

| | |
|---------------------|--|
| Zeitschrift: | Technique agricole Suisse |
| Herausgeber: | Technique agricole Suisse |
| Band: | 74 (2012) |
| Heft: | 3 |
| Artikel: | Emissions d'ammoniac dans les stabulations libres de vaches laitières avec aire d'exercice extérieure : moins de pertes en hiver |
| Autor: | Schrade, Sabine / Keck, Margret / Zeyer, Kerstin |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-1086028 |

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 05.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Emissions d'ammoniac dans les stabulations libres de vaches laitières avec aire d'exercice extérieure: moins de pertes en hiver

Mai 2011



Les émissions d'ammoniac (NH_3) ont été déterminées pour les stabulations libres de vaches laitières avec ventilation naturelle, surfaces de circulation en dur et aire d'exercice extérieure typiques de la Suisse. (Photo: ART)

Autrices et auteurs

Sabine Schrade, Margret Keck, ART
Kerstin Zeyer, Lukas Emmenegger,
Empa.
sabine.schrade@art.admin.ch

Impressum

Edition:
Station de recherche Agroscope
Reckenholz-Tänikon ART,
Tänikon, CH-8356 Ettenhausen,
Traduction: ART

Les Rapports ART paraissent environ 20 fois par an.
Abonnement annuel: Fr. 60.-.
Commandes d'abonnements et de numéros particuliers: ART, Bibliothèque, 8356 Ettenhausen
T +41 (0)52 368 31 31
F +41 (0)52 365 11 90
doku@art.admin.ch
Downloads: www.agroscope.ch

ISSN 1661-7576

Les stabulations libres représentent d'importantes sources d'émissions d'ammoniac. Jusqu'à présent aucune donnée n'était disponible sur les émissions des stabulations libres à logettes avec aire d'exercice extérieure, qui sont fréquemment répandues en Suisse. La station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART et l'Empa ont calculé les émissions d'ammoniac du système de détention stabulation libre à logettes avec surfaces de circulation en dur et aire d'exercice extérieure attenante pour vaches laitières. Les mesures ont été effectuées dans six exploitations et réparties sur toute l'année. Elles ont ainsi permis de couvrir les différences liées aux saisons et aux exploitations. Afin de décrire chaque situation de mesure, plusieurs données ont été relevées: des données relatives à l'exploitation, au climat, à la saleté des surfaces de circulation, au lieu de séjour des animaux ainsi que des données sur l'input, les émissions et la valorisation de l'azote. Les moyennes journalières des émissions d'azote variaient

en été de 31 à 67 g par unité gros bétail (1 UGB = 500 kg masse vive) et jour (d). Pendant la période de transition, elles variaient de 16 à 44 g/UGB·d et en hiver de 6 à 23 g/UGB·d. L'émission d'ammoniac est liée à la température extérieure, à la vitesse du vent et à la teneur en urée du lait conservé dans le tank: lorsque les températures et les vitesses du vent sont élevées, les émissions d'ammoniac sont nettement plus importantes. La quantité d'azote contenue dans les excréments est également décisive. La teneur du lait en urée donne des informations à ce propos. Ces paramètres sont à l'origine des objectifs de réduction qui prônent une alimentation équilibrée et conforme aux besoins des animaux et qui concernent aussi les aspects du climat d'étable. Avec un avant-toit, une protection contre le vent et le soleil, il est possible de réduire la température et la vitesse du vent et par conséquent, les émissions d'ammoniac. D'autres mesures portent sur la taille des surfaces de circulation souillée, la fréquence et la qualité du nettoyage.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de
l'économie DFAE
Station de recherche
Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

Problématique

Les systèmes de détention pour vaches laitières ont considérablement évolué au cours des vingt dernières années: en 1990 en Suisse, 97 % des vaches laitières étaient encore détenues en stabulation entravée et seulement 3 % en stabulation libre. En 2010, le rapport entre stabulation entravée et stabulation libre est passé à 60 et 40 % (OFAG 2003). Les programmes de détention animale SST et SRPA (Ordonnance sur les programmes éthologiques 2008) ont renforcé la tendance qui va vers les stabulations libres et les aires d'exercice extérieures. Ces dernières augmentent toutefois la superficie des surfaces souillées, ce qui, par voie de conséquence, entraîne des émissions d'ammoniac (NH_3) plus élevées.

Du point de vue de l'agriculture aussi bien que du point de vue de la politique environnementale, il est indispensable de disposer de données actuelles sur les émissions de NH_3 provenant de la détention de vaches laitières. Les données disponibles dans la littérature internationale relatives aux émissions de NH_3 des vaches laitières ne peuvent être appliquées aux systèmes de stabulation libre à aération naturelle avec aire d'exercice extérieure, typiques de la Suisse, car les mesures ont principalement été effectuées dans des étables en grande partie fermées ou avec ventilation mécanique qui ne comportaient pas d'aire d'exercice extérieure. De plus, ces données d'émission ne couvraient pas systématiquement toutes les saisons.

Emissions de NH_3 en Suisse

Selon les simulations, en 2007, les émissions de NH_3 en Suisse provenaient à environ 94 % de l'agriculture, dont près de 34 % de la stabulation des animaux de rente. Les bovins généraient la majeure partie des émissions de NH_3 avec environ 79 % (Achermann et al. 2009).

Chez les vaches à haute productivité, près de 20 % de l'azote apporté gagnent le lait, près de 30 % sont éliminés dans les excréments et environ 50 % dans les urines (Tammenga 1992). NH_3 se forme essentiellement à partir de l'urée contenue dans l'urine à l'aide de l'enzyme uréase. La formation de NH_3 a lieu lorsque l'urée entre en contact avec des surfaces souillées par des excréments ou un mélange d'urine et d'excréments, et qui contiennent donc des micro-organismes réactifs à l'uréase. La formation de NH_3 est influencée par la température, mais aussi par la disponibilité du substrat et de l'uréase et le pH. La libération de NH_3 dans l'atmosphère dépend essentiellement de la température et de la vitesse de l'air (Arogo et al. 1999, Cortus et al. 2008, Hartung 1995, Monteny 2000). Les surfaces de circulation souillées avec des excréments et de l'urine sont les principales sources d'émissions de NH_3 (fig. 1). L'agriculture perd de précieux engrains azotés sous forme de NH_3 . Une fois dans l'atmosphère, le NH_3 retombe finalement sous forme de pluies acides qui se transforment en engrains azotés perturbant les écosystèmes sensibles.

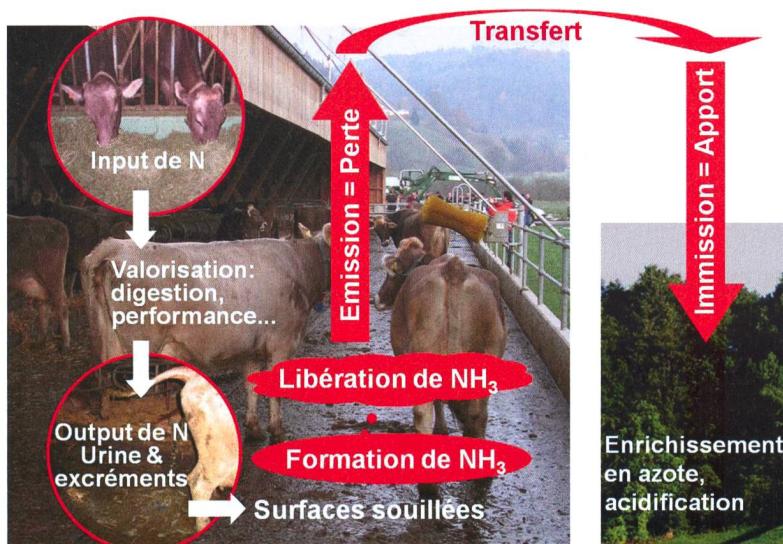


Fig. 1: L'ammoniac (NH_3) se forme sur les surfaces de circulation souillées par les excréments et par l'urine et est libéré dans l'atmosphère. Sous forme d'engrais azoté, il perturbe les écosystèmes sensibles.

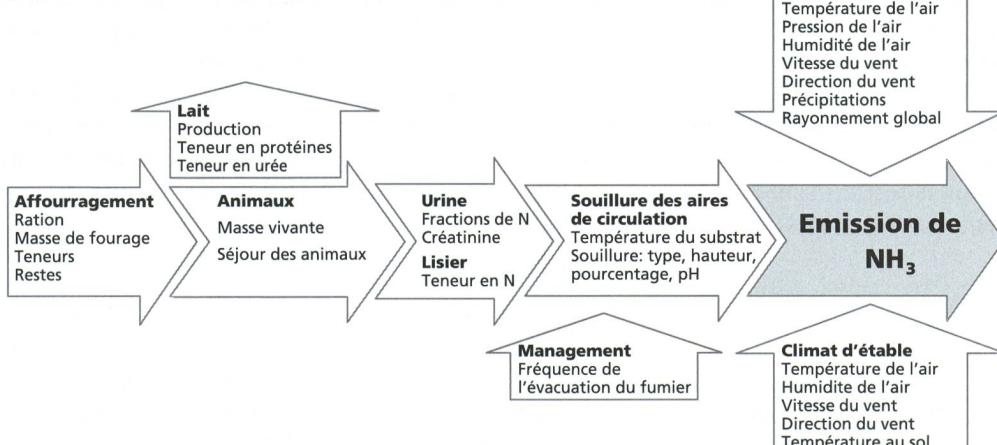


Fig. 2: Il est important de relever les principaux paramètres qui influencent le processus d'émission de NH_3 , afin de couvrir tous les facteurs qui interviennent dans la formation et la libération de NH_3 dans la détention de vaches laitières en stabulation libre.

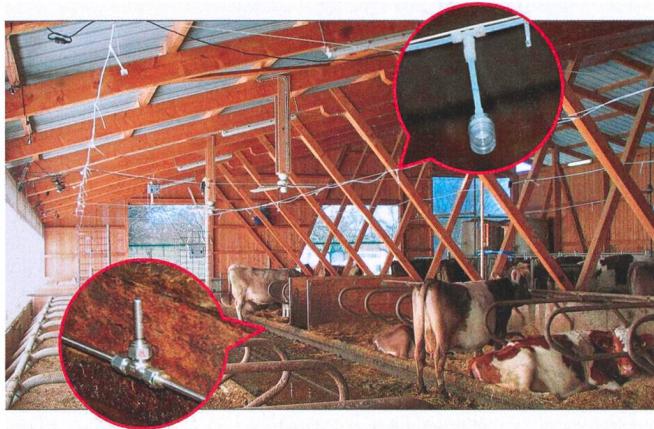


Fig. 3: Le dispositif de mesure dans l'étable se composait d'un système de dosage des gaz traces à l'aide de tubes capillaires placés sur les aires d'exercice émettrices et d'un système de captage d'air avec des tubes capillaires placés à plusieurs endroits à trois mètres de hauteur.

Mesures dans six exploitations

Objectif

Cette étude avait pour but de déterminer les émissions de NH₃ dans la détention de vaches laitières en stabulation libre avec aire d'exercice extérieure attenante et de contribuer ainsi à l'inventaire des émissions. La prochaine étape consistera à trouver une approche pour obtenir une réduction des émissions.

Concept de mesure et méthodes

Pour ce faire, les émissions ont été mesurées dans un système de détention de vaches laitières dans six exploitations différentes et pendant douze périodes de mesure. Ces dernières étaient réparties systématiquement sur toute l'année et couvraient ainsi l'été, une période de transition et l'hiver. Chaque période de mesure durait au moins trois jours. Afin de caractériser chaque situation de mesure comme paramètre de référence et afin de déduire les principaux facteurs d'influence sur les émissions, voici quels sont les paramètres qui ont été relevés outre les données relevant de la description de l'exploitation: climat extérieur, climat à l'intérieur de l'étable et dans l'aire d'exercice extérieure, lieu de séjour des animaux, souillure des surfaces de circulation ainsi qu'input, output et valorisation de l'azote (fig. 2).

ART et l'Empa ont appliqué la méthode Tracer-Ratio développée antérieurement (Schrade 2009) pour déterminer les émissions dans les stabulations libres avec ventilation naturelle et aires d'exercice extérieures. Pour ce faire, deux gaz-traces ont été dosés continuellement en faibles concentrations via un système de tubes capillaires directement sur les surfaces de circulation souillées. Les gaz-traces (aussi appelés gaz indicateurs) ne réagissent pas avec d'autres substances dans l'atmosphère, ils se répandent de manière pratiquement homogène comme l'air ambiant et sont donc représentatifs de la source des émissions de NH₃ dans l'étable ou l'aire d'exercice extérieure. Dans les étables et les aires d'exercice extérieures plus vastes, un système de captage de l'air avec des tubes capillaires placés à plusieurs endroits a permis de prélever des échantillons repré-

tifs (fig. 3). Le flux de masse des gaz-traces et le rapport de concentration du gaz-trace et de NH₃ permettent de calculer l'émission de NH₃. Les gaz-traces utilisés pour le dosage et les appareils d'analyse des gaz étaient placés dans une remorque de mesure climatisée.

Exploitations

Pour les mesures, on a choisi le système de détention de vaches laitières en stabulation libre avec aire d'exercice extérieure, très répandu en Suisse. Il s'agissait de stabulations libres aménagées dans un seul bâtiment avec ventilation naturelle, logettes, surfaces de circulation en dur et aire d'exercice extérieure le long de l'étable. Deux concepts d'aire d'exercice ont été pris en compte: dans trois exploitations, l'aire d'exercice était séparée du bâtiment d'étable, dans les trois autres, elle était combinée avec un couloir de repos (tab. 1). Le couloir d'affouragement, le couloir de repos ou l'aire d'exercice combinée au couloir de repos étaient nettoyés trois à quatre fois par jour à l'aide de racleurs d'évacuation fixes. L'aire d'exercice extérieure était nettoyée tous les trois jours mécaniquement ou manuellement. Les six exploitations se distinguaient par le type d'affouragement, le management, le mode d'exploitation, le rendement du troupeau, la taille ainsi que par les constructions et les procédés. Ces exploitations ont permis de couvrir les diverses formes que prend ce système de détention dans la pratique. La taille du troupeau variait entre 20 et 74 animaux. Pendant les mesures et les périodes d'acclimatation de trois jours, les animaux n'avaient pas accès au pâturage. Dans trois exploitations, la ration de fourrage comprenait essentiellement de l'ensilage, du foin et des concentrés. Deux exploitations distribuaient aux bêtes une ration complète mélangée. L'exploitation 4 produisait du lait sans ensilage. La traite avait lieu deux fois par jour.

Résultats et discussion

Emissions d'ammoniac

Les émissions de NH₃ ont permis de constater des effets liés aux saisons et aux exploitations (fig. 4). Les différences saisonnières étaient particulièrement marquées dans les exploitations 2 et 5 avec les mesures en été et en hiver. Les trois jours de mesures consécutifs programmés à chaque période de mesure ne se distinguaient généralement pas beaucoup par le niveau de NH₃. Des cycles diurnes n'ont pu être identifiés que pendant la saison chaude. Les événements comme les heures de repas et les phases d'évacuation du fumier se reflétaient partiellement dans les émissions de NH₃. Quelles que soient les exploitations, les moyennes journalières des émissions de NH₃ ont varié en été de 31 à 67 g par unité gros bétail (1 UGB = 500 kg masse vive) et par jour (d) et se situaient donc légèrement au-dessus des valeurs figurant dans la littérature et mesurées dans des stabulations libres à logettes avec surfaces de circulation en dur, qui oscillaient entre 15 et 57 g/UGB·d (Rom et al. 2004, Zhang et al. 2005). Pendant la période de transition, les moyennes journalières sont comprises entre 16 et 44 g/UGB·d. Les mesures de Rom et al. (2004) et de Zhang et al. (2005) durant la période de transition étaient nettement plus basses et allaient de 9 à 20 g de NH₃ par UGB et par jour. En hiver, les

Tab 1: Vue d'ensemble des exploitations avec *indications relatives à l'effectif, l'affouragement, le système de détention et la technique d'évacuation.*

| Concept d'étable | Aire d'exercice séparée dans l'espace | | | | | | Couloir de repos et aire d'exercice combinés | | | | | |
|---|---------------------------------------|------------|---|---------|-----------------------------|---------|--|---------|---------------------|---------|---------------------|------------|
| | Exploitation 1 | | Exploitation 2 | | Exploitation 4 | | Exploitation 3 | | Exploitation 5 | | Exploitation 6 | |
| Période de mesure | Eté | Transition | Eté | Hiver | Transition | Hiver | Transition | Hiver | Eté | Hiver | Eté | Transition |
| Effectif animal | Vaches laitières | | Vaches laitières, 2 taureaux | | Vaches laitières, 1 taureau | | Vaches laitières, jeune bétail | | Vaches laitières | | Vaches laitières | |
| Race | Holstein | | Race brune | | Race brune, tachetée | | Race brune | | Holstein, tachetée | | Holstein, tachetées | |
| Nombre d'animaux (nombre d'UGB) [n] | 20 (28) | 20 (28) | 40 (58) | 40 (70) | 27/28 (39/40) | 28 (41) | 74 (94) | 71 (97) | 47 (77) | 46 (78) | 50/53 (85/90) | 50 (83) |
| Poids vif moyen des vaches [kg] | 693 | 690 | 724 | 871 | 713 | 730 | 669 | 709 | 824 | 849 | 825 | 849 |
| Production laitière moyenne [kg/vache-d] | 26 | 26 | 22 | 19 | 29 | 26 | 20 | 19 | 31 | 28 | 30 | 28 |
| Affouragement | Ensilage d'herbe, foin, concentrés | | Ensilage de maïs, ensilage d'herbe, foin, concentrés, fourrage vert (été) | | Foin, concentrés | | Ensilage de maïs, ensilage d'herbe, foin, concentrés | | RCM | | RCM, concentrés | |
| Façade vers l'aire d'exercice extérieure | Mur et fenêtre ouvertes | | Paroi en bois, ouverte en haut | | Mur, ouvert en haut | | Ouverte | | Ouverte | | Ouverte | |
| Aires de circulation | | | | | | | | | | | | |
| Couloir d'affouragement | Caoutchouc | | Asphalte coulé | | Caoutchouc | | Caoutchouc | | Béton | | Béton, Merostep | |
| Couloir de repos | Béton | | Asphalte coulé | | Béton | | - | | - | | - | |
| Aire d'exercice extérieure, couloir de repos/aire d'exercice | Béton | | Béton | | Béton | | Béton | | Béton | | Béton, Merostep | |
| Surface [m ²] total | 289 | | 575 | | 412 | | 858 | | 529 | | 568 | |
| dont aire de circulation | 215 | | 440 | | 295 | | 624 | | 377 | | 388 | |
| dont aire d'exercice extérieure, couloir de repos/aire d'exercice | 82 | | 197 | | 99 | | 360 | | 168 | | 180 | |
| Procédé d'évacuation du fumier (fréquence) | | | | | | | | | | | | |
| Couloir d'affouragement, couloir de repos | fixe (4 x jour) | | fixe (4 x jour) | | fixe (4 x jour) | | fixe (3 x jour) | | fixe (4 x jour) | | fixe (4 x jour) | |
| Couloir de repos/aire d'exercice, aire d'exercice séparée dans l'espace | manuel (tous les 3 jours) | | mobile (début des mesures) | | manuel (tous les 3 jours) | | - | | - | | - | |
| Litière (logettes profondes) | Paille, sciure | | Paille, longs brins | | Paille hachée | | Paille, longs brins | | Paille, longs brins | | Paille, longs brins | |

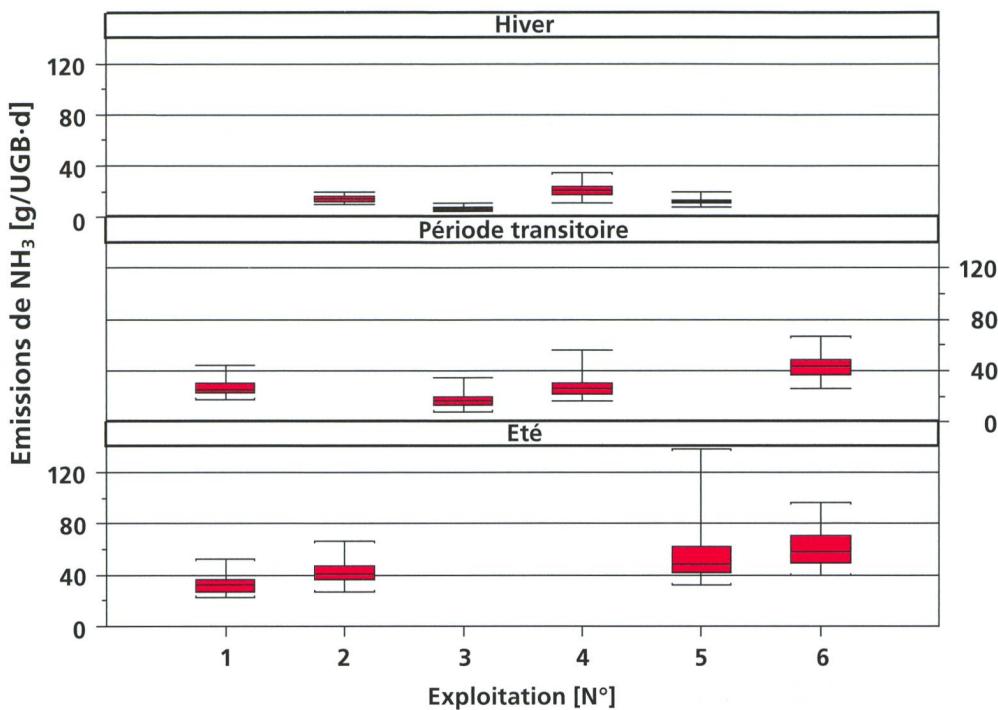


Fig. 4: En été, les émissions de NH₃ étaient plus de trois fois supérieures à l'hiver.

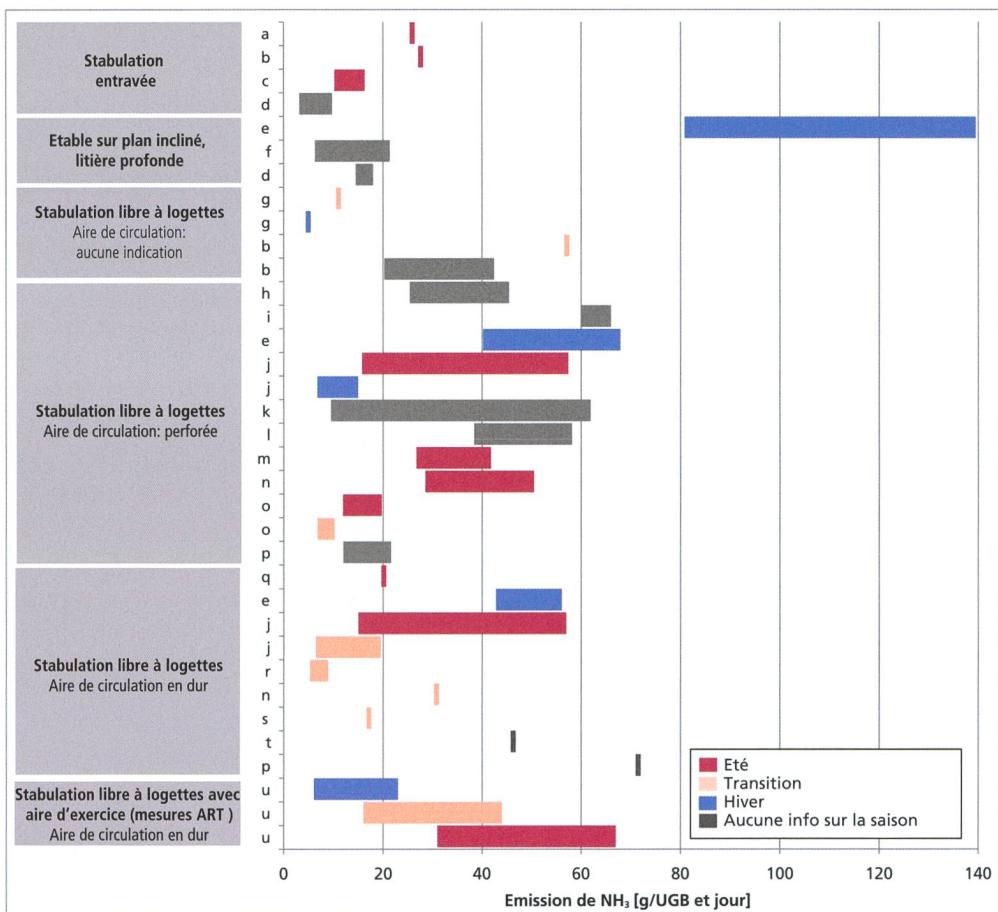


Fig. 5: Valeurs d'émissions de NH₃ tirées des essais ART en stabulation libre à logettes avec surfaces de circulation en dur et aire d'exercice extérieure comparées aux données d'émissions pour stabulation entravée, étable avec litière profonde ou sur plan incliné, stabulation libre à logettes référencées dans la littérature (a Gustafsson et al. 2001; b Groot Koerkamp et Uenk 1997; c Groenestein 1993; d Amon et al. 1998; e Seipelt 1999; f Groot Koerkamp et al. 1998; g Schmidt et al. 2002; h Van't Ooster et al. 1994; i Swierstra et al. 2001; j Rom et al. 2004, Zhang et al. 2005; k Pollet et al. 1998; l Oosthoeck et al. 1990; m Kroodsma et al. 1998; n Huis in't Veld et al. 2003; o Brose 2000; p Breitme 2001; q Smits et al. 1997; r Phillips et al. 1998; s Dore et al. 2004; t Demmers et al. 2001; u Schrade 2009).

moyennes journalières des mesures effectuées par ART étaient comprises entre 6 et 23 g/UGB·d, soit nettement en dessous des émissions de NH₃ relevées par Seipelt (1999) en hiver avec 40,3 g/UGB·d dans une stabulation libre à logettes avec surfaces de circulation en dur (fig. 5). Les données provenant de différentes études ne peuvent être comparées qu'avec réserve car les conditions de mesure et les approches ne sont pas les mêmes. Il s'agit de mesures de courte durée

de 32 secondes jusqu'à des campagnes de mesure de plusieurs mois. Tandis que certains essais n'ont eu lieu que sur une plage de température très limitée, d'autres ont couvert plusieurs saisons. Une description insuffisante de la situation de mesure atténue en partie la qualité des données. Les mesures répertoriées dans la littérature ont été effectuées exclusivement dans des stabulations libres sans aire d'exercice extérieure. Dans les six exploitations qui ont participé à

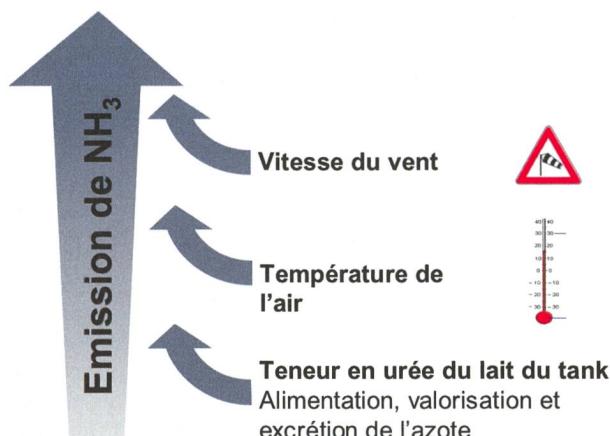


Fig. 6: L'émission de NH₃ augmente avec la température extérieure et la vitesse du vent dans l'étable ainsi qu'avec la teneur en urée du lait conservé dans le tank.

la présente étude, l'aire de circulation était nettement supérieure à ce qui est requis dans le programme SRPA et par conséquent, était au moins deux fois plus vaste que les aires de circulation ayant servi aux mesures référencées dans la littérature. Grâce à la diversité des paramètres, l'émission de NH₃ a pu être expliquée par la température extérieure, la vitesse du vent dans l'étable et la teneur en urée du lait conservé dans le tank (fig. 6).

Température

Sur toutes les périodes de mesure, la plage de température était comprise entre -5 et 37 °C. Entre la zone extérieure et l'étable, les différences de température étaient minimes. En hiver seulement, la température moyenne de l'air dans l'étable était environ 2 °C supérieure par rapport à l'extérieur. Ce point correspond aux études de Müller et Sanftleben (2008), selon lesquelles dans les étables non isolées, les

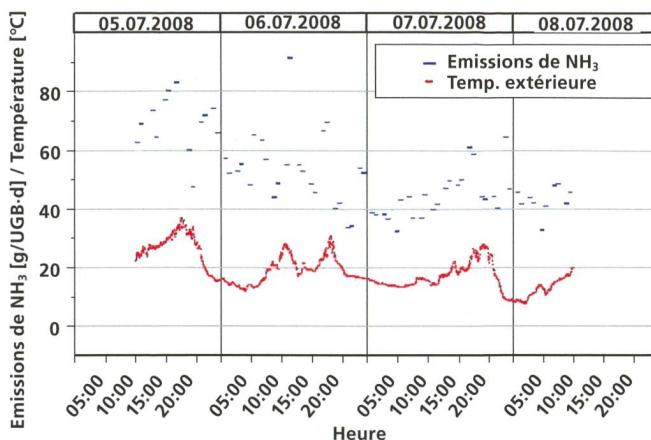


Fig. 7: Dans les mesures effectuées en été, le niveau des émissions de NH₃ suivait l'évolution quotidienne de la température.

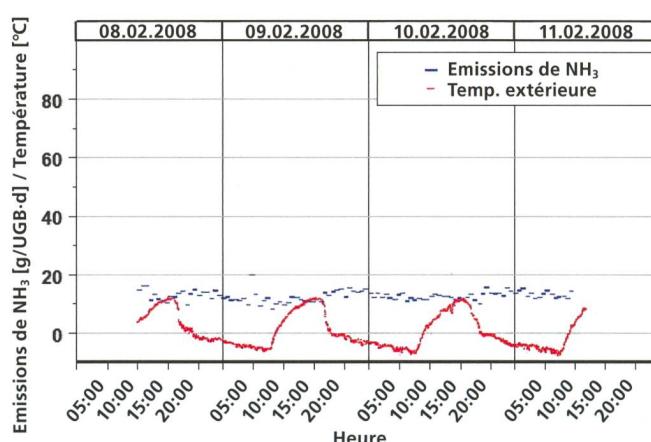


Fig. 8: Dans les mesures effectuées en hiver, l'émission de NH₃ est restée au même niveau en dépit des différences de températures.

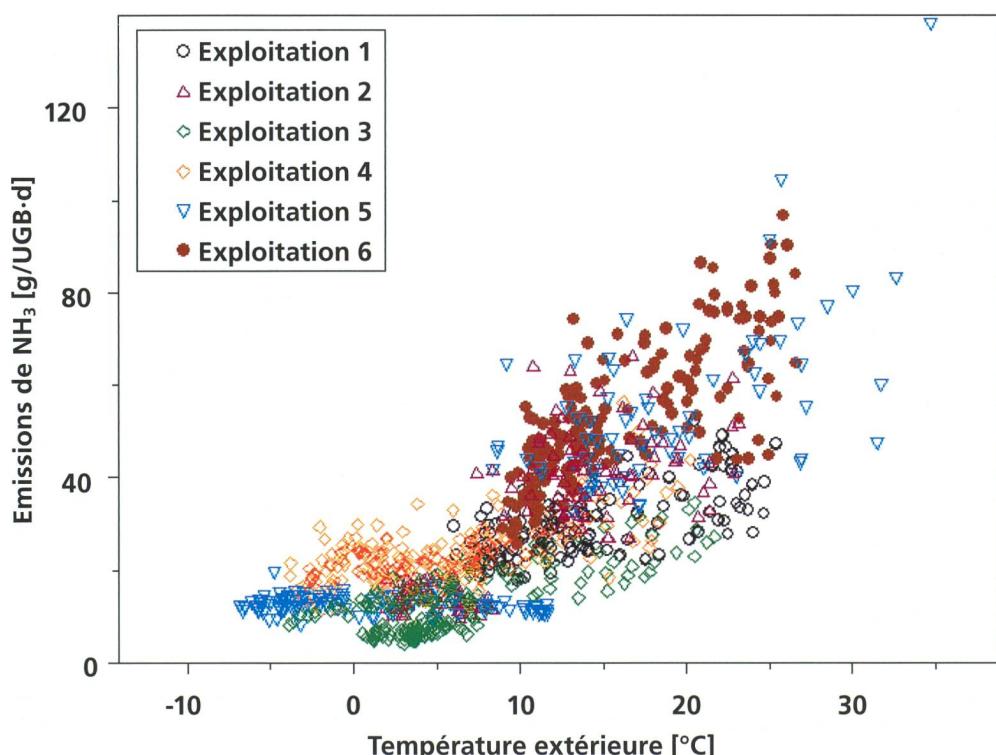


Fig. 9: Dans toutes les exploitations, lorsque la température atteignait un niveau plus élevé (> 7 °C), les émissions de NH₃ augmentaient considérablement avec la température.

températures en différents points de l'étable correspondent aux températures extérieures, car l'air circule davantage du fait des surfaces d'échanges plus importantes.

La température influence la formation et la libération de NH₃. Les mesures réalisées en été dans l'exploitation 5 ont montré qu'au cours de la journée, les émissions de NH₃ augmentent parallèlement aux températures (fig. 7). En revanche, en hiver, les émissions de NH₃ sont restées au même niveau en dépit d'une hausse de la température pendant la journée (fig. 8). On peut en conclure que lorsque les températures sont basses, même si elles augmentent pendant la journée, cela n'entraîne pas d'augmentation notable des émissions de NH₃ (fig. 8 et 9). Dans toutes les exploitations, lorsque la température ne dépassait pas 7 °C environ, le niveau de NH₃ ne variait pas ou à peine (fig. 9). Par contre,

lorsque le niveau des températures était plus élevé, les émissions de NH₃ augmentaient considérablement dès que la température était en hausse. Par conséquent, les mesures de réduction qui agissent sur la température devraient se concentrer sur les situations où la température est supérieure à 7 °C. Dans les étables non isolées, les pertes de NH₃ pendant la saison froide sont réduites car les températures sont basses. Pendant la saison chaude, il est recommandé de prévoir une protection contre le soleil, des surfaces couvertes si possible et des avant-toits suffisamment grands. Suivant le concept de l'étable (p. ex. faible hauteur du toit, ventilation transversale insuffisante), une toiture isolée thermiquement peut également permettre d'éviter un fort rayonnement thermique et donc des températures élevées. Par ailleurs, les températures basses en été répondent aux besoins des animaux.

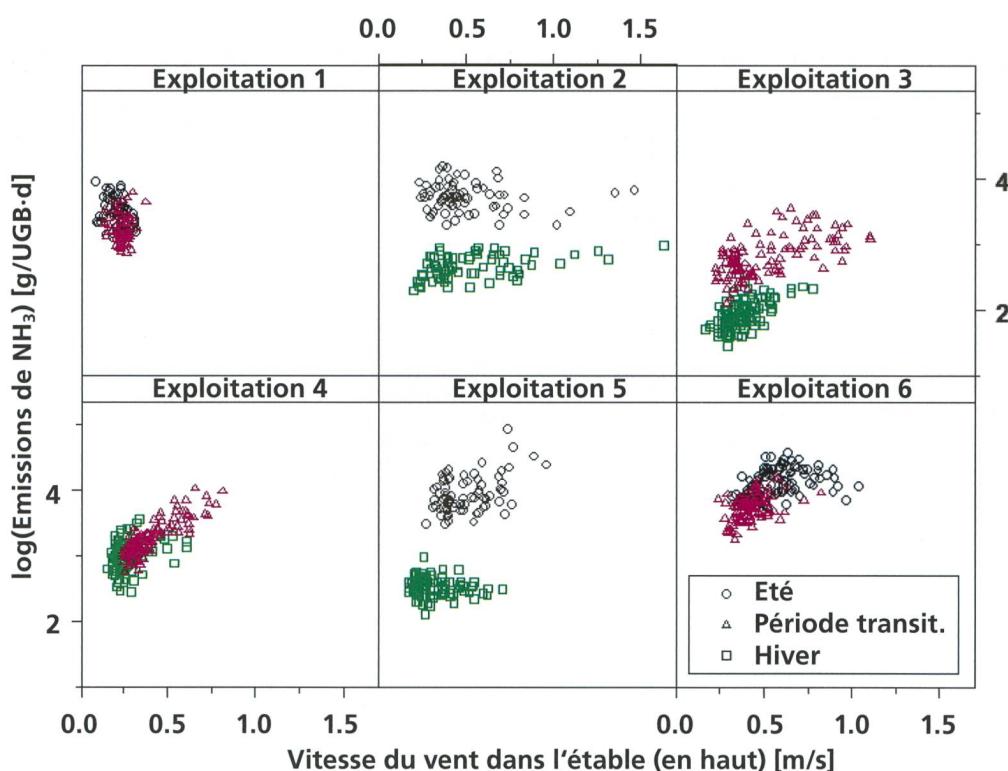


Fig. 10: Dans les exploitations 3, 4 et 6, l'influence de la vitesse du vent sur les émissions de NH₃ est visible, représentée sous forme de logarithme des émissions de NH₃.

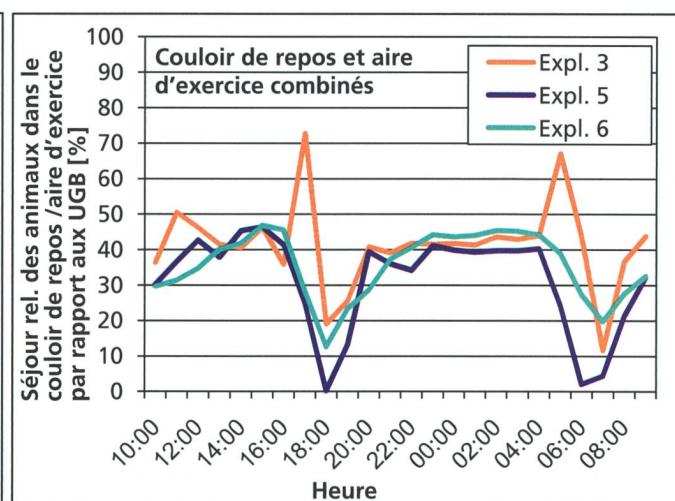
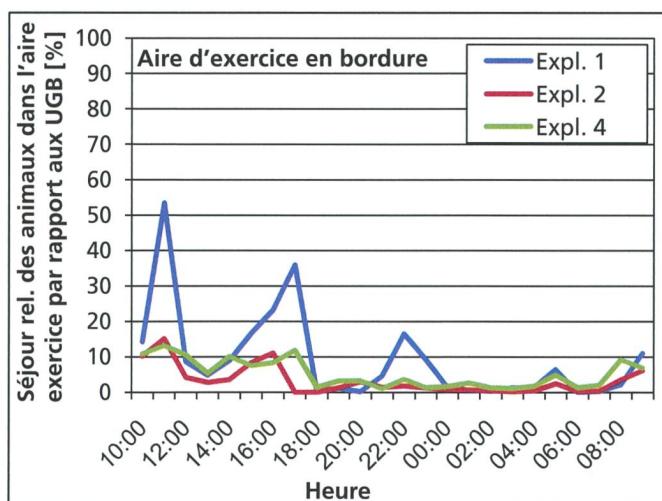
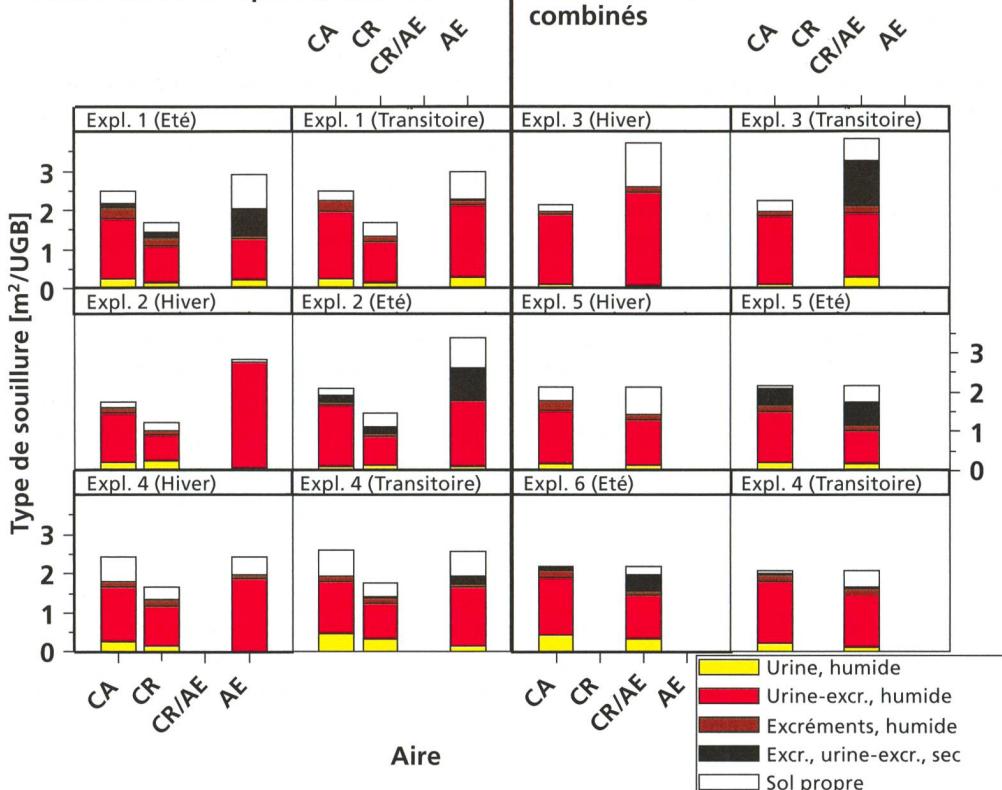


Fig. 11: Les animaux séjournent nettement moins dans l'aire d'exercice séparée du bâtiment (à gauche) que dans l'aire d'exercice combinée au couloir de repos (à droite). Le séjour dans les logettes était compté en plus (UGB = unité gros bétail).

Rapport ART 745

Aire d'exercice séparée, en bordure



Vitesse du vent

Dans les étables étudiées, la vitesse moyenne du vent à 50 cm du sol dans l'aire d'exercice et dans le couloir de repos/aire d'exercice était de 0,6 m/s à l'extérieur, soit deux fois plus que dans la zone couverte de l'étable (0,3 m/s). Ces résultats correspondent aux études de Macuhová et al. (2008), qui ont constaté des différences nettes entre la vitesse du vent à l'intérieur et à l'extérieur dans les étables non isolées. La vitesse du vent a notamment augmenté pendant la journée à des périodes où la température était en hausse. Il est arrivé parfois que la vitesse du vent augmente également pendant les heures froides de la nuit.

La libération de NH₃ dépend non seulement de la température, mais aussi de la vitesse de l'air sur la surface d'où sont issues les émissions, comme l'ont prouvé plusieurs auteurs au cours d'essais en laboratoires (Arogo et al. 1999, Cortus et al. 2008, Hartung 1995). Les mesures effectuées permettent de bien visualiser l'effet de la vitesse du vent sur les émissions de NH₃ dans les exploitations 3, 4 et 6 (fig. 10). Par contre, les mesures effectuées en hiver dans l'exploitation 5 et, hiver comme été, dans l'exploitation 2

ne permettent pas d'identifier une relation entre les émissions et la vitesse du vent. Dans ces exploitations, on a constaté une nette différenciation du niveau de NH₃ suivant les saisons. Dans l'exploitation 1, les émissions de NH₃ tout comme la vitesse du vent fluctuaient sur une plage très étroite, ce qui rendait impossible d'identifier un effet quelconque. Près des surfaces responsables des émissions et au-dessus d'elles, la vitesse de l'air doit être la plus réduite possible. Une protection appropriée contre le vent peut permettre d'obtenir le résultat souhaité.

Teneur du lait en urée

La teneur du lait en urée est un indicateur fiable de la valorisation de l'azote et de son élimination dans les déjections. Cette valeur est largement disponible grâce au contrôle laitier. Toutes les exploitations et périodes de mesures confondues, la teneur en urée du lait conservée dans le tank était comprise entre 13 et 31 mg/dl. On peut donc en conclure qu'il n'y avait pas d'excédent en matière azotée par rapport à l'ensemble de l'effectif. La moitié des périodes de mesure a plutôt eu tendance à laisser paraître un déficit en matière azotée. Bien que la teneur du lait en

Fig. 12: Le mélange humide d'urine et d'excréments représente le plus gros pourcentage des souillures dans toutes les aires de circulation (CA = couloir d'affouragement, CR = couloir de repos, CR/AE = couloir de repos et aire d'exercice combinés, AE = aire d'exercice). Les pourcentages de catégories de souillure se rapportent à la surface de circulation [m²] par unité gros bétail.

Fig. 13: Les couloirs de circulation dans l'aire d'affouragement sont généralement uniformément souillés par un mélange humide d'urine et d'excréments (à gauche). Dans les aires d'exercice qui sont placées en bordure de l'étable, le degré de saleté est plus hétérogène. En été, les souillures sèchent généralement (à droite).

urée dans les exploitations étudiées ait une amplitude de variation étroite, on observe une influence significative sur les émissions de NH₃. Van Duinkerken et al. (2005) déduisent une réduction des émissions de NH₃ de 2,5 % dans l'étable d'une réduction de la teneur du lait en urée de 1 mg/dl de lait. Par conséquent, dans la perspective des émissions de NH₃, il est important que l'affouragement soit équilibré et adapté aux besoins des animaux avec des rations, que le choix des composants soit ciblé et que des compléments soient éventuellement apportés. Dans l'affouragement au pâturage notamment, il peut arriver que les teneurs du lait en urée soient trop élevées. Des évaluations effectuées par le cercle de contrôle du lait (Milchprüf-ring) et le Landeskontrollverband de Bavière montrent qu'il peut y avoir de grosses différences entre les exploitations pour la teneur du lait en urée (Spiekers et Obermaier 2007). Par conséquent, les exploitations individuelles disposent d'une grande marge de manœuvre.

Séjour des animaux dans l'aire d'exercice extérieure ou dans le couloir de repos/aire d'exercice

La quantité d'excréments et d'urine dans les différentes aires de l'étable dépend essentiellement du temps que les animaux passent dans chaque aire. L'aire d'exercice séparée est une surface supplémentaire dans laquelle les animaux séjournent peu, puisqu'ils y passent en moyenne 4 à 10 % de leur temps. La durée moyenne de séjour des animaux dans le couloir de repos combiné à l'aire d'exercice était nettement supérieure avec un pourcentage d'environ 32 à 35 %. Le séjour des animaux dans les logettes voisines était également comptabilisé comme séjour dans le couloir de repos combiné à l'aire d'exercice. Par ailleurs, le couloir de repos combiné à l'aire d'exercice dessert également les logettes voisines. Dans les exploitations 1, 3, 5 et 6, on a observé des cycles diurnes très nets dans le lieu de séjour des animaux (fig. 11). Pendant les périodes d'affouragement ou immédiatement après la traite, presque aucun animal ne séjournait dans l'aire d'exercice, ni dans le couloir de repos combiné à l'aire d'exercice. Le couloir de repos combiné à l'aire d'exercice de l'exploitation 3 servait d'aire d'attente et était par conséquent très fréquenté avant et au début des périodes de traite. Pendant la nuit, les aires d'exercice séparées n'étaient que rarement utilisées. L'utilisation ponctuelle de l'aire d'exercice dans l'exploitation 1 vient du fait que les animaux cherchaient à éviter le racleur d'évacuation.

Saleté des aires de circulation

La souillure des aires de circulation par les excréments et l'urine fournit des indications quant au potentiel d'émission de NH₃. Le type, le pourcentage et le niveau de saleté des aires de circulation jouent un rôle. Immédiatement avant le passage du racleur, le niveau moyen de saleté variait entre 0,1 et 0,7 cm. Dans les exploitations qui comportaient une aire d'exercice séparée, cette dernière était nettoyée au maximum tous les trois jours. Par conséquent, le niveau de saleté de l'aire d'exercice variait davantage sur trois jours de mesure. Malgré le temps de séjour nettement plus court des animaux dans l'aire d'exercice, le niveau de saleté y était souvent plus important que dans les couloirs de circulation de l'étable qui étaient nettoyés plus fréquemment. Toutes exploitations confondues, le mélange

Opportunités et recommandations de réduction

Selon les objectifs environnementaux de l'agriculture, les émissions de NH₃ en Suisse doivent être réduites d'environ 40 %, ce qui signifie passer d'approximativement 44 000 tonnes en 2000 à environ 25 000 tonnes d'azote NH₃ par an (OFEV et OFAG 2008). Les résultats présentés ainsi que les impressions réunies lors des mesures permettent d'établir les recommandations suivantes en vue de réduire les émissions de NH₃:

- Pour éviter un gros réchauffement, il est conseillé d'utiliser des couleurs claires pour le toit et les façades, de prévoir une isolation thermique de la toiture suivant le concept d'étable, une protection contre le soleil avec par exemple des surfaces couvertes ou des avant-toits suffisamment grands. Sur ce plan, la synergie avec le bien-être des animaux est évidente: pour les animaux aussi, il est recommandé d'éviter le stress dû à la chaleur.
- La vitesse de l'air sur et au-dessus des aires de circulation devrait être la plus faible possible. Pour y parvenir, il faut que le bâtiment d'étable et les façades notamment soient conçus de manière appropriée. Les parois sur la longueur doivent par exemple être équipées de rideaux flexibles commandés par des capteurs, de façon à ce qu'en été, l'échange d'air soit suffisant et que les animaux soient protégés du vent lorsque les vitesses de l'air sont plus élevées.
- Pour que l'alimentation soit équilibrée et conforme aux besoins des animaux, le plan d'affouragement, le choix des composants et la distribution de concentrés doivent être régulièrement contrôlés et adaptés. La teneur en urée du lait conservé dans le tank fournit des indications précieuses pour évaluer l'approvisionnement en azote.
- Lors de la planification de l'étable, de sa construction et de son utilisation, il faut veiller à ce qu'une trop grande surface ne soit pas inutilement souillée. Le choix du système de détention et du concept d'étable peut limiter la superficie de la surface émettrice. Une bonne disposition et structuration des aires fonctionnelles y contribue. Ce n'est pas seulement la superficie des aires de circulation à disposition qui est décisive pour le degré de souillure et l'émission de NH₃, mais aussi leur disposition, leur aménagement, l'attrait qu'elles exercent (abreuvoirs, brosses, pierres à lécher, etc.) et leur utilisation par les animaux.
- Lorsque les aires de circulation n'ont pas de pente, les liquides y restent jusqu'à la prochaine évacuation du fumier. Pour limiter les pertes de NH₃, l'urine devrait s'écouler le plus vite possible des aires de circulation à l'aide de pentes et être évacuer dans des rigoles.
- Pour évacuer les excréments et l'urine dans les zones d'étable très fréquentées, qui ont donc par conséquent une grosse quantité à éliminer, un nettoyage fréquent est nécessaire. Il faut des racleurs sûrs et résistants à l'usure. Ils doivent en outre être respectueux des animaux (faible hauteur, vitesse réduite). Enfin, il faut que les animaux puissent s'esquiver. Pour un nettoyage de meilleure qualité, les racleurs doivent être adaptés au revêtement des aires de circulation. Des aires de circulation propres et sèches réduisent le potentiel de formation et de libération de NH₃ et améliorent ainsi l'hygiène de l'étable et la santé des onglets.

humide d'urine et d'excréments représentait la part la plus importante (fig. 12). La saleté des différents secteurs de l'aire d'exercice, qui était séparée du bâtiment d'étable et était moins fréquentée par les animaux, était plus hétérogène que dans les couloirs de circulation qui étaient plus fréquentés (fig. 13). La proportion plus importante de surface propre dans l'aire d'exercice extérieure ou dans l'aire d'exercice combinée au couloir de repos dans les exploitations 1 et 5 ainsi que dans l'exploitation 3 en hiver vient de la fréquentation plus faible. La part plus élevée de surfaces sèches pendant la saison chaude dans les exploitations 2, 3, 5 et 6 est due au dessèchement à cause des températures plus hautes et du rayonnement. La surface desséchée indique qu'il y a déjà eu des émissions.

A l'aide de simulations et de recherches à l'échelle semi-technique, Montenay (2000) et Keck (1997) ont pu identifier un rapport entre la présence d'urine sur l'aire de circulation et les émissions de NH₃. Par conséquent, ce sont les souillures humides comme l'urine et le mélange humide d'urine et d'excréments qui jouent un rôle pour les émissions. Pour réduire la formation et la libération de NH₃, il est donc important de contribuer à un écoulement rapide de l'urine sur les aires de circulation en dur en prévoyant des pentes et des rigoles d'évacuation de l'urine. Par conséquent, évacuer le fumier plus fréquemment permet également de réduire les pertes de NH₃, ce qui n'est pas négligeable notamment dans les secteurs de l'étable qui sont très fréquentés et où la quantité d'urine et d'excréments est élevée.

L'essentiel en bref

La présente étude a permis de déterminer les émissions de NH₃ dans l'élevage de vaches laitières en stabulation libre à logettes sur des aires de circulation en dur et dans les aires d'exercice, à l'aide de mesures effectuées dans six exploitations. Des données fiables sont désormais disponibles sur les émissions de NH₃ pour le système de détentio-n de vaches laitières le plus répandu en Suisse. La nouvelle méthode Tracer-Ratio a fait ses preuves en pratique. Des mesures systématiques réparties sur toute l'année ont servi à représenter les effets des émissions de NH₃ suivant les saisons. En été, les émissions de NH₃ étaient comprises entre 31 et 67 g/UGB·d, soit trois fois plus qu'en hiver où elles oscillaient entre 6 et 23 g/UGB·d. Des cycles diurnes d'émissions de NH₃ n'ont pu être identifiés que pendant la période chaude. Lorsque la température extérieure ne dépassait pas 7 °C, une hausse des températures n'entraînait pas d'augmentation des émissions de NH₃. Ce n'est qu'au-delà que les valeurs commençaient à monter. La diversité des paramètres relevés a permis de décrire en détails les différentes situations de mesures, de les classer et de déterminer les facteurs qui influent sur les émissions de NH₃. Les mesures ont montré que les émissions de NH₃ dépendaient essentiellement de la température extérieure, de la vitesse du vent dans l'étable et de la teneur en urée du lait conservé dans le tank.

Une bibliographie complète le rapport ART 745. Elle est disponible avec celui-ci sur [www.agroscope.admin/publications](http://www.agroscope.admin.ch/publications).

Les autrices et auteurs remercient

- l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) pour le mandat et le co-financement,
- les six exploitations pour leur collaboration et leur coopération.