

Immission d'odeurs d'une installation agricole de biogaz avec détention d'animaux

Margret Keck, Sabine Schrade, Markus Keller, Matthias Frei et Beat Steiner

Agroscope, Institut des sciences en durabilité agronomique IDU, 8356 Ettenhausen, Suisse

Renseignements: Margret Keck, e-mail: margret.keck@agroscope.admin.ch



Relevé de panaches d'odeurs par six testeurs dans une exploitation de détention animale avec installation de biogaz. (Photo: Margret Keck, Agroscope)

Introduction

En Suisse, le nombre d'installations agricoles de biogaz est passé d'environ 68 à plus de 98 depuis 2000 (Kaufmann 2015). Une enquête systématique auprès de 38 gérants d'installations de ce type a montré une grande hétérogénéité aussi bien de la technique (installations, procédés) que des substrats. Presque toutes les exploitations pratiquaient la détention animale en plus de la production de biogaz (Mager *et al.* 2011). Les surfaces émettrices à proximité de l'installation de biogaz sont les stocks de substrat et de résidus de fermentation. Dans le domaine de la détention animale, les sources

d'odeurs sont les aires de circulation à l'intérieur de l'étable, les aires d'exercice extérieures ainsi que les stocks de fourrage et d'engrais de ferme. Les installations de biogaz situées à proximité des zones d'habitation peuvent inciter les riverains à porter plainte pour nuisances olfactives (Liebich 2009; Beck 2009). Cette situation souligne l'importance d'une base de données fondée pour la planification et la gestion des installations agricoles de biogaz.

Ubeda *et al.* (2010) ont procédé à des relevés de panaches d'odeurs en Belgique dans une exploitation de vaches laitières avec installation de biogaz. Le taux d'émission d'odeurs provenant de différentes surfaces émettrices a été déterminé par olfactométrie dynamique. Le lisier et le fumier solide ont donné des taux d'émission d'odeurs plus élevés que ceux des surfaces émettrices de l'étable de vaches laitières, du lisier fermenté et de l'ensilage de maïs. La portée du panache d'odeurs, relevé lors de déplacements en zigzag le long de l'axe de propagation des odeurs, ainsi que les résultats du modèle de propagation dépassaient 400 m. Nicolas *et al.* (2013) ont calculé le taux d'émission d'odeurs dans trois exploitations avec installations de biogaz en Belgique, au Luxembourg et en Allemagne à l'aide de relevés de panaches et de simulation rétroactive. La distance maximale à laquelle les odeurs étaient perçues lors de huit jours de relevés était comprise entre 300 et 600 m. En Suisse, les données scientifiquement fondées qui permettraient d'établir des recommandations pour les distances minimales à respecter entre les installations de détention animale produisant du biogaz et les zones habitées, font défaut à ce jour (OPair 2010, annexe 2, chiffre 512).

La suite de l'article présente des relevés d'immissions d'odeurs dans une exploitation de vaches laitières avec installation de biogaz à partir desquels des recommandations ont été déduites en vue de réduire les odeurs. Le travail fait partie d'une étude menée auprès de huit exploitations dans le but d'élaborer des bases pour les

distances minimales à respecter par rapport aux zones habitées.

Description de l'exploitation

Les relevés ont eu lieu en 2012 durant trois jours pendant l'été et la saison intermédiaire dans une exploitation de vaches laitières avec installation de biogaz. Les vaches étaient logées dans une stabulation libre à logettes à aération naturelle avec aire d'exercice extérieure. L'installation de biogaz fonctionnait en deux étapes avec un digesteur principal et un post-digesteur. Les substrats utilisés en plus du lisier et du fumier étaient essentiellement des déchets de parage de légumes et de fruits. Quel que soit le jour de relevé, la surface émettrice de la détention animale dominait toujours, comme le montre la figure 1, avec 88–92 % par rapport au stock de fumier solide (1–4 %) et au stock de substrats (5–8 %).

Relevés

Le but des relevés de panaches était de saisir l'immission d'odeur de l'exploitation dans sa totalité avec les surfaces émettrices dans le domaine de la détention animale, des stocks d'engrais de ferme et de substrats. Pendant les périodes de relevés, aucune activité spéciale de courte durée ne devait avoir lieu, comme la distribution de fourrage, l'évacuation du fumier, la livraison de substrats, l'apport de matières solides ou le brassage du lisier dans une fosse non couverte. A chaque date prévue, un bloc de parcours était effectué l'après-midi et un autre en soirée.

Résumé En Suisse, les installations agricoles de biogaz se situent généralement sur des exploitations pratiquant la détention animale. Si elles se trouvent à proximité de zones d'habitation, il peut arriver que les riverains portent plainte pour nuisances olfactives. Les surfaces émettrices sont les aires de circulation à l'intérieur de l'étable, les aires d'exercice extérieures, les stocks de fourrage et d'engrais de ferme, ainsi que les stocks de substrats et de résidus de fermentation. Des relevés d'odeurs ont été effectués dans une exploitation de vaches laitières avec installation de biogaz durant trois jours, pendant l'été et pendant la saison intermédiaire. Six testeurs ont enregistré les odeurs qu'ils percevaient à différentes distances de l'exploitation. A proximité de l'exploitation, les testeurs ont enregistré des parts de temps importantes avec émanation d'odeurs, voire d'odeurs de forte intensité. On a observé à quelles distances de l'exploitation, les périodes avec émanation d'odeurs se faisaient moins fréquentes et à quelles distances, l'intensité des odeurs s'atténuait. Souvent, plusieurs odeurs différentes étaient perçues en même temps. En cas de dégagement de biogaz, l'immission d'odeurs augmentait. L'odeur de biogaz a été classée comme clairement désagréable par les testeurs. Or, il est possible d'éviter le dégagement de biogaz dans les installations en prévoyant un volume de stockage suffisamment grand, en optimisant les procédés et en procédant à une maintenance régulière. Avant de construire une nouvelle installation de biogaz, il est recommandé de faire très attention au choix du site.

Fourrage, ration composée: 30 m²



Logettes: 160 m²; aire d'exercice: 282 m²



Aires de circulation: 220 m²



Fumier solide: 30 m²; jus de fermentation: 20 m²



Déchets de parage, légumes et fruits: 30 m²

Parts représentées dans la surface émettrice totale d'env. 800 m²:
 Production animale 88–92 %
 Stock de fumier solide 1–4 %
 Stock de substrat 5–8 %

Figure 1 | Vue d'ensemble des différentes sources d'odeurs et pourcentages représentés par rapport à l'ensemble de la surface émettrice de l'exploitation.

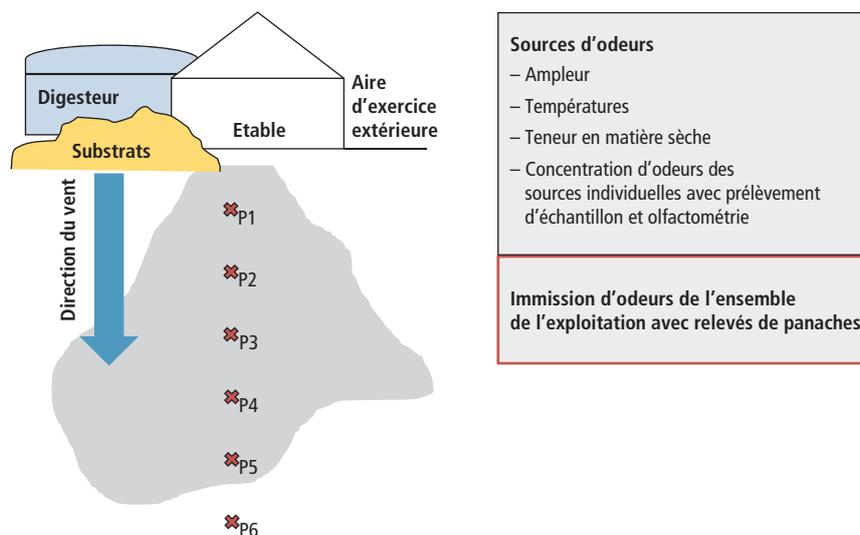


Figure 2 | Relevés de panaches d'odeurs par six testeurs P1–P6 dans l'axe de propagation déterminant.

Selon les exigences de la norme EN 13725 (2003), les testeurs ont également travaillé avec l'olfactomètre TO8 (ECOMA, Honigsee, G). On a ensuite vérifié qu'ils reconnaissent l'odeur typique du n-Butanol. Avant chaque bloc de relevés, différents échantillons d'odeurs ont été présentés aux testeurs afin d'harmoniser les types et les intensités des odeurs. Enfin, un parcours d'harmonisation dans lequel tous les testeurs étaient placés à la même position permettait également de comparer les intensités d'odeurs et de synchroniser les réactions.

Le panache d'odeurs a été localisé du côté sous le vent par rapport à la source à l'aide de girouettes ou de fumées tests (fig. 2). Six testeurs ont été postés l'un derrière l'autre en direction de l'axe de panache prédominant. Afin d'enregistrer la diminution progressive des odeurs perçues le long de l'axe, un gradient clair de la fréquence et de l'intensité des odeurs devrait apparaître par rapport aux positions avant. Par conséquent, l'intervalle entre les testeurs et la distance de la première personne par rapport à l'exploitation ont été définis selon

la puissance du vent et de la source émettrice. Un parcours durait dix minutes. Toutes les dix secondes, les testeurs enregistraient sur leur ordinateur de poche les odeurs perçues sous forme d'intensité. L'intensité des odeurs a été documentée sur une échelle allant de 0 (non perceptible) à 6 (extrêmement forte), sur la base de la directive VDI 3940 (VDI 2010a). À l'issue de chaque parcours, les testeurs ont noté des commentaires sur leur position, la qualité et le type des odeurs.

Pendant les relevés de panaches, la vitesse et la direction du vent, le rayonnement global, la température de l'air et l'humidité relative ont été enregistrés à l'aide d'une station météorologique mobile.

Résultats des relevés de panaches

Le tableau 1 indique la répartition de 22 mesures effectuées durant trois jours de relevés différents à deux périodes de la journée à chaque fois. La température de l'air variait sur une plage étroite, entre 12 et 20 °C. La vitesse du vent était toujours plus faible en soirée que

Tableau 1 | Informations relatives aux relevés de panaches d'odeurs: nombre de parcours [n] d'une durée de dix minutes; températures minimales et maximales de l'air [°C], vitesse [m/s] et direction du vent.

Date de relevé; période de la journée	Nombre de parcours de relevés [n]	Température [°C]	Vitesse du vent [m/s]	Direction du vent
1 ^{re} ; après-midi	2	12–14	1,5–2,4	ouest, sud
1 ^{re} ; soirée	5	12–14	0,4–1,4	est, sud-est
2 ^e ; après-midi	4	19–20	3,8–5,2	sud-ouest, ouest
2 ^e ; soirée	4	19–20	0,7–3,1	nord-ouest, ouest
3 ^e ; après-midi	5	14–15	2,1–3,3	nord-ouest, ouest
3 ^e ; soirée	2	15	0,8–0,9	sud

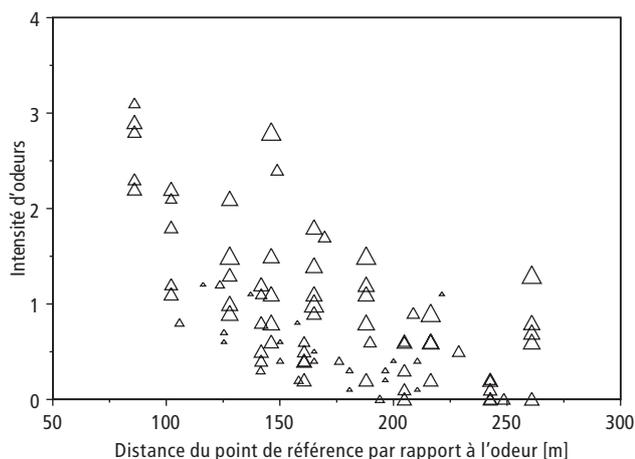


Figure 3 | Intensité moyenne des odeurs perçues par les testeurs par parcours de relevés en fonction de la distance du point de référence par rapport à l'odeur principale [m]. La taille du symbole varie avec la vitesse du vent dans une fourchette de 0,7 m/s à 4,0 m/s.

l'après-midi. Sur certains parcours en soirée, la direction du vent, mesurée à 10 m de hauteur, ne correspondait pas aux flux locaux dans la zone proche du sol.

Quel que soit le parcours, l'intensité moyenne des odeurs s'atténue nettement avec l'augmentation de la distance par rapport à l'exploitation (fig. 3). Les odeurs ont généralement été perçues comme un mélange. Les fortes intensités moyennes ont surtout été perçues dans les 200 premiers mètres. La portée totale des panaches n'a pas pu être enregistrée dans tous les parcours du fait de la configuration locale, car il n'était parfois pas possible de positionner le testeur arrière en dehors des panaches (haute végétation, routes, etc.). Les valeurs représentées étant des moyennes calculées sur dix minutes, les valeurs individuelles exprimaient parfois des intensités nettement plus élevées. Lorsque l'inten-

sité des moyennes était élevée, cela signifiait donc que les odeurs perçues étaient de forte intensité sur toute la période de relevé.

La figure 4 montre la répartition des intensités d'odeurs perçues par six testeurs sur quatre parcours effectués l'après-midi d'un jour de relevé. Les valeurs ont été agrégées sur des blocs de dix minutes. La distance des six testeurs par rapport à l'odeur était de 86 m pour le testeur placé à l'avant et de 243 m pour le dernier testeur. Le testeur avant a perçu les odeurs pendant 80–100 % des intervalles de relevés. Plus la distance augmentait, plus la durée de perception des odeurs et le niveau d'intensité s'amenuisaient. Les relevés effectués dans des systèmes de détention de porcs ont également montré un effet très net de la distance sur la perception des odeurs (Keck *et al.* 2005).

La figure 3 montre également l'effet de la vitesse du vent. Avec une vitesse du vent élevée, les odeurs avaient à la fois une plus grande portée et une plus grande intensité. Les relevés effectués dans des systèmes de détention de porcs avec courette (Keck *et al.* 2005) ont également montré un effet de la vitesse du vent sur l'immission d'odeurs.

Odeur de biogaz

Pendant les relevés de panache, les personnes parcourant l'exploitation ont noté une odeur de biogaz durant les trois jours et aux deux périodes de la journée. Les testeurs ont également pu identifier d'autres odeurs de l'installation comme celle de la détention animale, du lisier ou des gaz d'échappement. L'odeur de biogaz a été classée comme clairement désagréable par tous les testeurs. L'évaluation de l'effet hédoniste de l'odeur (c'est-à-dire à quel point l'odeur apparaît désagréable) s'appuie sur la méthode du profil de polarité de la directive VDI 3940 (2010b). ➤

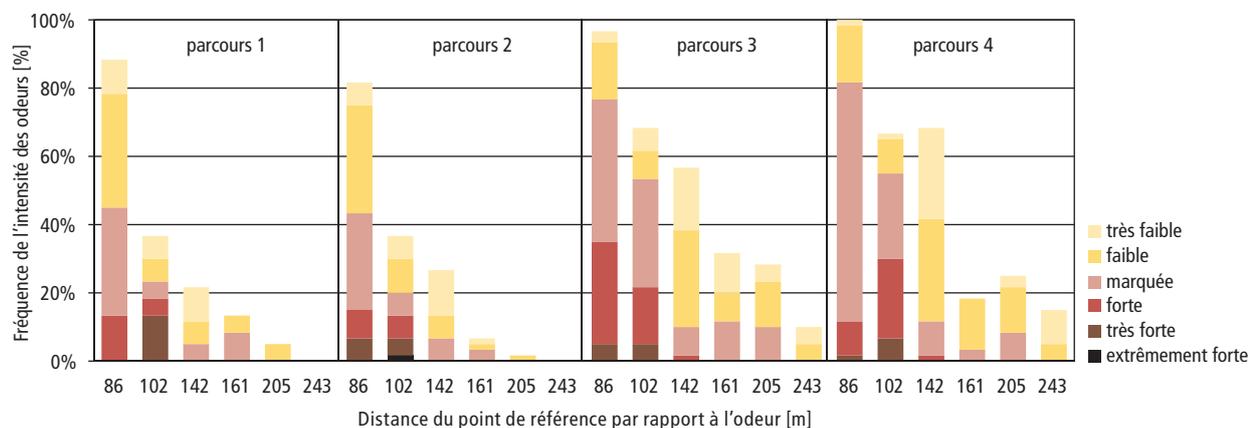


Figure 4 | Répartition des intensités d'odeurs de 1 à 6 (1 = très faible, 6 = extrêmement forte), agrégées en blocs de dix minutes; testeurs placés à six distances différentes du point de référence par rapport à l'odeur pendant quatre parcours de relevés.

Différentes surfaces d'émission de la détention animale, du stock de substrats et des résidus de fermentation (Keck *et al.* 2014) ne sont en rien parvenues à atteindre une concentration d'odeur aussi élevée que l'odeur de biogaz. La concentration d'odeur des échantillons de biogaz dans des relevés effectués sur d'autres exploitations variait entre 28000 et 250000 unités odeurs (UO) par m³. Brun et Völlmecke (2008) tout comme Liebich (2004) montrent chacun l'énorme importance de l'odeur de biogaz avec des concentrations de 270000 et 500000 UO/m³. Les fuites de biogaz peuvent constituer des sources de nuisances olfactives considérables. Selon les impressions recueillies lors des relevés dans les exploitations et les sources bibliographiques, les échappements de biogaz sont souvent dus à des fuites, à la membrane et à l'air porteur, à la soupape de surpression, au regard de visite, aux ouvertures de l'agitateur, etc. (notamment Office bavarois de l'environnement 2007 et 2011; Beck 2009; Sax *et al.* 2013; Weber *et al.* 2006).

Conclusions

En ce qui concerne la méthode utilisée, les relevés de panaches d'odeurs par des testeurs dans l'axe de la propagation ont fait leurs preuves. Ils permettent en effet de déterminer la diminution de l'odeur avec l'augmen-

tation de la distance par rapport à l'exploitation. Les relevés ont été effectués selon ce procédé dans huit exploitations de détention animale avec installation de biogaz. En cas d'échappement de biogaz, l'immission d'odeur était plus élevée. Pour prévenir l'échappement de biogaz, il est recommandé d'optimiser le volume de stockage et le procédé, ainsi que d'effectuer une maintenance régulière. Les pertes de biogaz par la membrane ou à cause de fuites doivent être évitées à l'aide de contrôles réguliers et, si nécessaire, du remplacement des pièces défectueuses.

Perspective

L'installation de biogaz et la détention animale doivent être considérées comme un système global. Les résultats des concentrations d'odeurs émanant de sources individuelles (Keck *et al.* 2014) et les courbes de décroissance tracées à l'issue des relevés de panaches effectués dans les exploitations de détention animale avec installation de biogaz doivent être intégrés dans la recommandation «Distances minimales à observer pour les installations d'élevage». Ceci permettra d'avoir des bases de décision solides et de pouvoir prendre en compte l'ensemble de l'installation dès la phase de projet. Lors de la construction de nouvelles installations de biogaz, une attention particulière doit être accordée au choix du site. ■

Bibliographie

- Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2011. Immissionsschutz, Kapitel 2.2.2. *In: Biogashandbuch Bayern – Materialienband*, Augsburg, 34 p.
- Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2007. Umweltwirkungen, Kapitel 1.6. *In: Biogashandbuch Bayern – Materialienband*, Augsburg, 41 p.
- Beck R., 2009. Geruchsimmissionen im Umfeld von Abfälle verarbeitenden Biogasanlagen. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, 13 p.
- Brun M. & Völlmecke S., 2008. Geruchsimmissionsprognose Nr. 13 601 08-1. *uppenkamp und partner*, Ahaus, 57 p.
- EN 13725, 2003. Luftbeschaffenheit – Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie. Committee for European Normalization (CEN) (éd.), Bruxelles, 70 p.
- Kaufmann U., 2015. Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien - Ausgabe 2014. Bundesamt für Energie BFE, Bern, 10 p.
- Keck M., Koutny L., Schmidlin A. & Hilty R., 2005. Geruch von Schweineställen mit Auslauf und freier Lüftung. *Agrarforschung* 12 (2), 84–89.
- Keck M., Keller M., Frei M. & Schrade S., 2014. Odour concentration of agricultural biogas facilities: substrates and biogas. *In: Proceedings International Conference of Agricultural Engineering*, 6.-10.7.2014, Zurich, 6 p.
- Liebich T., 2009. Minimierung von Konfliktpotential durch Gerüche an Biogasanlagen. TÜV Nord Umweltschutz GmbH & Co. KG, Hannover, 1–10.
- Mager K., Keck M. & Schrade S., 2011. Geruchserhebungen bei Betrieben mit landwirtschaftlichen Biogasanlagen. *In: Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven* (éd. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. KTBL) Darmstadt, 372–373.
- Nicolas J., Adam G., Ubeda Y. & Romain A.C., 2013. Multi-method monitoring of odor emissions in agricultural biogas facilities. *In: Proceedings of the 5th IWA conference on odours and air emissions*, 4.-7.3.2013, San Francisco, USA, 8 p.
- OPair, 2010. Ordonnance sur la protection de l'air du 16.12.1985 (état le 15.7.2010). RS 814.318.142.1. Conseil fédéral suisse, Berne.
- Sax M., Schick M., Bolli S., Soltermann-Pasca A. & Van Caenegem L., 2013. Methanverluste bei landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Abschlussbericht, Agroscope Reckenholz-Tänikon, 93 p.
- Ubeda Y., Neyrinck R., Calvet S., López A. & Nicolas J., 2010. Odour evaluation of a dairy farm with anaerobic digestion. *Chemical Engineering Transactions* 23, 255–260.
- VDI 3940, 2010a. Bestimmung von Geruchsstoffimmissionen durch Begehung – Ermittlung von Geruchsintensität und hedonischer Geruchswirkung im Feld. Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf, Blatt 3, 67 p.
- VDI 3940, 2010b. Bestimmung der hedonischen Geruchswirkung – Polaritätenprofile. Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf, Blatt 4, 44 p.
- Weber R., Reinhold G. & Georgi B., 2006. Informationen zum Immissionsschutz bei Biogasanlagen. *In: Schriftenreihe der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie*, Jena, 76, 21 p.

Riassunto**Immissione di odori di un impianto agricolo per la produzione di biogas con detenzione di animali**

Nelle imprese svizzere, gli impianti agricoli per la produzione di biogas sono in genere abbinati alla detenzione di animali. Se si trovano nelle vicinanze di zone residenziali, è possibile che diano adito a denunce contro gli odori da parte dei residenti. Tra le fonti di emissione al suolo figurano le superfici di stabulazione e di movimento, i magazzini destinati al foraggio e ai concimi aziendali così come i magazzini per il substrato e i residui della fermentazione. Nel presente articolo vengono presentati i rilevamenti degli odori effettuati per tre giorni durante il periodo estivo e nella mezza stagione presso un'impresa con bestiame da latte dotata di un impianto per la produzione di biogas. Le sei persone partecipanti al test hanno registrato la propria percezione degli odori a diverse distanze dall'azienda. Nelle posizioni nei pressi dell'impresa, le persone hanno rilevato notevoli quote di tempo con presenza di odori ed elevate intensità di odori. È emerso a quali distanze dall'azienda è possibile rilevare una riduzione sia degli intervalli di tempo con la presenza di odori sia degli elevati livelli di intensità. Spesso, nella scia di odore si percepiva un odore misto. Quando fuoriusciva biogas, aumentava l'immissione di odori. Tutti i partecipanti al test hanno classificato come chiaramente sgradevole l'odore sprigionato dal biogas. La fuoriuscita di biogas dagli impianti può essere evitata con un volume di stoccaggio sufficientemente grande, con l'ottimizzazione dei processi e con una manutenzione regolare. Nel caso di impianti per la produzione di biogas di nuova costruzione viene scelta con estrema attenzione l'ubicazione.

Summary**Odour impact of an agricultural biogas facility combined with animal husbandry**

Mostly, agricultural biogas facilities on farms in Switzerland exist in combination with animal husbandry. The proximity of these facilities to residential areas can lead to odour complaints from residents. Animal housing and outdoor exercise areas, feed and farmyard manure stores, as well as substrate and fermentation residue stores all figure among the diffuse emission sources. This paper presents odour investigations conducted on three days during the summer and transition season on a dairy farm with a biogas facility. Six assessors recorded their odour perception at different distances to the farm. At the positions near the farm, the assessors identified a high percentage of time with odour as well as with high odour intensities. The distances from the farm at which assessors were able to recognise a decrease both in the percentage of time with odour and in the high intensity levels were determined. Frequently, a mixture of odours was perceived in the odour plume. In situations with leaking biogas, odour impact was higher. Biogas odour was rated by the assessors as definitely unpleasant. Biogas leakage from facilities must be prevented by a sufficiently large gas storage volume, process optimisation, and regular maintenance. For new biogas facilities, great care in the choice of site must be exercised.

Key words: agricultural biogas facility, odour impact, field plume inspection, distance, odour intensity.

Remerciement

Nous remercions l'Office fédéral de l'énergie OFEN pour le soutien financier apporté au projet ainsi que les exploitations pour leur précieuse collaboration.