

RAPPORT

27/06/2017

INERIS-DRC-17-163622-05503A

**TECHNIQUES EQUIVALENTES AUX MTD
EN ELEVAGES INTENSIFS DE
VOLAILLES :**

**EVALUATION DE L'UTILISATION
D'ADDITIFS POUR LA REDUCTION DES
EMISSIONS D'AMMONIAC**

INERIS

maîtriser le risque |
pour un développement durable

**TECHNIQUES EQUIVALENTES AUX MTD EN ELEVAGES INTENSIFS
DE VOLAILLES :**

**EVALUATION DE L'UTILISATION D'ADDITIFS POUR LA
REDUCTION DES EMISSIONS D'AMMONIAC**

Rapport réalisé pour le Ministère de la Transition écologique et solidaire

Personne ayant participé à l'étude : Karine Adam

PRÉAMBULE

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalents qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Etant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Laurène Zanatta	Rodolphe Gaucher	Martine Ramel
Qualité	Ingénieur de l'unité Technologies et Procédés Propres et Durables	Responsable de l'unité Technologies et Procédés Propres et Durables	Responsable du Pôle Risque et Technologies Durables
Visa			

RESUME

Les exploitants disposent de deux années au plus pour réaliser leur dossier de réexamen suite à la parution des « Conclusions sur les meilleures techniques disponibles en élevages intensifs de porcs et de volailles le 21 février 2017 ». Le nombre important d'installations concernées et le souhait de simplifier la procédure de réexamen pour les éleveurs et les services d'Inspection ont motivé les Organisations Professionnelles Agricoles (OPA) et les Instituts techniques à demander une reconnaissance des techniques couramment employées et dont l'efficacité serait équivalente à celles citées dans les conclusions MTD. L'arrêté modificatif du 23 mars 2017 introduit la possibilité d'avoir une reconnaissance officielle et une validation des Services de l'Etat, après évaluation, des techniques recensées, évitant aux exploitants d'avoir à faire la démonstration individuelle de l'efficacité équivalente de ces techniques.

L'INERIS apporte un appui technique au Ministère chargé de l'environnement dans le domaine de la mise en œuvre des MTD d'une part, et de la connaissance et la réduction des émissions des élevages d'autre part. Dans le cadre de ses travaux, il a été amené à procéder à l'évaluation de cette « équivalence ».

Cette démarche inédite a nécessité l'établissement d'une méthodologie de sélection et d'évaluation des propositions et la définition d'un niveau minimal de performance. Parmi les techniques proposées par le secteur avicole, seule l'utilisation des additifs incorporés à la litière pour réduire les émissions d'ammoniac (NH₃) en bâtiment d'élevage a été retenue pour faire l'objet d'une évaluation approfondie. Elle est exclusivement basée sur les publications fournies à l'INERIS par l'Institut de l'Aviculture (4 publications au total).

Sur la base de cette documentation, les additifs ont été catégorisées en trois familles : *additifs incorporés à la litière comprenant 3 classes d'additifs à savoir : additifs minéraux, microorganismes et algues*. Les résultats issus de ces publications ont été compilés et analysés en vue de porter un jugement sur la reconnaissance des différents additifs étudiés comme permettant l'obtention de performances équivalentes aux MTD pour réduire les émissions de NH₃. Plusieurs éléments ressortent de cette analyse :

- Au niveau européen, il ne semble pas y avoir de reconnaissance nationale d'additifs à cette fin. Par ailleurs, aucun additif n'a été officiellement reconnu selon le processus de vérification développé par VERA¹ ou par le programme ETV².
- Les informations concernant la composition des produits, les quantités utilisées, les modalités d'incorporation à la litière et le principe d'action des produits sont lacunaires
- Des réductions d'émissions de N-NH₃ ont été mises en évidence dans les 4 publications étudiées mais les performances sont hétérogènes selon les additifs et la reproductibilité des résultats obtenus n'est pas confirmée. Les abattements mesurés exclusivement en élevages de poulets de chair sont de

¹ Collaboration entre le Danemark, les Pays-Bas et l'Allemagne pour tester et vérifier les technologies environnementales du secteur agricole.

² Environmental technology verification

- ✓ Additif minéral : 16% de réduction
 - ✓ Additifs « microorganismes » : 8,5% et 36% de réduction
 - ✓ Additif « algues » : 38% de réduction
- Les conditions d'obtention de ces données sont variables et les protocoles de mesures mis en place sont décrits de manière incomplète ou imprécise.
 - Les itinéraires techniques et l'aspect sanitaire sont des paramètres qui peuvent influencer sur les performances des produits. Globalement, les auteurs des différentes publications rappellent la nécessité de poursuivre les recherches afin de mieux identifier les facteurs qui peuvent impacter l'action des produits.

En conclusion, au vu des éléments ci-avant, l'INERIS considère que l'utilisation des trois familles d'additifs dans les élevages intensifs de volaille n'a pas fait la preuve d'une efficacité minimale suffisante et répétée en matière de réduction des émissions d'ammoniac au bâtiment pour qu'elle puisse être reconnue comme une technique équivalente aux MTD relatives aux élevages intensifs de volailles.

Les résultats des tests n'excluent pas une révision possible ultérieurement de cette conclusion générale, sous réserve d'une démonstration de l'efficacité de certains de ces additifs, quantifiée de façon étayée dans le temps, assortie de conditions d'application précises et pour certaines catégories de bâtiments et/ou d'itinéraires techniques. En particulier, une justification spécifique à un élevage particulier n'est pas exclue, si l'exploitant peut apporter la preuve de l'efficacité de l'additif qu'il met en œuvre dans sa situation d'exploitation particulière ou s'il peut fournir une justification de l'efficacité du produit démontrée dans le cadre d'une ETV.

Ces additifs peuvent toutefois être utilisés complémentaires aux MTD.

SOMMAIRE

1. OBJET ET CONTEXTE	8
2. METHODOLOGIE GENERALE D'EVALUATION DE LA DEMANDE DE RECONNAISSANCE EN TANT QUE TECHNIQUE EQUIVALENTE A UNE MTD	9
3. EVALUATION DES ADDITIFS : PERIMETRE ET INFORMATIONS DISPONIBLES	13
3.1 Informations transmises par la profession en appui à l'évaluation	13
3.2 Terminologie, classification et périmètre de l'étude	13
3.3 Etat des lieux	14
3.3.1 Révision du BREF Elevages intensifs	14
3.3.2 Mise en œuvre de la technique au niveau national	15
4. LES ADDITIFS MINERAUX	16
4.1 Composition, modes d'action et utilisation	16
4.2 Synthèse des informations issues des publications	16
4.3 Analyse	18
5. LES ADDITIFS MICROBIENS	19
5.1 Composition, modes d'action et utilisation	19
5.2 Synthèse des informations issues des publications	19
5.3 Analyse	23
6. LES ADDITIFS A BASE D'ALGUES	24
6.1 Composition, modes d'action et utilisation	24
6.2 Synthèse des informations issues des publications	24
6.3 Analyse	25
7. DISCUSSION	26
7.1 Eléments complémentaires	26
7.2 Evaluation des performances d'après les données fournies	27
8. CONCLUSION	29
9. BIBLIOGRAPHIE	31
10. LISTE DES ANNEXES	33

1. OBJET ET CONTEXTE

Les « Conclusions sur les Meilleures Techniques Disponibles (MTD) relatives aux élevages intensifs de porcs et de volailles sont parues au « Journal Officiel de l'Union Européenne », le 21 février 2017. A partir de ce jour, les exploitants d'installations visées par ces conclusions disposent au plus de 2 ans pour effectuer leur dossier de réexamen. Les « conclusions MTD » ne sont « ni exhaustives ni prescriptives », il est possible de mettre en œuvre d'autres techniques à condition de démontrer que les performances environnementales sont équivalentes.

En raison du nombre important d'installations d'élevage concernées et d'une volonté de simplification des étapes de réalisation des dossiers de réexamen par les éleveurs et les services d'Inspection, les Organisations Professionnelles Agricoles (OPA) et les Instituts techniques ont demandé à ce que des techniques couramment employées et qui auraient une efficacité équivalente à celles citées dans les conclusions MTD soient reconnues comme techniques dites équivalentes. L'objectif est d'avoir une reconnaissance officielle et une validation des Services de l'Etat, après évaluation, des techniques recensées afin que chaque éleveur n'ait pas à faire la démonstration de l'efficacité de ces techniques lorsqu'il les utilise. L'arrêté modificatif du 23 mars 2017³ introduit la possibilité d'une telle reconnaissance par avis du Ministère en charge de l'environnement.

Une sélection parmi les propositions devant faire l'objet d'une évaluation a été opérée en fonction des enjeux et des données mises à disposition par la profession. L'objectif de cette étude est de statuer sur la demande de reconnaissance de l'ajout d'additifs dans les litières en élevage intensif de volailles en tant que technique équivalente aux MTD pour la réduction des émissions de NH₃ au bâtiment.

Ce rapport présente dans un premier temps la méthodologie d'évaluation appliquée à l'étude des techniques proposées par la profession en tant que techniques équivalentes aux MTD. Les additifs sont abordés de manière générale dans une seconde partie. Enfin, l'évaluation de chaque catégorie d'additifs sera réalisée spécifiquement avec une partie dédiée pour chacune.

Le rapport ne traite pas des aspects économiques et santé/sécurité liés à l'emploi d'additifs. Il est considéré que si cette technique a été proposée par la profession agricole, elle est supposée économiquement acceptable pour la filière et que les aspects santé/sécurité pour les agriculteurs sont considérés préalablement à leur mise sur le marché et à leur utilisation.

³ Arrêté du 23 mars 2017 portant modification des prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de l'autorisation au titre des rubriques nos 2101, 2102, 2111 et 3660 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement

2. METHODOLOGIE GENERALE D'EVALUATION DE LA DEMANDE DE RECONNAISSANCE EN TANT QUE TECHNIQUE EQUIVALENTE A UNE MTD

La détermination des MTD au niveau européen s'inscrit dans un processus d'échanges et de concertation qui dure plusieurs années entre la Commission Européenne, les états membres, l'Industrie, et les Organisations Non Gouvernementales (ONG) au cours duquel sont proposées des techniques candidates au statut de MTD. Leur sélection s'appuie sur les contributions des différents acteurs, en particulier la remontée de données relatives à des sites en exploitation à travers l'Europe pour asseoir cette sélection sur les pratiques et les performances réelles. L'ensemble de ce travail d'analyse, supervisé par la Commission Européenne, aboutit à l'établissement d'un document de référence répertoriant les techniques dont les performances environnementales ont été démontrées à l'échelle industrielle ou agricole et parmi celles-ci, celles qui sont considérées à l'issue du processus comme les meilleures vis-à-vis de la protection de l'environnement dans son ensemble.

La demande actuelle de reconnaissance en tant que techniques équivalentes (postérieurement à la parution des conclusions sur les MTD de surcroît) est inédite en France d'où la nécessité de définir un cadre méthodologique de sélection des propositions et d'analyse des techniques retenues.

Une liste de 14 techniques, porcs et volailles, a été soumise par la profession agricole en novembre 2016. L'analyse de ces propositions s'est effectuée comme suit.

Recevabilité des demandes

La première étape dite « étude de recevabilité » a permis de présélectionner les techniques devant faire l'objet d'une étude approfondie.

Un travail préalable de réflexion a permis de formuler 4 questions de présélection, à savoir :

- Est-ce que la technique a été proposée durant le processus de révision du BREF ?
- Si oui, est-ce qu'il y a des éléments qui expliquent qu'elle n'ait pas été retenue comme MTD ?
- Est-ce que la technique a fait l'objet d'une ETV⁴ en Europe ou en Amérique du Nord ?
- Est-ce que la technique est identifiée par ailleurs comme un moyen de réduction de l'impact environnemental dans les différents politiques de lutte contre les pollutions atmosphériques (Directive NEC, UNECE) ?

A l'issue de cette pré-analyse, les techniques ont été classées en trois catégories :

- Techniques non proposées lors de la révision du BREF,

⁴ Environmental technology verification

- Techniques non retenues lors de la révision du BREF par manque de données ou de fiabilité,
- Techniques refusées durant la révision du BREF.

Les techniques appartenant à cette dernière catégorie ont été jugées non éligibles dans le cadre de cette démarche. Par ailleurs certaines demandes ne s'apparentaient pas à des techniques au sens des BREF mais faisaient plutôt référence à des questions d'interprétation des conclusions sur les MTD et ont été traitées séparément.

Définition de la performance minimale de référence

L'objectif de l'étude est de statuer sur la reconnaissance des techniques sélectionnées comme étant équivalentes aux MTD en termes de performances. Pour rappel, les « conclusions MTD en élevages intensifs de porcs et de volailles » ne comporte que des NEA-MTD⁵ relatif aux émissions d'ammoniac en bâtiment selon les espèces (volailles) ou les stades physiologiques (porcs). Toutefois, les MTD permettant de respecter ces valeurs n'ont pas systématiquement de performance individuelle quantifiée minimale dans le BREF, seul le niveau d'émission exprimé en flux spécifique (kg d'ammoniac par emplacement et par an) traduit au final la performance associée à la mise en œuvre d'une ou plusieurs techniques au bâtiment.

Dans le cadre d'une réflexion a posteriori sur des techniques qui ont été discutées dans le BREF pour la plupart mais non retenues à l'issue du processus (souvent du fait du manque de données), il est apparu nécessaire de définir une performance individuelle minimale de référence à atteindre par les techniques proposées en l'absence de corrélation évidente entre les performances d'une technique individuelle et les émissions d'ammoniac exprimées par emplacement, quand bien même cette performance individuelle est relative puisque les niveaux d'émissions d'ammoniac au bâtiment sont nécessairement liées à une combinaison de mesures de prévention et de réduction propres à chaque exploitation et qu'il convient donc de définir l'installation de référence à laquelle on se compare.

Sur la base des documents de référence dans le domaine au niveau européen, l'INERIS a proposé, en concertation avec le Ministère en charge de l'Environnement de fixer une performance minimale de réduction des émissions de 20% en s'appuyant sur la Directive NEC et le document d'orientation rédigé par l'UNECE⁶ auquel elle renvoie et qui prévoit une « *réduction d'au moins 20 % par rapport à la méthode de référence décrite dans le document d'orientation sur l'ammoniac* ». Il est à noter enfin qu'aucune des publications transmises dans le cadre de cette étude ne fait état de niveaux de performance lors des essais exprimés en flux spécifique.

⁵ Niveau d'émissions associé à la MTD

⁶ Document d'orientation de la CEE-ONU 2014 pour la prévention et la réduction des émissions d'ammoniac provenant des sources agricoles

Informations demandées

- Trois techniques de réduction des émissions au bâtiment ont été retenues pour faire l'objet d'une évaluation approfondie par l'INERIS dont une seule pour la volaille : l'utilisation d'additifs alimentaires et au bâtiment (litière).

Pour mener à bien cette analyse, il a été demandé aux OPA et aux instituts techniques de transmettre, pour chacune des techniques retenues, des publications où les essais décrits devaient avoir été réalisés en conditions réelles d'exploitation. En accompagnement des publications, une fiche synthétique de présentation de la technique et des principaux résultats a été rédigée par les instituts techniques. Elle précise notamment les objectifs d'utilisation et les bénéfices environnementaux attendus. L'intérêt d'une telle fiche est d'explicitier et de bien délimiter le périmètre et les usages de la technique. L'étude s'est ainsi attachée aux aspects ci-dessous afin de s'assurer du caractère extrapolable des résultats et de la représentativité des élevages « tests » à d'autres catégories animales (dans le cas où l'équivalence était demandée pour toutes espèces confondues) et à tout ou partie des élevages français.

De par les contraintes de temps imposées, une évaluation préliminaire du contenu des dossiers a été conduite afin de s'assurer de la complétude des informations à étudier. La démarche suivante a été mise en œuvre :

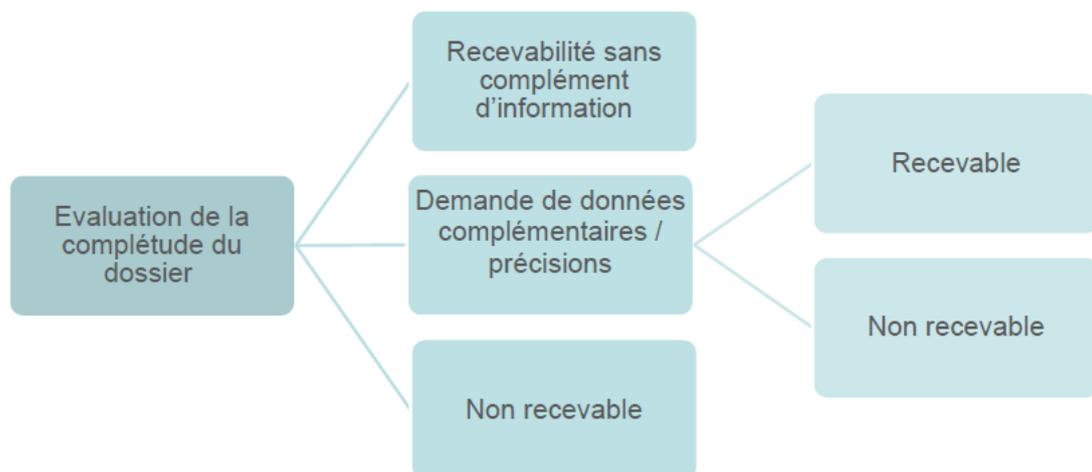


Figure 1 : Schéma de présentation de la démarche d'évaluation préalable des données fournies en appui des demandes d'équivalence MTD

Démarche d'évaluation des informations transmises et des essais réalisés

Pour mener à bien la phase d'analyse à proprement parler du contenu des publications et des résultats, une liste de critères d'évaluation a été déterminée. Il a été jugé pertinent de s'appuyer en partie sur le protocole élaboré par VERA (VERA, 2011). Il est spécifiquement dédié à l'évaluation des performances des techniques en bâtiment d'élevage (annexe n°1) dans la logique de l'ETV européenne⁷ et donne un cadre précis pour la réalisation d'essais visant à démontrer la performance environnementale d'une technique dans ce secteur. Plusieurs techniques de réduction des émissions d'ammoniac ont été certifiées selon ce protocole, notamment des laveurs d'air et une technique d'acidification des effluents en porcherie. Des échanges avec VERA au premier trimestre ont permis de confirmer qu'aucun additif n'avait fait l'objet d'une reconnaissance officielle selon le protocole susmentionné.

De ce protocole, ont été extraits les éléments considérés comme essentiels pour garantir la robustesse et l'exploitabilité des résultats présentés dans les publications. Ces aspects sont listés ci-après :

- Technique : description, portée (nombre d'installations utilisant la technique en France et en Europe, retour d'expérience), préconisations fournisseurs (dosage recommandé, mise en œuvre...) et consignes de protection (notice, fiche de données de sécurité...), données bibliographiques (si possible publiées dans des revues scientifiques ou vérifiées par des organismes indépendants)...
- Description de la conduite de l'élevage lors des essais : animaux concernés, nombre d'animaux, alimentation, données zootechniques, gestion des effluents, description du bâtiment, gestion de l'ambiance (température, hygrométrie, débit de ventilation)...
- Test : description de l'essai et présence d'un témoin⁸, présentation de la technique et de sa mise en œuvre (dose, mode d'application, ...) et indication d'écarts par rapport aux préconisations/recommandations...
- Protocole de mesure : technique de mesure, points de mesure, fréquence et durée, distinction phase transitoire, paramètres contextuels...
- Présentation et exploitation des résultats : exclusion des données aberrantes, calcul des moyennes, expression des résultats...

Comme la demande de reconnaissance de l'équivalence des performances des techniques concerne le paramètre « ammoniac », seuls les éléments relatifs à la réduction des émissions de NH₃ ont été évalués dans les parties « Résultats-Efficacité » du présent rapport et ce même si plusieurs paramètres (qualité des litières, performances zootechniques, ...) ont été suivis dans les études. Les aspects essentiels des protocoles et des méthodologies de mesures issus des publications sont synthétisés dans des tableaux récapitulatifs dans ces mêmes parties.

⁷ <http://www.verification-etv.fr/> et https://ec.europa.eu/environment/ecoap/etv_en

⁸ Dispositif expérimental destiné à comparer et isoler les effets de la technique testée que l'on souhaite mettre en évidence.

Présentation des conclusions d'une évaluation

A l'issue de l'évaluation, une technique pourra :

- être validée comme technique équivalente aux MTD sous conditions d'utilisation dans un cadre précis correspondant aux informations transmises,
- être validée sous conditions sur la base d'une justification spécifique à chaque élevage,
- ne pas être validée comme technique équivalente.

3. EVALUATION DES ADDITIFS : PERIMETRE ET INFORMATIONS DISPONIBLES

3.1 INFORMATIONS TRANSMISES PAR LA PROFESSION EN APPUI A L'EVALUATION

Dans le cadre de la procédure de demande de reconnaissance en tant que MTD équivalente, l'ITAVI a communiqué les publications suivantes en date du 31/01/2017 :

Aubert, C., Rousset , N., Allain, E., & Ponchant, P. (2011). *Utilisation d'un complexe de microorganismes pour réduire les émissions d'ammoniac en élevage de poulets.*

Aubert, C., Rousset, N., Ponchant, P., Allain, E., & Berraute , Y. (2012). *Seeding of selected complexes of microorganisms on litter during rearing to reduce ammonia emissions in broiler houses.*

Ponchant, P., Caumont, P., & Daridon , B. (2013). *Evaluation de l'apport sur litière d'un additif minéral sur les émissions d'ammoniac en élevage de poulet de chair.*

von Bobrutzki,, K., Ammon , C., & Berg, W. (2012). *Effect of water additives on ammonia emissions from broilers.*

La lecture des publications a soulevé un certain nombre de questions et de commentaires, faisant l'objet de demandes de compléments d'informations transmis à l'ITAVI en date du 08/02/2017 et du 08/03 :2017. Une réunion de travail intermédiaire a été initiée par l'INERIS pour échanger sur les questions posées et confirmer l'absence d'informations complémentaires en support à l'évaluation. Cette réunion s'est tenue le 28/03/2017. Elle a permis de confirmer notamment l'absence d'éléments supplémentaires à prendre en compte et de clarifier les conditions de réalisation de certains essais réalisés.

3.2 TERMINOLOGIE, CLASSIFICATION ET PERIMETRE DE L'ETUDE

Le terme « additif » n'est pas clairement défini dans la fiche de présentation de la technique rédigée par l'ITAVI (cf. annexe 2). Seule leur nature est abordée : ce sont « des substances d'origine chimique, minérale, biologique ou microbiologique ». Toutefois, la composition des produits n'est pas précisée. Pour les volailles, les informations et publications fournies concernent uniquement les additifs incorporés à la litière.

Sur la base des informations communiquées et des types de substances étudiées dans les publications, l'INERIS propose la classification suivante selon la nature de l'additif et son mode d'application pour aborder l'évaluation des performances :

Additifs incorporés à la litière comprenant 3 classes d'additifs à savoir : additifs minéraux, microorganismes et algues.

Selon la fiche de présentation des additifs rédigée par l'ITAVI, la proposition consiste à faire reconnaître ces additifs pour la réduction des émissions d'ammoniac avec des performances équivalentes aux MTD 32a, 32c et 34a des « conclusions MTD »⁹. Ils agiraient sur les composés azotés des déjections de volailles ou sur la qualité des litières. Pour rappel, les MTD volailles susmentionnées sont :

- MTD 32a) et 34a) : Ventilation statique ou dynamique avec système d'abreuvement ne fuyant pas (dans le cas d'un sol plein avec litière profonde).
- MTD 32c) : Ventilation statique avec système d'abreuvement ne fuyant pas (dans le cas d'un sol plein avec litière profonde).

La 32 s'applique à l'élevage de poulets de chair alors que la 34a) s'applique à l'élevage de dindes. Seule la MTD 32 est associée à un niveau d'émissions, qui est de 0,08 kg NH₃/emplacement/an.

Dans la majorité des documents portés à la connaissance de l'INERIS et analysés, la description de la conduite des essais ne spécifie ni si les additifs ont été testés selon les recommandations établies par les fournisseurs ni systématiquement les quantités totales et les quantités nécessaires par unité de surface pour garantir une certaine efficacité.

A l'occasion de la réunion de travail, il a été demandé à l'ITAVI de fournir les fiches descriptives des produits soumis aux essais pour accéder à la composition et à la posologie. Cette requête est restée sans réponse dans les délais impartis pour l'étude. L'INERIS insiste sur le fait que l'absence de connaissance de la variabilité des formules d'additifs présents sur le marché ni de la variété de la composition au sein d'une même catégorie d'additifs rend impossible tout positionnement sur la représentativité des effets et des formulations des différents additifs et de généraliser les résultats à l'ensemble des produits d'une même catégorie.

Les données de composition et de mode d'action rapportées ci-après sont relatives aux seuls additifs des publications.

3.3 ETAT DES LIEUX

3.3.1 REVISION DU BREF ELEVAGES INTENSIFS

L'utilisation d'additifs biologiques dans les bâtiments d'élevages de poulets de chair et de dindes a été discutée lors de la révision du BREF « élevages intensifs de porcs et de volailles ». Cette technique n'a finalement pas été retenue dans la version finale des conclusions MTD, plusieurs Etats Membres se sont positionnés en faveur de son retrait ou ont émis des réserves. D'après les informations synthétisées par le bureau du centre de recherche commun de la Commission Européenne en charge

⁹ DÉCISION D'EXÉCUTION (UE) 2017/302 DE LA COMMISSION du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD), au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs.

du pilotage de la révision des BREF et des conclusions sur les MTD (ci-après l'EIPPCB) dans le cadre de la révision du BREF Elevages intensifs, les différents arguments avancés sont : le manque de données quant à leur efficacité, la faible diffusion de cette pratique en Europe, la définition trop vague du terme « additif ». Seuls deux Etats membres étaient favorables à la reconnaissance de l'ajout d'additifs comme MTD, sous réserve de la démonstration de l'efficacité pour l'un des deux.

3.3.2 MISE EN ŒUVRE DE LA TECHNIQUE AU NIVEAU NATIONAL

Les éléments rapportés ici sont issus de la réunion de travail avec l'ITAVI. L'emploi d'additifs en bâtiments avicoles ne concernerait que 5% des élevages. Le nombre de références différentes disponibles sur le marché n'a pas pu être fourni. Les additifs seraient majoritairement utilisés dans des élevages aux performances et à la gestion environnementale satisfaisantes. Leur emploi serait principalement motivé par l'obtention d'un compost sans retournement et l'amélioration de l'ambiance et des conditions d'élevage au sein des bâtiments de volailles de chair (réduction des émissions gazeuses et d'odeurs, litière plus saine...).

4. LES ADDITIFS MINERAUX

Les éléments descriptifs et résultats présentés ci-après sont issus de la publication « Evaluation de l'apport sur litière d'un additif minéral sur les émissions d'ammoniac en élevage de poulet de chair » (Ponchant, Caumont, & Daridon, 2013).

4.1 COMPOSITION, MODES D'ACTION ET UTILISATION

L'additif minéral considéré dans cette publication est composé de sels minéraux et d'oligo-éléments. Il agirait sur les fermentations qui se déroulent au sein des litières. Cette action permettrait de réduire les émanations d'ammoniac et améliorerait l'ambiance dans les bâtiments. L'additif est présenté sous forme de granulés.

L'ITAVI a été sollicité par l'entreprise qui fabrique et commercialise le produit pour réaliser son évaluation.

4.2 SYNTHÈSE DES INFORMATIONS ISSUES DES PUBLICATIONS

Pour évaluer les effets de l'additif minéral, les tests ont été conduits en parallèle dans des bâtiments témoins et des bâtiments avec utilisation de l'additif, répartis sur deux installations différentes. La conduite des élevages, les performances zootechniques et les principaux éléments de description des bâtiments sont reportés dans la publication.

Trois lots de poulets ont été soumis aux tests.

L'additif est épandu sur les litières en trois fois au cours de la période d'élevage des poulets de chair (5^{ème}, 15^{ème} et 25^{ème} jour). La dose appliquée est de 125 kg/1000m².

Le pourcentage d'abattement moyen de l'ammoniac obtenu est de 13%. Pour le premier lot suivi, la réduction est de 3% ; les effets de l'additifs auraient été en partie annihilés à cause d'un problème sanitaire survenu lors des essais et du traitement antibiotique administré. Les abattements d'ammoniac obtenus sont de 16% et 20% pour les deuxième et troisièmes lots respectivement. L'additif minéral testé réduirait les émissions de NH₃ et les effets observés seraient imputables à son influence sur la microflore et les fermentations au sein des litières.

D'autres paramètres, en plus de l'ammoniac, ont été suivis quantitativement ou qualitativement afin d'étudier l'action de l'additif sur l'évolution des litières. La température de la litière a été mesurée mais uniquement sur le dernier lot, d'où la recommandation des auteurs de considérer ce paramètre « avec précaution ». La température de la litière test était supérieure d'un degré par rapport à la litière témoin. L'aspect des litières a été jugé plus humide par appréciation visuelle ce qui limiterait les émissions de poussières. Ces observations laissent supposer aux auteurs que l'activité microbienne est plus intense avec traitement et que l'additif n'impacte pas négativement l'écosystème microbien.

Les auteurs de l'étude indiquent que cette technique offre des potentialités intéressantes en conditions normales d'élevages mais que les effets sont limités en cas de conditions sanitaires dégradées avec seulement 3% de réduction des émissions d'ammoniac.

Tableau 1 : Récapitulatif des informations relatives au déroulement de l'essai

Espèce	Mode d'application de l'additif et dose testée	Conditions de réalisation des essais	Méthodologie de détermination des émissions de NH ₃	Résultat
Poulet de chair (durée d'élevage : 49 jours)	Le produit est épandu sur la litière par l'éleveur. 3 épandages sur litière de 125 kg/1000 m ² (à chaque application) aux 5 ^{ème} , 15 ^{ème} et 25 ^{ème} jours d'élevage.	<p>Essais dans une exploitation commerciale dans 4 bâtiments sur 2 sites. Les essais se sont déroulés de mars 2011 à juin 2012.</p> <p>Site 1 : deux bâtiments identiques de 1974 de 1000 m² à ventilation mécanisée et extraction haute, chauffage par radiants, système de brumisation, sol en terre battue, ventilation complémentaire en pignon.</p> <p>Site 2 : deux bâtiments identiques de 2008 de 1500m² à ventilation mécanisée monolatérale, sol en terre battue, chauffage au gaz et système de refroidissement.</p> <p>Pour les deux sites, la densité est de 20 poulets/m² et la quantité de paille hachée est de 6 kg/m².</p>	<p>Détermination des émissions gazeuses de NH₃ et de GES (prélèvements d'air à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment en début, milieu et fin de bandes, analyse de NH₃ avec analyseur photo-acoustique INNOVA.</p> <p>Calculs des émissions gazeuses à partir des gradients de concentrations mesurées (méthode simplifiée).</p>	<p>Réduction des émissions de NH₃ de 15,9% en moyenne.</p> <p>Détail des réductions :</p> <p>Lot 1 : -2,7%</p> <p>Lot 2 : - 15,9%</p> <p>Lot 3 : - 20,1%</p>

4.3 ANALYSE

Selon les lots, des réductions variables des émissions de NH₃ ont été mises en évidence.

Le mode d'action concret sur la microbiologie des litières n'est pas présenté, seules des hypothèses sont formulées et il n'est pas précisé si cet impact supposé a été étudié plus précisément préalablement à cette mise en situation sur le terrain. Les données partielles sur la composition et la méconnaissance du principe de fonctionnement rendent complexe la généralisation et l'assurance de la stabilité des performances de l'additif d'un élevage à un autre.

Les résultats peuvent donc être très différents en fonction des traitements nécessaires aux animaux. Il a été relevé dans la publication plusieurs imprécisions dans le protocole par rapport aux critères d'évaluation pré-établie (cf. §3). Elles concernent l'absence d'informations sur la conformité de la mise en œuvre par rapport à la recommandation fournisseur, les des doses et modalités retenues et les impacts possibles de celles-ci sur les résultats

La description des mesures de concentration d'ammoniac ne fait pas mention ni du nombre exact de prélèvements d'air ni des endroits de prélèvements. Il est seulement indiqué qu'ils ont été réalisés en « début, milieu et fin d'élevage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments ».

Les éléments relatifs aux températures dans les bâtiments et les débits de ventilation n'ont pas été suivis ou du moins, ils n'ont pas été reportés dans la publication. Or, ces paramètres peuvent avoir un impact non négligeable sur le niveau d'émissions de NH₃.

De même, les bâtiments du site 1 sont équipés de système de brumisation mais il n'est pas indiqué s'ils étaient en fonctionnement lors des essais.

Les mesures de température des litières n'ont pas été effectuées pour les trois lots mais seulement sur le dernier. Bien que ce paramètre puisse s'avérer comme secondaire, il est un des éléments de démonstration sur lequel s'appuie les auteurs pour mettre en évidence un effet de l'additif sur le comportement des litières. L'absence de suivi de la température sur les 3 lots ne permet de confirmer l'observation réalisée sur une seule bande.

5. LES ADDITIFS MICROBIENS

Les résultats présentés ici sont issus de deux publications :

- « Seeding of selected complexes of micro-organisms on litter during rearing to reduce ammonia emissions in broiler houses » (Aubert C. , Rousset, Ponchant, Allain, & Berraute , 2012) appelée étude n°1 par la suite.
- « Utilisation d'un complexe de microorganismes pour réduire les émissions d'ammoniac en élevage de poulets » (Aubert, Rousset , Allain, & Ponchant, 2011) appelée étude n°2 par la suite.

5.1 COMPOSITION, MODES D'ACTION ET UTILISATION

Deux additifs à base de microorganismes ont fait l'objet de tests. Un des additifs, sous forme de poudre, est composé de bactéries et champignons. Les microorganismes ont été sélectionnés à partir de composts végétaux qui représentent 27% du produit fini, le reste du produit est du carbonate de calcium. Le second additif est un liquide à base de complexes de microorganismes. Ainsi, ces additifs peuvent être soit épandus à la main soit pulvérisés sur la litière. Selon les additifs, l'emploi peut se faire en début ou en cours d'élevage et la fréquence de traitement, varier d'une à plusieurs fois.

Les deux publications ne précisent pas le type de microorganismes utilisé. D'après des échanges avec l'ITAVI, les bactéries sélectionnées seraient des lactobacilles.

5.2 SYNTHÈSE DES INFORMATIONS ISSUES DES PUBLICATIONS

Les abattements d'ammoniac reportés dans le tableau n°2 ont été obtenus dans le cadre d'essais menés conjointement par l'ITAVI et les fabricants des additifs testés.

Pour évaluer les effets de ces deux additifs, des tests ont été conduits en parallèle dans des bâtiments témoins et des bâtiments avec additifs. L'additif en poudre a été étudié dans les deux publications. Les résultats ont fait l'objet de traitement statistique dans la publication n°1.

Dans les deux essais, le fumier, l'aspect des litières et les performances zootechniques des animaux ont été étudiés. La caractérisation physico-chimique du fumier a été réalisée sur un échantillon représentatif constitué de plus de 15 prélèvements effectués en fin de bande. Elle portait principalement sur le taux de matière sèche, les quantités d'azote ammoniacal, d'azote total et organique. Ces paramètres interviennent dans la détermination des pertes d'azote par la méthode de bilan de masse. Les conclusions des auteurs vont dans le sens d'une réduction des pertes d'azote par volatilisation car il est mieux retenu dans le fumier grâce à l'ensemencement des litières via des microorganismes. Il ressort de l'étude des fumiers de l'étude 1 que la moyenne du rapport $N-NH_4^+/N_{tk}^{10}$ est quasiment identique entre les litières traitées et les litières non traitées. La différence entre les deux est de 0,8% mais cette valeur n'est pas significative d'un point de vue statistique.

Les résultats ne sont pas présentés par essai mais sont globalisés bien que les essais aient été réalisés sur des sites différents. La réduction de 8,5% des émissions

¹⁰ Ntk : Azote Kjeldahl total désigne la somme de l'azote ammoniacal et de l'azote organique

d'ammoniac n'est pas non plus significative d'un point de vue statistique. Les auteurs soulignent que, de manière générale, dans une exploitation commerciale, certains facteurs, contrôlés ou non, peuvent expliquer la variabilité observée d'un essai à l'autre et d'une exploitation à l'autre. Sont cités les traitements antibiotiques en cas de maladie, la durée d'élevage et le comportement des animaux. Ils concluent sur la nécessité de poursuivre les recherches afin de compléter ces premiers résultats encourageants.

Contrairement à la publication n°1, les auteurs de la publication n°2 ont indiqué la quantité de produit appliquée dans le cadre de leur expérimentation.

Dans l'étude 2, l'analyse physico-chimique montre une diminution du ratio $N-NH_4^+/N_{tk}$ dans le cas des litières traitées. Selon les auteurs, cela illustre une meilleure conservation de l'azote dans les litières. Dans cette même étude bien que l'étude des effets de l'additif ait porté sur 6 bandes de poulets, les émissions de NH_3 n'ont été mesurées que trois fois sur une seule bande. La réduction observée est de 36%. Plus généralement, les auteurs rappellent que le suivi des effets du produit sur 6 bandes seulement nécessite de poursuivre les essais dans des élevages présentant des configurations différentes.

Tableau 2 : Récapitulatif des informations relatives au déroulement des essais

Espèce	Mode d'application de l'additif et dose testée	Conditions de réalisation des essais	Méthodologie de détermination des émissions de NH ₃	Résultat
<p>Poulets de chair.</p> <p>Dans une des exploitations : élevage de poulets lourds abattus à 50 jours avec un poids final moyen de 2,6kg.</p> <p>Dans les 5 autres exploitations, poulets standards abattus à 40 jours à un poids final moyen de 1,6 kg.</p>	<p>Etude 1 : seeding of selected complexes of microorganisms</p> <p>Dose : non communiquée pour les deux produits testés</p>	<p>Etude conduite dans 6 exploitations commerciales en 2010 et 2011. Dans chacune des exploitations, les tests ont été menés dans deux bâtiments (1 test et 1 témoin) identiques (en termes de dimensions et en ventilation dynamique) simultanément.</p> <p>D'une part, additif en poudre testé dans trois exploitations : ensemencement effectué au 10^{ème} jour d'élevage en une fois.</p> <p>D'autre part, additif liquide testé dans trois autres exploitations : pulvérisation du produit à plusieurs reprises.</p> <p>Apport de litière poulets lourds : 5,86 kg de paille/m²</p> <p>Apport de litière poulets standards : 3,5 kg de paille/m²</p> <p>.</p>	<p>Mesures des concentrations en NH₃ par prélèvement de poches de gaz à l'intérieur et à l'extérieur et à l'aide d'un analyseur photo-acoustique de type INNOVA. Echantillonnages en début, milieu et fin d'élevage. Pertes de N par volatilisation : estimées à partir de bilan de masse sur l'azote à l'échelle du bâtiment.</p>	<p>Réduction de N-NH₃ de -8,5% (non significatif d'après analyse statistique)</p>

Poulets de chair	Etude 2 : Utilisation d'un complexe de microorganismes pour réduire les émissions d'ammoniac en élevage de poulets. Ensemencement des litières 10 jours après la mise en place des animaux, à raison de 100 kg/1000m ² . Sans réensemencement en cours d'élevage.	Test réalisé sur 6 bandes de poulets lourds dans un élevage commercial en Bretagne entre 2007 et 2010. Réalisation des essais dans deux bâtiments de 1000 m ² et en ventilation dynamique suivis en parallèle (témoin vs test)	Mesures d'ammoniac à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment pour un lot seulement. Mesures du NH ₃ par prélèvement de poche de gaz et à l'aide d'un analyseur photo-acoustique de type INNOVA. Suivi effectué trois fois en cours d'élevage et calcul des émissions a été réalisé entre 0 et 29 jours et 30 et 50 jours.	Réduction des émissions de NH ₃ en moyenne de 36,4%
------------------	--	---	---	--

5.3 ANALYSE

Plusieurs aspects importants du déroulement des essais ne sont pas présentés ou insuffisamment.

La description des bâtiments est partielle dans les deux études : le type de sol et la gestion de l'ambiance ne sont pas connus. En outre, dans la publication n°2, les auteurs ne précisent pas si les deux bâtiments sont identiques ou si des paramètres intrinsèques aux bâtiments auraient pu avoir une influence sur les résultats.

Dans la publication n°1, les quantités d'additifs utilisées lors des essais et la fréquence d'application ne sont pas connues ce qui ne permet pas de corrélérer les réductions de NH_3 à une dose définie d'additifs. Les performances des deux produits ne sont pas présentées séparément dans l'étude, rendant impossible la distinction de leur contribution supposée dans la réduction des émissions de NH_3 , ni l'influence de la conduite d'exploitation. Seule la réduction des émissions de N-NH_3 pour l'ensemble de la période de test, tout additif confondu, est rapportée dans la publication, elle est en moyenne de 8,5%. En outre, cette réduction est non significative d'après le test de Wilcoxon effectué par les auteurs. Les différences observées entre le bâtiment test et le témoin ne sont pas toujours significatives d'après l'analyse statistique menée.

Aucune des deux publications ne donne d'informations précises sur la composition des additifs ni sur leurs propriétés, le principe d'action et la capacité de ces produits à induire une réduction des émissions ammoniacales ne sont pas explicités. Les auteurs des deux publications n'expliquent pas si les essais ont été conduits selon les recommandations des fournisseurs d'additifs.

Dans les deux publications, les concentrations de NH_3 ont été mesurées à l'aide d'un analyseur à gaz INOVA à partir de prélèvements d'air. Cette méthode est couramment employée. Cependant, la description du protocole appliqué n'est pas détaillée. Le nombre et le lieu des échantillonnages d'air ne sont pas précisés si ce n'est qu'ils ont été réalisés à « l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments ».

L'étude 2 met en évidence une réduction intéressante des émissions de NH_3 dans le cas des bâtiments traités avec l'additif en poudre, mais, ce résultat ayant été obtenu sur une seule bande, il est impossible de l'extrapoler.

L'hétérogénéité des performances issues de ces études sur les additifs à base de microorganismes ne permet pas de conclure quant aux performances minimales pouvant être atteintes grâce à ces additifs spécifiques et encore moins de généraliser à tous les additifs microbiologiques ni à toutes les types et configurations d'élevage.

6. LES ADDITIFS A BASE D'ALGUES

Les résultats présentés ici sont issus de la publication « Effect of water additives on ammonia emissions from broilers » (von Bobrutzki,, Ammon , & Berg, 2012). Les abattements d'ammoniac reportés dans le tableau n°3 résultent d'une étude conduite par une équipe allemande sur les effets d'un additif à base d'algues sur les émissions d'ammoniac en élevage de poulets.

6.1 COMPOSITION, MODES D'ACTION ET UTILISATION

L'additif à base d'algues est ajouté à l'eau de boisson. Selon l'ITAVI, ce produit n'est pas un additif alimentaire, bien qu'ajouté à l'eau de boisson. L'animal serait à considérer comme un vecteur d'épandage du produit sur la litière.

L'ajout dans l'eau de boisson se fait en cours d'élevage, quinze jours après le démarrage. Les doses et la fréquence d'administration ne sont pas connues.

6.2 SYNTHÈSE DES INFORMATIONS ISSUES DES PUBLICATIONS

Pour évaluer les effets de l'additif à base d'algues, les tests ont été conduits en parallèle dans un même bâtiment divisé en deux avec un lot de poulets « témoin » et un lot de poulets avec additif.

L'émission cumulée de N-NH₃ par les poulets traités est 38% inférieure à celle du lot « témoin ».

Tableau 3 : Récapitulatif des informations relatives au déroulement des essais

Espèce	Mode d'application de l'additif et dose testée	Conditions de réalisation des essais	Méthodologie de détermination des émissions de NH ₃	Résultat
Poulets de chair abattus à 36 jours avec un poids final compris entre 1,8 et 2,1 kg.	Produit ajouté à l'eau de boisson des animaux à partir du 15 ^{ème} jour d'élevage Dose testée : non communiquée	Test réalisé en 2010 dans un élevage commercial de 57 000 poulets dans un bâtiment divisé en deux (93 m de long, 29 m de large et 4,5 m de haut). Distribution ad libitum d'eau et de nourriture (4 phases). Bâtiment en ventilation mécanique, température variant de 22 à 34°C en fonction du poids des animaux.	Mesures de la concentration en NH ₃ (en mg/m ³) avec un analyseur photo-acoustique à l'intérieur des deux salles et du débit de ventilation (en m ³ /h). Les échantillonnages de NH ₃ réalisés près des extractions d'air au niveau des cheminées dans le plafond. 6 points de mesures dans chaque salle.	Réduction de -38% de N-NH ₃

Les tests mettent en évidence une diminution des émissions moyennes de NH₃ sur l'ensemble du cycle d'élevage dans l'enclos des animaux traités. Les mesures ont été effectuées à l'aide d'un analyseur INNOVA et les caractéristiques des ventilateurs sont bien mentionnées dans la publication.

Toutefois, des mesures de NH₃ réalisées au sein du même bâtiment par une autre équipe lors de suivis antérieurs, font état de valeurs presque deux fois inférieures à celles de la salle traitée d'après les auteurs. Ces variations importantes pourraient

être partiellement expliquées par les périodes pendant lesquelles, les mesures sont effectuées (saisons, températures...). Il est également rappelé dans la publication que les valeurs peuvent varier de manière importante entre les élevages.

Une performance de plus de 30% d'efficacité sur les émissions de NH₃ a été mise en évidence mais des essais supplémentaires sont à réaliser selon les auteurs.

6.3 ANALYSE

Les informations disponibles sont insuffisantes pour confirmer les résultats obtenus pour cet élevage car il a été réalisé sur une seule bande et les données sur les quantités distribuées et la fréquence d'application sont absentes. De même que pour les autres additifs, il n'est pas précisé si la dose appliquée correspond à celle définie par le fournisseur.

La publication n'explique pas en quoi l'additif à base d'algues mélangé à l'eau de boisson a une action sur les litières ni quels sont les objectifs de son utilisation. La composition est imprécise et il peut être supposé que selon les algues ou les mélanges, les effets ne sont pas similaires et n'ont pas nécessairement une efficacité comparable sur la réduction des émissions de NH₃ d'où l'impossibilité de généraliser les effets à des additifs de mêmes catégories.

La description du protocole et de l'organisation des essais est relativement succincte. Par rapport aux critères d'étude définis ci-avant, il manque :

- la localisation géographique de l'exploitation et la période de mesures (saison),
- certains éléments de description du bâtiment et de gestion notamment ceux relatifs au type de sol, à la nature et à la quantité de litière, au débit de ventilation et au positionnement des extractions par rapport aux points de mesures...). Dans la partie « matériels et méthode », il est indiqué que le bâtiment est divisé en deux afin de mener l'expérience avec un lot témoin mais les auteurs n'indiquent pas la nature de la séparation ni si elle est partielle ou totale,
- la fréquence de mesures des concentrations de NH₃. Au-delà de n'avoir testé les effets de l'additif que sur une bande, il n'est pas précisé le nombre de mesures sur lesquels se sont appuyés les auteurs pour déterminer l'efficacité du produit.

Ce dernier point conduit notamment à conclure que, même si ces résultats paraissent intéressants vis-à-vis de l'abattement de NH₃, l'absence de répétition de l'essai interdit de généraliser ce résultat.

7. DISCUSSION

7.1 ELEMENTS COMPLEMENTAIRES

Au-delà des publications transmises par l'ITAVI, les recherches bibliographiques annexes ont montré que les additifs étaient identifiés comme une technique de réduction des émissions de NH₃ par l'UNECE¹¹. Ils sont classés dans les « techniques de catégorie 2 ¹²» et ne concernent que les additifs à base de sulfate d'aluminium et de microorganismes. L'UNECE précise que les résultats sont inconsistants ou que la technique n'a été testée que dans un seul pays (en référence aux USA). L'addition régulière de sulfate d'aluminium à la litière des poules pondeuses réduirait jusqu'à 70% les émissions d'ammoniac mais aucun abattement n'est attribué à son usage en élevage de poulets de chair (Bittman, 2014).

Le sulfate d'ammonium est effectivement employé depuis une vingtaine d'années aux États-Unis. Son utilisation est semble-t-il courante. Des produits à base d'argile acidifiée sont également disponibles sur le marché américain. Les différents traitements des litières n'ont a priori pas de reconnaissance officielle au niveau national ou fédéral. Plusieurs objectifs sont poursuivis par l'emploi de ces produits : la diminution des émissions de NH₃ et d'odeurs, l'amélioration de la qualité agronomique des litières ou encore la réduction des pathogènes. Par contre, les fournisseurs auraient l'obligation de préciser les doses nécessaires pour atteindre un niveau de réduction défini. Ces abattements ont été évalués soit par des fabricants soit par des équipes de recherche universitaires. En Europe, quelques demandes d'informations ponctuelles auprès de certains Etats Membres réalisées dans le cadre de cette étude n'ont pas permis d'identifier des pratiques identiques.

Dans le cadre des travaux de révision du BREF, il n'a été identifié aucune contribution des parties prenantes, au-delà d'une partie des publications scientifiques transmises par l'ITAVI pour réaliser l'évaluation objet du présent rapport.

En France ; le CORPEN aborde l'utilisation des additifs dans une de ses publications et souligne leur variété en termes de présentation et de mode d'action. (CORPEN, 2006). Les membres du comité recommandaient d'avoir une caractérisation plus précise des additifs et de leur utilisation et de définir les abattements potentiels d'odeurs et d'ammoniac tout en les distinguant bien. Tout comme pour les filières porcines et bovines, le CORPEN émettaient des réserves similaires quant à l'efficacité des produits utilisés en aviculture. Le superphosphate, l'acide phosphorique et la chaux sont simplement mentionnés dans le rapport sans que leur niveau d'efficacité sur l'ammoniac ne soit précisé (CORPEN, 2006). A ce jour, la situation semble avoir peu évoluée. Certains produits disponibles sur le marché sont

¹¹ The United Nations Economic Commission for Europe

¹² Catégorie 1 : les techniques et les stratégies ont été bien investiguées, sont considérées comme étant pratiques ou potentiellement pratiques et des données quantitatives de leur efficacité ont été obtenues à minima à l'échelle expérimentale.

Catégorie 2 : elles sont prometteuses mais les recherches sont à présent inadéquates ou il est toujours difficile de généraliser de quantifier leur abattement. Ça ne signifie pas qu'elles ne peuvent pas être utilisées de manière complémentaire à une stratégie globale de réduction des émissions de NH₃.

Catégorie 3 : l'efficacité des techniques n'a pas été démontrée ou elles ne sont pas applicables sur le terrain.

présentés comme efficaces dans la réduction des émissions de NH₃ sans que leur abattement ait été quantifié, que ce soit par des essais en laboratoires ou sur le terrain, mis à part ceux soumis à des tests en conditions réelles d'élevage réalisés par l'ITAVI et étudiés dans ce rapport.

Un projet de recherche d'identification de techniques de gestion des litières en volailles a été mené en Bretagne et Pays de Loire (Rousset, 2014). L'utilisation d'additifs biologiques a été évaluée et les analyses culturales des microorganismes et moléculaires ne mettent pas en évidence de modifications induites par les produits testés. Cependant, cet examen des litières a révélé que, selon les paramètres intrinsèques à un élevage, les communautés bactériennes et fongiques dominantes étaient différentes selon les exploitations.

Dès lors, comment généraliser les effets d'un additif biologique à n'importe quel type d'élevage au vu de l'hétérogénéité des populations bactériennes, surtout lorsque le principe d'action est basé sur une compétition entre les bactéries de l'additif et celles des litières ?

Enfin, des réserves peuvent être émises quant à l'efficacité des additifs lors de traitements antibiotiques comme cela a pu être soulevé dans certaines des publications étudiées.

7.2 EVALUATION DES PERFORMANCES D'APRES LES DONNEES FOURNIES

Le faible nombre de données et le manque d'informations quant à l'obtention de ces données ne permettent pas de valider aisément les résultats, notamment dans la perspective de reconnaissance d'une performance minimale en termes d'émission d'ammoniac comme étant l'un des objectifs de l'ajout d'additifs.

Tout d'abord, la compréhension partielle des mécanismes qui sous-tendent les principes d'action des additifs et la connaissance incomplète des facteurs de variabilité affectant leurs effets d'un élevage à un autre ou au sein d'un même élevage ne permettent pas de confirmer une diminution systématique des émissions d'ammoniac. De plus, la description superficielle des formulations d'additifs ne permet pas d'identifier quels sont les composés ou les associations dont l'efficacité est prouvée. L'ITAVI a indiqué lors des échanges au cours de l'étude que certains des microorganismes présents dans les additifs n'ont pas forcément fait l'objet d'une sélection préalable en laboratoire et ont été isolés à partir de composts. Ces pratiques soulèvent plusieurs questions sur la connaissance des microorganismes contenus dans les additifs et de la stabilité de ces formulations dans le temps. Comment s'assurer de la reproductibilité des souches lorsqu'elles sont sélectionnées à partir de substrats variables comme le compost ?

La description incomplète des protocoles mis en place pour l'étude des additifs et l'impossibilité de savoir si les quantités testées étaient celles recommandées par les fournisseurs limitent l'exploitation des résultats en vue de la reconnaissance du traitement des litières par des additifs comme équivalent à une MTD et ce, indépendamment de la nature du produit. En effet, la ou les périodes d'incorporation, les doses, les modalités pratiques d'incorporation sont autant de facteurs qui vont influencer l'efficacité de l'action des additifs.

En outre, l'utilisation limitée des additifs dans les élevages français à ce jour et l'absence de retour d'expérience contribuent également à l'impossibilité d'extrapoler et de généraliser les résultats.

Les mesures d'abattement d'ammoniac ont été obtenues à partir de tests réalisés exclusivement en élevages de poulets de chair et dans des bâtiments en ventilation dynamique. Aucune d'information n'a été transmise à l'INERIS dans le cadre de cette étude permettant de statuer sur la reproductibilité des niveaux de performances obtenus dans les différents essais à toutes les espèces et catégories de volailles (poules, dindes...) et des itinéraires techniques différents (élevages autres que sur litière ou avec stockage des fientes d'une année environ). Cependant, selon des échanges avec l'ITAVI, l'efficacité des additifs pourrait être croissante avec la durée d'élevage en raison de l'accumulation d'azote dans les litières.

8. CONCLUSION

L'effets des additifs incorporés dans les litières de poulets de chair sur les émissions de NH₃ ont fait l'objet de quelques publications scientifiques qui ont été communiquées par l'ITAVI à l'INERIS dans le cadre de cette étude. Les résultats issus de ces publications ont été compilés et analysés en vue de porter un jugement sur la reconnaissance des différents additifs étudiés comme permettant l'obtention de performances équivalentes aux MTD pour réduire les émissions de NH₃. Ils ont été complétés par des informations collectées auprès de l'ITAVI. Ce travail met en lumière plusieurs éléments :

- En France, il n'existe aucune donnée sur le nombre d'exploitations mettant en œuvre cette technique. L'usage d'additifs viserait principalement à améliorer l'ambiance au sein des bâtiments et débiter le phénomène de compostage en bâtiment. Cette pratique pourrait concerner environ 5% des exploitations de volailles de chair et n'aurait donc pas comme objectif premier de réduire les émissions d'ammoniac.
- Au niveau européen, l'INERIS n'a pas connaissance de l'existence d'une reconnaissance nationale d'additifs à cette fin. Par ailleurs, aucun additif n'a été officiellement reconnu selon le processus de vérification développé par VERA.
- Les quatre publications étudiées ont permis de catégoriser les additifs à incorporer aux litières en trois classes : minérale, microorganismes et algues. Néanmoins, les informations concernant la composition des produits, les quantités utilisées, les modalités d'incorporation à la litière et le principe d'action des produits sont partielles, voire inexistantes.
- Des réductions d'émissions de N-NH₃ ont été mis en évidence dans les publications étudiées mais les performances sont hétérogènes selon les additifs et la reproductibilité des résultats obtenus n'est pas confirmée. Il ressort des essais en élevage de poulets de chair, les abattements annoncés suivants pour les additifs ayant été utilisés dans les tests :
 - ✓ Additif minéral : 16% de réduction
 - ✓ Additifs « microorganismes » : 8,5% et 36% de réduction
 - ✓ Additif « algues » : 38% de réduction
- Les conditions d'obtention de ces données sont variables et les protocoles de mesures mis en place sont décrits de manière incomplète ou imprécise,
- La conduite de l'élevage et l'aspect sanitaire sont des paramètres qui peuvent influencer sur les performances des produits. Globalement, les auteurs des différentes publications rappellent la nécessité de poursuivre les recherches afin de mieux identifier les facteurs qui peuvent impacter l'action des produits.
- Enfin, les additifs ont été testés exclusivement en élevages de poulets de chair et dans des bâtiments en ventilation dynamique.

Les additifs devraient être également testés dans des exploitations où sont élevées des volailles autres que des poulets de chair afin de s'assurer de la reproductibilité

des résultats et de la généralisation des effets sur la réduction des émissions d'ammoniac à d'autres catégories animales.

En conclusion, au vu des éléments ci-avant, l'INERIS considère que, l'ajout d'additifs minéraux ou à base de microorganismes sur les litières, ou d'additifs à base d'algues introduits dans les eaux de boisson dans les élevages intensifs de volaille n'a pas fait la preuve d'une efficacité minimale suffisante et répétée en matière de réduction des émissions d'ammoniac au bâtiment pour qu'il puisse être reconnu comme une technique équivalente aux MTD relatives aux élevages intensifs de volailles.

En complément, les résultats des tests laissent envisager une possible contribution positive de l'ajout des additifs à la réduction des émissions d'ammoniac et n'excluent donc pas une révision possible ultérieurement de cette conclusion générale, sous réserve d'une démonstration étayée de l'efficacité de certains de ces additifs, assortie de conditions d'application précises et pour certaines catégories de bâtiments et/ou d'itinéraires techniques. En particulier, une justification spécifique à un élevage particulier n'est pas exclue, si l'exploitant peut apporter la preuve de l'efficacité de l'additif qu'il met en œuvre dans sa situation d'exploitation particulière ou bien de la validation de l'efficacité du produit utilisé dans le cadre d'une ETV.

Enfin, bien que l'ajout d'additifs n'ait pas à ce jour comme vocation première la réduction des émissions d'ammoniac et qu'aucune performance minimale n'ait été confirmée, cette pratique pourrait être envisagée comme une technique additionnelle aux techniques considérées comme MTD dans les cas où la mise en œuvre des MTD ne permettrait pas à elle seule d'atteindre les niveaux de performances associés.

9. BIBLIOGRAPHIE

- Aubert, C., Rousset , N., Allain, E., & Ponchant, P. (2011). *utilisation d'un complexe de microorganismes pour réduire les émissions d'ammoniac en élevage de poulets*. Tours.
- Aubert, C., Rousset, N., Ponchant, P., Allain, E., & Berraute , Y. (2012). *Seeding of selected complexes of microorganisms on litter during rearing to reduce ammonia emissions in broiler houses*. Saint-Malo.
- Bittman, D. H. (2014). *Options for ammonia mitigation: Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen*,. Edimbourg: Center for Ecology and Hydrology.
- CORPEN. (2006). *Les émissions d'ammoniac et de gaz azotés à effet de serre en agriculture*. Paris: Ministère de l'environnement.
- Ponchant, P., Caumont, P., & Daridon , B. (2013). *Evaluation de l'apport sur litière d'un additif minéral sur les émissions d'ammoniac en élevage de poulet de chair*. Ploufagan.
- Rousset, N. (2014). Les litières en élevage : identification, test et évaluation des techniques ou des pratiques consistant à mieux gérer les litières avec moins de matériaux. *Innovations agronomiques*(34), 403-415.
- VERA. (2011). Test protocol for livestock housing and management systems-V2. Charlottenlund. VERA Secretariat
- von Bobruzki,, K., Ammon , C., & Berg, W. (2012). *Effect of water additives on ammonia emissions from broilers*. Saint-Malo.

10. LISTE DES ANNEXES

Repère	Désignation	Nb/Format pages
1	Check-list du protocole de vérification des techniques de réduction des émissions au bâtiment	2
2	Fiche de présentation des additifs	3
3	Evaluation de l'apport sur litière d'un additif minéral sur les émissions d'ammoniac en élevage de poulet de chair	5
4	Seeding of selected complexes of microorganisms on litter during rearing to reduce ammonia emissions in broiler houses	4
5	Utilisation d'un complexe de microorganismes pour réduire les émissions d'ammoniac en élevage de poulets	5
6	Effect of water additives on ammonia emissions from broilers	3

ANNEXE 1

Check-list du protocole de vérification des techniques de réduction des émissions au bâtiment

Checklist: Demands on test report - Housing & management systems

Name of technology			
Type of technology			
Manufacturer			
Application	Date	Country	
main environmental effect			

Demand	Ok	Comments
The test report written in English		
Necessary sections/chapters:		
Foreword		
description of the three parties involved in the test: applicant, test organisation, farmers		
Specification of test period, incl. dates		
Date and signatures responsible person(s) of tests.		
name and address of the test organisation		
Introduction		
Need of the technology (optional)		
Description of the manufacturer/applicant and the housing system. If available: previous tests and references		
Data based on old or new data?		
Materials and Methods (incl. pictures)		
farms involved in the test		
Housing / management system used		
Description of test site		
animal category		
Number, dimensions of the sections and pens		
number of pens and animals per section		
Type of floor		
Dunging systems		
Feed systems		
Ventilation system		
Test design		
dimensioning of the test		
measurement methods & specification of instruments		
measurement method including measurement uncertainty		
measurement points and frequency		
Sampling procedure (where, when, how)		
calibration procedures		
statistical data processing method, including used models and the statistical software package		
Results		
specification of the measured primary parameters (odour, ammonia and dust)		
individual raw data (graphs plus processed data in tables with median, average and 95 percentile)		
Significance of treatment effects		

Checklist: test report (housing systems)

average and standard deviation of the conditional measurement parameters (tables and comments)		
evaluation of the operating stability (observations + all recorded data)		
uptime and efficiency corrected by the uptime factor		
Effects on NH ₃ , greenhouse gas or dust for each measuring day and housing unit 24h- average of indoor/outdoor temperatures, ventilation rate, gas/dust concentration, calculated 24h emission		
Effects on odour for each measuring day and housing unit: Date, start time, duration of sampling, indoor/outdoor temperatures, ventilation rate during measurement, odour concentration, calculated 24h emission		
For case-control design / > 4 farms		
Calculated emissions for each unit/farm and average for both case units/farms and both control units/farms		
P-value for t-test for significance between case vs. control and between farms based on calculated 24h-emission reduction (or based on average for each farm in case of > 4 farms set up)		
For comparison with a norm		
Calculated emissions for each farm and average for all farms		
95 % confidence interval of emission based on farm average		
Potential risks (normal/unforeseen events)		
Animal health and welfare		
occupational health and safety		
total (external) environment		
Food safety (e.g. of feed additives)		
Chemical regulations (if applicable)		
advice to the authorities for inspection of the system		
evaluation for applying the results to other types of animal housing/ animal categories cf. Annex I		
Discussion and Conclusion		
Discussion of results (incl. plausibility)		
Conclusion: sum up of the major results, general validation of system		
References		
Annexes, if relevant		

ANNEXE 2
Fiche de présentation des additifs

Techniques Alternatives associées au BAT 32 et 34
--

Animaux concernés	
Volaille de chair	<input checked="" type="checkbox"/>
Poules Pondeuses	<input type="checkbox"/>

Impacts	
Ammoniac	<input checked="" type="checkbox"/>
Odeurs	<input type="checkbox"/>
Particules	<input type="checkbox"/>
N, P	<input type="checkbox"/>
Eau	<input type="checkbox"/>
Energie	<input type="checkbox"/>

UTILISATION D'ADDITIFS DANS LES LITIÈRES EN BATIMENT AVICOLE

OBJECTIFS

L'utilisation d'additifs doit contribuer à la réduction des émissions d'ammoniac provenant des bâtiments d'élevage sans engendrer de modification structurelle conséquente.

PRINCIPE

En aviculture, les additifs peuvent être des substances d'origine chimique, minérale, biologique ou microbiologique. L'utilisation de ces composés va permettre de réduire les émissions d'ammoniac en agissant sur les composés azotés contenus dans les déjections des volailles ou en agissant sur la qualité des litières (taux de matière sèche, pH) présentes dans les bâtiments d'élevages avicoles.

MISE EN PLACE

Les additifs peuvent être utilisés dans l'eau de boisson, épandus sur les sols directement ou utilisés en solubilisation dans de l'eau pour être pulvérisé sur les litières. Les quantités à appliquer et la fréquence des applications doivent être en accord avec les recommandations du fabricant de l'additif.

Tableau 1 : Modalités d'utilisation des additifs

Mode d'utilisation	Réalisation pratique
Dans l'eau de boisson	Incorporation dans le bac d'abreuvement au cours du lot en respectant les doses fournies par le fabricant
Épandus sur les sols ou dans l'effluent	L'épandage peut être manuel en respectant les doses fournies par le fabricant
En dilution pour brumisation / Pulvérisation	La dilution de l'additif dans l'eau peut être réalisée par l'éleveur (pulvérisateur) ou de manière automatique par le système de brumisation, selon les recommandations du fabricant.

BENEFICES ENVIRONNEMENTAUX ATTENDUS

- Sur l'ammoniac

Bittman et al. (2014), dans le cadre de l'UNECE Task Force On Reactive Nitrogen, précise que le système d'élevage de volaille sur un sol dur recouvert de litière, dans un bâtiment ventilé mécaniquement ou naturellement, avec un système d'abreuvement équipé d'équipement antifuite/antigaspi à un taux d'efficacité sur l'abattement des émissions d'ammoniac de 20 à 30%. Sur la base des publications disponibles, le taux maximal d'efficacité de l'utilisation d'additifs se situe aux alentours de 35% (Cf. Tableau 2). **L'utilisation d'additifs dans les litières des bâtiments avicoles a donc une efficacité équivalente sur les émissions d'ammoniac à celle des MTD 32a, 32c et 34a du BRef Elevages 2017**

- Sur les odeurs

L'utilisation d'additifs peut aussi conduire à une réduction des émissions d'odeurs des bâtiments d'élevage du fait d'une meilleure gestion des litières dans les bâtiments d'élevage (taux de MS) et d'une activité réduite de certaines populations de bactéries présentes dans les déjections avicoles. Cependant, nous n'avons pas de références disponibles et publiées sur le sujet.

Le tableau suivant (

Tableau 2) regroupe des valeurs d'abattement mesurées sur l'ammoniac pour des animaux élevés sur litière.

Tableau 2 : Effets mesurés sur l'ammoniac (Liste non exhaustive et accessible à tous autres marques d'additifs ayant des niveaux d'efficacité similaires)

Nom de l'additif	Type d'additif	Mode d'utilisation	Abattement observé sur NH ₃ dans les études (en %) ¹	Publication associée
Z'FIX® (PRP Technologies)	Minéral	Application sur la litière	15,9%	Ponchant et al 2013
Bacteriolit® (SOBAC) et Bactivor® (GBP Environnement)	Microorganisme	Application sur la litière	8,5%	Rousset et al 2012
Bacteriolit® (SOBAC)	Microorganisme	Application sur la litière	36,4%	Aubert et al 2011
Biopolym®	Biologique (Algues)	Incorporation dans l'eau de boisson	38%	Von Bobrutzki et al 2012

- 1 le % est calculé dans les études sur les niveaux d'émission gazeuses entre un bâtiment test avec additif et un bâtiment témoin sans additif. Ces bâtiments sont gérés de manière similaire (ventilation, densité, support de litière...).

Dans l'étude Rousset et al (2012), là où le facteur d'abattement est le plus faible, les niveaux d'émissions mesurés dans les bâtiments sont bas (0,024 kg NH₃/animal/an en moyenne). En comparaison, dans les autres études du tableau 2, les niveaux d'émission mesurés varient de 0,07 à 0,1 kg NH₃/animal/an. Il est donc important de préciser ici, que l'efficacité d'un additif dépend du niveau d'émission en ammoniac rencontré dans les bâtiments

d'élevage avicole. Cette technique de lutte contre les émissions d'ammoniac, bien que peu contraignante à mettre en œuvre, n'est pertinente que dans des élevages où les émissions restent importantes malgré une bonne maîtrise sanitaire, une régulation efficace de l'ambiance du bâtiment et la mise en place de bonnes pratiques autour de la gestion des litières.

EFFETS SECONDAIRES

La réduction de la concentration en ammoniac dans l'ambiance des bâtiments peut contribuer à améliorer le confort des animaux et peut potentiellement réduire les problèmes de pododermatites voir dans certains cas améliorer les performances zootechniques des animaux (taux de mortalité). La réduction de l'exposition à l'ammoniac dans l'ambiance des bâtiments est également un élément important pour l'amélioration des conditions de travail des salariés/éleveurs.

En cas de traitement sanitaires (utilisation ponctuelle mais importante d'antibiotiques) l'efficacité des additifs peut être sensiblement réduite

FACTEURS INCITATIFS

La réduction des émissions d'ammoniac est l'objet principal du BREF Elevage particulièrement au niveau du bâtiment. Cette technique peut être comparée aux MTD 31 à 34 listée dans les conclusions du BREF.

L'utilisation d'additifs est une technique simple qui n'implique aucune modification structurelle des bâtiments pour sa mise en œuvre.

APPLICABILITE

Généralement applicable

PUBLICATIONS ASSOCIEES

Aubert C, Rousset N, Allain E, Ponchant P – 2011 - UTILISATION D'UN COMPLEXE DE MICROORGANISMES POUR REDUIRE LES EMISSIONS D'AMMONIAC EN ELEVAGE DE POULETS. Neuvième Journée de la Recherche Avicole, Tours.

Bittman S., Dedina M., Howard C.M., Oenema O., Sutton M.A. (eds) – 2014 - Options for Ammonia mitigation: Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen, Centre for Ecology and Hydrology, Edinburg, UK

Rousset N, Aubert C, Ponchant P, Allain E, Berraute Y. - 2012 - SEEDING OF SELECTED COMPLEXES OF MICROORGANISMS ON LITTERS DURING REARING TO REDUCE AMMONIA EMISSIONS IN BROILER HOUSE. Emission of Gas and Dust from Livestock – Saint-Malo, France p217-220

Von Bobrutzki K, Ammon C, Berg W – 2012 – EFFECT OF WATER ADDITIVES ON AMMONIA EMISSIONS FROM BROILERS. Emission of Gas and Dust from Livestock – Saint Malo, France p175-177

Ponchant P, Caumont P, Daridon B - 2013 - EVALUATION DE L'APPORT SUR LITIERE D'UN ADDITIF MINERAL SUR LES EMISSIONS D'AMMONIAC EN ELEVAGE DE POULET DE CHAIR. Dixième journée de la Recherche Avicole et Palmipèdes Foie Gras. La Rochelle.

ANNEXE 3

Evaluation de l'apport sur litière d'un additif minéral sur les émissions d'ammoniac en élevage de poulet de chair

EVALUATION DE L'APPORT SUR LITIÈRE D'UN ADDITIF MINÉRAL SUR LES ÉMISSIONS D'AMMONIAC EN ÉLEVAGE DE POULET DE CHAIR

Ponchant Paul¹, Caumont Pierre², Daridon Bruno²

¹ITAVI, Zoopôle Beaucemaine 22440 Ploufragan - FR

²PRP Technologies, 33 avenue du Maine 75755 Paris - FR

ponchant@itavi.asso.fr

RÉSUMÉ

En France, d'après les inventaires du CITEPA, le secteur agricole est directement responsable de 95 % des émissions nationales d'ammoniac dont 77 % sont émis par les élevages. L'exploration et l'identification d'outils permettant la réduction des émissions d'ammoniac dans les élevages sont des enjeux importants pour la filière avicole. Ces efforts doivent donc permettre à la filière de participer à l'engagement de la France à l'échelle européenne sur la maîtrise des émissions gazeuses. Un additif minéral développé par la société PRP Technologies a été testé dans des bâtiments commerciaux en Bretagne (poulets lourds 49 jours) de mars 2011 à juin 2012. Durant 3 lots, une bande essai (recevant l'additif) et une bande témoin (sans apport d'additif) ont été suivies dans des conditions d'élevage similaires (bâtiment, pratiques, durée d'élevage). Le calcul des pertes gazeuses a été réalisé par la méthode des bilans de masse sur l'azote et le carbone. La mesure des émissions (N_2O , NH_3 , CH_4 et CO_2) a été possible grâce à l'utilisation d'un analyseur de gaz photoacoustique INNOVA 1412®. Les résultats sur 3 lots montrent que l'application de l'additif minéral permet de réduire les émissions azotées ($N_2O + NH_3$) de 15,6% en moyenne. Si l'on considère la fraction ammoniacale, la réduction engendrée est en moyenne de 15,9% (jusqu'à 22,1% en moyenne sur les lots 2 et 3). L'étude des performances zootechniques pour chaque bande a également permis de mettre en avant une diminution de la mortalité dans les bâtiments traités. Il est à noter qu'en conditions sanitaires dégradées, les traitements antibiotiques et la dégradation des litières tendent à amoindrir l'effet de l'additif sur les émissions de NH_3 , ainsi que les performances zootechniques. Au final, en condition d'élevage normale, l'efficacité de l'utilisation de cet additif apparaît comme une solution intéressante pour la maîtrise des émissions de NH_3 .

ABSTRACT

Assessment of the contribution of a mineral additive on litter on emissions of ammonia in broiler rearing
In France, according to CITEPA's inventories, agricultural activities are directly responsible for 95% of national emissions of ammonia, whose 77% are emitted by livestock activities. The Identification and use of tools for reducing ammonia emissions from poultry barns are important issues. These efforts must allow the poultry activities to participate in the commitment of France at European level to control gaseous emissions. A mineral additive, developed by PRP Technologies has been tested in commercial buildings in Brittany (49 days chicken rearing) from March 2011 to June 2012. During 3 batches, a test building (received additive) and a control building (without any additive) were monitored in similar rearing conditions (building size, period of rearing, husbandry practices...). The calculation of gaseous losses was realized by the method of mass balances on nitrogen and carbon. Measuring emissions (N_2O , NH_3 , CH_4 and CO_2) was achieved through the use of a photoacoustic gas analyzer INNOVA 1412®. The results on 3 batches show that the application of mineral additive reduces nitrogen emissions ($N_2O + NH_3$) by 15.6% on average. If we consider the fraction of ammonia, the reduction reaches on average 15.9% (22.1% on average in batches 2 and 3). The study of animal performances for each batch has also highlighted a reduction in animal mortality in the treated buildings. It should be noted that in sanitary conditions deteriorated, the antibiotics and degradation of litter tend to reduce the effect of the additive on NH_3 emissions and animal performance. Finally, in normal rearing condition, the effectiveness of the additive appears to be an interesting solution for the control of emissions of NH_3 .

INTRODUCTION

En France, d'après les inventaires du CITEPA (2008 a), le secteur agricole est directement responsable de 95 % des émissions nationales d'ammoniac dont 77 % sont émis par les élevages (CITEPA, 2008b).

L'agriculture reste donc un des secteurs les plus contributeurs au niveau national pour ce gaz impliqué dans les processus d'acidification des milieux naturels. Différentes étapes au niveau international et européen ont amené un nombre important d'Etats à s'engager dans un processus de réduction des émissions d'ammoniac (NH₃) et de gaz à effet de serre (GES). Les engagements de la France au niveau du protocole de Göteborg mais aussi les obligations de respects de plafonds d'émissions de la directive NEC (National Emissions Ceilings) couplées avec la directive IED, relatives aux émissions industrielles, sont autant d'étapes qui illustrent la nécessité d'améliorer la connaissance sur les niveaux d'émissions liés entre autres aux élevages de volailles de chair. Ainsi, la pression réglementaire se fait de plus en plus forte sur le secteur agricole et la recherche de solutions techniques adaptées aux pratiques d'élevage et aux itinéraires de production pour diminuer les émissions ammoniacales devient aujourd'hui un enjeu non négligeable.

Enfin, d'un point de vue social, l'identification des voies d'actions réduisant les émissions polluantes et leur diffusion auprès des éleveurs souhaitant être acteurs dans le domaine de la protection de l'environnement par la réduction de la pollution atmosphérique est un des atouts pour les filières d'élevage.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Configuration de l'essai

La société PRP Technologies fabrique et commercialise l'additif « FIX », un produit granulé pour le traitement des litières. Cet additif est composé d'un mélange de sels minéraux et oligoéléments granulés par du lignosulfonate, dont la finalité est d'influer sur les fermentations au sein des litières. Selon l'entreprise, les modifications engendrées au niveau de la microflore limitent les émanations d'ammoniac et améliorent l'ambiance dans les bâtiments, au bénéfice des animaux. La société PRP Technologies a sollicité l'ITAVI afin de mesurer les effets de l'utilisation de cet additif en production de poulets de chair.

L'essai s'est déroulé de mars 2011 à juin 2012 dans 4 bâtiments répartis sur 2 sites de l'exploitation. Les animaux élevés sont des poulets Princior (souche Ross Blanc) abattus à 49 jours (3,2 kg de poids vif final).

L'éleveur a mis à notre disposition sur le premier site 2 bâtiments identiques de 1000 m² (coque classique), à ventilation mécanisée (extraction haute). La nature du sol est de la terre battue, le chauffage des bâtiments se fait par radiants électriques et un système de brumisation est présent en cas de fortes chaleurs (ainsi qu'une ventilation complémentaire en pignon). Sur le second site, les bâtiments sont plus récents (2008 vs. 1974) et plus grands (superficie de 1500 m²). Le système de ventilation est à extraction mécanisée monolatérale (type Colorado) et la nature du sol reste de la terre battue. Le système de chauffage est composé d'aérothermes extérieurs au gaz propane et un système de refroidissement est également présent.

Pour chaque lot, l'éleveur met en place ses animaux à une densité de 20 animaux par m² de surface au sol et une quantité de 6 kg de paille hachée par m² est utilisée comme substrat pour la litière.

Au cours de ces essais nous avons suivi plusieurs paramètres de l'élevage. Ainsi, pour chaque lot suivi, les paramètres suivants ont été étudiés :

- Indice de consommation (kg aliment/ kg vif)
- Mortalité (%)
- Pododermatites
- Températures moyennes des litières (°c)
- Qualité des litières
- Analyse physico chimique des fumiers
- Emissions gazeuses (NH₃, GES)

Pour chaque lot, nous avons suivi deux bâtiments : un bâtiment témoin (sans apport d'additif) et un bâtiment test (avec ajout d'additif). Les conduites d'élevage dans ces bâtiments (alimentation, densité, traitement sanitaire,...) sont strictement identiques.

Dans le bâtiment test, une dose d'additif minéral a été appliquée en trois fois au cours de la bande. Les applications ont eu lieu aux 5^e, 15^e et 25^e jours d'élevage à raison de 125 kg/1000 m² pour chaque application (185 kg pour 1500 m²). L'épandage du produit testé a été réalisé à la main par l'éleveur.

1.2. Paramètres étudiés

Indice de consommation et mortalité

Les indices de consommation et la mortalité en élevage ont été calculés à partir des fiches de lot renseignées et fournies par l'éleveur.

Poids des animaux

Au cours des 2 premiers lots, les animaux sont pesés par l'éleveur chaque semaine.

Pour le 3^{ème} lot suivi, les bâtiments sont équipés de deux pesons automatiques.

Pododermatites

Une note globale sur les pododermatites a été donnée à partir de la grille de notation utilisée classiquement par l'ITAVI.

- note 1 : pas de lésion ou d'hyperkératose

- note 2 : écailles allongées, colorées en marron (surface <50 % du coussinet plantaire)
- note 3 : écailles allongées, colorées en marron (surface >50 % du coussinet plantaire)
- note 4 : perte de substance recouverte généralement d'une croute importante marron ou noire (surface <50 % du coussinet plantaire)
- note 5 : perte de substance recouverte généralement d'une croute importante marron ou noire (surface >50 % du coussinet plantaire)

Pour chaque lot, 2 passages ont été réalisés (en début et milieu de bande). Afin d'avoir une note représentative, l'échantillon était composé d'une centaine d'animaux, sélectionnés au hasard sur l'ensemble du bâtiment.

Qualité des litières

Sur tous les lots suivis, en début, milieu et fin de bande, une note qualitative globale de la litière a été donnée, après avoir circulé dans tout le bâtiment, selon les critères suivants :

- note 1 : sèche et friable,
- note 2 : friable mais légèrement humide,
- note 3 : friable mais croûtée à certains endroits,
- note 4 : croûtée mais on peut accéder à de la litière friable en creusant,
- note 5 : totalement croûtée ou humide.

Température des litières

Sur les derniers lots suivis, en début, milieu et fin de bande, des mesures de température de la litière (en profondeur uniquement par une sonde aiguille inox à thermocouple) ont été réalisées sur 10 points du bâtiment définis, afin d'obtenir une température moyenne des litières.

Pesées et analyses physicochimiques des fumiers

Des prélèvements de fumier ont été réalisés en fin de lot (après lavage des bâtiments) dans les deux poulaillers (test et témoin), en plusieurs points du bâtiment, regroupés puis mélangés en veillant à casser les éventuelles plaques de déjections. Par divisions successives, un échantillon représentatif a été constitué à des fins d'analyses physico-chimiques (matière sèche, matières minérales, matière organique, azote total, azote ammoniacal, phosphore et potassium) afin de déterminer la composition des fumiers à la sortie des bâtiments d'élevage.

La totalité du fumier sorti de chaque poulailler a été pesée sur un pont bascule situé hors de l'exploitation.

Emission gazeuses

Pour chaque lot, un bilan de masse a été réalisé pour estimer les pertes en carbone, azote et vapeur d'eau. La méthode de calcul est la somme d'éléments fixés par les carcasses et excrétés, déduit de la somme des éléments apportés par l'alimentation et la litière (cf. équation 1). Le défaut de bilan correspond ainsi à la partie volatilisée.

$$\text{Equation 1 : } C_{\text{litière}} + C_{\text{poussin}} + C_{\text{aliments}} - C_{\text{carcasse}} - C_{\text{effluents}} = \text{Perte C}$$

Les éléments nécessaires à la réalisation des bilans de masse étaient disponibles soit auprès de l'éleveur, soit dans la bibliographie (CORPEN 2006), soit obtenus par analyses physico-chimiques.

Ensuite, pour chaque lot, en début, milieu et fin de bande, des prélèvements d'air ont été réalisés dans les bâtiments et à l'extérieur. Les concentrations ont été mesurées à l'aide d'un analyseur de gaz INNOVA modèle 1412 (spectroscopie photoacoustique). A partir des gradients de concentrations mesurées, il a été possible de calculer les émissions gazeuses (CO₂, CH₄, N₂O, NH₃ et H₂O), en utilisant la méthode simplifiée de mesures des gaz à effet de serre en bâtiment d'élevage de volailles (Ponchant *et al.* 2009) et développée en partenariat par l'ITAVI et l'INRA.

Pour le H₂S, des mesures de concentrations à l'intérieur des bâtiments ont été réalisées aux mêmes périodes (début, milieu et fin de bande) à l'aide d'une pompe Dräger en 10 points du bâtiment (utilisation de tubes Dräger pour mesures ponctuelles (0.2 à 5 ppm)).

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Les lots 2 et 3 se sont déroulés de manière tout à fait normale. Durant le lot 1, un problème sanitaire a eu lieu (contamination des bâtiments via un épandage à proximité).

Les résultats pour les 3 lots sont synthétisés dans le tableau 1.

Indice de consommation et mortalité

Concernant l'indice de consommation en élevage, aucune différence significative n'est relevée sur les 3 lots testés (amélioration de 1% environ de l'indice dans 2 des 3 lots). Concernant la mortalité dans les bâtiments, une amélioration significative est enregistrée dans les bâtiments testés. En effet, sauf pour le premier lot, le paramètre mortalité diminue sensiblement pour les lots 2 et 3 (-14.7% et -2.4% dans les bâtiments test). Une partie de cette baisse de la mortalité peut être imputée à une meilleure ambiance dans les bâtiments test (moindre concentration de NH₃ et de poussières).

Pododermatites

Une légère amélioration des pododermatites est à noter pour 2 lots sur 3. Cependant, les observations réalisées ne permettent pas de conclure sur un quelconque effet de l'additif testé sur le niveau des pododermatites.

Qualité des litières

Les observations menées au cours des essais semblent indiquer une tendance à l'amélioration de la tenue des litières pour les bâtiments test avec ensemencement d'additif.

Température des litières

La température de litière est également plus importante dans le bâtiment test. Cette mesure est à

prendre avec précaution car elle n'a été réalisée que dans le dernier lot. La différence de 1°C est le signe d'une plus grande activité microbienne dans la litière test.

Si on considère le fait que la litière test est plus humide, sans toutefois causer plus de pododermatites ni de mortalité, on peut supposer que l'additif n'altère pas l'écosystème microbien de façon négative. De plus, une litière plus humide sera moins sujette à l'émission de poussières.

Emissions azotées et carbonées sous formes gazeuses

Les émissions azotées ($\text{NH}_3 + \text{N}_2\text{O}$) semblent être effectivement impactées par le traitement avec l'additif minéral. Si le lot 1 présente une faible diminution, (faible activité des microorganismes de la litière, sans doute du fait du traitement antibiotique rendu nécessaire pour régler le problème sanitaire survenu pour ce lot), les lots 2 et 3 présentent quant à eux des réductions importantes des émissions azotées pour les bâtiments testés. Dans les 3 lots, une diminution concernant le facteur d'émission sur l'ammoniac a été observée (-2.7%, -15.9% et -20.1%). Concernant les émissions carbonées ($\text{CO}_2 + \text{CH}_4$), les émissions sont supérieures dans les bâtiments testés pour deux lots sur trois. Le lot 1 qui a subi un problème sanitaire présente une augmentation importante de +22 % par rapport au témoin, le lot 2 enregistre une augmentation modérée de +6 % par rapport au témoin. Quant au lot 3, la différence de +0.7 % n'est pas significative.

CONCLUSION

L'exploration et l'identification d'outils permettant la réduction des émissions polluantes dans les élevages sont des enjeux importants pour la filière avicole. Ces efforts doivent lui permettre de participer au processus de maîtrise des émissions ammoniacales engagés au niveau européen.

Ainsi, dans les conditions de l'expérimentation mise en œuvre entre mars 2011 et juin 2012, dans un élevage de poulets lourds en Bretagne, l'utilisation d'un additif minéral appliqué sur la litière permet de diminuer les émissions d'azote sous forme gazeuse d'environ 15 %. Si l'on considère la fraction ammoniacale, la réduction engendrée par l'additif est également de 15 %. Dans le même temps, il est à souligner une tendance à la diminution de la mortalité dans les bâtiments traités. D'autre part, la diminution du ratio C/N de la litière dans les bâtiments tests semble indiquer une meilleure maturation du substrat organique sous l'activité de la microflore. Au moment de l'épandage au champ, la transformation de l'effluent mobilisera moins d'azote du sol pour la minéralisation de la fraction carbonée. L'effet potentiellement dépressif de l'effluent par une concurrence vis-à-vis de la nutrition azotée des cultures est alors atténué.

Au final, l'efficacité de cet additif minéral, apparaît comme une solution intéressante pour la maîtrise des émissions de NH_3 en condition d'élevage normale. Néanmoins, en conditions sanitaires dégradées, les traitements antibiotiques et la dégradation des litières et des performances zootechniques tend à amoindrir l'effet de l'additif sur les émissions de NH_3 .

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CITEPA, 2008a, Substances relatives à l'acidification, l'eutrophisation et à la pollution photochimique - Emissions dans l'air – France, 17 pp, <http://www.citepa.org/emissions/nationale/index.htm>

CITEPA, 2008b, Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France – Séries sectorielles et analyses étendues Rapport d'inventaire National, 247 p, Ref CITEPA 551,

PONCHANT P., HASSOUNA M., AUBERT C., ROBIN P., AMAND G., 2009. Application et validation d'une méthode de mesures simplifiées des émissions gazeuses dans les bâtiments d'élevage avicoles. Saint Malo, 8ème Journées de la Recherche Avicole. pp 228 - 232.

Tableau 1. Résultats des paramètres suivis sur les 3 lots

	Lot 1		Lot 2		Lot 3	
Date de mise en place	20/03/2011		20/05/2011		15/02/2012	
	Test	<i>Témoin</i>	Test	<i>Témoin</i>	Test	<i>Témoin</i>
Indice de consommation (kg aliment / kg vif)	2,10	2,13	1,97	1,95	2,09	2,12
Taux de mortalité (%)	8,3	8,1	2,9	3,4	3,8	3,9
Pododermatites (1 à 5)	2,13	2,03	2,05	2,22	2,11	2,18
Qualité de litière (1 à 5)	2,4	2,6	2,3	2,3	2,1	2,5
Température de litière (°c)					30,4	28,2
MS (103°C) des effluents (%)	60,6	68,4	59,1	60,9	58,8	60,8
Teneur en azote total des effluents (kg/T)	20,4	15,9	23,7	28,1	24,8	25,1
C/N effluent en sortie de bâtiment	11,9	17,2	10,8	11,8	9,9	10,4
Emissions C-CO ₂ (kg/m ²)	33	27	29,6	27,9	31,7	31,5
Emissions C-CH ₄ (gr/m ²)	41	33	67	36	54,6	48,6
Emissions N-N ₂ O (gr/m ²)	25	21	16	18	8	15,3
Emissions N-NH ₃ (gr/m ²)	187	194	108	128	243,3	306
Concentration H ₂ S					Non décelée	Non décelée
Facteur d'émission NH ₃ (gr NH ₃ /animal)	13,35	13,72	7,65	9,1	18,33	22,95
Diminution du facteur d'émission NH ₃ ([Témoin – Test]/ Témoin)		-2,7%		-15,9%		-20,1%

ANNEXE 4

Seeding of selected complexes of microorganisms on litter during rearing to reduce ammonia emissions in broiler houses

SEEDING OF SELECTED COMPLEXES OF MICROORGANISMS ON LITTER DURING REARING TO REDUCE AMMONIA EMISSIONS IN BROILER HOUSES

Rousset, N.¹, Aubert, C.¹, Ponchant, P.¹, Allain, E.², Berraute, Y.³

¹ ITAVI, 41 rue de Beaucemaine, 22440 Ploufragan, France;

² SOBAC, Zone Artisanale, 12740 Lioujas, France;

³ GBP environnement, 3 rue de Chappedelaine, 22640 Plénée-Jugon, France.

ABSTRACT: The aim of this study is to confirm the interest in seeding selected complexes of microorganisms on litter during broiler rearing. The trials were carried out on two kinds of broiler production (40d or 50d broilers) on 6 commercial farms. Each trial included monitoring of a “test” batch (T) receiving the litter treatment and an untreated batch (NT). Main results show a significant decrease in mortality rate of T batches for 50d broilers (-20.5%). For this production, the severity of pododermatitis was also significantly lower from 10-40 days of rearing. The mean total nitrogen content in solid manure tended to increase for both 50d broilers (+10.7%) and 40d broilers (+6.5%). Moreover, nitrogen losses decreased an average of 24.0% for 50d broilers and 19.2% for 40d broilers. Ammonia emissions also tended to decrease, by 8.5%. These results confirm the utility of this practice to reduce ammonia losses in livestock houses, and the impact on animal health and welfare is significant, especially for long rearing periods.

Keywords: poultry, mitigation strategy, nitrogen losses, ammonia emissions, seeding of microorganisms, solid manure, animal’s welfare, litter fermentation

INTRODUCTION: Seeding a complex of selected microorganisms on litter during rearing appears to be a practice able to limit ammonia emissions in broiler houses while contributing to the welfare and health of animals (Aubert et al., 2011). The litter, initially a stable structure, will evolve during rearing and become a biological reactor. Animal manure will allow the development of microorganisms, which need water, nitrogen and energy to develop. Seeding selected microorganisms in a litter can guide the development and change the microbial degradation of organic matter. The aims of this study are to evaluate the impact of this practice on reducing nitrogen emissions, and particularly ammonia emissions, in commercial farms, but also on animal health and welfare and manure quality.

1. MATERIAL AND METHODS: The trials were carried out on six commercial farms rearing broilers in Brittany (France) in 2010 and 2011. Each trial included monitoring of two broiler houses situated on the same farm, with similar dimensions, equipment, and mechanical ventilation. The litter of “test” broiler house (T) was seeded with a complex of microorganisms during rearing. In the first 3 farms, seeding was done once, early in the batch (at 10 days) with a complex of bacteria and fungi in the form of powder (Bacteriolit[®] concentré, SOBAC). In the others, seeding was done several times throughout the batch, with a complex of bacteria sprayed on the litter in liquid form (Bactivor[®], GBP environment). The “untreated” broiler house (NT) did not receive any litter treatment. The first farm produced heavy broilers (50d broilers), slaughtered at 50 days of age, with a mean liveweight of 2.60 kg and 5.86 kg of straw/m² for litter, brought in once at the beginning of the batch. The five other farms produced standard broilers or lightweight broilers (40d broilers), slaughtered at 40 days of age, with a mean liveweight of 1.61 kg and 3.5 kg of straw/m² for litter.

1.1. Visual aspect of litter quality and evaluation of the severity of pododermatitis: An overall evaluation of the quality of the litter (dry and crumbly, or moist and crusty) was given in each building, at the beginning, middle and end of the batch. The foot state of the broilers was scored using a scoring grid taking into account the surface area of the lesion and its severity. The observations were performed at the beginning, middle and end of the batch on about 50 randomly sampled animals per broiler house.

1.2. Characterization of solid manure composition and estimation of nitrogen losses: Physico-chemical analyses were performed on the solid manure from broiler houses T and NT at the end of the batches and after removal of the animals. Solid manure sampling was conducted at several sites in the building (15-20 samples pooled and thoroughly mixed). All the solid manure from each broiler house was weighed at the end of each batch. Nitrogen losses through volatilization in broiler houses (mainly NH_3 , but also N_2O and N_2) were estimated using mass balance on nitrogen parameters at the livestock house level. The nitrogen losses corresponding to the proportion of nitrogen excreted by animals which was not found in the solid manure at the end of the batch was assumed to be lost by volatilization. Furthermore, ammonia emissions were estimated with the simplified method of measurement of greenhouse-gas emissions in livestock houses (Ponchant et al., 2009). Ammonia concentrations were quantified by photoacoustic infrared spectrometry (INNOVA 1412) from air samples taken inside and outside the broiler house at the beginning, middle and end of rearing.

2. RESULTS AND DISCUSSION:

2.1. Animal performance: All batches were conducted identically in broiler houses T and NT, particularly animal housing densities and litter inputs (Table 1). No significant differences appeared in the mean liveweight or feed conversion (less than 1% difference). However, a significant decrease in mean mortality rate (20.5%) was observed in T batches of 50d broilers but not of 40d broilers. The mortality rates for this kind of production were relatively low in these trials.

Table 1. Effect of treatment on animal performance.

	50d broilers (n=8)			40d broilers (n=17)		
	NT	T	Mean difference	NT	T	Mean difference
An. H. Density A/m ²	20.8 ± 0.1	20.8 ± 0.2		29.4 ± 1.9	29.1 ± 2.0	
Litter kg/m ²	5.9 ± 0.3	5.9 ± 0.3		3.5 ± 1.3	3.5 ± 1.3	
Mort. rate %	4.39 ± 1.04	3.44 ± 1.02	-20.5% *	1.82 ± 0.90	1.85 ± 0.76	+13.8% (ns)
LW kg	2.61 ± 0.07	2.60 ± 0.05	+0.02% (ns)	1.60 ± 0.23	1.61 ± 0.22	+0.91% (ns)
FC	1.93 ± 0.06	1.92 ± 0.05	-0.44% (ns)	1.83 ± 0.11	1.82 ± 0.10	-0.03% (ns)

Statistical test used: Wilcoxon signed rank test for paired samples; ns: not significant; *: p-value < 0.05

2.2. Aspect of litter and severity of pododermatitis: The general aspect of litter degraded over batches both treatments (T & NT). However, they appeared drier on average at the end of rearing for T batches. Also, for 50d broilers, litter treatment significantly decreased severity of pododermatitis observed at 10, 20 and 40 days of rearing (p<0.05, Mann-Whitney U test for ordered variable). Nevertheless the effect was not significant after the departure of females (after 40 days of rearing). No treatment effect was visible for 40d broilers.

2.3. Composition of solid manure: The results of solid-manure composition confirm visual observations performed on litter at the end of rearing. For 50d broilers, the mean dry matter (DM) content difference equalled +7.3%, but the difference was not significant (Table 2). In contrast, for 50d broilers, there was a non-significant increase in total nitrogen content (Ntk) (+10.7%). This trend was accompanied by a decrease in the ratio between ammonia nitrogen content and total nitrogen content (N-NH₄/Ntk) (-15.2% for NT). For 40d broilers, there was a significant increase in Ntk of treated solid manure, (+6.46% for NT). However, the mean N- NH₄/Ntk ratio appeared to be similar for T and NT batches. Moreover, for 40d broilers, the mean C/N ratio decreased significantly (by 4.2%) in T batches.

Table 2. Effect of the treatment on composition of solid manure at the end of rearing.

	50d broilers (n=7)			40d broilers (n=17)		
	NT	T	Mean difference	NT	T	Mean difference
DM (%)	59.2 ± 7.4	63.0 ± 3.1	+7.2% ^(ns)	58.7 ± 7.3	59.4 ± 6.7	+1.6% ^(ns)
Ntk (%)	2.4 ± 0.3	2.6 ± 0.6	+10.7% ^(ns)	2.5 ± 0.3	2.7 ± 0.3	+6.5% [*]
N-NH ₄ /Ntk (%)	23.7 ± 3.3	21.0 ± 4.4	-15.2% ^(ns)	19.2 ± 2.9	19.5 ± 4.0	-0.8% ^(ns)
C/N	12.4 ± 1.4	12.0 ± 1.4	-1.9% ^(ns)	11.7 ± 1.6	11.2 ± 1.5	-4.2% [*]

Statistical test used: Wilcoxon signed rank test for paired samples; ns: not significant; *: p-value < 0.05

2.4. Nitrogen losses in broiler houses: The results show a decrease in mean nitrogen losses through volatilization, which is consistent with an increase in total nitrogen content in solid manure at the end of rearing. For 50d broilers, mean nitrogen losses were 24.0% lower (Table 3), but not statistically significant. For 40d broilers, there was a significant decrease in mean nitrogen losses (by 19.2%).

Table 3. Effect of the treatment on nitrogen losses in broiler houses.

	Broilers 50d (n=7)			Broilers 40d (n=17)		
	NT	T	Mean difference	NT	T	Mean difference
N entering (g/broiler)	151 ± 8	150 ± 5		90 ± 9	90 ± 9	
N excreted (g/broiler)	72 ± 5	71 ± 3		42 ± 5	42 ± 4	
N manure (g/broiler)	52 ± 4	56 ± 10		28 ± 6	30 ± 7	
N losses (% N excreted)	27.5 ± 8.7	21.2 ± 12.9	-24.0% ^(ns)	33.1 ± 15.3	28.5 ± 16.3	-19.2% ^{**}

Statistical test used: Wilcoxon signed rank test for paired samples; ns: not significant; **: p-value < 0.01

Nitrogen losses calculated in these trials are similar (or lower for 50d broilers) than those adopted by CORPEN (2006), i.e. 30% of the nitrogen excreted by animals. The amounts of nitrogen excreted were similar between the control and treatment (T & NT) for both 40d and 50d broilers. Furthermore, mean ammonia emissions in broiler houses tended to decrease for T batches (by 8.5%, Table 4). Nevertheless, an increase in mean nitrous oxide emissions of 16.7% was observed, which is consistent with a drier litter. Carbon dioxide emissions differed little (mean difference 1.9%). These findings should be interpreted with caution because observed emission differences were not statistically significant.

Table 4. Effect of the treatment on ammonia and GHG emissions in broiler houses.

	(n=17)	NT	T	Mean difference
C-CO ₂ emissions		880 ± 259	859 ± 243	-1.9% ^(ns)
N-NH ₃ emissions	g/animal	3.4 ± 2.3	3.2 ± 3.2	-8.5% ^(ns)
N-N ₂ O emissions		0.6 ± 0.3	0.6 ± 0.3	+16.7% ^(ns)

Statistical test used: Wilcoxon signed rank test for paired samples; ns: not significant

CONCLUSION: These trials show that the seeding of selected complexes of microorganisms on litter during rearing tends to decrease nitrogen losses through volatilization in broiler houses, especially ammonia losses. Nitrogen tends to be better preserved in solid manures and to reorganize into different forms. This practice also appears to contribute to animal health and welfare by decreasing mortality rate and pododermatitis, especially during long rearing periods. The decrease in ammonia concentration in broiler houses may also decrease respiratory diseases in animals or human workers. However, differences between NT and T batches differed from one trial to another and from one farm to another. The effects observed on parameters examined were not always significant. Several factors not controlled under commercial conditions may explain this variability. For example, the occurrence of digestive disorders in animals and antibiotic use are likely to disturb litter evolution. The role of animal behaviour and duration of the rearing period may also have an influence. The results are encouraging in terms of health, animal welfare and environment, especially for production requiring long rearing periods, but additional studies should be conducted to understand better the factors influencing the observed effects.

REFERENCES:

- Aubert, C., Rousset N., Allain, E., Ponchant, P., 2011. Using a complex of microorganisms to reduce the ammonia emissions from poultry farming. 9^{ème} Journées de la Recherche Avicole, Tours, France, 116-120.
- Ponchant, P., Hassouna, M., Aubert, C., Robin, P., Amand, G., Ehlacher, A., 2009. Méthodologie de mesures simplifiées des gaz à effet de serre en bâtiments d'élevage avicoles. 8^{ème} Journées de la Recherche Avicole, St Malo, France, 100-104.
- CORPEN, 2006. Estimation des rejets d'azote, phosphore, potassium, calcium, cuivre, zinc par les élevages avicoles. CORPEN.

ACKNOWLEDGEMENTS: The authors wish to thank all the breeders and the Ministry of Agriculture for its financial support.

ANNEXE 5

Utilisation d'un complexe de microorganismes pour réduire les émissions d'ammoniac en élevage de poulets

UTILISATION D'UN COMPLEXE DE MICROORGANISMES POUR REDUIRE LES EMISSIONS D'AMMONIAC EN ELEVAGE DE POULETS

Aubert Claude¹, Rousset Nathalie¹, Allain Erwan², Ponchant Paul¹

¹ITAVI – Zoopôle Beauce-main- 41, rue Beauce-main – 22440 PLOUFRAGAN, France

²SOBAC – Zone Artisanale, 12740 LIOUJAS, France

aubert@itavi.asso.fr

RESUME

L'objectif de ce travail consistait à déterminer l'impact sur les émissions d'ammoniac de l'utilisation d'un complexe de microorganismes épandu sur les litières dans les bâtiments d'élevages de poulets de chair. Plusieurs expérimentations ont été conduites dans un élevage commercial de poulets, avec à chaque fois une bande témoin et une bande "essai" recevant le complexe de micro-organismes. La méthode du bilan des minéraux a été utilisée. Toutes les entrées (litière, animaux, aliment) et toutes les sorties (fumier, animaux) ont été enregistrées. Les différences notées entre les entrées et les sorties correspondent aux pertes dans l'atmosphère du bâtiment. Les résultats sur 6 lots montrent que sur le plan zootechnique, les différences entre les bandes « essai » et les bandes « témoin » sont minimales: - 0,08 % sur le poids vif, + 0,26 % sur l'indice de consommation. En ce qui concerne la mortalité, la différence est importante ; en effet, la mortalité est en moyenne de 3,1 % pour l'essai vs 4,3 % pour le témoin, soit un écart de 27 %. Les principaux écarts se situent au niveau du fumier + 9,3 % de matière sèche au profit de l'essai, + 11,1 % pour la teneur en azote total, - 11 % en azote ammoniacal et + 19,1 % en azote organique. Le déficit de bilan sur l'azote est réduit de 31 %. Les émissions d'ammoniac par kg de poids vif sont réduites, dans le bâtiment ensencé, de 9,67 % (période de J0 à J29) et 59,45 % (période de J30 à J50), et en moyenne de 36,45 %. Ces résultats montrent qu'il est possible d'agir directement au niveau du bâtiment d'élevage pour réduire les pertes d'ammoniac, avec un impact non négligeable sur la mortalité et un impact écologique évident, correspondant à la fois aux attentes sociétales et aux contraintes réglementaires.

ABSTRACT

Using a complex of micro-organisms to reduce the ammonia emissions from poultry farming

The aim of this study consisted in determining the impact on the ammonia emissions of using a complex of micro-organisms spread on the litters in broiler buildings. Several experiments have been carried out in a commercial chicken breeding, with each time a control batch and a "trial" batch receiving the complex of micro-organisms. The method of the mass balance was used. All the inputs (litter, animals, feed) and all the outputs (manure, animals) have been registered. The differences noted between the inputs and the outputs correspond to the losses in the atmosphere of the building. The zootechnical results on 6 batches show that the differences between the bands "trial" and the "control" bands are tiny: - 0,08 % on the live weight, + 0,26 % on the index of consumption. Regarding mortality, the difference is important; indeed, mortality is on average of 3,1 % for the trial vs 4,3 % for the control, which gives a variation of 27 %. The principal variations are on the manure: + 9,3 % of dry matter for the trial, + 11,1 % for the total nitrogen content, - 11% for ammoniacal nitrogen and + 19,1 % for the organic nitrogen. The deficit of nitrogen budget is reduced 31%. The ammonia emissions per kg of live weight are reduced, in the trial, by 9,67 % (from day 0 to 29) and by 59,45 % (from day 30 to 50) with an average of 36,45 %. These results show that it is possible to act directly in the livestock building to reduce the losses of ammonia, with a considerable impact on mortality and an obvious ecological impact, corresponding both to social and regulation requirements.

INTRODUCTION

L'agriculture est l'un des secteurs les plus contributeurs au niveau national pour l'émission d'ammoniac. En effet, dans le rapport d'inventaire national édité en février 2008 par le CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique), le secteur agriculture-sylviculture représentait 98 % des émissions d'ammoniac dont 78 % étaient attribuables au secteur de l'élevage (chiffres pour l'année 2006). Ainsi, sur les 740 ktonnes émis en France en 2006, 726 ktonnes sont imputables à l'agriculture-sylviculture dont 569 ktonnes à l'élevage.

Différentes étapes au niveau international et européen ont amené un nombre important d'Etats à s'engager dans un processus de réduction des émissions d'ammoniac dans leurs politiques environnementales. La directive 2001/81 encore dite directive NEC (National Emission Ceilings) fixe les plafonds d'émissions nationaux entre autres pour l'ammoniac. La France s'est engagée à réduire ses émissions d'ammoniac à 780 ktonnes pour 2010 (objectif atteint), et une nouvelle diminution de l'ordre de 30 % est envisagée pour 2020, dans le cadre de la révision du protocole de Göteborg, signé par la France en 1999 sous l'égide des Nations Unies. Par ailleurs, l'application des Meilleures Techniques Disponibles pour la protection de l'environnement, sur les volets eau, air, énergie (BREF, 2003) dans le cadre de la directive 96/61/CE (directive IPPC, Integrated Prevention Pollution and Control) vise à la réduction des émissions d'ammoniac par les élevages de porcs et de volailles. Enfin, la mise en application en juin 2010 de la directive bien-être pour les élevages de poulets oblige les éleveurs à ne pas dépasser dans les bâtiments d'élevage une concentration en ammoniac de 20 ppm.

Dans ce contexte de contraintes de plus en plus fortes, cela devient une impérieuse nécessité de réduire les émissions d'ammoniac en provenance des élevages.

Pour les élevages de volailles de chair élevées en claustration sur litière, le CORPEN (2006) évalue les pertes d'azote à 30 % de l'excrété, ce qui correspond pour un bâtiment de 1000 m², en considérant que 70 % de cet azote est sous forme d'ammoniac, à un rejet de l'ordre de 3 tonnes d'ammoniac par an.

Parmi les techniques susceptibles de limiter les émissions d'ammoniac au niveau des bâtiments d'élevage, l'ensemencement des litières avec un complexe de microorganismes semble prometteur, comme l'a montré un essai conduit par Allain et Aubert (2009). Toutefois des résultats sur un plus grand nombre de bandes sont nécessaires pour acquérir des données fiables permettant de mesurer leur effet réel. Des essais dans un élevage commercial de poulets ont été conduits sur 6 bandes afin de

mesurer cet impact sur les performances zootechniques, la qualité de la litière en cours de bande, la composition du fumier sorti du bâtiment d'élevage et sur les émissions d'ammoniac.

1. MATERIELS ET METHODES

Les essais ont été réalisés chez un éleveur de poulets des Côtes-d'Armor, entre 2007 et 2010. Deux bâtiments d'environ 1000 m², destinés à l'élevage de poulets lourds, abattus à 50 jours à un poids moyen d'environ 2,5 kg et bénéficiant d'une ventilation dynamique ont été suivis en parallèle :

- P1 : poulailler témoin pour lequel aucun ensemencement de la litière n'a été réalisé ;
- P2 : poulailler « essai » ayant reçu le complexe Bactériolit® (ensemencement de la litière 10 jours après la mise en place des animaux, à raison de 100 kg/1000 m², pas de réensemencement en cours de bande).

Le produit utilisé se présente sous forme de poudre. Les populations de microorganismes présentes dans le produit sont sélectionnées et multipliées sur des composts végétaux. Ces composts constituent 27% du produit, le reste étant du carbonate de calcium qui sert simplement de support pour pouvoir manipuler les microorganismes et bien les répartir.

1.1. Caractérisation du fumier

Des prélèvements de fumier ont été réalisés en fin de lot dans les deux poulaillers P1 et P2 en plusieurs points du bâtiment (entre 15 et 20), regroupés puis soigneusement mélangés en veillant à casser les éventuelles plaques de déjections. Par divisions successives, un échantillon représentatif a été constitué à des fins d'analyses physio-chimiques. (matière sèche, matières minérales, matière organique, azote total, azote ammoniacal, azote organique) afin de déterminer la composition des fumiers à la sortie des bâtiments d'élevage.

La totalité du fumier sorti de chaque poulailler a été pesée soit sur un pont bascule situé hors de l'exploitation soit sur des pesées essieux amenés sur l'exploitation.

1.2. Méthode des bilans

La méthode choisie pour estimer les pertes azotées en bâtiment est celle du bilan de masse. Sachant que l'on connaît la quantité d'azote entrée dans le bâtiment sous forme de paille constituant initialement la litière, sous forme d'aliment ingéré et sous forme d'animaux (poussins) et sachant que l'on connaît la quantité d'azote sortie du bâtiment sous forme de fumier et de poulets nous avons pu réaliser un bilan entrée-sortie sur le paramètre azote. Par ailleurs, connaissant l'azote ingéré (composition de l'aliment et indice de consommation) et fixé par l'animal (par défaut, les valeurs utilisées par le CORPEN, 2006), nous en déduisons la quantité excrétée. La différence entre le bilan réalisé à l'échelle du bâtiment et celui fait à

l'échelle de l'animal, aboutit à un défaut de bilan correspondant aux pertes d'azote sous forme gazeuses, essentiellement sous forme de NH_3 , mais aussi de N_2O et de N_2 .

1.3. Qualité de la litière

Sur 2 lots, en début, milieu et fin de bande, une note qualitative globale de la litière a été donnée, après avoir circulé dans tout le bâtiment, selon les critères suivants :

- note 1 : sec et friable,
- note 2 : friable mais légèrement humide,
- note 3 : friable mais croûtée à certains endroits,
- note 4 : croûtée mais on peut accéder à de la litière friable en creusant,
- note 5 : totalement croûtée (C) ou humide (H).

1.4. Emissions d'ammoniac

Pour un lot, en début, milieu et fin de bande, le suivi des émissions d'ammoniac a été possible en utilisant la méthode simplifiée de mesures des gaz à effet de serre en élevage mise au point par Ponchant *et al.* (2009) et développée en partenariat entre l'ITAVI et l'INRA, et en l'appliquant à l'ammoniac. Cette technique consiste à prélever une poche de gaz dans le bâtiment et une autre à l'extérieur, à mesurer les concentrations en ammoniac à l'aide d'un analyseur de gaz INNOVA modèle 1412 basé sur la technique unique de la spectroscopie photoacoustique. La méthode des rapports de concentration décrite par Ponchant *et al.* (2009) permet de déduire les émissions d'ammoniac.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Performances zootechniques

Les 2 bâtiments ont été conduits de manière identique pour chacun des lots, en particulier au niveau de la densité (en moyenne 20,91 pour le bâtiment témoin et 20,88 pour le bâtiment test) et des apports de litière (5,86 kg/m^2 pour le témoin vs 5,84). Les différences notées sont faibles (tableau 1). Les résultats sur 6 lots montrent que sur le plan zootechnique, les différences entre les bandes « test » et les bandes « témoin » sont minimales: - 0,08 % sur le poids vif (respectivement 2,58 kg vs 2,59 kg), + 0,26 % sur l'indice de consommation (respectivement 1,912 vs 1,907). En ce qui concerne la mortalité, la différence est importante ; en effet, la mortalité est en moyenne de 3,13 % pour le test vs 4,30 % pour le témoin, soit un écart de 27,12 %, correspondant en moyenne à 196 animaux.

1.2. Qualité de la litière

La qualité de la litière a été notée sur seulement 2 lots. Il n'y a pas ou peu de différences entre le témoin et le test en début de bande. L'aspect des litières évolue de la même façon. Par contre en fin de bande, la litière des bâtiments test paraît plus sèche (figure 1).

1.2. Composition du fumier

Le fumier issu des bâtiments tests est plus sec que celui issu des bâtiments témoins (tableau 2). La différence est de 9,3 %, ce qui confirme l'aspect visuel donné par les litières sur deux lots. Sur les paramètres MO, MM, les fumiers ayant été ensencés sont respectivement plus riches de 6,83 % et 7,90 %.

En ce qui concerne l'azote total (Ntk), la teneur moyenne des fumiers témoins est de 2,38 % vs 2,65 % pour les fumiers test, soit un écart de 11,1 %. Parallèlement, la teneur en azote ammoniacal est plus faible dans les bâtiments tests (0,53 % vs 0,60 %), soit 11 % de différence. Quant au rapport $\text{N-NH}_4/\text{Ntk}$, il est de 25,22 % pour les fumiers témoins et 20,56 % pour les fumiers tests, soit un écart de 18,48 %. Ces résultats montrent que l'azote est mieux conservé dans les fumiers tests, car la fraction ammoniacale est plus faible et la fraction organique plus élevée.

1.4. Bilan de l'azote

Dans le cas des bâtiments témoins, 19,83 % de l'azote excrété n'est pas retrouvé dans le fumier, ce qui suppose qu'il a été perdu par volatilisation, probablement pour l'essentiel sous forme d'ammoniac. Pour les bâtiments tests, cette part d'azote correspondant au défaut de bilan est de 13,87 % soit un écart de 31 % avec les bâtiments témoins. Ces valeurs chiffrées viennent corroborer ce qui était observé sur la qualité des fumiers : dans les bâtiments ensencés, les pertes d'azote sont plus faibles que dans les bâtiments témoins. Ces valeurs sont plus faibles que celles retenues par le CORPEN, à savoir 30 % de pertes d'azote par rapport à l'excrété.

Pour le poulet lourd, le CORPEN (2006) retenait la valeur de 41 g d'azote maîtrisé. Pour les animaux issus du bâtiment témoin, cette valeur atteint 47 g et 51 g pour ceux issus des bâtiments tests. Dans le cas des témoins, la différence par rapport au CORPEN s'explique par un poids moyen supérieur et une moindre volatilisation de l'azote. L'écart se creuse davantage encore avec les tests du fait d'une forte réduction des pertes par volatilisation. Le rejet d'azote maîtrisé par les animaux issus des bâtiments ayant reçu l'additif biologique est supérieur de 8,5 % à celui des animaux issus des bâtiments non traités.

1.5. Emissions d'ammoniac

Les concentrations d'ammoniac (tableau 5 et figure 2) ont fait l'objet de mesures sur un seul lot, à 21, 29 et 46 jours. Le calcul des émissions a été fait pour 2 périodes : 0 à 29 jours, et 30 à 50 jours, en raison des pratiques d'élevage (détassage par enlèvement des femelles).

Sur la première période, l'augmentation des émissions de NH_3 est régulière, aussi bien pour le témoin que pour le test, avec un passage de 0 à 15 g de N-

NH₃/m²/jour. L'émission moyenne est de 12,67 g de N-NH₃/m²/jour dans le cas du témoin et 12,31 g pour le test, soit un écart de 2,92 %. Si l'on considère l'émission par kg PV/jour, l'émission du bâtiment test est inférieure de 9,67 % à celle du témoin.

Au cours de la seconde période, l'émission moyenne est de 9,95 g de N-NH₃/m²/jour pour le témoin et 4,74 g pour le test soit une différence de plus de 52 %. L'écart augmente si l'on considère l'émission par kg PV/jour : 0,37 g pour le témoin vs 0,15 g soit une différence de près de 60 %. Au cours de cette période, le départ des femelles induit une diminution des émissions d'ammoniac.

Sur toute la durée de la bande, l'émission moyenne est de 8,20 g de N-NH₃/kg de PV pour le bâtiment témoin et 5,25 g pour le bâtiment enssemencé, soit un écart de 35,98 %. Ces émissions d'ammoniac correspondent à 29,74 % du N excrété pour le bâtiment non traité, et 19,11 % du N excrété pour le bâtiment test.

Ces mesures seront à renouveler plusieurs fois afin de pouvoir en ressortir un facteur d'émission qui soit représentatif des pratiques d'élevage.

CONCLUSION

Ces essais conduits dans un élevage commercial montrent que l'ensemencement des litières en présence des animaux à 10 jours d'âge permet de conserver l'azote du fumier ; celui-ci voit sa fraction ammoniacale diminuer et de ce fait les émissions d'ammoniac au niveau de l'élevage se trouvent réduites. Les résultats obtenus sont très encourageants

car ils permettent de répondre aux objectifs fixés par la réglementation concernant les émissions d'ammoniac. Par ailleurs la technique utilisée contribue au bien-être et à la santé des animaux et de l'éleveur en diminuant les concentrations en ammoniac dans le bâtiment d'élevage. Enfin, au final, le fumier obtenu plus riche en azote est davantage compatible avec les bonnes règles agronomiques concernant l'apport de fertilisants. Cependant ces résultats ont été obtenus sur 6 bandes seulement (et en ce qui concerne l'émission d'ammoniac sur une seule bande); il conviendrait de poursuivre les essais dans des élevages présentant des configurations différentes.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

EUROPEAN COMMISSION – 2003 - Integrated Prevention Pollution and Control (IPPC) – 383 pages
 CITEPA – 2008 - Réf CITEPA 551, 247 p
 CORPEN – 2006 - Document CORPEN, 57 p
 PONCHANT P., HASSOUNA M., AUBERT C., ROBIN P., AMAND G. – 2009 - 8^{èmes} Journées de la Recherche Avicole, p 100-104
 E. ALLAIN, C. AUBERT – 2009 — 8^{èmes} Journées de la Recherche Avicole, p 105-109
 ALLAIN E, AUBERT C. – 2010 — EPC 2010

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier Monsieur Jean-Michel GAUDE chez qui ces essais se sont déroulés, ainsi que le Ministère chargé de l'Agriculture pour son soutien financier par le biais du CASDAR qui a retenu comme lauréat 2010 le projet « *Les litières en élevage* », dans lequel s'inscrit cette étude.

Tableau 1. Performances zootechniques (n=6)

		Bâtiments témoins	Bâtiments tests	Ecart (test/témoin)
Densité au départ	Ax/m ²	20,91 ± 0,00	20,88 ± 0,04	- 0,14 %
Taux de mortalité	%	4,30 ± 1,15	3,13 ± 0,98	- 27,12 %
Poids moyen vif	kg	2,59 ± 0,08	2,58 ± 0,04	- 0,08 %
Indice de consommation		1,907 ± 0,005	1,912 ± 0,057	0,26 %

Figure 1. Qualité de la litière

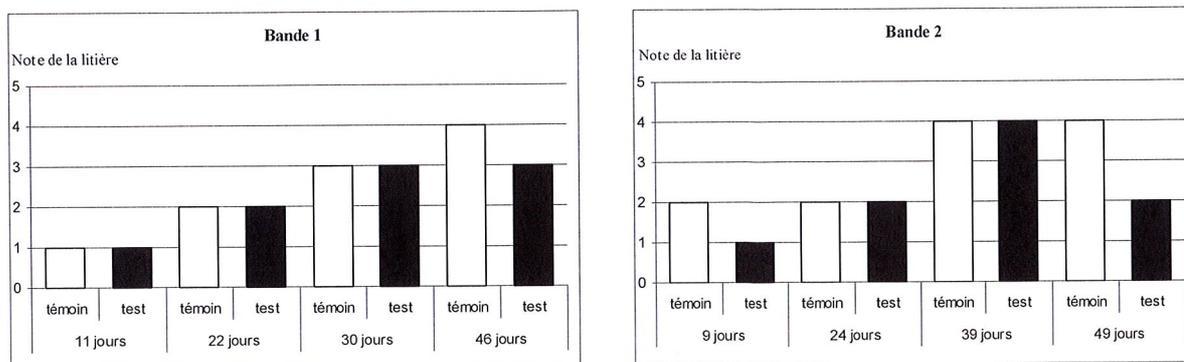


Tableau 2. Composition du fumier à la sortie des bâtiments (n=6)

		Bâtiments témoins	Bâtiments tests	Ecart (test/témoin)
MS	% / PB	57,45 ± 6,59	62,82 ± 3,57	9,34 %
MO	% / PB	50,67 ± 5,44	54,13 ± 3,87	6,83 %
MM	% / PB	8,28 ± 0,91	8,93 ± 0,89	7,90 %
Ntk	% / PB	2,38 ± 0,27	2,65 ± 0,37	11,10 %
N-NH ₄	% / PB	0,60 ± 0,04	0,53 ± 0,08	- 11,02 %
N-NH ₄ /Ntk	%	25,22 ± 2,21	20,56 ± 5,56	- 18,48 %

PB = poids brut

Tableau 3. Composition azotée des entrants (aliment et litière) et des sortants (animaux)

		Bâtiments témoins	Bâtiments tests
Teneur en protéines des animaux *	% / PV	18,50	18,50
Teneur moyenne de l'aliment en protéines (n=6)	% / PB	18,27 ± 0,54	18,24 ± 0,50
Teneur en azote de la litière (n=1)	% / PB	6,08	6,08

Valeurs issues de la bibliographie

PV = poids vif

PB = poids brut

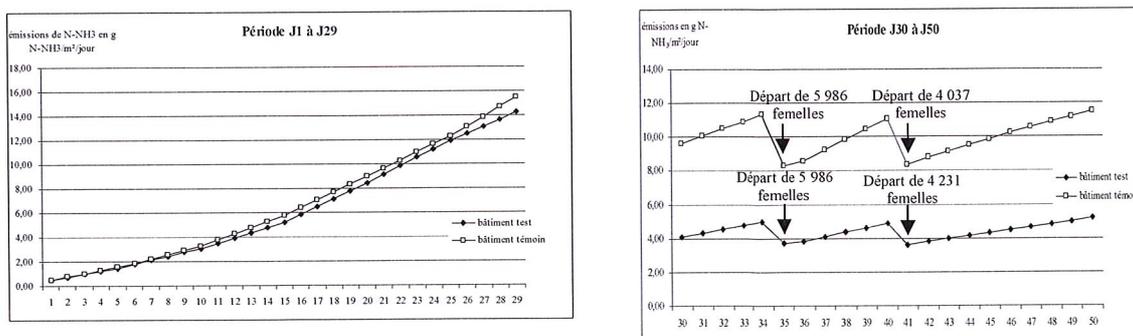
Tableau 4. Bilan de l'azote rapporté à l'animal

		Bâtiments témoins	Bâtiments tests	Ecart (test/témoin)
en g/animal	N entrant	147,10	146,89	- 0,14 %
	N excrété	67,55	67,45	- 0,15 %
	N sortant (fumier)	53,5	58,7	9,66 %
	Défaut de bilan (%)	19,83	13,67	- 31,03 %
	N maîtrisé (méthode CORPEN)	47	51	8,5 %

Tableau 5. Emissions moyennes d'ammoniac au cours d'une bande

	J1 à J29			J30 à J50		
	Bâtiment témoin	Bâtiment test	Ecart (test/témoin)	Bâtiment témoin	Bâtiment test	Ecart (test/témoin)
g N-NH ₃ /m ² /jour	12,67	12,31	- 2,92 %	9,95	4,74	- 52,36 %
g N-NH ₃ /animal/jour	0,62	0,60	- 3,33 %	0,83	0,39	- 53,01 %
g N-NH ₃ /kg PV/jour	0,62	0,56	- 9,67 %	0,37	0,15	- 59,45 %

Figure 2. Evolution des émissions journalières d'ammoniac au cours d'une bande



ANNEXE 6

Effect of water additives on ammonia emissions from broilers

EFFECT OF WATER ADDITIVES ON AMMONIA EMISSIONS FROM BROILERS

von Bobrutzki, K.¹, Ammon, C.¹, Berg, W.¹

¹ Leibniz Institute for Agricultural Engineering Potsdam-Bornim, Department of Engineering for Livestock Management, Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam, Germany.

ABSTRACT: Consumption of broiler meat has increased rapidly in Europe over the past several years. Associated ammonia (NH₃) emissions arising from broiler rearing are of great environmental concern. The objective of this study was to determine the effect of a liquid water additive made of seaweed (Biopolym[®]). The investigated barn was separated into two halves. During the 36-day growing cycle, broilers in one half were provided with water enriched with Biopolym[®]. The broilers in the other half received only plain water. In both halves of the barn, the NH₃ mass-flow rate was measured. Additionally, water and feed consumption of the broilers were recorded. The results showed that the cumulative feed intake of the broilers was 3.19 kg broiler⁻¹ taking the water enriched with Biopolym[®] and 3.34 kg broiler⁻¹ taking plain water. The water intake followed similar trend as feed intake, which was 5.54 l broiler⁻¹ drinking water enriched with Biopolym[®] and 5.77 l broiler⁻¹ drinking plain water. Without the water additive, broilers emitted 140.1 kg NH₃-N over the growing cycle. In contrast, detected NH₃-N emissions from the broilers drinking the water enriched with Biopolym[®] decreased by about 38% (86.8 kg). The outcome of this study illustrates that it is worth investigating further the impacts of the liquid water additive in reducing NH₃-N emission, with the aim of a sustainable broiler production.

Keywords: NH₃, broiler, water additive, mitigation strategy

INTRODUCTION: In Europe, the livestock sector has rapidly increased over the past several years due to a growing demand for meat. Broiler operations have become larger and more concentrated (Steinfeld & Wasenaar, 2007). Meanwhile broiler meat occupies second place in worldwide production volume (Niu et al., 2009). The results have been a greater concentration of nutrients in the form of waste products such as manure (litter) and gaseous emissions (Gous, 2010). In particular, ammonia (NH₃) emissions may cause harmful effects on the environment, such as acidification of soils, increased eutrophication of water bodies, degraded forests or decreased biological diversity (Krupa, 2003). Ammonia is formed from the breakdown of nitrogenous waste products in broiler manure (undigested proteins and uric acid) by enzymes produced by microorganisms. One of the abatement strategies for NH₃ emission is optimisation of dietary composition by meeting the nutrient requirements of broilers while minimising manure excretion (Robertson et al., 2002). By using additional feed additives, the feed conversion rate of broilers is expected to improve (Ritz et al., 2004).

The objective of this study was to determine the effect of a liquid water additive on broiler performance and emissions.

1. MATERIAL AND METHODS:

1.1. Study site: The study was carried out during an entire 36-day growing cycle in 2010. About 57,000 commercial broilers were raised in a barn (length: 93 m, width: 29 m and height: 4.5 m). The barn was divided into two pens of 28,500 broilers each. In each pen, the broilers were provided with ad libitum access to feed and water. A

multiphase feeding regime consisting of four diets supplied by a commercial integrator was fed over the growing cycle of 36 days to a market mass of approximately 1.8 to 2.1 kg. In one pen, water supplemented with a liquid additive made of seaweed (Biopolym[®]) was provided 15 days after starting the growing cycle (treated group; pen 2). In the other pen, the broilers received only plain water (control group; pen 1). Broilers were weighed in-house on permanently installed electronic scales. Mortalities were recorded and removed out of the barns daily. The mechanical ventilation system was controlled by the inside air temperature of the broiler barn, which varied 22-34°C, depending on the age of the broilers.

1.2. Measurements: Inside the two broiler pens, the NH₃ concentration (c_{in} in mg m⁻³) and the airflow rate (q in m³ h⁻¹) were measured by a photoacoustic multi-gas analyser (INNOVA AirTech Instruments; Type 1312) and by ventilators (Hotraco Group; Type MVP63) respectively. The sampling of NH₃ took place close to the exhaust-air outlets at the bottom of the rooftop stacks (six places in each pen), whereby the gas was sucked through PTFE-hoses to the multi-gas analyser. The NH₃ mass-flow (m) was calculated as Eq. (1):

$$m = c_{in} * q \quad (1)$$

To estimate the nitrogen (N) loss from NH₃ emissions, a factor of 14/17 (0.824) was used as the difference in molecular weight between N and NH₃.

2. RESULTS AND DISCUSSION:

2.1. Broiler performance: During the first week of the growing cycle, 28,500 broilers of 175 g each were kept in each pen. The cumulative feed intake in both pens increased over the five weeks of growing cycle. In pen 2m where water enriched with Biopolym[®] was offered, the cumulative feed intake of the broilers was 3.19 kg broiler⁻¹. In contrast, the cumulative feed intake in pen 1 (plain water) was higher: 3.34 kg broiler⁻¹ during the growing cycle. A similar trend was observed for water intake, which was lower (5.54 l broiler⁻¹) for broilers that drank water enriched with Biopolym[®] than those that drank plain water (5.77 l broiler⁻¹). Thus, by applying the water additive Biopolym[®], feed and water intake were reduced by 4.7% and 4.0%, respectively.

2.2. NH₃ emissions: Directly measured airflow rates and the concentrations of NH₃ were used to calculate NH₃ mass-flows (Eq. 1), which increased during the 36 days of broiler rearing (Fig. 1). The increased NH₃ mass-flow (m) over the growing cycle is consistent with studies of Redwine et al. (2002). The average NH₃ emissions over the growing cycle (considering mortality) were 4.6 g broiler⁻¹ and 7.1 g broiler⁻¹ for pen 2 and pen 1, respectively. Previously, the NH₃ emission rates for the same barn was 2.4 g broiler⁻¹ for whole growing cycle (von Bobrutzki et al., 2011). Guiziou and Beline (2005) reported an average emission rate of 5.74 g NH₃ per broiler for a 35-day growing cycle. These varying values can be explained by changes in temperature due to different seasons of the year among the experiments. Nevertheless, NH₃ emissions from different broiler barns can differ widely. Calculated from the sum of m (mass-flow), cumulative emission of NH₃-N from the broilers without the water additive was 140.1 kg over the growing cycle (Fig. 1). In contrast, NH₃-N emissions from the broilers drinking the water enriched with Biopolym[®] were decreased about 38% (53.4 kg). The positive effects observed of the water additive can help to reduce

NH₃-N emissions and increase broiler performance. Thus, these findings encourage further investigations for improving broiler production in a sustainable manner.

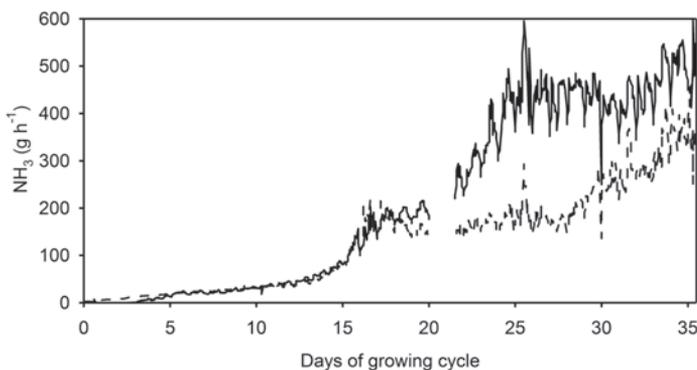


Figure 1. Time-series of NH₃ mass-flow (m) from both pens with 28,500 broilers each. The solid line shows the control group in pen 1 and the dashed lines indicates the treated group in pen 2.

CONCLUSION: During this study the effects of a water additive (Biopolym[®]) towards broiler performance and NH₃ emissions were explored. The water additive had a positive impact on broiler performance and litter conditions. Feed and water intake was reduced by 4.7% and 4.0%, respectively. The cumulative emission of NH₃-N from the broilers drinking the water enriched with Biopolym[®] were decreased about 38% (53.4 kg). Further investigations are necessary to confirm these findings.

REFERENCES:

- Gous, R. M., 2010. Nutritional limitations on growth and development in poultry. *Livest. Sci.*, 130, 25-32.
- Guiziou, F., Béline, F., 2005. In situ measurement of ammonia and greenhouse gas emissions from broiler houses in France. *Bioresource Technol.*, 96, 203-207.
- Krupa, S., 2003. Effects of atmospheric ammonia (NH₃) on terrestrial vegetation: a review. *Environ. Pollut.*, 24, 179-221.
- Niu, Z., Shi, J., Liu, F., Wang, X., Gao, C., Yao, L., 2009. Effects of dietary energy and protein on growth performance and carcass quality of broilers during starter phase. *Int. J. Poult. Sci.*, 8, 508-511.
- Redwine J. S., Lacey, R., Mukhtar, S., Carey, J. B., 2002. Concentration and emissions of ammonia and particulate matter in tunnel-ventilated broiler houses under summer conditions in Texas. *T. ASABE*, 45, 1101-1109.
- Ritz, C. W., Fairchild, B. D., Lacy M. P., 2004. Implications of ammonia production and emissions from commercial poultry facilities: A Review. *J. Appl. Poultry Res.*, 13, 684-692.
- Robertson, A. P., Hoxey, R. P., Demmers, T. G. M., Welch, S. K., Sneath, R. W., Stacey, K. F., Fothergill, A., Filmer, D., Fisher, C., 2002. Commercial-scale studies of the effect of broiler-protein intake on aerial pollutant emissions. *Biosyst. Eng.*, 82, 217-225.
- Steinfeld, H., Wasenaar, T., 2007. The role of livestock production in carbon and nitrogen cycles. *Annu. Rev. Env. Resour.*, 32, 271-294.
- von Bobrutzki, K., Müller, H.-J., Scherer, D., 2011. Factors affecting the ammonia content in the air surrounding a broiler farm. *Biosyst. Eng.*, 108, 322-333.



INERIS

*maîtriser le risque |
pour un développement durable*

Institut national de l'environnement industriel et des risques

Parc Technologique Alata
BP 2 - 60550 Verneuil-en-Halatte

Tél. : +33 (0)3 44 55 66 77 - Fax : +33 (0)3 44 55 66 99

E-mail : ineris@ineris.fr - **Internet** : <http://www.ineris.fr>