

Concentration et émission d'odeurs des étables de vaches laitières avec aire d'exercice extérieure

Margret Keck¹, Alfons Schmidlin¹, Kerstin Zeyer², Lukas Emmenegger² et Sabine Schrade¹

¹Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, 8356 Ettenhausen

²Empa Dübendorf, 8600 Dübendorf

Renseignements: Margret Keck, e-mail: margret.keck@art.admin.ch, tél. +41 52 368 31 31



Figure 1 | Stabulation libre pour vaches laitières – sources planes d'odeurs. (Photo: ART)

Introduction

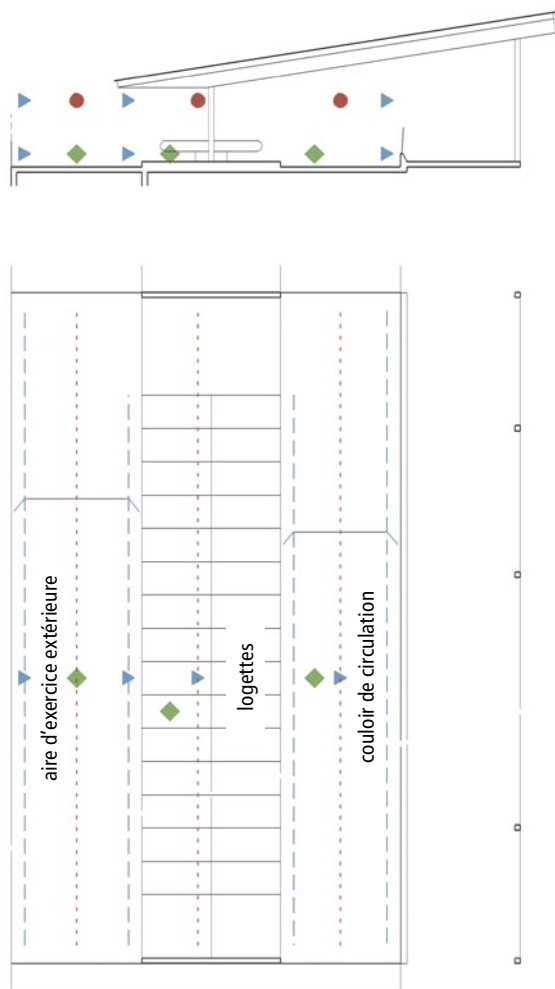
Dans les régions rurales, les nouvelles habitations se construisent de plus en plus près - voire trop près - des exploitations agricoles. Parallèlement, les structures des villages se modifient. Les résidents perdent le contact avec l'agriculture, ce qui réduit considérablement leur compréhension et leur tolérance envers l'élevage des animaux et les odeurs de la ferme. Les communes, autorités et tribunaux doivent traiter un nombre accru de plaintes concernant les nuisances olfactives des installations d'élevage. Au moment de choisir le lieu d'implantation d'une installation d'élevage, les exigences impo-

sées par l'aménagement du territoire pour éviter le mitage du paysage entrent souvent en contradiction avec les conditions qui permettraient le développement ultérieur de l'exploitation. Il est indispensable de mener ce débat sur des bases objectives, en vue d'éviter les conflits et de permettre le développement des exploitations dans l'intérêt des éleveurs et des résidents. Il est dès lors nécessaire d'avoir des données de planification fondées et actualisées afin de déterminer les distances minimales séparant les installations d'élevage des zones d'habitations (Richner et Schmidlin 1995) et de choisir judicieusement l'endroit réservé aux constructions et aux agrandissements futurs. Les calculs d'émission

d'odeurs par animal ou par unité de gros bétail (1 UGB = 500 kg de poids vif) et par unité de temps fournissent des valeurs appropriées à la comparaison des systèmes d'élevage ainsi que des données de départ indispensables à une modélisation pertinente de la propagation.

Tandis que dans les années 1980 déjà, Oldenburg (1989) mesurait les émissions d'odeurs provenant de 17 stabulations libres à logettes pour vaches laitières sans tenir compte des variations au fil de la journée, Brose (2000) présentait des données à plus haute résolution temporelle, mais uniquement pour une exploitation. Selon la Directive allemande sur les immissions

Résumé Les communes, autorités et tribunaux sont de plus en plus confrontés à des plaintes concernant les nuisances olfactives des installations d'élevage. Les concentrations et émissions d'odeurs de cinq étables de vaches laitières, à aération naturelle, ont été comparées à deux saisons différentes et à deux moments de la journée. L'étude de ces étables avec logettes, voies de circulation non perforées et aire d'exercice extérieure contiguë a été réalisée avec la nouvelle méthode «Tracer-Ratio». La concentration en odeurs provenant de sources planes au sol (logette, couloir de circulation et aire d'exercice) et à une hauteur de 3 m a été déterminée par des testeurs à l'aide d'un olfactomètre. Les plus fortes concentrations en odeurs au sol se trouvaient surtout dans le couloir de circulation, tandis que celles mesurées à 3 m au-dessus des trois sources planes étaient comparables. Cela signifie qu'à cette hauteur déjà, l'air des trois secteurs se mélange fortement. Sur six des sept jours de mesures, l'émission d'odeurs était de deux à quatre fois plus élevée l'après-midi que le matin. Les variations étaient aussi considérables d'une exploitation à l'autre. En conséquence, une comparaison des systèmes d'élevage exige des données solidement étayées en provenance de plusieurs exploitations, ainsi que la prise en compte de toutes les saisons et une haute résolution temporelle. Afin de trouver des solutions pour réduire les odeurs, il est nécessaire de détenir des données de planification fondées et actualisées sur la détermination des distances minimales à respecter; ces données serviront de base à la modélisation de la dispersion et indiqueront les principales variables d'influence sur la volatilisation des odeurs.



Légende

- Dosage des gaz traceurs
- Echantillon prélevé à 3 m de hauteur: odeurs, gaz traceurs
- ◆ Echantillon d'odeurs prélevé au sol
- ▶ Capteurs climatiques

Figure 2 | Représentation schématique avec plan et coupe d'une stabulation libre à logettes et à double rangée, avec dosage, prélèvement d'échantillons et capteur climatique.



Figure 3 | Diverses sources planes dans une étable de vaches laitières.

d'odeurs (Geruchs-Immissions-Richtlinie GIRL 2008), les étables ouvertes posent un problème lors du calcul de la propagation, car les émissions dépendent des conditions climatiques, par exemple de la vitesse et de la direction du vent. Dès lors, les facteurs d'émissions provenant de systèmes à aération naturelle méritent d'être étudiés avec un soin tout particulier. Cela nécessite une base de données actuelle et plus large issue de procédés avérés et d'un nombre suffisant d'exploitations. Il n'existe actuellement aucune donnée indiquant des sources d'émission diffuses à proximité du sol provenant des stabulations libres à logettes avec aire d'exercice extérieure (fig. 1). Pourtant, ce système de détention est en pleine expansion en Suisse. Le manque de données pour les étables à aération naturelle est surtout dû aux difficultés de déterminer les taux d'échange d'air.

Cette étude avait pour but de comparer les concentrations d'odeurs de différentes sources planes et de quantifier les émissions d'odeurs provenant des stabulations libres à logettes pour vaches laitières avec aire d'exercice extérieure. Elle devait aussi décrire la variation entre deux heures du jour différentes, deux saisons et diverses exploitations.

Matériel et méthodes

Les mesures ont été réalisées dans cinq stabulations libres à logettes pour vaches laitières (exploitations 2 à 6) avec

voies de circulation non perforées et aire d'exercice extérieure contiguë. Les relevés d'odeurs existants étaient intégrés dans les recherches de Schrade (2009) «Emissions d'ammoniac et de PM10 dans les stabulations libres pour vaches laitières, avec aération naturelle et aire d'exercice extérieure, à l'aide d'une méthode «Tracer-Ratio» réalisées dans six exploitations. Les exploitations, les systèmes de détention et les paramètres liés aux animaux sont décrits en détail par Schrade (2009). En outre, pour caractériser les conditions particulières au moment des mesures qui serviront de référence et pour en extraire les importants variables d'influence sur les émissions, des données ont aussi été relevées sur le climat, la présence des animaux dans l'aire d'exercice et la souillure des voies de circulation. L'exemple d'un plan d'exploitation est présenté dans la figure 2. Les mesures ont porté sur les divers secteurs de l'étable, à savoir le couloir de circulation, les logettes et l'aire d'exercice. La comparaison a été établie au printemps et en été (tabl. 1), tôt le matin (entre 4h00 et 5h30) et en fin d'après-midi (entre 15h00 et 16h30). L'exploitation 6 est représentée aux deux saisons, tandis que pour l'exploitation 2, les mesures n'ont été prises qu'en été pendant deux jours.

Une hotte de prélèvement d'échantillons ECOMA (845 mm de diamètre, propre construction) a été déposée successivement sur diverses sources planes au sol et des échantillons d'air ont été aspirés pendant 20 secondes dans un sac en Nalophane (9 litres de volume). Les lieux de

Tableau 1 | Indications sur les exploitations, avec superficie des étables, cheptel, date des enquêtes et température.

Exploitation	2	3	4	5	6
Superficie [m ²], dont voies de circulation	575 440	858 624	412 295	529 377	568 388
Cheptel [n]	58	94	40	77	90/83
Date des enquêtes	août	mars	avril	juillet	mai, juin
Température de l'air [°C] matin/après-midi	12,6/22,8 14,0/24,1	5,5/20,5	9,3/7,4	13,1/19,6	9,6/20,6 13,1/25,5

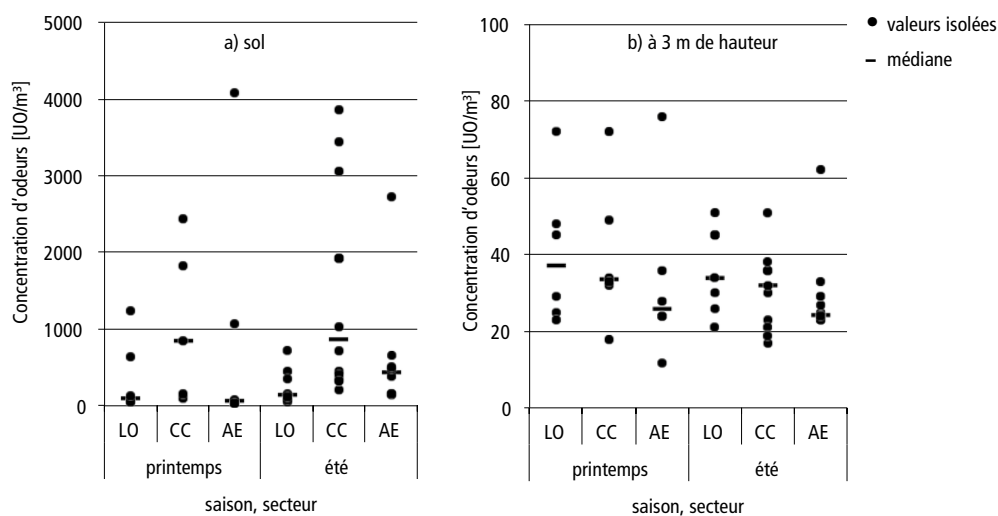


Figure 4 | Concentration d'odeurs a) au sol et b) à 3 m de hauteur, exprimée en unités d'odeurs par mètre cube d'air [UO/m³], par saison et secteur d'étable (LO : logette, CC: couloir de circulation, AE : aire d'exercice extérieure), avec médiane et valeurs isolées.

prélèvement dans le couloir de circulation, les logettes et l'aire d'exercice extérieure avaient été prédéfinis dans la grille de saisie afin d'éviter une sélection subjective (fig. 2).

La concentration d'odeurs au niveau du sol a été comparée avec celle mesurée à 3 m de hauteur (fig. 2). A cette hauteur, les échantillons ont été prélevés à l'aide d'un système d'échantillonnage d'air constitué de tuyaux en téflon munis de capillaires critiques en verre. Un échantillon représentatif des gaz traceurs et des odeurs dans des étables de grand périmètre a ainsi été obtenu. Pour collecter l'air, les échantillons d'odeurs ont été aspirés toutes les huit minutes dans chaque sac de prélèvement à l'aide d'une pompe péristaltique. Quatre personnes ont évalué 81 sacs d'échantillonnage à l'olfactomètre TO8 (ECOMA) en l'espace de 24 heures, suivant à la norme DIN EN 13725 (2003). Ces personnes ont été exposées au n-Butanol (100 ppm) à titre de contrôle.

Pour déterminer les émissions provenant de l'aération naturelle et des sources planes, ART et Empa ont développé une méthode dite Tracer-Ratio avec deux gaz traceurs (SF₆, SF₅CF₃). A l'aide d'un système à tube munis de capillaires, les gaz traceurs dilués ont été constamment soumis à des ajouts dosés directement sur la voie de circulation émettrice; la source d'émission d'odeurs a ainsi pu être représentée. L'analyse des deux gaz traceurs a été réalisée simultanément à l'aide d'une chromatographie en phase gazeuse (GC-ECD). L'émission d'odeurs se détermine en multipliant le rapport entre le gaz traceur soumis aux ajouts dosés au sol et à 3 m de haut avec la concentration d'odeurs.

Résultats

Diverses sources planes au sol

Lors de la comparaison de la concentration d'odeurs des trois secteurs de l'étable, les valeurs des couloirs de circulation, avec une médiane de 870 GE/m³, dépassaient largement celles des logettes qui comptaient moins de 150 GE/m³ ou celles des aires d'exercice qui indiquaient 70 et 435 GE/m³ (fig. 3 et 4a). Cela illustre le fait que les animaux séjournent plus longtemps dans le couloir de circulation que dans l'aire d'exercice, ce qui augmente d'autant les quantités d'excréments et d'urine (Schrade, 2009). Toutefois, les valeurs isolées présentent de fortes variations. Par exemple, la concentration d'odeurs au sol affichait jusqu'à 4000 GE/m³ alors que 50 % des valeurs totales étaient inférieures à 400 GE/m³. Hormis pour l'exploitation 4, les concentrations d'odeurs étaient généralement plus élevées l'après-midi que le matin. Le résultat différent de l'exploitation 4 est probablement dû aux précipitations qui se sont produites le jour du relevé (3 mm le matin et 12 mm l'après-midi).

Echantillons à 3 m de hauteur

Les échantillons d'air prélevés à 3 m de hauteur se rapprochent beaucoup plus de la moyenne dans l'espace et dans le temps que ceux obtenus sous la hotte de prélèvement au sol. Tandis qu'au sol, les concentrations d'odeurs les plus élevées se trouvaient principalement dans le couloir de circulation, celles mesurées à 3 m de hauteur étaient semblables pour les deux saisons et les trois secteurs (fig. 4b). La médiane de tous

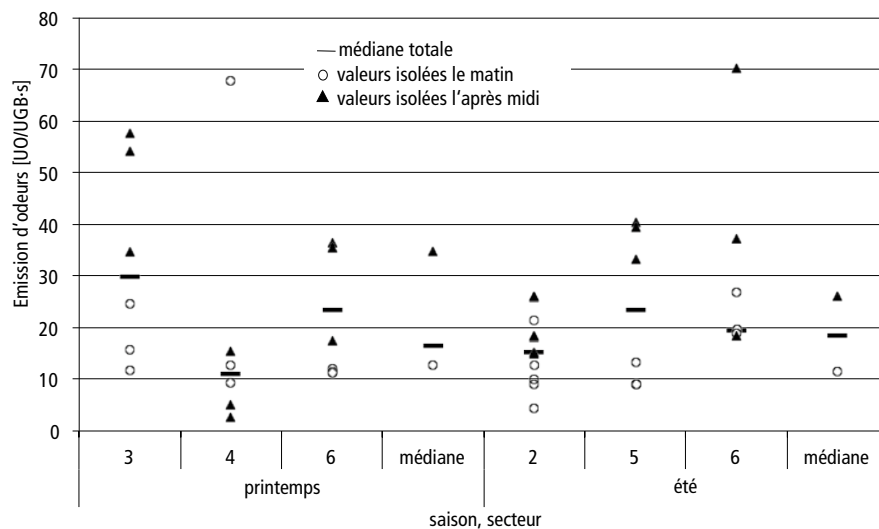


Figure 5 | Émission d'odeurs, exprimée en unité d'odeurs par unité de gros bétail (correspond à 500 kg de poids vif) et par seconde [UO/UGB × s] avec valeurs isolées le matin et l'après-midi, représentée par saison et par exploitation ainsi que médiane de l'exploitation et par saison.

les secteurs variait entre 25 et 37 GE/m³. Cela signifie que dans ces secteurs, l'air se mélange considérablement à 3 m de hauteur déjà.

Emission d'odeurs

L'émission d'odeurs le matin et l'après-midi est présentée à la figure 5: sur six des sept jours de mesures, elle est de deux à quatre fois plus élevée l'après-midi que le matin. Seule l'exploitation 4 soumise à des précipitations pendant le relevé n'a pas connu cet effet.

La variation entre les exploitations est aussi très large avec une médiane de 11 à 30 UO/GB×s. L'exploitation 4 produit l'émission d'odeurs la plus basse le jour des précipitations. Les valeurs les plus élevées proviennent de l'exploitation 3 au printemps. Dans les exploitations 2 et 6, où la température de l'air fut la plus haute en été, les émissions d'odeurs n'ont pas atteint les valeurs maximales.

Discussion

Les échantillons d'air pour la concentration d'odeur à 3 m de hauteur permettent d'émettre des conclusions sur chaque secteur de l'étable, tandis qu'un échantillon prélevé avec la hotte au sol ne représente qu'un extrait très ponctuel. Pour caractériser adéquatement, comme Schrade (2009), les surfaces souillées de façon très hétérogène dans l'espace, notamment dans l'aire d'exercice, il faudrait prélever un nombre beaucoup plus grand d'échantillons avec la hotte.

La grande variation de l'émission d'odeurs au fil du jour peut être due aux variations de l'activité des animaux, à l'incidence du vent des surfaces souillées, mais aussi aux différences de température.

Un effet saisonnier marqué a été constaté dans l'émission d'odeurs, ce qui n'apparaît pas avec les données sur les émissions d'ammoniac relevées par Schrade (2009) dans les mêmes exploitations (fig. 5). Dans la présente étude sur les étables ouvertes, de plus grandes superficies et avec une aire d'exercice, l'émission d'odeurs était plus élevée que dans la littérature, qui porte plutôt sur des étables fermées et une aération entre le bas du pan et le faite (Oldenburg 1989, Brose 2000).

Conclusions

La nouvelle méthode «Tracer-Ratio», combinée avec des tests olfactifs, permet de quantifier les émissions d'odeurs dans des étables à aération naturelle. Une meilleure base de données sur les émissions d'odeurs provenant de cinq étables à aération naturelle, avec aire d'exercice extérieure, sert d'outil de planification pour déterminer les distances minimales à respecter entre les installations d'élevage et les zones d'habitation; elle est aussi une base utile à la modélisation de la dispersion. Ce n'est qu'avec des données largement étayées par un nombre suffisant d'exploitations, ainsi qu'en tenant compte de toutes les saisons et de relevés à haute résolution temporelle, qu'il sera possible de comparer les systèmes d'élevage. Car les processus dynamiques liés à l'activité du bétail, l'incidence du vent et l'assèchement sont à la clé des émissions d'odeurs provenant d'étables à aération naturelle. Une meilleure connaissance des principaux variables d'influence favorisera la recherche de solutions en vue de réduire ces odeurs. ■

Riassunto**Concentrazioni ed emissioni di odori nelle stalle di bestiame lattifero con area d'uscita**

Sempre più spesso comuni, autorità e tribunali sono confrontati con ricorsi e cause provocate dai cattivi odori provenienti dalle strutture di stabulazione. Durante due stagioni e per due volte al giorno si sono confrontati la concentrazione e le emissioni di odori in cinque stalle per bestiame lattifero ad aerazione naturale. Per queste strutture dotate di box di riposo, superfici di movimento con rivestimento e area d'uscita limitrofa, è stato impiegato il metodo «Tracer-Ratio». La concentrazione degli odori provenienti da fonti al suolo (box di riposo, superficie di movimento e area d'uscita) è stata misurata all'altezza di 3 metri attraverso delle persone munite di olfattometro. Mentre al suolo le concentrazioni più elevate sono state rilevate soprattutto sulla superficie di movimento, all'altezza di 3 metri esse erano simili per tutte i tre settori. Ciò indica che a quell'altezza gli odori di diversa provenienza tendono fortemente a mescolarsi. 6 giorni su 7 l'emissione di odori nel corso del pomeriggio risultava da 2 a 4 volte superiore che al mattino. Tra le aziende coinvolte si sono registrate forti variazioni di emissioni. Per questo motivo una valutazione comparativa dei sistemi di stabulazione richiede un'estesa base di dati su più aziende, prendendo in considerazione tutte le stagioni e una maggiore frequenza di misurazione. Per proporre delle soluzioni alla diminuzione dei cattivi odori sono necessari dati di pianificazione consolidati e aggiornati per determinare le distanze minime; questi dati serviranno come base per la simulazione della diffusione e indicheranno i principali parametri, relativi alla volatilizzazione degli odori.

Bibliographie

- Brose G., 2000. Emissionen von klimarelevanten Gasen, Ammoniak und Geruch aus einem Milchviehstall mit Schwerkraftlüftung. VDI-MEG-Schrift 362, Universität Hohenheim. 136 p.
- DIN EN 13725, 2003. Luftbeschaffenheit – Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie. 71 p.
- Geruchsimmissionsrichtlinie GIRL, 2008. Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen. Fassung vom 29.2.2008 und Ergänzung vom 10.9.2008. 57 p.

Summary**Odour concentration and emission from dairy cattle housing with an exercise yard**

Local authorities, government agencies and courts are increasingly faced with complaints and lawsuits relating to odour annoyance from livestock housing systems. Odour concentration and emission from five naturally ventilated dairy cattle sheds were compared in two seasons and at two times of day. A newly developed tracer ratio method was used for these cowsheds with cubicles, solid floor surfaces and an adjacent exercise yard. Test subjects were used to determine on the olfactometer the odour concentration from area sources on the ground (cubicle, traffic alley and exercise yard) and at a height of 3 m. Whereas at ground level the highest odour concentrations occurred mainly in the traffic alley, the odour concentration at a height of 3 m was comparable over the three area sources. This would indicate that at a height of 3 m there had already been considerable intermixture between these areas. On six of the seven measurement days, odour emission in the afternoon was two to four times higher than in the morning. The variation in odour emission between farms was also high. A comparative assessment of animal housing systems therefore requires broadly supported data on several farms, the inclusion of all seasons and high time-of-day resolution. In order to provide solutions for odour reduction, there is a need for well-founded, up-to-date planning data to determine minimum distances; these data will be used as a basis for dispersion modelling and the most important variables influencing odour release.

Key words: odour concentration, odour emission, dairy cattle, loose housing, natural ventilation.

- Oldenburg J., 1989. Geruchs- und Ammoniak-Emissionen aus der Tierhaltung. KTBL-Schrift 333, Darmstadt. 158 p.
- Richner B. & Schmidlin A., 1995. Distances minimales à observer pour les installations d'élevage d'animaux – Recommandations pour de nouvelles constructions et des exploitations existantes. Rapport FAT No. 476, Tänikon. 16p.
- Schrade S., 2009. Ammoniak- und PM10-Emissionen im Laufstall für Milchvieh mit freier Lüftung und Laufhof anhand einer Tracer-Ratio-Methode. VDI-MEG Schrift 483, Universität Kiel. 131 p.