



Bases relatives aux odeurs et à leur propagation, nécessaires pour déterminer les distances à observer par les installations d'élevage

Auteurs:

Beat Steiner, Margret Keck, Matthias Frei

Mandataires:

Office fédéral de l'agriculture
Office fédéral de l'environnement

Remerciements

Nous remercions les membres du groupe de travail appartenant aux institutions suivantes pour leurs contributions techniques.

Office fédéral de l'environnement OFEV

Division Protection de l'air et produits chimiques
Division Droit

Office fédéral de l'agriculture OFAG

Secteur Systèmes agro-environnementaux et éléments fertilisants
Secteur Développement des exploitations

Office fédéral du développement territorial ARE

Section Droit et finances

Représentants des offices cantonaux

pour l'environnement et le développement territorial

Union Suisse des Paysans

Fiduciaire et estimations

ainsi que notamment

l'expert Mathias Rotach, Université d'Innsbruck
et pour la collaboration interne à Agroscope, Christof Ammann, Iris Bachmann, Daniel Herzog, Daniel Hoop, Matthias Schick, Sabine Schrade

Impressum

Editeur	Agroscope Division de recherche Compétitivité et évaluation des systèmes Tänikon 1, 8356 Ettenhausen, Suisse www.agroscope.ch Tél. +41 (0) 58 480 31 31
Contact	Margret Keck margret.keck@agroscope.admin.ch
Traduction	Anne Maisonhaute, Regula Wolz, Olivier May
Mise en page	Jacqueline Gabriel
Illustration de couverture	Ursus Kaufmann
Téléchargement	www.agroscope.ch/science
Copyright	© Agroscope 2018
ISSN	2296-729X
ISBN	978-3-906804-56-9

Tables des matières

Résumé	4
Zusammenfassung	5
Summary	6
1 Introduction	7
2 Bases légales	8
2.1 Protection de l'air.....	8
2.1.1 Prévention (première phase).....	8
2.1.2 Limitation plus sévère des émissions (deuxième phase).....	9
2.2 Aménagement du territoire.....	9
2.3 Indications pour la mise en œuvre des bases légales.....	10
3 Synthèse thématique et méthodologie	11
4 Puissance olfactive de la source et décroissance des odeurs	16
4.1 Des surfaces dégagant des odeurs à la puissance olfactive de la source.....	16
4.2 Puissance olfactive de la source et courbe de décroissance, bases des distances.....	18
4.3 Prise en compte des petits effectifs et des sources individuelles.....	20
4.4 Prise en compte des mesures de réduction des odeurs.....	21
4.4.1 Epuration de l'air vicié.....	21
4.4.2 Surélévation du panache de rejet de l'air vicié.....	21
4.4.3 Alpage, pâturage.....	22
5 Mesure des distances	23
5.1 Configuration avec des sources individuelles.....	23
5.2 Configuration avec plusieurs sources.....	25
6 Evaluation du site dans la perspective de la propagation des odeurs	27
7 Comparaison avec les bases précédentes et conclusions	32
Bibliographie	34
Annexe	37
Terminologie.....	37
A1–A5 Eléments de l'installation.....	37
A6 Facteurs spécifiques à l'espèce animale et au système.....	42

Résumé

Pour protéger les riverains des immissions d'odeurs gênantes provenant des installations d'élevage, l'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair) exige le respect de distances minimales lors de la construction. Jusqu'à présent, les distances étaient calculées à partir des éléments fournis par le rapport FAT n° 476 (Richner et Schmidlin 1996) et par le projet mis en consultation le 7 mars 2005 (OFEFP et Agroscope FAT 2005). L'évolution des systèmes de détention des animaux de rente, la diversité des installations et l'augmentation de la taille des troupeaux nécessitent une actualisation. Les présentes connaissances techniques et scientifiques sont issues d'un large portefeuille de mesures. Parmi celles-ci, on compte des études sur l'odeur des sources individuelles, la propagation d'odeurs des installations dans leur ensemble, ainsi que les conclusions tirées des études de cas et des plaintes pour nuisances olfactives. Pour déterminer la puissance olfactive de la source, les bases actualisées s'appuient sur les surfaces dégageant des odeurs et, pour calculer la distance minimale, sur la décroissance des odeurs avec l'augmentation de la distance par rapport à la source. Cette méthode permet de tenir compte des évolutions en matière de systèmes de détention ainsi que de la diversité des sources d'odeurs comme les stocks d'ensilage et d'engrais de ferme. Il est ainsi possible d'appréhender la situation de chaque exploitation de manière plus différenciée. Le champ d'application s'élargit en outre à des effectifs plus importants. Les mesures de réduction des odeurs ne s'appliquent plus de manière forfaitaire mais aux sources individuelles concernées. Il existe désormais une base de données relative aux espèces animales et aux systèmes de détention permettant de décrire la décroissance de l'intensité des odeurs avec la distance. La nouvelle courbe de décroissance établie à partir de ces données tient mieux compte de la nécessité de protéger la zone de proximité. Les sources d'odeurs diffuses, proches du sol, qui sont très répandues aujourd'hui sont prises en compte dans les facteurs spécifiques aux espèces animales et aux systèmes de détention. La distance se mesure désormais à partir des sources émettrices extérieures, ce qui permet d'appréhender les configurations de sources généralement complexes. Les influences réciproques découlant de plusieurs sources sont complétées par les algorithmes de la nouvelle courbe de décroissance. Une évaluation de l'emplacement permet de clarifier s'il faut éventuellement prévoir une zone d'impact élargie du point de vue de la propagation des odeurs. Le rôle des courants locaux est déterminé à partir d'indicateurs sur la base de la topographie, de la configuration des sources d'odeurs ainsi que des zones environnantes concernées. Les bases scientifiques et techniques actualisées permettent d'augmenter la sécurité en matière de planification et d'investissements pour les exploitations agricoles et les riverains et de mieux protéger ces derniers contre les immissions d'odeurs.

Zusammenfassung

Um Anwohner vor belastenden Geruchsmissionen von Tierhaltungsanlagen zu schützen, verlangt die Luftreinhalte-Verordnung (LRV) bei der Errichtung von Anlagen Mindestabstände. Zur Abstandsermittlung wurden bisher fachliche Grundlagen aus dem FAT-Bericht Nr. 476 von 1995 (Richner und Schmidlin 1995) sowie dem Vernehmlassungsentwurf vom 7. März 2005 (BUWAL und Agroscope FAT 2005) herangezogen. Veränderte Haltungssysteme, die Vielfalt der Anlagen sowie grössere Tierbestände erfordern eine Aktualisierung. Die vorliegenden fachlich-wissenschaftlichen Erkenntnisse beruhen auf einem breiten Methodenportfolio. Dazu zählen Untersuchungen zu Geruch von Einzelquellen, zur Geruchsausbreitung bei Gesamtanlagen sowie Erkenntnisse aus Fallstudien und von Geruchsbeschwerden. Die aktualisierten Grundlagen basieren für die Ermittlung der Quellstärke auf den geruchsrelevanten Flächen und für den Mindestabstand auf dem Abklingen von Geruch mit der Distanz. Somit sind Neuerungen bei Haltungssystemen sowie die Vielfalt weiterer Geruchsquellen wie Gärfutter- und Hofdüngerlager berücksichtigt. Die jeweilige einzelbetriebliche Situation lässt sich differenzierter aufnehmen. Der Anwendungsbereich wird zudem für grössere Bestände erweitert. Massnahmen zur Geruchsminderung setzen nicht pauschal, sondern bei den jeweiligen Einzelquellen an. Zur Abnahme der Geruchsintensität mit der Distanz liegt eine neue Datengrundlage zu Tierarten und Systemen vor. Die darauf basierende neue Abklingkurve trägt dem Schutzbedürfnis im Nahbereich besser Rechnung. Die heute weit verbreiteten diffusen, bodennahen Geruchsquellen sind in den tierart- und systemspezifischen Faktoren berücksichtigt. Die Bemessung des Abstandes erfolgt ausgehend von den äusseren emittierenden Quellen, womit sich die meist komplexen Quellkonstellationen aufnehmen lassen. Die gegenseitige Beeinflussung bei mehreren Quellen ist mit den Algorithmen der neuen Abklingkurve ergänzt. Mit einer Standortbewertung lässt sich abklären, ob mit Blick auf die Geruchsausbreitung allenfalls ein erweiterter Einwirkungsbereich von Geruch zu erwarten ist. Anhand von Indikatoren wird die Relevanz von lokaler Strömung aufgrund der Topografie, der Konstellation von Geruchsquellen sowie der betroffenen Zonen in der Umgebung ermittelt. Die aktualisierten fachlich-wissenschaftlichen Grundlagen ermöglichen eine bessere Planungs- und Investitionssicherheit für landwirtschaftliche Betriebe und betroffene Anwohner zum Schutz vor Geruchsmissionen.

Summary

To protect local residents from odour nuisance caused by animal husbandry systems, the Air Pollution Control Ordinance (LRV) requires that minimum distances be maintained when constructing livestock facilities. To date, technical principles contained in the FAT Report No. 476 from 1995 (Richner and Schmidlin, 1995) as well as the Draft Consultation Document of 7 March 2005 (Swiss Agency for the Environment, Forest and Landscape SAEFL and Agroscope FAT, 2005) have been used to determine appropriate distances. Changed housing systems, the variety of facilities involved and larger animal populations all call for an update of these principles. The technical and scientific findings presented here are based on a wide range of methods. Among these are studies on odour from single sources and on odour dispersion of whole systems, as well as findings from case studies and odour complaints. The updated principles for determining source strength are based on the odour-relevant areas; those for determining minimum distance are based on odour attenuation over distance. In this way, innovations in housing systems as well as the diversity of further sources of odour such as silage- and farmyard-manure stores are taken into account. The individual-farm situation in each case can be recorded in a more differentiated fashion. Furthermore, the scope of application is being expanded for larger livestock populations. Odour-reduction measures are not implemented in a blanket fashion, but for the individual sources in each case. A new data source on animal species and systems is available for attenuating odour intensity over distance. The new attenuation curve based on it better reflects the need for protection in the surrounding area. The nowadays-widespread diffuse odour sources near the ground are taken account of in the species- and system-specific factors. The distance is measured on the basis of the external emitting sources, thus allowing the largely complex source configurations to be recorded. The mutual influence of several sources is supplemented with the algorithms of the new attenuation curve. A site evaluation can clarify whether an extended odour impact range might be expected with regard to odour dispersion. Using indicators, the relevance of local flow is determined based on topography, the configuration of odour sources, and the affected zones in the surrounding area. The updated technical and scientific principles enable better planning- and investment security for farms and affected local residents for protection from odour nuisance.

1 Introduction

Les immissions d'odeurs provenant des installations d'élevage peuvent constituer une nuisance pour les riverains. A titre de prévention, l'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair) exige que les installations d'élevage respectent des distances minimales par rapport aux zones habitées. Le calcul et le respect des distances minimales sont importants à différents niveaux de procédures: dans le cadre du plan d'affectation (plan de zones), de la planification, de la procédure de demande de permis de construire et des plaintes pour cause de nuisances. Jusqu'à présent, ces procédures s'appuyaient sur les éléments fournis par le rapport FAT n° 476 (Richner et Schmidlin 1996) ainsi que sur le projet mis en consultation le 7 mars 2005 (OFEFP et Agroscope FAT 2005) pour calculer les distances minimales.

L'évolution des systèmes de détention des animaux de rente en Suisse, la diversité des installations et l'augmentation de la taille des troupeaux nécessitent une actualisation de la méthode de calcul des distances à observer entre les installations d'élevage et les zones habitées. En effet, les exploitations d'élevage sont de plus en plus souvent confrontées à des plaintes pour causes de nuisances olfactives.

Le présent rapport décrit l'état des connaissances techniques et scientifiques relatives aux sources d'odeurs émises par les installations d'élevage et à leur propagation, et se fonde sur un large portefeuille de méthodes. Parmi celles-ci, on compte des études sur l'odeur des sources individuelles, la propagation d'odeurs des installations dans leur ensemble, la décroissance des odeurs avec l'augmentation de la distance par rapport à la source ainsi que les conclusions tirées des études de cas et des plaintes pour nuisances olfactives. Les bases scientifiques et techniques actualisées peuvent contribuer à assurer la planification et à garantir la sécurité des investissements.

2 Bases légales

La synthèse des bases juridiques et des indications relatives à leur mise en œuvre, présentée ici, a pour but de situer les principes actualisés sur les odeurs et leur propagation permettant de déterminer les distances minimales à observer par les installations d'élevage. Dans les textes de loi, la protection contre les pollutions atmosphériques est ancrée à la fois dans le domaine de la protection de l'air et dans celui de l'aménagement du territoire. Les contenus correspondants sont importants aux différents niveaux de la procédure du plan d'affectation, de la planification du projet de construction ainsi que des plaintes pour nuisances.

2.1 Protection de l'air

Le texte suivant relatif aux bases légales relatives à la protection de l'air s'inspire des documents de Richner et Schmidlin (1995).

La Loi sur la protection de l'environnement (LPE) du 7 octobre 1983 (état au 1.1.2017), RS 814.01, et l'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair) du 16 décembre 1985 (état au 1.4.2017), adoptée sur la base de la première, RS 814.318.142.1, ont pour but de protéger les hommes contre «des pollutions atmosphériques nuisibles ou incommodes et par conséquent contre des immissions d'odeurs excessives et particulièrement gênantes» (art. 1 al. 1, art. 7 al. 3 LPE et art. 1 al. 1 OPair).

Les pollutions atmosphériques sont limitées par des mesures prises à la source selon un système à deux phases (limitations des émissions, art. 11 al. 1 LPE). Dans une première phase, les émissions sont à limiter indépendamment des nuisances existantes à titre préventif, «dans la mesure que permettent l'état de la technique et les conditions d'exploitation et pour autant que cela soit économiquement supportable» (art. 11 al. 2 LPE). La deuxième phase prévoit une limitation plus sévère des émissions s'il s'avère ou s'il y a lieu de présumer «que les atteintes, eu égard à la charge existante de l'environnement, seront incommodes ou nuisibles» (art. 11 al. 3 LPE). «Les atteintes seront évaluées isolément, collectivement et dans leur action conjointe» (art. 8 LPE).

Les installations qui ne satisfont pas aux prescriptions environnementales de la Confédération doivent être assainies (art. 16 LPE). Ces prescriptions sont concrétisées dans l'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair). Selon les articles 3 et 7 OPair, les installations neuves et existantes doivent être équipées et exploitées de manière à respecter la limitation préventive des émissions, telle qu'elle est fixée à l'annexe 1 OPair. Des exigences complémentaires ou dérogatoires sont applicables aux installations spéciales citées à l'annexe 2 OPair (art. 3 al. 2 OPair). En outre, le Conseil fédéral a fixé des valeurs limites d'immission (annexe 7 OPair) et établi des critères selon lesquels les immissions sont à considérer comme excessives si aucune valeur limite n'a été fixée (art. 2 al. 5 OPair). Pour les installations d'élevage d'animaux, il en résulte les règles suivantes.

2.1.1 Prévention (première phase)

Pour toutes les installations d'élevage, indépendamment de leur taille et de la catégorie d'animaux, l'autorité d'exécution est tenue de prescrire toutes les limitations d'émissions que permettent l'état de la technique et les conditions d'exploitation et qui sont économiquement supportables. Les nouvelles constructions et les installations existantes doivent être équipées et exploitées de manière à satisfaire aux prescriptions définies à l'annexe 1 OPair.

Les «installations d'élevage traditionnel et celles d'élevage intensif» relèvent des prescriptions spéciales complémentaires selon l'annexe 2 chiffre 51 OPair (art. 3 al. 2a OPair), qui distinguent la construction d'une nouvelle installation d'une installation existante:

«Lors de la construction d'une installation, il y a lieu de respecter les distances minimales jusqu'à la zone habitée, requises par les règles de l'élevage» (annexe 2 chiffre 512 OPair).

La transformation, l'agrandissement ou la remise en état d'une installation existante est également à considérer comme construction si ce changement laisse présager des émissions plus fortes ou différentes ou si les dépenses sont supérieures à la moitié de ce qu'aurait coûté une nouvelle installation (art. 2 al. 4 OPair).

Lorsque les sources d'odeurs sont multiples, elles doivent être considérées comme un ensemble d'installations dans la mesure où elles sont étroitement liées dans l'espace et de par leur fonction. Ainsi, une installation de biogaz prévue sur le terrain d'une exploitation d'élevage doit être considérée comme partie intégrante de l'installation d'élevage (Arrêt du Tribunal fédéral 1C_437/2009 du 16 juin 2010).

«Les systèmes d'aération doivent répondre aux règles de la technique» (annexe 2 chiffre 513, art. 6 al. 1 OPair). Cela vaut tant pour les installations existantes que pour la construction d'une nouvelle installation.

2.1.2 Limitation plus sévère des émissions (deuxième phase)

S'il faut s'attendre à des immissions d'odeurs excessives lors de la construction d'une installation d'élevage ou s'il apparaît que l'utilisation d'une installation existante implique de telles immissions malgré toutes les mesures préventives, l'autorité est tenue de prescrire une limitation plus sévère des émissions (art. 8 et 9 OPair). Cette prescription est valable pour toutes les installations indépendamment de leur taille et de la catégorie d'animaux.

Les immissions d'odeurs sont considérées comme excessives lorsqu'il est établi sur la base d'une enquête qu'elles «incommodent sensiblement une importante partie de la population» (art. 2 al. 5b OPair). La différence entre la distance effective et la distance minimale préventive calculée selon les présentes recommandations est une indication de la présence d'immissions sensiblement incommodantes.

Une limitation plus sévère des émissions peut être exigée par des prescriptions concernant la construction ou le mode d'exploitation. Pour les installations existantes, la limitation plus sévère des émissions sera ordonnée par une décision d'assainissement (art. 9 OPair).

2.2 Aménagement du territoire

Les multiples sollicitations auxquelles est soumis le territoire aboutissent à des conflits d'intérêt. Il appartient à l'aménagement du territoire d'harmoniser les différentes utilisations entre elles et de trouver un équilibre entre les intérêts en jeu.

Les buts et les principes ancrés dans la Loi sur l'aménagement du territoire (LAT) du 22 juin 1979 (état au 1.1.2016), RS 700, comprennent également tous les conflits d'objectifs. Ainsi le principe visant à «préserver autant que possible les lieux d'habitation des atteintes nuisibles ou incommodantes» (art. 3 al. 3b LAT), peut entrer en conflit avec la volonté de préserver le paysage et de le maintenir autant que possible libre de toute construction (art. 3 al. 2 et art. 16 al. 1 LAT).

Les distances minimales par rapport aux zones habitées requises par le droit environnemental sont importantes non seulement pour les procédures d'autorisation, mais aussi pour les procédures de planification et notamment pour les plans d'affectation qui définissent l'utilisation de chaque parcelle de façon contraignante. Un plan d'affectation soigneusement établi localise les principales sources d'odeurs et étudie leurs incidences sur les utilisations prévues, notamment dans le cas des secteurs affectés à l'habitat. A ce niveau, les distances minimales constituent un outil de planification majeur.

Une planification prévoyante inclut également des possibilités de développement dans la réflexion (p. ex. extension de l'étable ou de la zone à bâtir). Cela permet de prévenir les conflits d'utilisation, mais aussi d'assurer la sécurité des investissements.

2.3 Indications pour la mise en œuvre des bases légales

Des principes relatifs aux odeurs, à leur propagation ainsi que la détermination des distances à observer sont indispensables dans le cadre du plan d'affectation, de la planification du projet de construction ainsi que des réclamations (fig. 1). Concernant la procédure de planification, l'article 3 de la Loi sur l'aménagement du territoire (LAT 2016) énonce des critères de décision dans le but d'arriver à peser tous les intérêts (VLP-ASPAN 2012). Parmi ces principes, on compte les distances minimales, l'évaluation du site par rapport à la propagation des odeurs, l'intégration dans le paysage et le raccordement. L'évaluation du site doit permettre de déterminer si les immissions d'odeurs sont raisonnables. Pour ce faire, des informations doivent être réunies, dans le cadre de la procédure de planification et de la planification du projet de construction, sur les zones à bâtir et bâtiments d'habitation ainsi que sur les autres sources émettrices dans les environs de l'installation prévue (Neser *et al.* 2005).

Différentes méthodes sont utilisées pour traiter les réclamations et les plaintes relatives aux odeurs (OFEV 2015, Steiner et Keck 2015, DEFRA 2010). Il est souvent nécessaire de combiner plusieurs d'entre elles, de soupeser les avantages et les inconvénients afin d'appréhender et d'évaluer correctement la situation concrète sur le plan des odeurs. La synthèse approfondie de Hayes *et al.* (2014) sert à choisir les méthodes appropriées.

Le schéma ci-dessous (fig. 1) récapitule les éléments techniques et scientifiques utilisés dans les différentes procédures relatives aux odeurs et à leur propagation dans les installations d'élevage.

Plan d'affectation			
Sources d'odeur et distance minimale		Concertation portant sur l'affectation prévue	
Planification du projet de construction			
<i>Etude préalable</i>	<i>Avant-projet</i>	<i>Projet de construction</i>	<i>Réalisation</i>
Demande/Enquête préalables, également sous l'aspect de l'évaluation du site par rapport aux odeurs		Procédure de demande de permis de construire	
Réclamations resp. plaintes portant sur des installations existantes			
Souvent des investigations spécifiques aux situations sont nécessaires, qui vont plus loin que la vérification du respect des distances minimales			

Figure 1: Synoptique des différentes procédures qui requièrent des bases techniques et scientifiques relatives aux odeurs et à leur propagation pour les installations d'élevage d'animaux.

3 Synthèse thématique et méthodologie

Les odeurs et leur propagation dépendent de différents facteurs. Ces derniers sont importants pour le calcul des distances minimales et par conséquent pour les procédures d'affectation et de planification des projets de construction. La figure 2 présente une synthèse thématique relative à la détermination de la distance minimale compte tenu des sources d'odeurs, de leur dégagement et de leur propagation, ainsi que de la situation propre à chaque emplacement. Dans un premier temps, les sources individuelles et les installations sont répertoriées pour chaque espèce animale avec les aires importantes en termes d'odeurs, telles que l'étable, l'aire d'exercice extérieure, les stocks de fourrage et d'engrais de ferme (chapitre 4.1). Ces informations permettent de déterminer la puissance olfactive de la source, qui sert de référence pour les émissions d'odeurs et permettent finalement de calculer la distance minimale à partir de la décroissance de l'odeur avec l'augmentation de la distance (chapitre 4.2). Dans le cas d'une source individuelle, c'est la distance minimale qui s'applique (chapitre 5.1). Lorsque plusieurs sources sont présentes, la puissance olfactive cumulée de la source est calculée compte tenu de leur disposition dans l'espace (chapitre 5.2). A partir des distances déterminées, l'autorité compétente peut décider d'un classement différencié par zones. Les distances minimales sont ensuite mesurées et les lignes de séparation représentées (chapitre 5). En cas de courants locaux (chapitre 6), la portée de l'odeur dans la direction de l'écoulement peut être plus importante. C'est pourquoi l'évaluation du site en fonction des courants locaux et de leur impact sur les bâtiments d'habitation et les différentes zones fait partie intégrante de ce rapport. Il est important d'avoir une vision différenciée, propre à la configuration de chaque emplacement et à la situation de chaque exploitation.

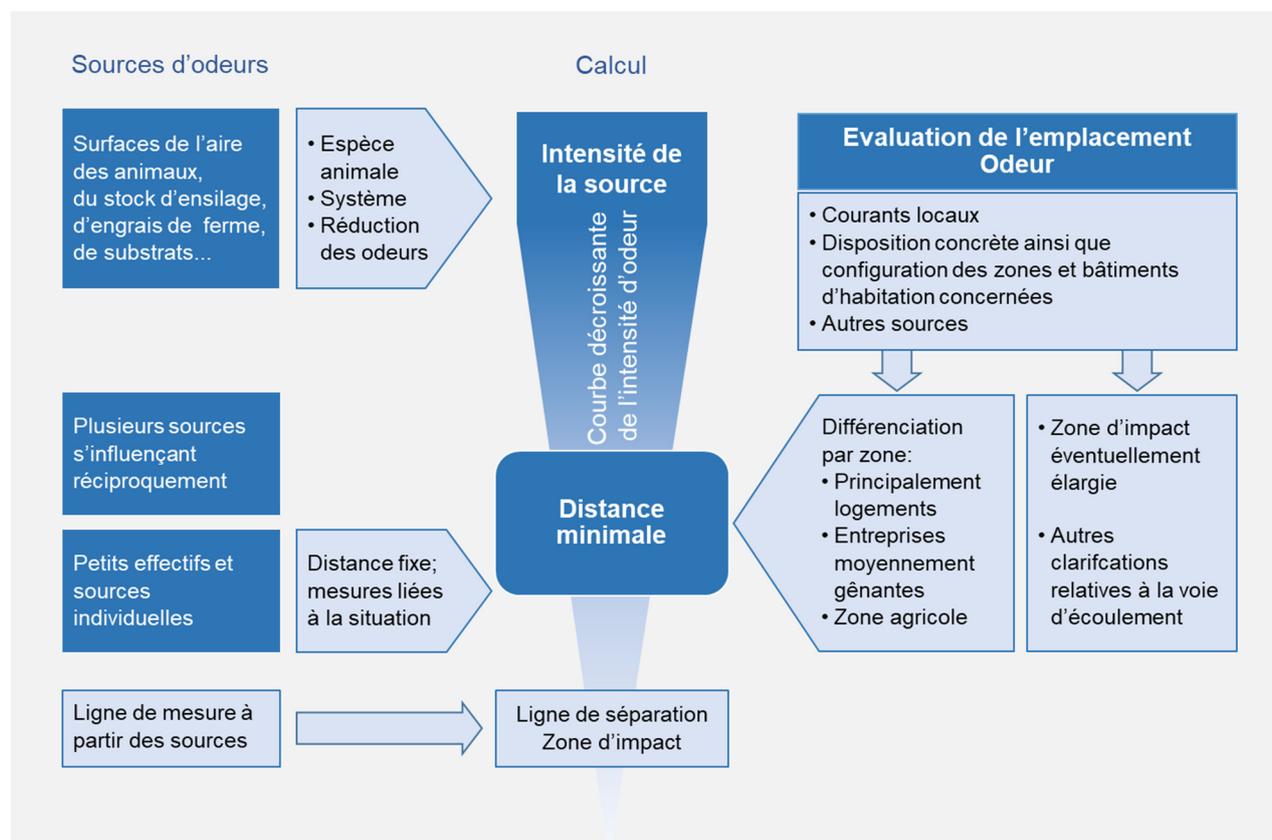


Figure 2: Schéma de synthèse pour déterminer les distances minimales: la distance minimale se calcule et se mesure à partir des sources d'odeurs et peut être différenciée par zone. L'évaluation du site par rapport aux odeurs prend en compte les courants locaux et la configuration concrète de l'emplacement.

Les méthodes et les sources utilisées pour les nouvelles bases techniques et scientifiques relatives aux odeurs et à leur propagation sont indiquées ci-après. Elles prennent en compte différentes espèces animales, différents systèmes de stabulation, ainsi que différents stocks de fourrage, d'engrais de ferme et de substrats. Pour pouvoir répertorier les multiples sources d'odeurs et les multiples configurations des sites par rapport à la puissance olfactive de la source et à la propagation des odeurs, plusieurs relevés ont été effectués avec des méthodes adaptées. D'intenses échanges ont également eu lieu avec des experts, ainsi qu'avec des représentants des services cantonaux dans le domaine de la protection de l'air et de l'agriculture, avec des juristes, des planificateurs, des agriculteurs et des personnes concernées par les odeurs. Voici quelques-unes des principales sources de connaissances:

- Analyse de la situation en 2013 avec enquête auprès des services cantonaux sur l'application des distances minimales à observer pour les installations d'élevage et l'expérience acquise
- Evaluation des données secondaires sur l'évolution de la production animale et de son contexte durant les 20 dernières années
- Concentration des odeurs des sources individuelles avec prélèvement d'échantillons et olfactométrie
- Relevé de panaches d'odeurs par des testeurs sur les ensembles d'installations
- Profil de polarité de l'effet hédoniste des sources individuelles comme indice de leur nuisance
- Analyses de situation, expertises et études de cas pratiques avec réclamations pour causes d'odeurs, notamment avec des courants locaux
- Présentation et discussion des bases techniques avec atelier et études de cas à l'occasion du cours de formation continue en construction rurale 3./4.11.2015 (www.agroscope.ch/veranstaltungen)
- Présentation et discussion des bases techniques, évaluation et bilan pour la séance d'information destinée aux services cantonaux sur les distances minimales à observer pour les installations d'élevage du 28.10.2016.

Le tableau 1 récapitule les méthodes utilisées et les nouvelles connaissances ainsi que la littérature correspondante.

Tableau 1: Synthèse et classement des méthodes, indication des sources bibliographiques ayant contribué aux nouvelles connaissances. Rapport FAT 476 (Richner et Schmidlin 1996), désigné ici sous 476-1996. Projet mis en consultation 2005 (OFEFP et Agroscope FAT 2005), désigné ici sous E-2005

Thème Chapitre	Synoptique des méthodes et des nouvelles connaissances	Références bibliographiques complémentaires sur les nouvelles connaissances
Puissance olfactive de la source basée sur les surfaces dégageant des odeurs – Chapitre 4.1 et tableaux A1-A6 en annexe	<p>Des relevés complets sur les concentrations d'odeurs des sources individuelles comme les stocks d'ensilage, d'engrais de ferme et de substrats ainsi que de différentes aires fonctionnelles d'élevage de bovins, de porcs, de poules pondeuses et de poulets à l'engrais ont été effectués (Keck <i>et al.</i> 2004, Keck <i>et al.</i> 2011, Keck <i>et al.</i> 2013 et 2015). Cette approche comparative a servi à définir, a) quelles sources individuelles dégageaient des odeurs, b) quels éléments de l'installation et quelles sources individuelles entraînent dans la détermination de la puissance olfactive de la source et c) comment déterminer la puissance olfactive de la source à partir des surfaces et de facteurs spécifiques à l'espèce animale, au système de détention et au type de stockage des engrais de ferme et de l'ensilage.</p> <p>En ce qui concerne les installations de biogaz, le stock de substrats et de résidus de fermentation est pris en compte au même titre que le stock de fourrage et d'engrais de ferme; cette partie de l'installation se voit attribuer un facteur fixe (Keck <i>et al.</i> 2013).</p> <p>Les tableaux A1–A5 (en annexe) servent à déterminer les éléments de l'installation dégageant des odeurs et les sources individuelles avec le vocabulaire propre à l'espèce animale. Les facteurs spécifiques à l'espèce animale et au système de détention sont répertoriés dans le tableau A6 (en annexe).</p> <p>En l'absence de nouvelles données (pour les dindes, les moutons, les chèvres et les lapins), les émissions d'odeurs ont été reprises du rapport 476-1996. L'équivalence de la distance pour un troupeau de taille moyenne a été déterminée à partir des systèmes de détention courants en 1995 et des surfaces correspondantes.</p>	<p>Aviforum 2015 FiBL 2018 Ogink 2010 Ogink <i>et al.</i> 2016 OPD 2013 OPAn 2008 OSAV 2014a OSAV 2014b VDI 2011 Zähner 2008</p>
Puissance olfactive de la source et courbe de décroissance comme base de la distance à observer – Chapitres 4.1 et 4.2	<p>Grâce à des relevés de panaches d'odeurs dans les élevages bovins (Keck <i>et al.</i> 2016) et porcins (Keck <i>et al.</i> 2004), l'intensité des odeurs du point de vue immissions a pu être expliquée par la surface, le type de stabulation, la distance et la vitesse du vent. Les facteurs spécifiques au système de détention présentés dans le tableau 6 en annexe sont basés sur ces paramètres. La base de données des relevés de panaches d'odeurs (Keck <i>et al.</i> 2004, 2013 et 2016) est limitée à des distances comprises entre 40 m et 400 m. La nouvelle courbe de décroissance décrit la perte d'intensité des odeurs avec l'augmentation de la distance. Elle repose sur des données issues de relevés de panaches d'odeurs pour des installations d'élevage combinées à des installations de biogaz (Keck <i>et al.</i> 2013).</p> <p>La distance minimale est définie comme le point d'intersection entre la courbe de décroissance et la valeur seuil de l'intensité des odeurs. La valeur seuil a été définie à partir de relevés de panaches d'odeurs et de la distance minimale selon le rapport 476-1996 qui sert de référence pour le système «Détention porcine avec ventilation forcée et évacuation de l'air par le toit, sans courette» (Keck <i>et al.</i> 2004) dans lequel la distance minimale par rapport à la zone habitée coïncide avec une valeur seuil de 0,2. Pour l'élevage bovin avec stabulation entravée et libre sans aire d'exercice extérieure et sans ensilage, les nouvelles distances correspondent à celles du rapport 476-1996 et du projet E-2005.</p>	<p>Al Jubori & Van Langenhove 2016 Eckhof <i>et al.</i> 2012 Olesen <i>et al.</i> 2005 VDI 2012</p>

Thème Chapitre	Synoptique des méthodes et des nouvelles connaissances	Références bibliographiques complémentaires sur les nouvelles connaissances
Prise en compte des petits effectifs et des sources individuelles – Chapitre 4.3	<p>Dans la zone de proximité, les mouvements d'air autour des bâtiments peuvent, suivant la nature, la taille et la configuration des sources, des bâtiments et des objets, influencer considérablement la manière dont les odeurs se répandent ainsi que leur décroissance. Des courants peuvent contourner et dépasser les bâtiments, des courants peuvent également être canalisés entre les bâtiments, ce qui complique la situation en ce qui concerne la décroissance des odeurs. C'est la raison pour laquelle il n'est pas possible de calculer une distance sur des bases arithmétiques pour les configurations exigües, les sources individuelles de faible puissance et les petits effectifs. Des solutions préventives propres à chaque situation doivent être trouvées en connaissance de la configuration concrète de l'exploitation.</p> <p>Dans les bases de données utilisées jusqu'à présent (rapport 476-1996, projet E-2005), une distance minimale de 20 m devait généralement être respectée même pour de faibles émissions d'odeurs. Lorsque les émissions d'odeurs (GB) sont inférieures à quatre, la distance a été arrondie à 20 m. Pour les petits effectifs ainsi que pour les sources individuelles distantes, de faible puissance, la distance fixe de 20 m est maintenue conformément à la limite de calcul inférieure.</p>	<p>Al Jubori & Van Langenhove 2016 Eckhof <i>et al.</i> 2012 Olesen <i>et al.</i> 2005 Olesen <i>et al.</i> 2007</p>
Prise en compte des mesures de réduction des odeurs – Chapitre 4.4	<p>Les mesures intégrées aux procédés sont désormais prises en compte de manière différenciées avec les surfaces et les facteurs spécifiques aux systèmes de détention, dans la formule 2 (chap. 4.1 et 4.2). C'est par exemple le cas pour l'élevage bovin avec et sans aire d'exercice extérieure, l'élevage porcin avec aération naturelle ou ventilation forcée, ou encore pour le stock d'engrais de ferme ouvert ou couvert. Des exigences ont en outre été formulées pour les mesures pâture intégrale/alpage, épuration de l'air vicié et surélévation du point de rejet des panaches d'air vicié.</p> <p>La formule du degré d'efficacité d'une mesure de réduction des odeurs a été conservée comme dans le rapport 476-1996, avec en outre une importance accordée au niveau d'émission absolu et au type d'odeur (Arends <i>et al.</i> 2006, Eckhof <i>et al.</i> 2012).</p>	<p>Arends <i>et al.</i> 2006 Cercl'Air- Recommandation 21D 2011 Eckhof <i>et al.</i> 2012 Hahne 2017 Ogink <i>et al.</i> 2008</p>
Mesure à partir des sources dégageant des odeurs – Chapitre 5.1	<p>Dans les relevés de panaches d'odeurs, les éléments importants étaient la configuration de la source (taille, nature et disposition des sources individuelles) et la situation des courants (Keck <i>et al.</i> 2004 und 2013).</p> <p>Sur la base de ces connaissances, la distance minimale est indiquée à partir des parties extérieures des bâtiments ou des installations comprenant les sources émettrices. Cette méthode permet de prendre en compte la disposition spatiale et l'étendue des sources d'émission au cas par cas (comme dans Schauburger <i>et al.</i> 2000) et de manière plus différenciée qu'avec la distance supplémentaire selon Eckhof <i>et al.</i> 2012.</p>	<p>Eckhof <i>et al.</i> 2012 Schauburger <i>et al.</i> 2000 Schürmann 2007</p>

Thème Chapitre	Synoptique des méthodes et des nouvelles connaissances	Références bibliographiques complémentaires sur les nouvelles connaissances
Distance avec plusieurs sources – Chapitre 5.2	<p>Lors des relevés de panaches d'odeurs, les testeurs ont observé un recoupement et une interaction des immissions d'odeurs a) dans les exploitations ayant des étables voisines et différentes espèces animales ainsi que b) dans les installations d'élevage combinées à des installations de production de biogaz (Keck <i>et al.</i> 2013). Ces observations se manifestent aussi par la perception d'odeurs mixtes ou la domination temporaire d'un certain type d'odeurs.</p> <p>Le rapport 476-1996 et le projet E-2005 comprenaient déjà le principe du calcul de l'influence réciproque lorsque plusieurs bâtiments d'étable étaient présents. La nouvelle méthode comprend en plus les algorithmes de la nouvelle courbe de décroissance permettant de déterminer et de corriger l'influence réciproque de plusieurs étables et d'aboutir à leur interaction. Afin de tenir compte de la configuration de la source donnée et de l'effet des sources existant dans les environs, les parties extérieures des bâtiments et des installations sont désormais intégrées aux calculs.</p>	<p>Arends <i>et al.</i> 2006 Arends 2009 Department of Environment and Conservation NSW 2006 Eckhof <i>et al.</i> 2012 Schürmann 2007 VDI 2012</p>
Evaluation du site dans la perspective de la propagation des odeurs – Chapitre 6	<p>L'enquête auprès des services cantonaux, l'analyse de cas pratiques avec réclamations pour causes de nuisances olfactives (Keck et Schmidlin 2000, Koutny 2002) tout comme les relevés de panaches d'odeurs en fin de journée (Keck <i>et al.</i> 2013) ont montré que les problèmes d'odeurs sont de plus en plus fréquents suivant la situation topographique.</p> <p>En raison des conditions topographiques du site, une extension de la zone d'impact peut apparaître dans des voies d'écoulement locales. C'est pourquoi une procédure et des indicateurs ont été mis en place pour l'évaluation du site permettant de déterminer si des éclaircissements supplémentaires devaient être apportés au sujet de la propagation des odeurs. Cette procédure a fait ses preuves en situations de planification.</p>	<p>Eckhof <i>et al.</i> 2012 Koutny 2002 Neser <i>et al.</i> 2005 Nielinger <i>et al.</i> 2005 Porch <i>et al.</i> 1989 Rotach u. Calanca 2003 Schauberger <i>et al.</i> 2006 VDI 3787; BI. 5 2003 Whiteman 2000</p>

4 Puissance olfactive de la source et décroissance des odeurs

Le présent chapitre décrit, en tenant compte des surfaces dégageant des odeurs et des facteurs spécifiques à l'espèce animale et au système de détention, le calcul de la puissance olfactive de la source, de la décroissance de l'odeur avec la distance par rapport à la source et enfin, de la distance minimale. Il indique comment prendre en compte des mesures de réduction d'odeurs. Des mesures préventives spécifiques à la situation sont également proposées pour les petits effectifs et les sources individuelles.

4.1 Des surfaces dégageant des odeurs à la puissance olfactive de la source

Suivant l'espèce animale, le système de stabulation ainsi que le type et le stock d'ensilage et d'engrais de ferme, il existe des sources d'odeurs très diverses dans la production animale. Le principe de calcul des distances proposé ici repose sur les surfaces dégageant des odeurs.

Pour les différents éléments des installations d'élevage, il existe des termes spécifiques à l'espèce animale. Les tableaux A1–A5 en annexe les répertorient par espèce animale, pour les bovins, les porcs, la volaille, les équidés ainsi que pour les installations de biogaz. Ils décrivent

- quels éléments de l'installation et quelles sources individuelles avec leurs surfaces respectives sont utilisés dans le calcul des distances (colonne 4 «Surface» cochée d'un X),
- quels éléments de l'installation ou quelles sources externes émettrices doivent être pris en compte dans la définition de la ligne de mesure (colonne 5 «Mesure» cochée d'un X),
- quels éléments de l'installation ne dégagent généralement pas d'odeurs importantes (colonne 4 «Surface» et colonne 5 «Mesure» cochée d'un –).

Les éléments de l'installation et les sources individuelles dégageant des odeurs permettent de déterminer la puissance olfactive de la source. Une installation se compose de n sources individuelles. Il en existe différents types: p. ex. aire des animaux S_{Anim} , ration d'ensilage $S_{Ens,R}$, stock d'ensilage, d'engrais de ferme et de substrat S_{Stock} etc. (tabl. 2). Toutes les sources individuelles d'une même catégorie sont additionnées (formule 1) et sont ensuite intégrées, avec le facteur correspondant, dans la formule (2) servant au calcul de la puissance olfactive de la source.

Le tableau A6 (en annexe) répertorie les facteurs spécifiques à l'espèce animale et au système de détention utilisés pour pondérer les différences sources d'odeurs. Il présuppose une gestion correcte de l'exploitation et le respect des bonnes pratiques professionnelles.

Tableau 2: Explication des symboles utilisés

Symbole	Explication
D	Distance [m]
$D_{0,5}$	Demi-distance, c.-à-d. distance jusqu'au point où seulement 50 % de l'intensité de l'odeur initiale est encore perceptible.
DM	Distance minimale [m]
f_{Anim}	Facteur spécifique à l'espèce animale et au système de détention
f_{BioG}	Facteur pour la partie de l'installation de biogaz ne se référant pas à la surface
f_{Ens_R}	Facteur spécifique à la ration (distribution d'ensilage)
f_{PV}	Facteur spécifique à l'espèce animale et au poids vif
f_{Stock}	Facteur dépendant du mode de stockage de l'ensilage, des engrais de ferme, des substrats et des résidus de fermentation
$IO(D)$	Intensité de l'odeur à la distance D
IO_{DM}	Seuil limite de l'intensité de l'odeur, intensité de l'odeur dans la limite du raisonnable dans les zones habitées 0,2
n_{Anim}	Nombre d'animaux
PS	Puissance olfactive de la source comme mesure de l'émission d'odeur
PV_{Anim}	Poids vif par animal [kg]
S_{Anim}	Surface dégageant des odeurs dans l'aire des animaux [m ²]
S_{Ens_R}	Surface dégageant des odeurs dans la ration d'ensilage [m ²]
S_{Ind}	Surface dégageant des odeurs dans les éléments de l'installation et sources individuelles [m ²]
S_{Stock}	Autres surfaces dégageant des odeurs dans le stock d'ensilage, d'engrais de ferme, de substrats et de résidus de fermentation [m ²]
η	Degré d'efficacité de la mesure de réduction des odeurs
η'	$\eta' = \eta - 0,1$; sans mesure de réduction des odeurs, il faut fixer $\eta' = 0$.

La **surface dégageant des odeurs** se calcule par exemple comme suit pour l'aire des animaux (S_{Anim}), composée des aires de circulation et des aires de repos:

$$S_{Anim} = \sum_{i=1}^n S_{Ind(i)} \quad (1)$$

La puissance olfactive de la source PS sert de valeur de référence pour l'émission des odeurs et est déduite de paramètres spécifiques à la surface, à la ration, à l'espèce animale et au système (f_{Anim} , f_{Ens_R} , f_{Stock} , f_{PV} , f_{BioG} ; tabl. 2). Comme la puissance olfactive de la source des surfaces de l'aire réservée aux animaux s'ajoute à celle des autres sources, il est également possible de calculer la puissance de la source en présence d'une seule partie des sources.

L'effet des mesures de réduction des odeurs η peut être pris en compte pour chaque aire réservée aux animaux concernée (chapitre 4.4).

La **puissance olfactive de la source** PS se calcule comme suit:

$$PS = \sqrt[1,35]{S_{Anim} \cdot f_{Anim} \cdot (1 - \eta') + S_{Ens_R} \cdot f_{Ens_R} + S_{Stock} \cdot f_{Stock}} \cdot 0,016 \quad (2)$$

Pour les installations de biogaz agricoles combinées à la production animale, les valeurs d'entrée spécifiques au système et aux surfaces des aires des animaux, des stocks de fourrage, d'engrais de ferme, de substrats et de résidus de fermentation sont prises en compte. La surface des stocks de substrats et de résidus de fermentation est utilisée dans le calcul de la puissance de la source comme les stocks de fourrage et d'engrais de ferme (formule 3). Par conséquent, la puissance olfactive de la source PS se calcule comme suit:

$$PS = \sqrt[1,35]{S_{Anim} \cdot f_{Anim} \cdot (1 - \eta') + S_{Ens_R} \cdot f_{Ens_R} + S_{Stock} \cdot f_{Stock} + f_{Biog}} \cdot 0,016 \quad (3)$$

Sur la base des résultats de recherche, un facteur supplémentaire fixe f_{Biog} de 1200 doit également être ajouté pour les installations de biogaz (formule 4).

$$PS = \sqrt[1,35]{S_{Anim} \cdot f_{Anim} \cdot (1 - \eta') + S_{Ens_R} \cdot f_{Ens_R} + S_{Stock} \cdot f_{Stock} + 1200} \cdot 0,016 \quad (4)$$

Dans certains cas, la puissance olfactive de la source est calculée, non pas à partir des surfaces de l'aire réservée aux animaux dégageant des odeurs, mais à l'aide du nombre d'animaux n_{Anim} et de leur poids vif PV_{Anim} (formule 5). Cela peut par exemple être le cas, lorsqu'il ne faut prendre en compte qu'une courte phase d'élevage d'animaux en croissance.

$$PS = \sqrt[1,35]{n_{Anim} \cdot PV_{Anim} \cdot f_{PV} + S_{Ens_R} \cdot f_{Ens_R} + S_{Stock} \cdot f_{Stock}} \cdot 0,016 \quad (5)$$

4.2 Puissance olfactive de la source et courbe de décroissance, bases des distances

Plus la distance D par rapport à la source augmente, plus l'odeur se dilue. L'intensité moyenne de l'odeur IO diminue selon la courbe de décroissance (fig. 3). Selon la distance $D_{0,5}$, appelée demi-distance, l'intensité moyenne de l'odeur IO équivaut encore à la moitié de l'intensité de l'odeur initiale (formule 6). Sur la base des résultats de recherche $D_{0,5}$ se monte à 50 m.

$$IO(D) = (IO_{DM} + PS) \cdot e^{\left(\frac{-D \cdot \ln 2}{D_{0,5}}\right)} \quad (6)$$

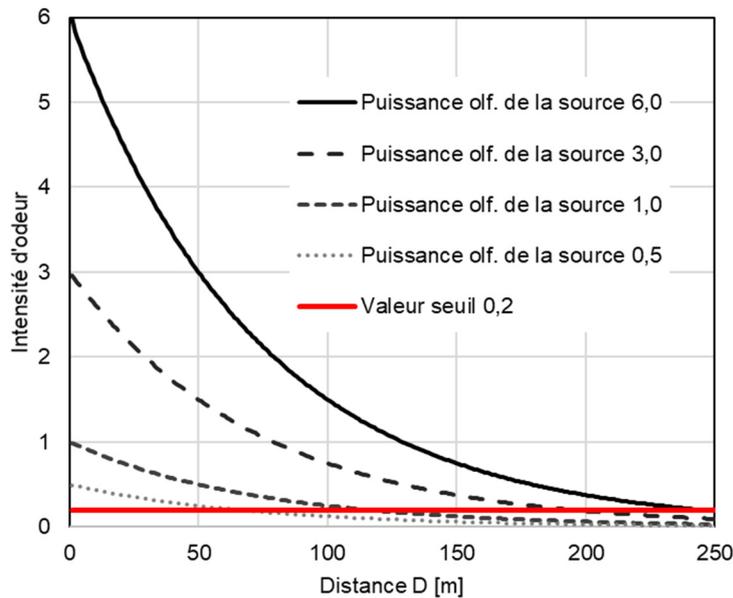


Figure 3: Quatre courbes de décroissance avec différentes puissances olfactives de la source et une valeur seuil de l'intensité d'odeur IO_{DM} de 0,2. Le point d'intersection entre la courbe de décroissance et la valeur seuil représente la distance minimale.

La distance minimale DM correspond à la distance depuis la source à partir de laquelle l'intensité de l'odeur a diminué pour atteindre un niveau raisonnable, la valeur dite seuil. Cette valeur a été définie en prenant comme référence le système de détention porcine avec ventilation forcée et/ou évacuation de l'air par le toit, sans courette selon Richner et Schmidlin (1995), dans lequel la distance minimale coïncide avec une valeur seuil de 0,2. La distance minimale est définie comme étant le point d'intersection entre la courbe de décroissance et la valeur seuil de l'intensité d'odeur IO_{DM} . Il peut arriver que des immissions d'odeurs se produisent temporairement au-delà de la distance minimale.

En transformant l'équation 6, on obtient la formule suivante (7) pour la distance minimale DM .

$$DM = -72,1 \ln \left(\frac{IO_{DM}}{IO_{DM} + PS} \right) \quad (7)$$

Si l'on fixe la valeur seuil de l'intensité d'odeur IO_{DM} à 0,2, la distance minimale DM par rapport à la zone d'habitation se calcule selon la formule (8):

$$DM = -72,1 \ln \left(\frac{0,2}{0,2 + PS} \right) \quad (8)$$

Selon la courbe de décroissance des odeurs, le champ d'application de ce calcul de distance est compris dans une puissance olfactive de la source allant de 0,15 à 6,2. Dans la formule (7), cela correspond à des distances entre 40 m et 250 m, basées sur les résultats de recherche sur les systèmes de production et les effectifs courants en Suisse. Les valeurs situées au-delà ne sont pas couvertes par la base de données disponible. Dans le secteur de proximité, les conditions d'écoulement et par conséquent, la propagation des odeurs sont également fortement influencés par les courants contournant et dépassant les bâtiments. Ceci ne peut pas être pris en compte de manière générale dans la recommandation des distances.

4.3 Prise en compte des petits effectifs et des sources individuelles

Pour les petits effectifs et les sources individuelles de faible puissance, ou lorsque les bâtiments ou objets adjacents sont situés sur de petits espaces, il n'est pas possible de déterminer les distances minimales sur la base de calculs. En effet, des courants contournant et dépassant les bâtiments ou canalisés entre les bâtiments peuvent se produire, ce qui rend difficile la décroissance des odeurs. Comme cela a déjà été défini selon le rapport FAT n° 476 (Richner et Schmidlin 1996), une distance minimale de 20 m (cette distance correspondait à des émissions d'odeurs de 4 GB) doit en général être respectée même pour les odeurs de faible puissance. D'un point de vue juridique, cette distance minimale ne doit toutefois pas être reportée sans autres, c'est-à-dire sans une clarification supplémentaire, au domaine de la détention d'animaux à titre de loisir (arrêt du Tribunal fédéral ATF 1P.570/2001/zga du 28.1.2002).

Des mesures préventives adaptées à la situation peuvent être prises pour les petits effectifs et les sources individuelles. Par exemple: l'environnement concret étant pris en compte, la configuration de l'exploitation doit inclure l'étable, mais aussi les autres aires dégageant des odeurs comme les stocks d'ensilage ou d'engrais de ferme ainsi que les aires de sortie. Les mesures préventives suivantes, adaptées à la situation peuvent par exemple contribuer à réduire les odeurs:

Planification

- Disposition spatiale des sources dégageant des odeurs de manière à éviter spécifiquement les utilisations voisines nécessitant une protection
- Minimisation des surfaces souillées par les excréments en instaurant des aires fonctionnelles afin de limiter les surfaces émettrices au minimum et de les placer de manière ciblée

Planification et exploitation

- Garantir que l'urine soit absorbée par la litière ou qu'elle puisse s'écouler rapidement des surfaces
- Evacuer les excréments et le fumier de l'étable au moins une fois par jour (exception pour les litières profondes avec de la litière fraîche ou sèche) ainsi que des aires de sortie; choisir notamment des revêtements de sol simples à nettoyer dans les zones très sollicitées
- Changer la couche de travail de l'aire de sortie de manière ciblée, pour éviter une accumulation d'excréments
- Concevoir les stocks de matières dégageant des odeurs intensives comme le fumier solide de manière à pouvoir assurer leur couverture permanente
- Recouvrir les matières dégageant des odeurs intensives comme le fumier solide immédiatement après l'évacuation, le mélange ou le dépôt d'une couche supplémentaire
- Recouvrir les fourrages entamés dégageant des odeurs intensives immédiatement après la reprise, renoncer à distribuer de l'ensilage et d'autres aliments dégageant des odeurs intensives
- Stocker les matières dégageant des odeurs intensives comme l'ensilage, les engrais de ferme et le compost en quantité et en temps limités
- Brasser le lisier et déplacer le fumier solide si possible uniquement pour le transport ou l'épandage

4.4 Prise en compte des mesures de réduction des odeurs

Des mesures de réduction des odeurs peuvent être prises en compte dans le calcul de la puissance olfactive de la source (chapitre 4.1). Les mesures dont le degré d'efficacité est supérieur à 10 % sont déjà prises en compte dans les règlements appliqués jusqu'ici (rapport FAT n° 476 (Richner et Schmidlin 1996) et le projet mis en consultation E-2005 [OFEFP et Agroscope FAT 2005]). Leur degré d'efficacité est inclus dans le calcul.

η	Degré d'efficacité de la mesure de réduction des odeurs
η'	$\eta' = \eta - 0,1$; sans mesure de réduction des odeurs, il faut fixer $\eta' = 0$

4.4.1 Epuration de l'air vicié

Les installations d'épuration de l'air vicié ne réduisent pas les émissions d'odeurs en soi. Pour être efficaces, elles doivent respecter des exigences précises (Cercl'Air 2011). Les installations d'épuration de l'air vicié ne peuvent en principe être prises en compte pour le calcul des distances minimales que pour les étables à ventilation forcée, lorsque les exigences minimales suivantes sont satisfaites par rapport aux odeurs:

- max. 300 UO/m³ dans le gaz pur
- aucune odeur de gaz brut perceptible dans le gaz pur (Arends *et al.* 2006)

Pour réduire efficacement les odeurs, la dimension et la conception des installations de ventilation et d'épuration de l'air vicié doivent correspondre aux normes en vigueur. En matière d'aération d'étable, il s'agit de respecter les valeurs de climat d'étable requises et spécifiques aux différentes espèces animales. La coordination des installations de ventilation et d'épuration de l'air vicié ainsi que le contrôle et l'entretien des dispositifs ont une grande influence sur leur fonctionnement et sur le débit de séparation continu exigé.

Lorsque des systèmes d'épuration de l'air vicié sont installés dans des étables à ventilation forcée, les dispositifs doivent remplir les exigences du protocole de test international VERA (2010) ou de tests d'aptitude comme le test DLG-Signum (DLG e.V. 2015). Les résultats qui se réfèrent à une espèce animale donnée ne peuvent pas être transposés à une autre espèce animale.

Par ailleurs, il ne faut pas oublier que seules les odeurs des éléments de l'installation dont les émissions passent par le dispositif d'épuration de l'air vicié seront réduites. D'autres éléments de l'installation ou de l'étable dégageant des odeurs, les stocks d'engrais de ferme et de fourrage ainsi que d'autres activités de l'exploitation doivent aussi être pris en compte en ce qui concerne la propagation des odeurs car ils jouent un rôle notamment dans la zone de proximité. Il a en outre été constaté que mêmes les systèmes d'épuration de l'air vicié fonctionnant correctement peuvent dégager des odeurs caractéristiques (Arends *et al.* 2006). Les auteurs recommandent de ne pas installer de systèmes d'épuration de l'air vicié à une distance inférieure à 50 m dans la zone de proximité.

4.4.2 Surélévation du panache de rejet de l'air vicié

Une surélévation du panache de rejet de l'air vicié ne peut être prise en compte dans le calcul de la distance minimale que dans des conditions spéciales. Une évacuation non perturbée avec un écoulement libre de l'air n'est garantie (Eckhof *et al.* 2012) que si

- la hauteur de la source est d'au moins 10 m au-dessus du sol et 3 m au-dessus du faite,
- la vitesse de l'air vicié par heure de fonctionnement est d'au moins 7 m/s et
- il ne faut s'attendre à aucune influence majeure causée aux courants par des obstacles (bâtiments, végétation, etc.) aux environs de la source.

Dans les constellations qui présentent des sources diffuses comme une aération naturelle, une aire d'exercice extérieure, une courette, un jardin d'hiver ou des stocks d'engrais de ferme non couverts, aucune surélévation du panache de rejet de l'air vicié ne peut être prise en compte, parce que les émissions diffuses dominent les immissions dans la zone de proximité. En revanche, s'il n'y a que des sources individuelles et si les exigences a) à c) citées ci-dessus relatives à une évacuation non perturbée sont remplies, il est possible d'appliquer une réduction des odeurs (jusqu'à 20 %) pour cette partie de l'installation.

4.4.3 Alpage, pâturage

Dans le cas d'un alpage ou pâturage, il ne faut s'attendre à une réduction significative des odeurs que si les étables restent complètement vides sur de longues périodes. Cela peut être le cas des pâtures intégrales avec des catégories de bovins sans traite, de chevaux et de petits ruminants. C'est aussi le cas de l'alpage. La réduction des odeurs pourrait alors être basée sur une comparaison arithmétique entre

- a) la situation initiale (calcul des surfaces de l'aire réservée aux animaux – donc calcul des distances dans la situation donnée conformément au plan de construction),
- b) et la situation de pâturage intégral/d'alpage (calcul des surfaces de l'aire réservée aux animaux – donc calcul des distances dans la situation donnée pendant l'alpage ou le pâturage intégral).

Une réduction maximale des émissions de 50 % ne peut être prise en compte que dans des situations avec pâturage intégral et alpage, dans lesquelles les surfaces émettrices sont durablement réduites.

5 Mesure des distances

5.1 Configuration avec des sources individuelles

Le principe de la mesure des distances présenté ici repose sur les parties externes des bâtiments ou des éléments de l'installation des sources émettrices. La distance minimale nécessaire est déterminée à partir des lignes de mesure (cf. chapitre 4). La ligne de séparation que l'on peut en déduire et qui est placée autour des sources émettrices représente la zone impactée par les odeurs.

Les éléments extérieurs de l'installation sont les ouvertures d'aération, les fenêtres, les portes, les façades (également les spaceboards ou les filets brise-vent), les aires de circulation, de repos, les aires d'exercice extérieures, les aires de sortie, les canaux à lisier ouverts ou perforés, les stocks de lisier ouverts, les ouvertures de ventilation des stocks de lisier, les stocks de fumier, d'ensilage et de substrats couverts (fig. 4a–b). Les tableaux A1–A5 (en annexe) répertorient, par espèce animale, les principaux éléments d'installation qui doivent être pris en compte dans la mesure des distances. D'autres aires doivent également être prises en compte dans la mesure si elles se situent dans des locaux communs, non séparés. Par conséquent, les éléments des bâtiments non émetteurs qui se situent en périphérie de l'installation peuvent être exclus des calculs (fig. 4b).

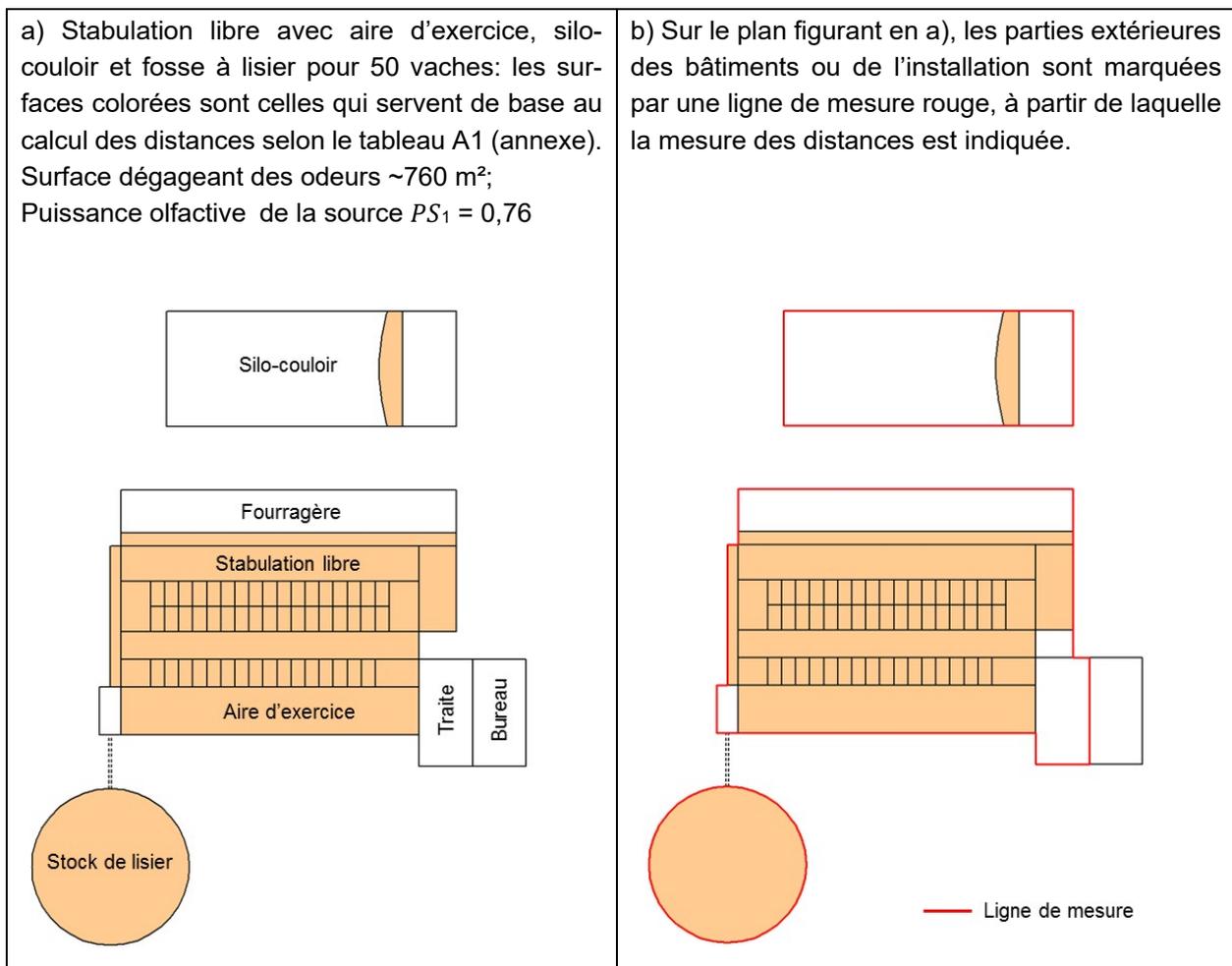
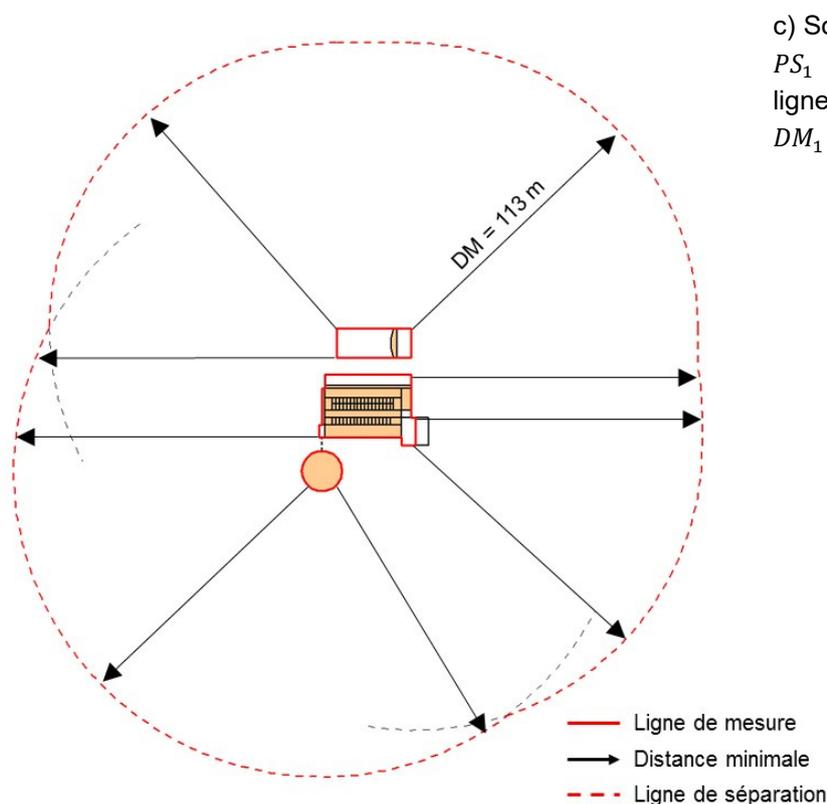


Figure 4a–b: Représentation des surfaces dégageant des odeurs (a) et des lignes de mesure (b) à partir de l'exemple d'un élevage de vaches laitières.

Pour les façades, les côtés des bâtiments ou la limite de l'aire de sortie, la distance minimale est indiquée à partir de la ligne de mesure parallèle à la source d'odeur (fig. 4c). Pour les angles, c'est le rayon de la distance minimale qui est indiqué.



c) Source S_1 (avec une puissance olfactive PS_1 de 0,76), pour laquelle partant des lignes de mesure, une distance minimale DM_1 de 113 m est indiquée.

Figure 4c: La distance minimale et les lignes de séparation sont représentées à partir des lignes de mesure.

La dimension et la conception des conteneurs et des surfaces de stockage ainsi que leurs proportions (longueur, largeur, profondeur) exercent une influence directe sur la surface dégageant des odeurs et donc sur la distance minimale calculée. D'autre part, avec la mesure des distances, l'emplacement ou la disposition ciblée des sources individuelles (p. ex. position du silo couloir, du stock à lisier) a un effet sur la position des lignes de séparation et donc sur la zone impactée par les odeurs.

Comme c'est le cas dans le chapitre 4.3, il est possible d'appliquer une distance minimale fixe de 20 m pour une source individuelle distante, de faible puissance olfactive (inférieure à 0,03), p. ex. un stock de lisier bovin couvert ou un silo-tour contenant de l'ensilage, (fig. 5). Si la ligne de séparation placée à 20 m de cet objet se situe encore dans le périmètre du reste de l'installation, c'est la ligne de séparation de l'ensemble de l'installation qui reste déterminante. Pour toutes les zones qui se situent au-delà, une distance de 20 m est définie par rapport à cet objet particulier. De telles sources doivent être prises en compte dans le calcul de la puissance olfactive de la source de l'ensemble de l'installation.

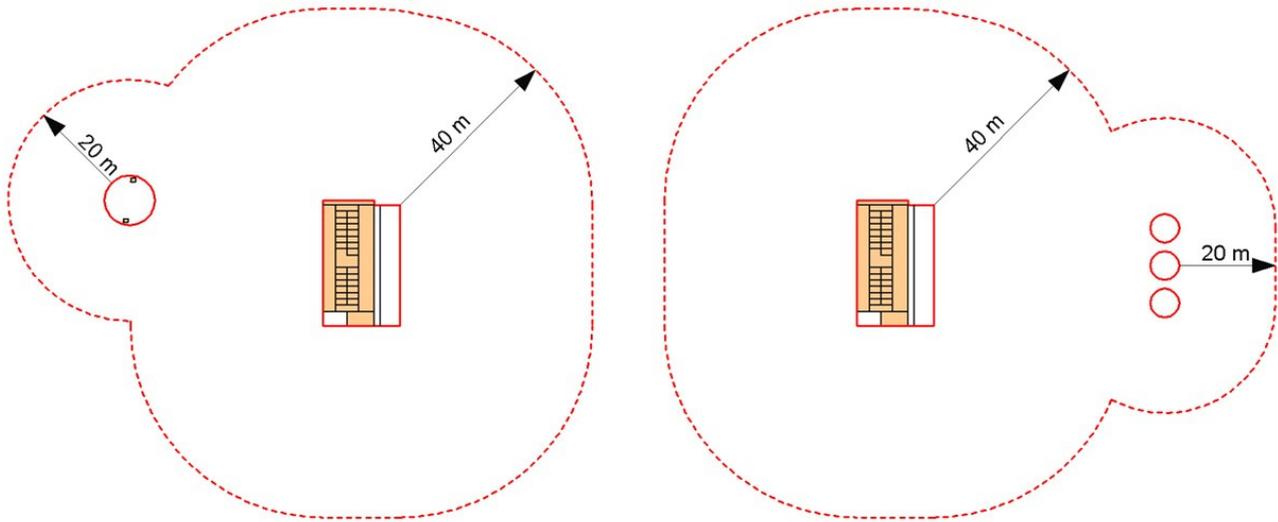


Figure 5: Les sources individuelles distantes, de faible puissance (moins de 0,03) peuvent être prises en compte à l'aide d'une distance minimale fixe de 20 m. La figure représente un stock de lisier bovin couvert et un silo-tour contenant de l'ensilage.

5.2 Configuration avec plusieurs sources

Les immissions d'odeurs de plusieurs étables ou plusieurs sources peuvent se recouper et doivent donc être cumulées pour évaluer la situation en matière d'immissions. C'est le cas lorsque plusieurs sources d'émissions interagissent. La distance minimale doit alors être corrigée.

En présence de plusieurs sources, il faut tout d'abord calculer séparément la distance minimale DM_1 à DM_N entre chaque source prise isolément (p. ex. S_1 et S_2 jusqu'à S_N). L'influence réciproque est calculée pour chaque source. Les calculs tiennent compte à la fois de la distance la plus courte entre ces sources et de la puissance de la source basée sur la courbe de décroissance des odeurs à l'emplacement de la source en question. Ces calculs permettent d'obtenir la distance minimale corrigée (DM_1').

La source S_1 est corrigée de l'influence exercée par les sources S_n aux distances D_n (distance la plus courte entre S_1 et S_n) (formule 9).

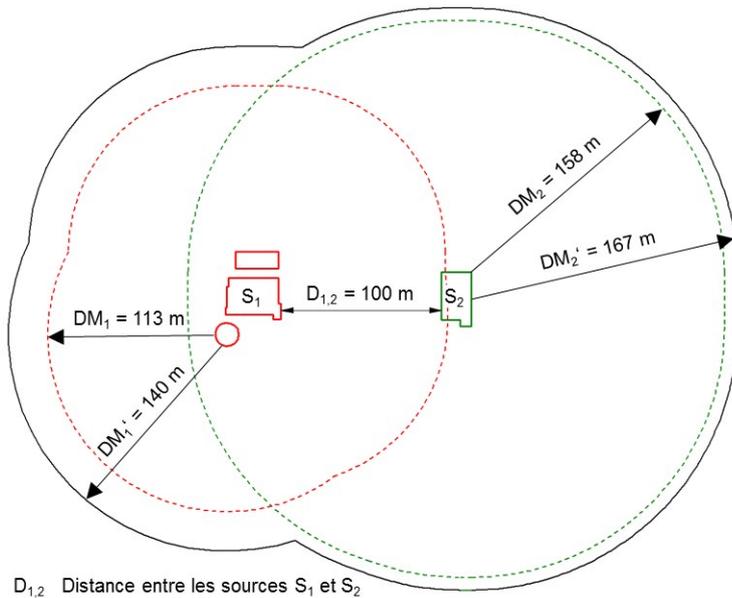
$$S_1' = S_1 + \sum_{n=2}^N IO_n(D_n) \quad (9)$$

Il faut prendre en compte aussi bien la distance entre plusieurs sources que leur influence réciproque (cf. également chapitre 3)

- jusqu'à la distance la plus courte entre ces sources de 200 m et
- au-delà au moins jusqu'à la somme des distances minimales DM_1 et DM_n non influencées.

Un ensemble de sources dont la distance de séparation la plus courte est inférieure à 50 m sont regroupées en une source commune. Des impacts importants sont à prévoir notamment lorsque les sources sont proches les unes des autres et surtout lorsque des sources de faible puissance sont situées dans la zone de portée de sources de puissance plus forte.

La figure 6 illustre l'influence réciproque de deux sources, la figure 7 celle de trois sources.

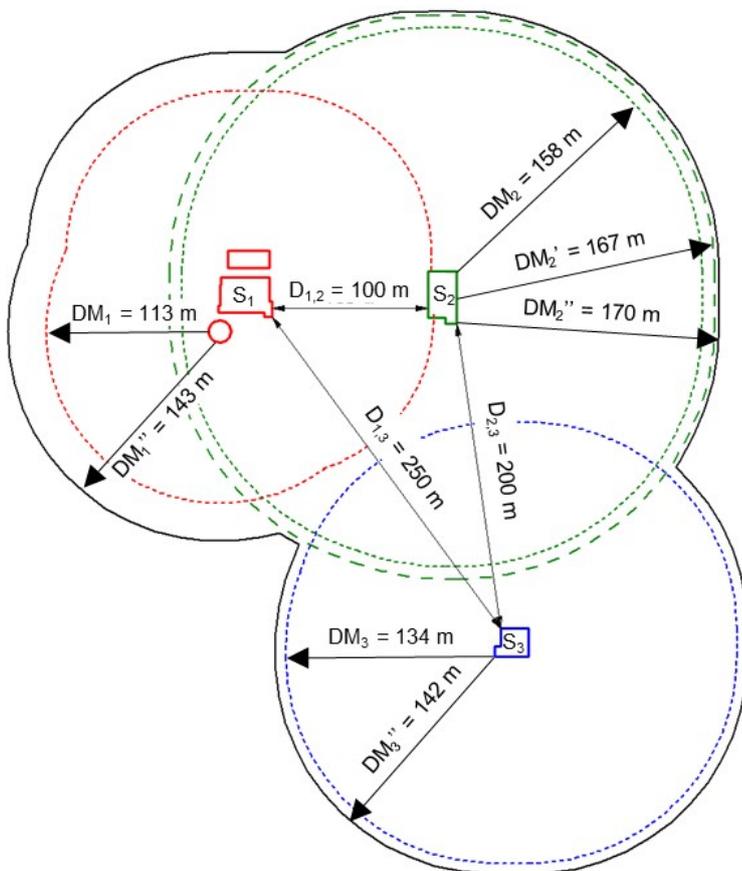


Deux sources S_1 et S_2 (cf. fig. 4a-c) avec prise en compte de leur influence réciproque:

source S_2 , une porcherie de 300 porcs à l'engrais nécessite, prise isolément, une DM_2 de 158 m. La distance la plus courte $D_{1,2}$ entre les sources S_1 et S_2 est de 100 m. Pour la source S_1 , la DM_1 est corrigée de l'influence exercée par S_2 . La DM_1' corrigée est de 140 m. Pour la source S_2 , la correction aboutit à une DM_2' de 167 m.

L'influence réciproque a surtout un impact sur la plus petite des deux sources.

Figure 6: Influence réciproque et mesure des distances de deux sources compte tenu de la distance D la plus courte entre ces sources.



A partir de l'exemple des deux sources représenté dans la figure 6, une troisième source S_3 a été rajoutée: la porcherie S_3 de 180 porcs à l'engrais nécessite, prise isolément, une DM_3 de 134 m. Comme les lignes de séparation de S_1 et S_3 ne se recoupent pas, il n'est pas nécessaire de corriger leur influence réciproque. Une correction doit être apportée entre les sources S_2 et S_3 . La DM_2'' augmente de 167 m à 170 m, la DM_3 passe de 134 à une DM_3'' de 142 m.

Figure 7: Influence réciproque et mesure des distances de trois sources compte tenu de la distance D la plus courte entre ces sources.

6 Evaluation du site dans la perspective de la propagation des odeurs

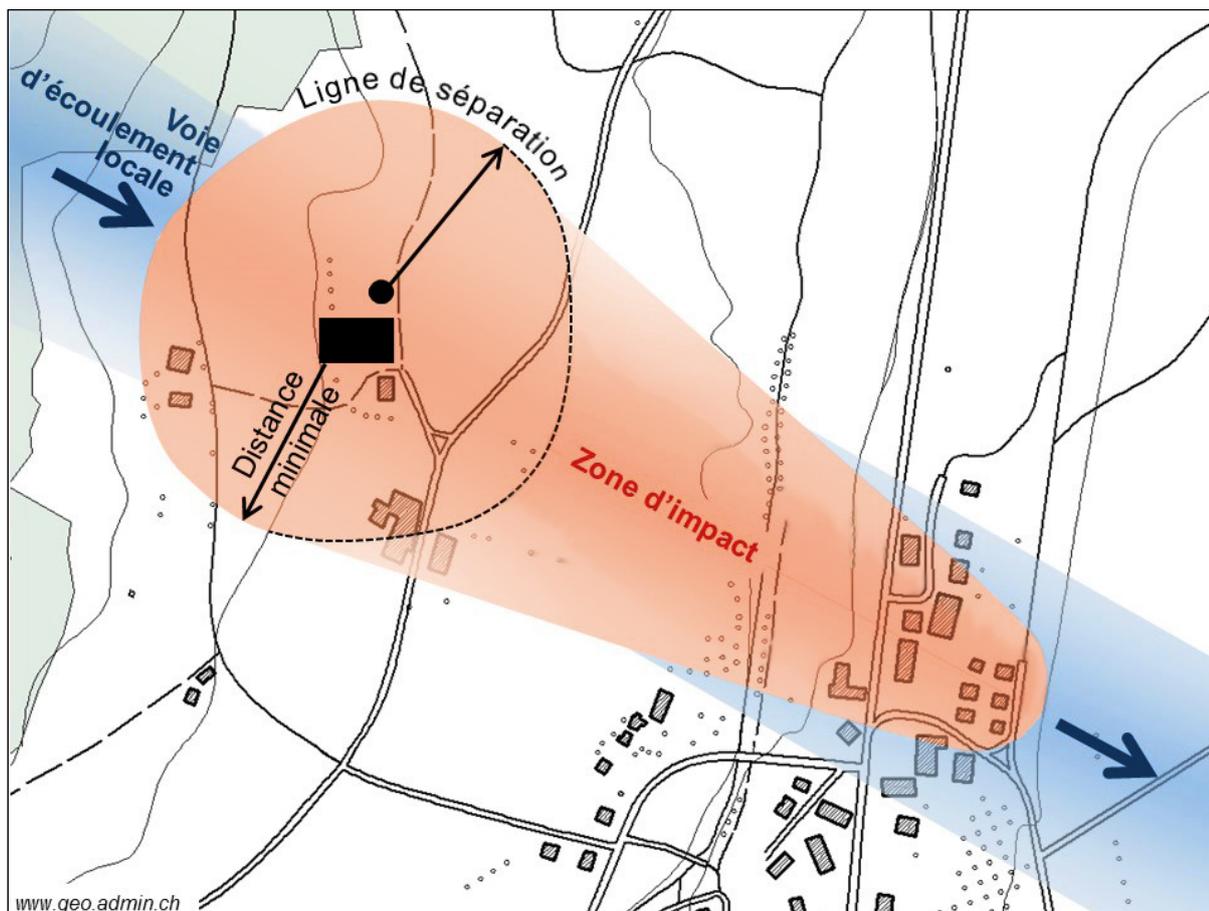
L'emplacement et les courants locaux ont un impact sur la propagation des odeurs. Dans le cadre du plan d'affectation (plan de zones), de la planification, de la procédure de demande de permis de construire et des plaintes pour cause de nuisances, une évaluation du site vient compléter le calcul des distances minimales. Elle peut apporter des éléments d'éclaircissement dès la phase initiale de planification du projet.

Une évaluation du site permet d'identifier les courants locaux dans les environs du site, de tenir compte de la disposition spatiale et de la configuration des zones ou des bâtiments d'habitation concernés ainsi que d'autres sources d'odeurs. Ceci permet de clarifier si une zone d'impact élargie doit être prise en compte dans une partie de la zone évaluée (fig. 8). Des contingences topographiques particulières peuvent être à l'origine de courants locaux (voies d'écoulement). Pendant la soirée et la nuit par exemple, l'air froid descend en suivant la pente du terrain. Les polluants et donc les odeurs sont alors peu dilués.

La figure 8 représente schématiquement la zone d'impact élargie dans le sens des courants locaux (en général dans la ligne de pente). Pour évaluer l'importance des immissions, la configuration des sources d'odeur et des zones habitées ou des bâtiments d'habitation est décisive pour de plus amples clarifications. Lorsqu'aucune zone ou bâtiment d'habitation n'est touché sur ce site, des clarifications supplémentaires sont superflues.

Pour l'évaluation, il est conseillé de s'appuyer sur des cartes à l'échelle de 1:10 000 ou de 1:25 000 ainsi que des cartes d'analyses climatiques et des cartes d'aide à la planification.

Lien vers «Cartes de la Suisse – Confédération helvétique»: <http://map.geo.admin.ch/> (> Géocatalogue > Données de base et planification > Développement territorial > Zones à bâtir) ainsi que les plans d'affectation des sols dans les systèmes d'information cantonaux.



www.geo.admin.ch

Importance des courants locaux dans l'optique de la propagation des odeurs

Source d'odeurs	Fréquence Durée Puissance Hédonique	rare brève faible agréable	élevée permanente forte désagréable		
Bâtiment / Zone	Bâtiment non habité	Bâtiment habité temporairement	Bâtiment habité en permanence	Entreprises moyennement gênantes à côté des habitations	Zone d'habitation
Interaction des courants locaux, de la direction principale du vent et /ou d'autres sources					

Figure 8: Coupe d'une zone évaluée avec distance minimale par rapport à une installation d'élevage d'animaux, voie d'écoulement locale et éventuellement zone d'impact élargie. La configuration des sources d'odeurs et des zones resp. bâtiments d'habitation est décisive pour de plus amples clarifications.

Les courants locaux potentiels (écoulements d'air froid) doivent être pris en compte dans un rayon de 2 km environ sur la base de la topographie dominante. Ils comprennent:

- a) la brise descendante/l'écoulement d'air froid ainsi que la brise d'amont le long de la pente locale (lignes de pente) dès 1° (cela correspond à 1,7 %),
- b) les brises de terre ou de lac ainsi que
- c) les effets de canalisation du vent le long des rigoles, des rivières et des torrents, etc.

Les poches d'accumulation d'air froid^a dans les bassins et les cuvettes peuvent également avoir un impact sur les courants locaux. Les zones ou les bâtiments d'habitation potentiellement concernés par les immissions d'odeurs doivent être identifiés à partir des courants locaux dans les environs. Il faut également évaluer la situation et l'interaction des sources d'odeurs déjà présentes et planifiées, si elles empruntent une voie d'écoulement commune (fig. 9).

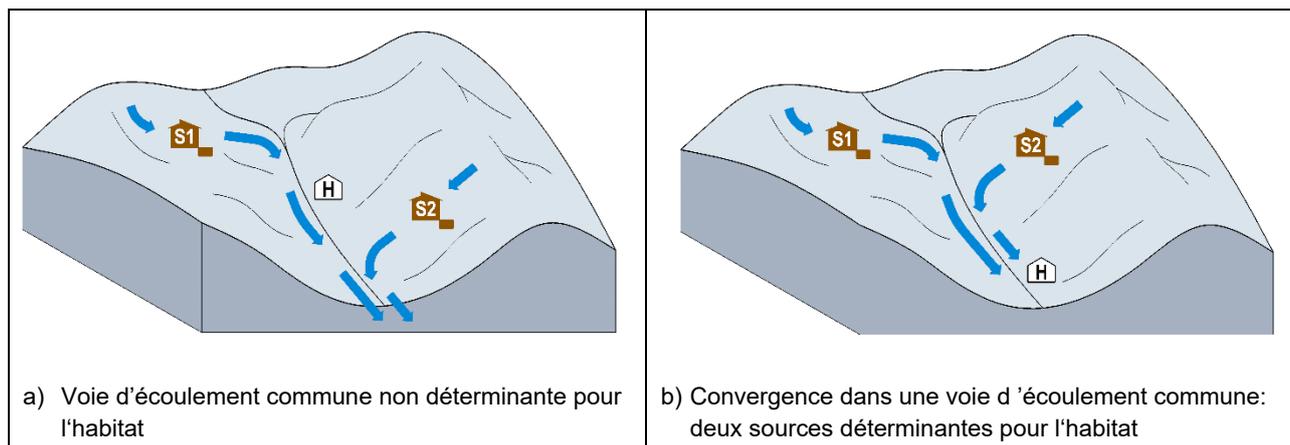


Figure 9: Exemples d'une voie d'écoulement commune (S: source; H: zone ou maison d'habitation concernée).

Les indicateurs du tableau 3 peuvent aider à déterminer si la situation topographique, l'exploitation des terres ou les courants locaux peuvent avoir des répercussions sur la propagation des odeurs.

Tableau 3: Indicateurs de l'effet des courants locaux et de la configuration des sources sur la propagation des odeurs (cf. également chapitre 3)

1a)	Dans la zone située en amont, à proximité immédiate ou en aval de la source d'odeurs, le terrain présente une pente de 1° et plus. Les zones ou les bâtiments d'habitation potentiellement concernés sont situés en aval de la source d'odeurs.
1b)	La source d'odeurs se situe dans un vallon, ou sa voie d'écoulement débouche dans un vallon ou dans une zone de vallonnements, dont les conditions topographiques induisent une canalisation des courants. Les zones ou les bâtiments d'habitation potentiellement concernés sont situés dans un périmètre inférieur à cinq fois la distance minimale en aval de la source d'odeurs. La figure 10 sert à illustrer et à évaluer les différentes constellations mentionnées sous 1a) et 1b).
2)	Des données sur les vents locaux sont disponibles pour le site en question et indiquent un courant orienté.
3)	Des courants locaux ou des zones d'accumulations de masses d'air sont connues sur place. Elles peuvent également être déduites d'autres phénomènes (p. ex. zones avec gel fréquent, poches d'air froid, zones d'inversion).
4)	Le site choisi est connu pour sa brise de terre ou de lac, qui peut atteindre jusqu'à une distance du double du cours d'eau (dans le prolongement de la source vers la rive; mais ne dépasse pas 10 km env.).
5)	Le site relève de configurations complexes ou confuses (p. ex. jonction de deux vallées).

^a Une poche d'air froid se caractérise par une inversion des températures. L'air froid s'accumule dans les strates d'air inférieures. Ce phénomène se produit inversement à la baisse normale de température avec l'altitude.

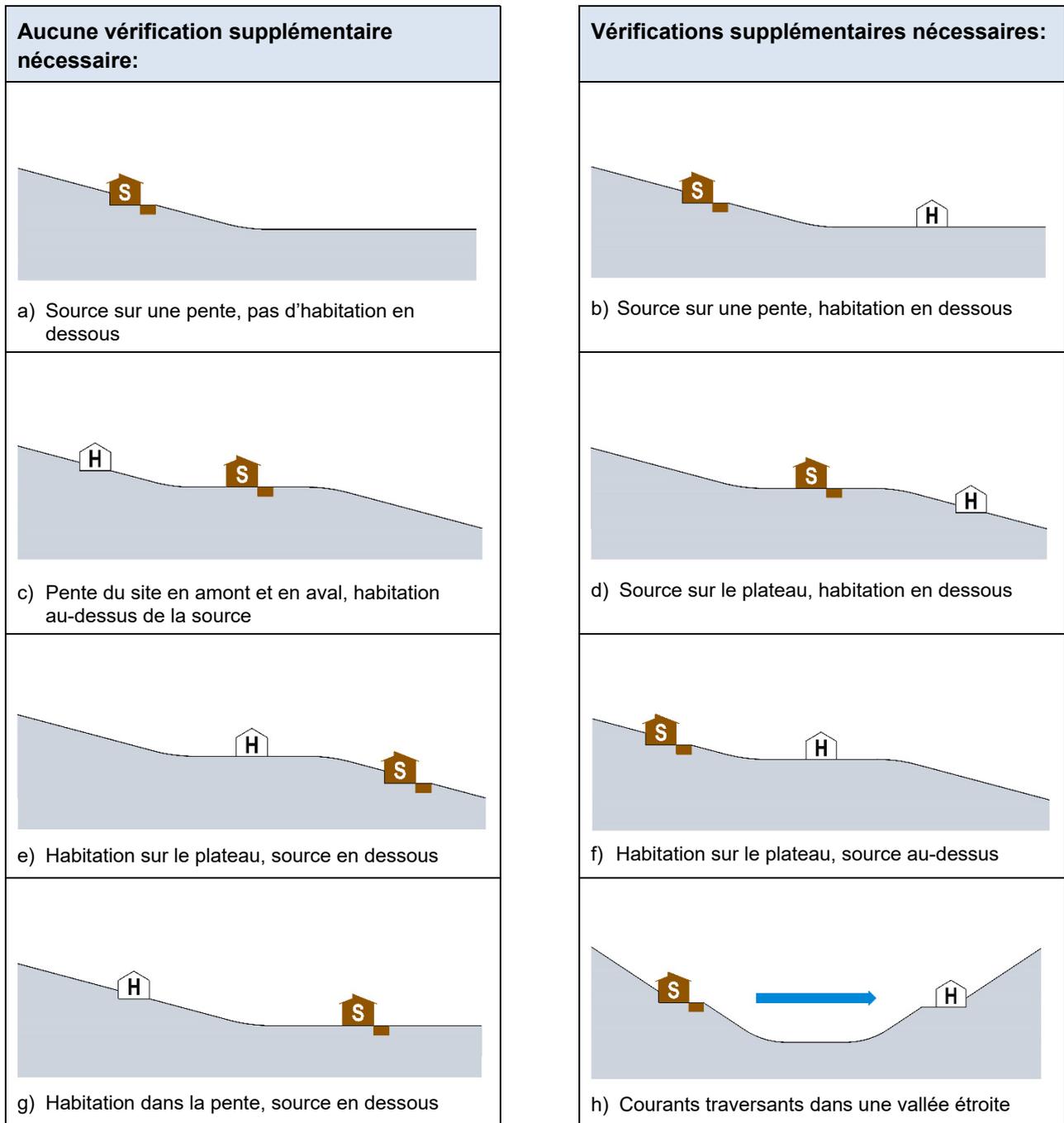


Figure 10: Représentation des différentes configurations de sites; S: source; H: zone ou maison d'habitation concernée.

Lorsque les courants locaux et la configuration des sources d'odeurs et des zones habitées font prévoir une zone d'impact élargie, il faut envisager de

- contrôler s'il est possible d'adapter les sources individuelles et leur disposition (p. ex. aspects liés au mode de détention, à l'affouragement et à l'aération),
- optimiser la configuration du site (p. ex. le déplacer ou le délocaliser) ou
- envisager un site alternatif.

Méthodes possibles des vérifications techniques approfondies:

- a) Recueil d'informations sur la perception éventuelle d'odeurs dans la voie d'écoulement locale,
- b) Utilisation de données sur les vents locaux proches du sol et/ou profils de températures
- c) Echantillons de fumée pour visualiser et délimiter la voie d'écoulement,
- d) Etudes des processus de courants locaux à l'aide d'indicateurs ciblés (p. ex. gaz indicateurs),
- e) Modèles de propagation des odeurs pour les processus de courants proches du sol propres à l'emplacement.

7 Comparaison avec les bases précédentes et conclusions

Au vu des nouveaux systèmes d'élevage, de la croissance des effectifs animaux et de l'évaluation des emplacements, les bases techniques tirées du rapport FAT 476 (Richner et Schmidlin 1996) et du projet mis en consultation en 2005 (abrégé E-2005, OFEFP et Agroscope FAT 2005) ne sont plus d'actualité. Les bases techniques révisées contenues dans le présent rapport se fondent sur les surfaces dégageant des odeurs pour déterminer la puissance olfactive de la source, la décroissance des odeurs avec la distance et les distances minimales à observer. L'ancienne unité de référence (nombre d'animaux ou unité gros bétail, différenciée par sexe, poids vif ou âge) a été abandonnée au profit d'une nouvelle unité de référence: la surface dégageant des odeurs, ce qui permet de prendre en compte des changements essentiels relatifs aux systèmes d'élevage. Il est ainsi possible d'appréhender la situation de chaque exploitation de manière plus différenciée. La surface dégageant des odeurs, établie comme nouvelle unité de référence, permet d'atténuer les divergences liées à la variation du nombre d'animaux et de limiter les adaptations liées à la répartition des catégories d'animaux.

La diversité des sources individuelles, des systèmes et des installations ainsi que les odeurs qu'ils dégagent sont désormais pris en compte avec un vocabulaire spécifique à l'espèce animale. Comparé aux facteurs de correction du rapport FAT 476 (Richner et Schmidlin 1996) et du projet E-2005 (OFEFP et Agroscope FAT 2005), ce système réduit les ambiguïtés lors de l'application. D'autres sources comme les stocks d'ensilage, d'engrais de ferme et de substrats sont également prises en compte de la même manière.

Jusqu'ici, les mesures de réduction des odeurs étaient prises en compte de manière forfaitaire pour l'ensemble de l'installation d'élevage. Désormais, avec la preuve de l'effet réducteur sur les odeurs, elles s'appliquent aux sources individuelles identifiées, ce qui permet d'améliorer la sécurité en termes de planification.

Il existe désormais une meilleure base de données sur les espèces animales et les systèmes de détention qui permet de déterminer la baisse de l'intensité des odeurs avec la distance. La nouvelle courbe de décroissance tient davantage compte du besoin de protection dans la zone de proximité et étend le champ d'application à de nouveaux systèmes et à de plus grandes exploitations. Dans les systèmes d'élevage actuels, les sources d'odeurs diffuses et proches du sol sont très répandues et jouent un rôle important en termes d'immissions. Ce type de sources étant désormais pris en compte dans les facteurs spécifiques à l'espèce animale et au système de détention, il est possible de les appliquer de manière appropriée pour le calcul des distances y compris dans ces installations d'élevage.

Autrefois, le centre des étables servait de base pour la mesure des distances et de l'influence réciproque. Les différences relatives au type, à la dimension et la disposition des sources et des bâtiments n'étaient toutefois pas suffisamment prises en compte. Le rapport FAT 476 (Richner et Schmidlin 1996) utilise déjà comme point d'émission, pour des étables qui présentent des bâtiments supplémentaires à moins de 50 m de distance, les ouvertures d'évacuation de l'air vicié sortant de l'étable qui sont les plus proches. Selon le projet E-2005 (OFEFP et Agroscope FAT 2005), la mesure se faisait à partir des ouvertures d'évacuation de l'air les plus proches, telles que la façade ou la limite de la courette. Des sources d'émissions supplémentaires comme les stocks d'engrais de ferme et d'ensilage pouvaient déjà être prises en compte. La méthode de mesure actuelle, qui part des sources émettrices extérieures, permet de prendre en compte la constellation des sources, généralement complexe aujourd'hui, avec la diversité des emplacements, de l'extension et de la combinaison de sources individuelles. Le principe de l'influence réciproque en présence de plusieurs sources est complété par les algorithmes de la nouvelle courbe de décroissance et appréhende ainsi la configuration spatiale de manière plus différenciée.

La détermination des distances par le calcul pour les sources de faible puissance et les configurations exigües est limitée vers le bas. Toutefois, l'effet sur les immissions est souvent pertinent dans de tels cas. C'est pourquoi des mesures préventives spécifiques à la situation ont été formulées pour la planification comme pour l'exploitation.

En termes de propagation des odeurs, Stuber et Leimbacher (1974) ont déjà signalé le rôle essentiel des conditions météorologiques et topographiques. Le rapport FAT 476 (Richner et Schmidlin 1996) classe les influences du vent ainsi que les principaux cas d'immissions suivant les conditions topographiques et les courants locaux. Le document E-2005 (OFEFP et Agroscope FAT 2005) explique les différents phénomènes et définit, sur la base de critères, des facteurs de correction, permettant d'aboutir à des distances minimales élargies dans les voies d'écoulement. L'évaluation de l'emplacement décrite dans le présent rapport clarifie, à l'aide d'indicateurs, l'importance des courants locaux et éventuellement d'une zone d'impact élargie par rapport à la propagation des odeurs, en partant de la disposition des sources d'odeurs et des zones habitées. Les connaissances disponibles sur l'évaluation du site permettraient déjà de réduire le risque de nuisances olfactives inattendues dans la phase de planification.

Ces actualisations intègrent les dernières connaissances scientifiques et techniques. Elles reflètent davantage la diversité et les innovations des systèmes d'élevage, les effectifs plus importants ainsi que les configurations d'exploitations individuelles. Cela permet d'améliorer la planification et la sécurité des investissements pour les exploitations agricoles et les riverains concernés afin de les protéger contre les impacts nuisibles ou incommodants.

Bibliographie

- Al Jubori M., 2016. Atmospheric modelling. Master of Science in Environmental Sanitation, Universiteit Ghent, 133 p. Accès: <https://lib.ugent.be/catalog/rug01:002275075> [23.01.2018].
- ARE, 2017. Modèles de géodonnées minimaux, Domaine des plans d'affectation - Documentation sur les modèles Version 1.1. No 73, Office fédéral du développement territorial ARE, Ittigen, 51 p. Accès: https://www.are.admin.ch/dam/are/fr/dokumente/raumplanung/minimale_geodatenmodellebereichnutzungsplanung-modelldokumentati.pdf.download.pdf/modeles_de_geodonneesminimauxdomainedesplansd'affectation-documen.pdf [22.3.2017].
- Arends F., 2009: Beurteilung der Geruchsgesamtbelastung mit Austal2000. Seminar der LUFA Nord-West, Oldenburg, 27.10.2009, 21 p.
- Arends F., Franke G., Grimm E., Gramatte W., Häuser S. & Hahne J., 2006. Abluftreinigung für Tierhaltungsanlagen. KTBL, Darmstadt, *KTBL-Schrift* **451**, 86 p.
- Aviforum, 2015. Geflügel halten. Eier und Geflügel produzieren und vermarkten. Landwirtschaftliche Lehrmittel, Edition Imz, B7-I, 87 p.
- OFEV, 2015. Recommandation relative à l'évaluation des odeurs. Recommandation sur les odeurs. Office fédéral de l'environnement (OFEV), Berne, Projet, *L'environnement pratique*, 45 p.
- OSAV, 2014a. Manuel de contrôle: Protection des animaux: Bovins, Porcs, Chevaux, Moutons, Chevres, Poules pondeuses, Volaille à l'engrais, Lapins. Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV), Berne. Accès: <https://www.blv.admin.ch/blv/fr/home/tiere/rechts--und-vollzugsgrundlagen/hilfsmittel-und-vollzugsgrundlagen/kontrollhandbuecher.html> [23.3.2018].
- OSAV, 2014b. Ordonnance sur la détention des animaux de rente et des animaux domestiques du 27 août 2008 (Etat au 1.1.2014). RS 455.110.1. Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV), Berne.
- OFEFP & Agroscope FAT, 2005. Distances minimales à observer pour les installations d'élevage d'animaux. Révision du rapport FAT n° 476: Projet du 7 mars 2005 envoyé en consultation. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), Berne, et Agroscope, Station fédérale de recherche en économie et technologie agricoles Tänikon (FAT), Ettenhausen, 35 p.
- Cercl'Air, 2011. Minderung von Emissionen aus der Landwirtschaft – Abluftreinigung bei Tierhaltungsanlagen – Technische Informationen zum Vollzug Luftreinhaltung. Schweizerische Gesellschaft der Lufthygiene-Fachleute, *Cercl'Air-Empfehlung* **21-D**, 11 p.
- DEFRA, 2010. Odour Guidance for Local Authorities. Department for Environment, Food and Rural Affairs, London. 110 p. Accès: <https://www.gov.uk/government/publications/odour-guidance-for-local-authorities> [31.8.2015].
- Department of Environment and Conservation NSW, 2006. Assessment and management of odour from stationary sources in NSW. Technical Notes. Accès: <https://www.environment.nsw.gov.au/resources/air/20060441notes.pdf> [11.12.2017].
- DLG e.V., 2015. DLG-Prüfrahmen «Abluftreinigungssysteme für Tierhaltungsanlagen». Stand Februar 2015. DLG e.V., Gross-Umstadt. Accès: http://www.dlg.org/fileadmin/downloads/tests/Abluftreinigung_Tierhaltung.pdf [23.01.2018].
- Eckhof W., Gallmann E., Grimm E., Hartung E., Kamp M., Koch R., Lang M., Schauburger G., Schmitzer R. & Sowa A., 2012. Emissionen und Immissionen von Tierhaltungsanlagen – Handhabung der Richtlinie VDI 3894. KTBL, Darmstadt, *KTBL-Schrift* **494**, 216 p.

- FiBL, 2018. Dimensions des stabulations 2018 pour la garde des animaux de l'agriculture biologique en Suisse. Édition Suisse. Institut de recherche de l'agriculture biologique FiBL, Frick. Accès: <https://shop.fibl.org/chde/mwdownloads/download/link/id/722/> [22.03.2018].
- Hahne J., 2017. Réduction des émissions avec purification de l'air vicié. Cours de formation continue en construction rurale, 7./8.11.2017, Aadorf et Agroscope Tänikon, Ettenhausen. ALB-CH, Agroscope, suisselemelio et Agridea. Accès: <https://www.agroscope.admin.ch/dam/agroscope/fr/dokumente/aktuell/Veranstaltungen/wbk-baufachtagung/2017/08-hahne.pdf.download.pdf/08-hahne.pdf> [23.01.2018].
- Hayes J.E., Stevenson R.J. & Stutz R.M., 2014. The impact of malodour on communities: A review of assessment techniques. *Science of the Total Environment* **500–501**, 395–407.
- Keck M., Frei M. & Steiner B., 2016. Comparaison de l'immission d'odeurs des étables bovines avec et sans aire d'exercice extérieure. *Recherche Agronomique Suisse* **7(10)**, 442–447.
- Keck M., Keller M., Frei M., Steiner B. & Schrade S., 2015. Geruchsstoffkonzentrationen bei Flächenquellen landwirtschaftlicher Biogasanlagen und ausgewählte Polaritätenprofile. In: Gerüche in der Umwelt (Ed. VDI Wissensforum GmbH). *VDI-Berichte* **2252**, 139–147.
- Keck M., Koutny L., Schmidlin A. & Hilty R., 2004. Minimum distances in Switzerland for pig housing systems with exercise yards and natural ventilation. VDI Verlag GmbH, Düsseldorf, *VDI-Berichte* **1850**, 229–238.
- Keck M. & Schmidlin A., 2000. Ansätze zur Minderung der Geruchsbelastung bei einem Offenstall für Mastschweine. In: Bewertung von Geruchsbelastungen aus der Landwirtschaft (Ed. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft), 24./25.10.2000, Braunschweig, Sonderveröffentlichung **031**, Darmstadt, 7–13, 7 p.
- Keck M., Schmidlin A., Zeyer K., Emmenegger L. & Schrade S., 2011. Concentration et émission d'odeurs des étables de vaches laitières avec aire d'exercice extérieure. *Recherche Agronomique Suisse* **2 (3)**, 114–119.
- Keck M., Schrade S., Frei M., Keller M. & Weber K., 2013. Geruchsquellen bei Biogasanlagen. Situationsanalyse – Geruchsstoffkonzentration von Einzelquellen – Fahnenbegehungen bei einem Betrieb. Bundesamt für Energie (BFE), Bern. BFE-Schlussbericht 290971, 60 p.
- Koutny L., 2002. Geruchsausbreitung aus der Tierhaltung: Standorteinfluss. *Agrarforschung* **9 (8)**, 346–351.
- Neser S., Rattinger K. & Wensauer E., 2005. UVP-Leitfaden für Anlagen der landwirtschaftlichen Tierhaltung in Bayern. Teilprojekt C: Umweltverträglichkeitsprüfung in der Tierhaltung (UVP) praxisnahe Umsetzung des UVP in Bayern. Leitfaden. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, LfL Bayern, 121 p., Accès: <http://www.lfl.bayern.de/ilt/umwelttechnik/emissionen/127719/index.php> [23.01.2018].
- Nielinger J., Kost W.-J. & Kunz W., 2005. Complex terrain & special meteorological conditions. 10th Intern. Conf. on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, 17–20 Oct 2005, Crete, 1 p.
- Ogink N., 2010. Vaststelling van geuremissiefactoren in de Regeling geurhinder en veehouderij op basis van geuremissie-onderzoek. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad, *Rapport* **391**, 1–36.
- Ogink N., Melse R. & Mosquera J., 2008. Multi-pollutant and one-stage scrubbers for removal of ammonia, odor, and particulate matter from animal house and exhaust air. In: Livestock Environment VIII, Iguassu Falls, Brazil, Conf. Proc. 31 Aug – 4 Sept, 2008, 8 p.
- Ogink N., Mosquera J., Ellen H. & van Harn J., 2016. Evaluation of change in odour emission from broiler barns over the last 20 years in the Netherlands. In: CIGR-AgEng, June 26–29, 2016, Aarhus, Denmark, 6 p.

- Olesen H., Berkowicz R. & Løfstrøm P., 2007. OML: Review of model formulation. National Environmental Research Institute, Denmark, *NERI Technical Report No. 609*, 130 p. Accès: <http://www.dmu.dk/Pub/FR609.pdf> [23.01.2018].
- Olesen H., Løfstrøm P., Berkowicz R. & Ketzel M., 2005. Regulatory odour model development: Survey of modelling tools and datasets with focus on building effects. National Environmental Research Institute, Denmark, *NERI Technical Report No. 541*, 62 p. Accès: http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/FR541.pdf [23.01.2018].
- Porch W., Barr S., Clements W., Archuleta J., Fernandez A., King C., Neff W. & Hosker R., 1989. Smoke flow visualisation in a tributary of deep valley. *American Meteorological Society* **70** (1), 30–35.
- Richner B. & Schmidlin A., 1996. Distances minimales à observer pour les installations d'élevage d'animaux : Recommandations pour de nouvelles constructions et des exploitations existantes. *Rapports FAT No 476*, Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik Tänikon (FAT), Ettenhausen, 16 p.
- Rotach M. & Calanca P., 2003. Microclimate. In: *Encyclopaedia of Atmospheric Sciences* (Eds. J. Holton, J. Pyle & J. Curry). Elsevier, Amsterdam, 1301–1307.
- Schauberg G., Piring M. & Petz E., 2006. Odour episodes in the vicinity of livestock buildings: A qualitative comparison of odour complaint with model calculations. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **114**, 185–194.
- Schürmann G., 2007. Inverse Ausbreitungsmodellierung zur Emissionsratenbestimmung heterogener Flächenquellen. Dissertation, Universität Augsburg, Augsburg, 104 p.
- Steiner B. & Keck M., 2015. Plaintes contre les odeurs émises par les étables de bovins: analyse de la situation. *Recherche Agronomique Suisse* **6** (11–12), 500–507.
- Stuber A. & Leimbacher K., 1974. Geruchsemissionen aus landwirtschaftlichen Betrieben. *FAT Mitteilung* **69**, Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik Tänikon (FAT), Ettenhausen, 7 p.
- VERA, 2010. Test Protocol for Air Cleaning Technologies. Version 1, Stand 17.9.2010. Verification of Environmental Technologies for Agricultural Production VERA, Denmark, Accès: http://www.vera-verification.eu/fileadmin/download/Test_programs/Aircleaning_v2.pdf [6.12.2017].
- VDI, 2003: Umweltmeteorologie – Lokale Kaltluft. *VDI-Richtlinie 3787*, Verein Deutscher Ingenieure VDI, Düsseldorf, Blatt 5, 85 p.
- VDI, 2011: Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen – Haltungsverfahren und Emissionen – Schweine, Rinder, Geflügel, Pferde. *VDI-Richtlinie 3894*, Verein Deutscher Ingenieure VDI, Düsseldorf, Blatt 1, 84 p.
- VDI, 2012. Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen – Methode zur Abstandsbestimmung Geruch. *VDI-Richtlinie 3894*, Verein Deutscher Ingenieure VDI, Düsseldorf, Blatt 2, 52 p.
- VLP-ASPAN, 2012. L'aménagement du territoire en Suisse: brève introduction. Association suisse pour l'aménagement national VLP-ASPAN, Bern, 9 p. http://www.vlp-aspan.ch/sites/default/files/at_fr_1.pdf [22.03.2018].
- Whiteman C.D., 2000. Mountain meteorology – fundamentals and applications. Oxford University Press, New York.
- Zähner M., 2008. Dimensions pour des systèmes de stabulation. Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon, Ettenhausen. 4 p.

Annexe

Terminologie

Terme	Explication
Aération naturelle	L'aération naturelle des étables se fait par effet thermique et/ou par les flux de vent; il existe plusieurs variantes comme l'aération entre le bas du pan et le faîte, l'aération transversale, l'aération par front ouvert ou par cheminées.
Décroissance	Baisse de l'intensité des odeurs par dilution avec l'augmentation de la distance par rapport à la source
Emission d'odeurs	Dégagement d'odeurs dans l'atmosphère
Immission d'odeurs	Impacts des odeurs sur l'homme. Ils peuvent être décrits par la fréquence, la durée, la qualité, l'intensité et le caractère hédonique.
Intensité des odeurs	Intensité de la perception des odeurs, allant de «aucune odeur» à «odeur extrêmement forte»
Puissance olfactive de la source	Mesure indirecte de l'émission d'odeurs dans le présent rapport, déduite des facteurs spécifiques à la surface, à l'espèce animale et au système de détention.
Seuil de l'intensité d'odeurs	Sert de mesure pour déterminer l'immission d'odeur tolérable en fonction de l'utilisation concernée. L'intensité des odeurs diminue selon la courbe de décroissance plus la distance par rapport à la source augmente.
Surface source	Surfaces dégageant des émissions d'odeurs, comme les aires de circulation et de repos, les surfaces du lisier et du fumier ainsi que les fronts de coupe de l'ensilage.
Ventilation forcée	Dans les étables à ventilation forcée, l'échange entre l'air intérieur et extérieur se fait à l'aide de ventilateurs; un système de ventilation forcée peut être un système à pression équilibrée, à dépression et à surpression.
Zone de proximité	Correspond à la zone environnant la source (les sources) et les bâtiments proches, ainsi qu'aux obstacles qui influencent la propagation des odeurs. Dans la zone de proximité, les courants et donc la propagation des odeurs sont essentiellement influencés par les courants qui contournent et traversent les bâtiments.
Zone d'évaluation	Périmètre dans les environs des sources d'odeurs pris en compte pour l'évaluation de l'emplacement.
Zone, région d'impact	Zone dans laquelle il faut s'attendre à des immissions dues à des sources d'odeurs.

A1–A5 Eléments de l'installation

Explication des symboles: (Dans les tableaux suivants A1–A5)

- X Les éléments de l'installation resp. sources individuelles doivent être pris en compte dans la 4ème colonne avec la surface pour le calcul des distances, dans la 5ème colonne pour la mesure des distances.
- Les éléments de l'installation – sont considérés comme sans importance pour les odeurs.

Tableau A1: Eléments d'installation propres à l'élevage bovin utilisés pour déterminer les surfaces et effectuer les mesures

Eléments de l'installation		Sources individuelles	Surface	Mesure
Conditionnement et stockage du fourrage	Ensilage	Silo-tour	–	X
		Silo-couloir: front de coupe ampleur maximale	X	X
		Balles d'ensilage, silo-boudin	–	(X) ^a
	Aliments liquides	Aliments liquides, engraissement de veaux	X	X
	Légumes frais, fruits	Carottes, pommes de terre, betteraves fourragères, fruits	–	–
	Aliments secs	Stock de foin	–	– ^b
		Stock de concentrés	–	– ^b
Préparation des aliments	Mélangeur fixe pour l'ensilage	X	X	
Stock de litière		Paille de céréales, de colza, bouchons de paille, sciure, sable, etc.	–	– ^b
		Compost, matières solides issues du lisier séparé	X	X
Installation d'étable	Distribution de fourrage	Crèche, mangeoire: avec ensilage	X	X
		Table d'affouragement, crèche, mangeoire: sans ensilage	–	X
		Station distributrice	–	X
		Libre-service au silo-couloir ou au râtelier, si ensilage	X	X
	Stabulation entravée	Couches	X	X
		Rigole à déjections	X	X
		Caniveau à lisier	X	X
	Stabulation libre	Litière profonde, litière sur plan incliné, compost, igloos	X	X
		Logettes surélevés, logettes profondes	X	X
	Aires de repos et aires d'exercice	Aires de repos perforées	X	X
		Aires de circulation non perforées	X	X
	Aire extérieure	Aires de circulation perforées	X	X
		Aire d'exercice extérieure non perforée	X	X
	Etable	Aire d'exercice extérieure perforée	X	X
		Couloir de service	–	X
	Traite	Aire de vèlage, box infirmerie	X	X
		Système de traite automatique	X	X
Salle de traite		–	X	
Aire d'attente séparée		–	X	
Autres aires		Canaux à lisier, canaux transversaux ouverts ou avec couvercle perforé	X	X
		Sortie au pâturage avec couche herbeuse	–	–
		Poumon pour silos d'ensilage	–	–
		Local avec tank à lait	–	–
		Bureau, local technique et remise à outils	–	– ^b
Stock d'engrais de ferme	Liquides	Stock ouvert de lisier et de purin issus de la séparation	X	X
		Stock couvert de lisier et de purin	–	X
		Orifice de ventilation pour stock de lisier couvert	X	X ^c
	Solides	Stock de fumier	X	X
		Stocks des matières solides issues de la séparation	X	X

^a Si lieux de stockage fixes et/ou balles entamées.

^b Ces zones doivent être prises en compte dans les mesures lorsqu'elles se situent dans des locaux communs, non séparés.

^c La mesure s'effectue à partir du bord du stock de lisier.

Tableau A2: Eléments d'installation propres à l'élevage porcin utilisés pour déterminer les surfaces et effectuer les mesures

Eléments de l'installation		Sources individuelles	Surface	Mesure
Conditionnement et stockage du fourrage	Ensilage	Silo-tour	–	X
		Silo-couloir: front de coupe ampleur maximale	X	X
		Balles d'ensilage, silo-boudin	–	(X) ^a
	Aliments liquides, sous-produits	Tanks fermés	–	–
	Légumes frais, fruits	Carottes, pommes de terre, betteraves fourragères, fruits	–	–
	Aliments secs	Silos à fourrage pour les céréales	–	– ^b
	Préparation des aliments	Cuisine à fourrage	–	X
Stock de litière		Paille de céréales, bouchons de paille, sciure, etc.	–	–
		Compost, matières solides issues du lisier séparé	X	X
Installation d'étable	Distribution de fourrage	Auges et râteliers	X	X
		Station d'alimentation, distributeurs automatiques	X	X
	Aire intérieure	Aire avec litière profonde	X	X
		Aire avec litière en vrac	X	X
		Aire non perforée	X	X
		Aire perforée	X	X
	Aire extérieure	Courette non perforée	X	X
		Courette perforée	X	X
	Etable	Couloir de circulation	–	X
	Traitement des animaux	Centre de saillie, traitement des animaux	X	X
Autres aires		Canaux à lisier avec couvercle perforé	X	X
		Bureau, local technique et remise à outils	–	– ^b
Stock d'engrais de ferme	Liquides	Stock ouvert de lisier et de purin issus de la séparation	X	X
		Stock couvert de lisier et de purin	–	X
		Orifice de ventilation pour stock de lisier couvert	X	X ^c
	Solides	Stock de fumier	X	X
		Stocks des matières solides issues de la séparation	X	X

^a Si lieux de stockage fixes et/ou balles entamées.

^b Ces zones doivent être prises en compte dans les mesures lorsqu'elles se situent dans des locaux communs, non séparés.

^c La mesure s'effectue à partir du bord du stock de lisier

Tableau A3: Eléments d'installation propres à l'aviculture utilisés pour déterminer les surfaces et effectuer les mesures

Éléments de l'installation		Sources individuelles	Surface	Mesure
Stock	Aliments	Silo d'aliments	–	– ^a
Stock de litière		Paille de céréales, bouchons de paille, sciure, etc.	–	–
Poulailler	Aire, intérieure	Couloir de service	–	X
		Surface de la halle, plus tapis à fientes surélevés	X	X
	Aire, extérieure	Aire de climat extérieur (ACE), couverte, avec litière	X	X
		Aire de sortie en toutes saisons, graviers, copeaux	X	X
Autres aires		Sortie au pâturage avec couche herbeuse	–	–
		Bureau, local technique et remise à outils	–	– ^a
		Local de tri des œufs	–	–
Stock d'engrais de ferme	Liquides	Stock ouvert de lisier et de purin issus de la séparation	X	X
		Stock couvert de lisier et de purin	–	X
		Orifice de ventilation pour stock de lisier couvert	X	X ^b
	Solides	Stock de fientes	X	X

^a Ces zones doivent être prises en compte dans les mesures lorsqu'elles se situent dans des locaux communs, non séparés.

^b La mesure s'effectue à partir du bord du stock de lisier.

Tableau A4: Eléments d'installation propres à l'élevage équin utilisés pour déterminer les surfaces et effectuer les mesures

Éléments de l'installation		Sources individuelles	Surface	Mesure
Stock de fourrage	Ensilage	Silo-tour	–	X
		Silo-couloir: front de coupe ampleur maximale	X	X
		Balles d'ensilage, silo-boudin	–	(X) ^a
	Aliments secs	Stock de foin, de concentrés	–	– ^d
Stock de litière		Paille de céréales, colza, bouchons de paille, sciure, sable, etc.	–	–
Ecurie	Distribution de fourrage	Stalles d'alimentation	X	X
		Boxes individuels, litière en vrac ou litière profonde	X	X
	Aire de repos	Détention en groupe, aire de repos, litière en vrac ou litière profonde	X	X
		Aires de circulation	Aires de circulation	X
	Aire de sortie en toutes saisons		Aire de sortie avec revêtement souple, également combiné avec le manège	X ^b
		Aire de sortie avec revêtement dur	X ^b	X ^b
Autres aires		Pâturage avec couche herbeuse	–	–
		Carrière, manège	–	–
		Carrousel ^c , rond de longe	–	–
		Aire de douche, aire de nettoyage et de ferrage, solarium	–	(X) ^c
		Remise à outils et sellerie	–	–
Stock d'engrais de ferme	Liquides	Stock ouvert de lisier et de purin issus de la séparation	X	X
		Stock couvert de lisier et de purin	–	X
		Orifice de ventilation pour stock de lisier couvert	X	X ^e
	Solides	Stock de fumier	X	X

^a Si lieux de stockage fixes et/ou balles entamées.

^b La surface d'aire de sortie par animal est prise en compte dans le calcul des distances en vertu des exigences minimales stipulées par l'Ordonnance sur la protection des animaux OPAn du 23 avril 2008 (état au 1.5.2017), RS 455.1; les surfaces qui vont au-delà ne conduisent pas à une augmentation des distances, mais sont cependant incluses dans la mesure.

^c Prise en compte indiquée suivant la fréquence d'utilisation, la dimension et l'emplacement.

^d Ces zones doivent être prises en compte dans les mesures lorsqu'elles se situent dans des locaux communs, non séparés.

^e La mesure s'effectue à partir du bord du stock de lisier

Tableau A5: Eléments propres à une installation de biogaz utilisés pour déterminer les surfaces et effectuer les mesures

Eléments de l'installation		Sources individuelles	Surface	Mesure
Stockage / Prétraitement des substrats		Substrats, conditionnement compris	X	X
Apport des substrats		Conteneurs d'alimentation	–	X
		Dispositif d'alimentation	–	X
Autres aires		Centrale de cogénération	–	X
		Torchères, etc.	–	X
		Local technique et remise à outils	–	–
Digesteur, stock de lisier, stock des résidus de fermentation	Liquides	Préfosse	X	X
		Cuve de fermentation, digesteur, accumulateur de gaz, soupape de surpression	–	X
		Postdigesteur	–	X
	Solides	Containers pour le lisier, le lisier fermenté et le purin issus de la séparation	X	X
		Stock des résidus de fermentation resp. matières solides issues de la séparation	X	X
		Conditionnement des matières solides	X	X

A6 Facteurs spécifiques à l'espèce animale et au système

Tableau A6: Vue d'ensemble des facteurs spécifiques à l'espèce animale et au système pour la pondération des différentes sources individuelles.

Facteur et domaine	
f_{Biog}	Facteur pour la partie de l'installation de biogaz ne se rapportant pas à la surface
f_{PV}	Facteur spécifique à l'espèce animale ou au poids vif
f_{Ens_R}	Facteur spécifique à la ration (distribution de la ration d'ensilage)
f_{Anim}	Facteur spécifique à l'espèce animale et au système de détention
f_{Stock}	Facteur dépendant du mode de stockage de l'ensilage, des engrais de ferme, des substrats et des résidus de fermentation

Domaine	Description	Facteur spécifique
Espèce, catégorie animales et système de détention		f_{Anim}
Bovins	Stabulation entravée	0,20
	Stabulation libre sans aire d'exercice extérieure	0,10
	Stabulation libre avec aire d'exercice extérieure, igloos	0,15
Porcs Engraissement et remonte	Système à une seule aire sur litière profonde, sans autres aires	0,40
	Ventilation forcée, évacuation de l'air par le toit, avec ou sans courette	1,00
	Aération naturelle, pas d'évacuation de l'air par le toit, avec ou sans courette	1,20
Aire de truies non allaitantes et de saillie, également avec verrats d'élevage	Ventilation forcée, évacuation de l'air par le toit, avec ou sans courette	0,50
	Aération naturelle, pas d'évacuation de l'air par le toit, avec ou sans courette	0,60
Aire de mise bas: truies allaitantes, y comp. porcelets allaités	Ventilation forcée, évacuation de l'air par le toit, avec ou sans courette	0,20
	Aération naturelle, pas d'évacuation de l'air par le toit, avec ou sans courette	0,25
Elevage de porcelets: porcelets sevrés	Système à une seule aire sur litière profonde, sans autres aires	0,30
	Ventilation forcée, évacuation de l'air par le toit, avec ou sans courette	0,80
	Aération naturelle, pas d'évacuation de l'air par le toit, avec ou sans courette	1,00
Volaille		
Poules pondeuses	Elevage, engraissement, animaux géniteurs	0,50
Poulets à l'engrais	Elevage, engraissement, animaux géniteurs	0,55
Dindes	Elevage, engraissement, animaux géniteurs	0,30
Équidés	Toutes les catégories	0,02
Moutons	Elevage, engraissement, mères, brebis laitières	0,23
Chèvres	Elevage, engraissement, mères, chèvres laitières	0,24
Lapins	Engraissement, élevage	0,08
Distribution de la ration d'ensilage		f_{Ens_R}
Distribution de fourrage	Rations avec ensilage dans la mangeoire et sur la table d'affouragement	1,00
Stock d'ensilage, d'engrais de ferme, de substrats et de résidus de fermentation		f_{Stock}
Stock de fourrage	Fronts de coupe pour l'ensilage en silo	1,00
Engrais de ferme	Lisier de bovins	0,20
	Lisier d'autres espèces animales ou mélange de lisier	1,00
	Fumier de chevaux	0,20
	Fumier ou mélange d'autres espèces animales	1,00
	Éléments solides séparés	1,00
Installation de biogaz	Stock de substrats et de résidus de fermentation	1,00
Installation de biogaz		f_{Biog}
	Élément d'installation – ne se rapportant pas à la surface	1200



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope