salivation et écoulement nasal.

(Headon et Walsh, 1993)

En France, l'INRS (1986) définit deux valeurs admises pour les concentrations de certaines substances dangereuses dans l'atmosphère des lieux de travail : la **V.M.E.** (Valeur Moyenne d'Exposition) et la **V.L.E.** (Valeur Limite d'Exposition).

• La **V.M.E.** est la valeur admise pour la moyenne dans le temps des concentrations auxquelles un travailleur est effectivement

exposé au cours d'un poste de 8 heures. Pour l'ammoniac, la V.M.E. est de 25 ppm ou 18 mg/m³.

• La **V.L.E.**, compte tenu des moyens de prélèvements et de mesure, n'est pas obligatoirement la valeur maximale d'une concentration instantanée, mais la durée sur laquelle cette concentration est mesurée ne saurait dépasser 15 minutes.

Pour l'ammoniac, la V.L.E. est de 50 ppm ou 36 mg/m³.

VI. La maîtrise de la production d'ammoniac

L'ajout de produits chimiques dans la litière pour neutraliser l'ammoniac ou réduire la population microbienne permet dans certains cas de contrôler le

niveau d'ammoniac. Mais, la meilleure méthode de contrôle est d'intervenir sur le niveau de ventilation et de maintenir une bonne qualité de litière. A cause des coûts élevés et de leur action temporaire, les produits chimiques peuvent seulement être utilisés comme une méthode de réduction de l'ammoniac lorsque la ventilation et la gestion de la litière ont été médiocres et que le gaz peut entraîner des problèmes.

L'éleveur peut intervenir de 2 façons pour réduire l'ammoniac :

- procédés physiques : ventilation, litière, température,
- procédés chimiques : ajout de produits chimiques.

■ 1. Procédés physiques

Certains éleveurs de poulets réunissant dans leur bâtiment tous les facteurs de production de NH_3 du fait des caractéristiques de celui-ci (isolation, sol, étanchéité) n'hésitent pas à abaisser la température ambiante en dessous de 20°C , après quatre semaines, afin de prévenir les problèmes dus à ce gaz. Cela constitue un moyen efficace pour éviter une formation excessive d'ammoniac mais tend à augmenter l'indice de consommation.

Une autre façon d'agir, moins onéreuse, consiste :

- à éviter de remuer les litières à

partir d'environ 25 jours d'élevage, afin de limiter les fermentations aérobies ;

- à épandre, environ 2 fois par semaine, une fine couche de nouvelle litière. Il n'y a plus que très peu de NH_3 produit, faute de déjections en contact avec l'air (O_2).

Le confort thermique des animaux peut de plus s'en trouver amélioré.

Une bonne ventilation, intelligemment conduite, permet de maintenir le taux d'humidité de la litière en dessous de 20 %. Il est également souhaitable de limiter la production d'ammoniac, à son niveau le plus bas, pour ne pas avoir à ventiler en excès, ce qui augmente les coûts de production.

■ 2. Procédés chimiques

Le contrôle chimique de la production d'ammoniac s'effectue par une inhibition de la croissance des micro-organismes qui décomposent l'acide érucique ou par neutralisation de l'ammoniac relâché. Maintenir la litière à un pH faible de 6 (dans le cas des produits acidifiants) inhibe la croissance des bactéries uricoliques et augmente cette capacité de maintenir l'ammoniac à une faible concentration dans le bâtiment.

Le superphosphate et l'acide phosphorique ont été étudiés

comme inhibiteur de la croissance microbienne. Ces produits présentent l'avantage d'être peu chers et facilement disponibles.

Le superphosphate est le produit le plus utilisé dans les élevages. Il a une action asséchante sur la litière. L'utilisation bi-hebdomadaire aux doses de 100 à 200 g/m^2 s'avère intéressante. Ce produit ne demeure actif que pendant une période d'environ 5 jours. L'acide phosphorique a la capacité de réduire la production d'ammoniac d'un facteur de quatre par son action acidifiante.

La chaux, agent alcalin, a un effet bactéricide et bloque par son pH de 9 à 11 la fermentation.

En résumé, la maîtrise de la production de l'ammoniac dans un bâtiment dépend pour une large part de la qualité des litières présentes ; l'état de celles-ci étant influencé par :

- la santé des animaux,
- la densité d'élevage,
- l'épaisseur et la qualité du matériau utilisé,
- la fréquence des apports de litière,
- l'efficacité de la ventilation qui dépend des caractéristiques du bâtiment, de son isolation, de la conduite d'élevage,
- la qualité des sols,
- l'alimentation.



Contrôle du taux d'ammoniac à l'aide d'une pompe Draeger dans la zone de vie des animaux.