

***Révision du rapport FAT n° 476  
Distances minimales à observer pour les installa-  
tions d'élevage d'animaux***

***Projet du 7 mars 2005 envoyé en consultation***

Auteurs du chapitre A: Bases légales

Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP),  
3003 Berne

Auteurs des chapitres B et C: Calcul et mesure des distances

Agroscope FAT Tänikon, Station fédérale de recherche en économie et  
technologie agricoles, CH-8356 Ettenhausen

Consultation:

OFEFP, division Protection de l'air et RNI, 3003 Bern



# Distances minimales à observer pour les installations d'élevage d'animaux

Dans les zones rurales, les exploitations d'élevage d'animaux côtoient la population résidente. Les constructions se sont rapprochées les unes des autres, et les systèmes d'élevage se sont modifiés. Les autorités et les tribunaux ont de plus en plus souvent à traiter des plaintes concernant les nuisances dues aux odeurs d'origine agricole. Les autorités de construction sont surtout confrontées à ce problème dans le cadre d'oppositions à des projets de construction ou de transformation d'installations d'élevage d'animaux. Des recommandations permettent de calculer, sur la base de l'annexe 2, chiffre 512 OPair, la distance minimale requise entre les installations projetées et les zones d'habitation. La présente révision du rapport FAT n° 476 « Distances minimales à observer pour les installations d'élevage d'animaux » actualise ces calculs et y apporte quelques compléments importants.

Les principales modifications et nouveautés apportées à cette recommandation concernent les facteurs de correction liés à la topographie, au système de stabulation et au mode de ventilation. Ces facteurs reposent essentiellement sur les résultats de nombreuses études sur le terrain. Les immissions d'odeurs de quarante exploitations d'élevage de porcs appliquant différents systèmes de stabulation ont été analysées au moyen d'études sur site. Pour ce qui est de la production de porcelets, on a introduit un facteur d'émissions d'odeurs pour la catégorie « élevage de porcelets ». Des explications complémentaires faciliteront l'application du présent document.

## Sommaire:

<b>Chapitre A: Bases légales</b> .....	<b>5</b>
1 Champ d'application.....	5
2 Application des distances minimales .....	5
2.1 Construction d'installations .....	5
2.2. Rénovation et transformation d'installations existantes.....	5
3 Émissions d'odeurs d'installations existantes .....	6
<b>Chapitre B: Calcul et mesure des distances</b> .....	<b>7</b>
4 Schéma de calcul de la distance minimale .....	7
4.1 Détermination des émissions d'odeurs (GB) en fonction de la catégorie d'animaux .....	8
4.2 Calcul de la distance normalisée (NA).....	9
4.3 Calcul de la distance minimale (MA).....	9
5 Mesure des distances .....	12
5.1 Distance à une seule étable.....	12
5.2 Distances à des installations comportant plusieurs étables .....	14
<b>Chapitre C: Évaluation spéciale</b> .....	<b>17</b>
6 Prise en compte des effets du vent.....	17
7 Influence de la topographie sur la propagation des odeurs, la canalisation du vent et les courants d'air froid.....	17
7.1 Emplacements situés sur des pentes ou dans des vallées .....	18
7.2 Écoulements d'air froid locaux .....	19
7.3 Démarche en étapes lors du choix d'un emplacement pour lequel on soupçonne un écoulement d'air froid.....	20
7.4 Analyse de l'adéquation de l'emplacement.....	21
<b>Annexe</b> .....	<b>23</b>
A. Exemples de calcul .....	23
B. Définitions et abréviations .....	33
C. Bibliographie .....	35



*Fig. 1: Des systèmes de stabulation respectueux des animaux nécessitent d'octroyer à ceux-ci plus de surface et de possibilités de séjour à l'air libre (parcours extérieur). Cela génère une augmentation des surfaces souillées et un dégagement d'odeurs plus diffus et plus proche du sol.*

# Chapitre A: Bases légales

Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP)

## 1 Champ d'application

Le présent chapitre A montre comment appliquer le rapport FAT n° 476 de la Station fédérale de recherche en économie et technologie agricoles Agroscope FAT à Tänikon (chapitres B et C) au titre de recommandation relative à l'annexe 2 chiffre 512 de l'ordonnance du 16 décembre 1985 sur la protection de l'air (OPair).

Les chapitres B et C s'appliquent à des installations d'élevage agricole d'animaux<sup>1)</sup> et d'élevage intensif d'animaux (annexe 2 chiffre 511 OPair). Ils indiquent les distances minimales requises par rapport à des zones habitées compte tenu des règles reconnues de l'élevage d'animaux.

Lorsque les distances minimales selon le chapitre B sont respectées, il n'y a généralement pas lieu de s'attendre à des immissions excessives d'odeurs dans les zones d'habitation proches (art. 2, al. 5, OPair). Une évaluation appréciation spéciale selon le chapitre C demeure réservée.

## 2 Application des distances minimales

### 2.1 Construction d'installations

Dans le cas de la construction d'installations (nouvelles), les distances minimales (MA) selon le chapitre B s'appliquent comme suit:

- |  |                  |
|--|------------------|
| a. aux zones strictement d'habitation:                                   | 100 % (1,0 x MA) |
| b. aux zones mixtes avec habitations et artisanat modérément dérangeant: | 70 % (0,7 x MA)  |
| c. à l'intérieur de zones agricoles: <sup>2)</sup>                       | 50 % (0,5 x MA)  |

A valeur de distance minimale:

- par rapport à d'autres zones, la distance jusqu'à la limite de la zone;
- à l'intérieur de la zone, la distance au bâtiment d'habitation le plus proche.

### 2.2 Rénovation et transformation d'installations existantes

Lorsqu'une installation est transformée, agrandie ou rénovée, et qu'il y a lieu de s'attendre, de ce fait, à une augmentation des émissions ou à d'autres émissions, ou si ces opérations génèrent des coûts supérieurs à la moitié de ceux qu'induirait une nouvelle installation, cette installation est réputée installation nouvelle au sens de l'art. 2, al. 4, OPair.

<sup>1</sup> Cette recommandation s'applique à l'élevage agricole d'animaux à partir de 0,25 unité de main-d'œuvre standard conformément à l'art. 3 de l'ordonnance du 7 décembre 1998 sur la terminologie agricole et la reconnaissance des formes d'exploitation (RS 910.91). S'agissant de l'élevage d'animaux à titre accessoire, il y a lieu d'examiner au cas par cas la mesure dans laquelle l'application de cette recommandation est judicieuse, voire justifiée.

<sup>2</sup> En zone agricole, la réglementation sur les distances minimales n'est pas directement appliquée. Néanmoins, la pratique commande de garantir aussi une protection suffisante dans ces zones étant donné que le principe de prévention (art. 11 LPE et art. 4 et 5 OPair) s'applique également aux zones agricoles (ATF 126 II 43).

En principe, les nouvelles installations doivent respecter toutes les limitations préventives d'émissions inscrites dans l'OPair et, par conséquent, les distances minimales. Si les distances minimales indiquées au chiffre 2.1 ne peuvent pas être respectées, il incombe à l'autorité d'examiner dans chaque cas de figure quelles mesures supplémentaires, techniques et relevant de l'exploitation, sont nécessaires pour respecter les distances minimales.

### **3 Émissions d'odeurs d'installations existantes**

Des immissions excessives d'odeurs se produisent en général lorsque:

- a. les distances minimales indiquées au chapitre B ne sont pas respectées;
- b. la situation géographique est problématique;
- c. l'installation présente des émissions supérieures à celles d'autres installations comparables.

Si l'un de ces trois cas (a, b ou c) est avéré, il n'est en général pas possible d'exclure des immissions excessives d'odeurs au sens de l'art. 2 al. 5 OPair. Dans de tels cas, il peut être nécessaire de procéder à des investigations complémentaires telles que sondages d'opinion, calculs fondés sur des modèles mathématiques ou visites sur le site.

La procédure générale à appliquer en cas d'oppositions liées à la problématique des odeurs, est décrite dans la recommandation de l'OFEFP intitulée « Recommandation sur l'appréciation des odeurs » (en préparation).

Si nécessaire, l'autorité édictera des limitations d'émissions plus sévères au sens de l'art. 5 ou 9 OPair.

## Chapitre B: Calcul et mesure des distances

**Les principales modifications apportées aux bases de calcul par rapport au rapport FAT n° 476 sont surlignées en gris.**

Alfons Schmidlin, Ladislav Koutny, Margret Keck, Richard Hilty, Robert Kaufmann, Agroscope FAT Tänikon, Station fédérale de recherche en économie et technologie agricoles, CH-8356 Ettenhausen

Ces dernières années, la proportion des divers systèmes d'élevage a fortement changé en Suisse. Plusieurs programmes d'élevage d'animaux sont par ailleurs encouragés par la politique agraire suisse. La participation à des programmes d'élevage particulièrement respectueux des animaux (ordonnance SST du 7.12.1998) et offrant aux animaux de rente des sorties régulières en plein air (ordonnance SRPA du 7.12.1998), ainsi que diverses conditions de labellisation nécessitent de plus grandes surfaces que les systèmes de stabulation traditionnels sans parcours extérieurs. Alors qu'autrefois, dans les systèmes de stabulation fermés dominait la ventilation forcée avec des sources d'émissions ponctuelles, il s'agit aujourd'hui, dans le cas des systèmes de stabulation ouverts à aires multiples et des parcours extérieurs, de sources d'émissions diffuses, proches du sol.

Le schéma de calcul de la distance minimale qui est proposé ici doit étayer le choix, dans la phase d'élaboration du projet, d'un emplacement approprié. La présente recommandation livre de nouveaux facteurs de correction et une méthode de calcul de la distance fondés sur des analyses de la propagation des odeurs effectuées dans des exploitations réelles (Keck et al. 1999, Koutny 2002, Keck et al. 2004). D'autres critères, comme la rentabilité, l'évolution à long terme de l'exploitation ainsi que des aspects relevant de l'aménagement du territoire doivent également être pris en compte dans le choix de l'implantation d'installations d'élevage d'animaux.

### 4 Schéma de calcul de la distance minimale

Aucune valeur limite d'émission ou d'immission ne peut être indiquée actuellement pour les substances odorantes issues de l'élevage d'animaux. Sur la base de caractéristiques liées à l'exploitation, on a développé une procédure de calcul permettant de déterminer la distance minimale en fonction de valeurs seuil concernant les odeurs, qui découlent de relevés pratiques. Là où des relevés systématiques n'existaient pas encore, des hypothèses empiriques ont été formulées.

La formule à appliquer pour calculer la distance minimale s'applique aux effectifs d'animaux présentant des émissions d'odeurs de 4 à 200 GB (voir chiffre 4.1).

- Pour des effectifs d'animaux inférieurs à 4 GB, aucune immission excessive ne devrait pouvoir être perçue avec l'application d'une distance minimale de 20 m. Il ne faudrait cependant pas que la distance minimale soit inférieure à 10 m dans l'élevage agricole d'animaux (min. 0,25 UMOS de l'élevage d'animaux). Dans le cas d'effectifs plus faibles (p.ex. élevage d'animaux à titre accessoire), il faut examiner dans chaque cas de figure si une application analogue est justifiée. Il appartient aux autorités de déterminer la distance minimale.
- Les exploitations de plus de 200 GB doivent être calculées par compartimentation selon la méthode de l'influence mutuelle.

La distance minimale est calculée selon une méthode comportant trois étapes:

1. Détermination des émissions d'odeurs (GB) en fonction de la catégorie d'animaux
2. Calcul de la distance normalisée (NA)
3. Calcul de la distance minimale (MA)

#### 4.1 Détermination des émissions d'odeurs (GB) en fonction de la catégorie d'animaux

L'émission d'odeurs (GB) se calcule à partir du nombre de places rapportées à la surface (Z), du nombre maximal d'animaux selon le permis de construire, multiplié par le facteur d'émission d'odeurs (fg) de la catégorie d'animaux correspondante (i) (tableau 1).

Les facteurs ont été déterminés compte tenu des odeurs spécifiques à chaque catégorie d'animaux et ressenties différemment par l'être humain. En l'occurrence, on a tenu compte, d'une part, du poids vif des divers animaux, des quantités de métabolites produites, comme les sécrétions d'excréments et d'urine, la production de chaleur, de vapeur d'eau et de CO<sub>2</sub>, dégagées par la surface de la peau et la respiration, et également les données d'émissions d'odeurs de l'élevage d'animaux trouvées dans la littérature.

De telles études et de telles données existent pour les bovins, les porcs et la volaille. Pour les autres catégories d'animaux, les facteurs d'émission d'odeurs ont été déterminés empiriquement.

**Tableau 1. Facteurs d'émission d'odeurs (fg)**

Catégorie d'animaux (i), groupe d'animaux	Unité	Facteur d'émissions d'odeurs (fg)
Veaux, génisses, vaches, chevaux	UGB <sup>1</sup>	0.15*
Veaux à l'engrais (à partir de 10 animaux)		
- jusqu'à 100 kg (jusqu'à 2,5 mois)	animal	0.20
- plus de 100 kg (plus de 2,5 mois)	animal	0.25
Moutons		
- mâles pubères	animal	0.20*
- femelles et jeunes animaux de moins d'un an	animal	0.08*
Chèvres		
- mâles pubères	animal	0.30*
- femelles et jeunes animaux de moins d'un an	animal	0.10*
*Lorsque les animaux sont gardés en plein air, le « fg » peut être réduit jusqu'à 50% en fonction de la durée de garde en plein air. Un séjour sur un parcours extérieur en dur ne compte pas. Exemples:		
jusqu'à 60 jours de pâturage		pas de réduction
plus de 60 jour de pâturage, journée entière		25 % de réduction
plus de 60 jour de pâturage intégral (jour et nuit)		50 % de réduction
alpage		50 % de réduction
Porcs		
- porcelets sevrés 9 - 25 kg	animal	0.06
- pré-engraissement et élevage 25 - 60 kg	animal	0.15
- pré-engraissement, finition et élevage 25 - 110 kg	animal	0.20
- finition et élevage 60 - 110 kg	animal	0.25
- truies sevrées, truies gestantes, verrats	animal	0.25
- truies mères y compris leurs porcelets têtants jusqu'à 9 kg	animal	0.30
Volaille		
- poules, élevage ou engraissement	animal	0.007
- poules pondeuses, poules parentales,	animal	0.010
- dindes d'élevage	animal	0.010
- dindes parentales, dinde à l'engrais	animal	0.015
Lapins	animal	0.005

<sup>1</sup> Calcul des unités de gros bétail (UGB) selon l'ordonnance de 1998 sur la terminologie agricole

En présence de différents groupes d'animaux appartenant à la même catégorie d'animaux ou à des catégories différentes, on additionnera les valeurs GB obtenues pour chacun des groupes ou catégories:

$$GB = \sum_{i=1}^n Z_i \cdot fg_i \quad (\text{formule 1})$$

On trouvera plusieurs exemples de calcul à l'annexe A.

#### 4.2 Calcul de la distance normalisée (NA)

A l'aide de l'émission d'odeurs (GB), on détermine la distance normalisée (NA) à partir soit de la figure 2, soit de la formule 2.

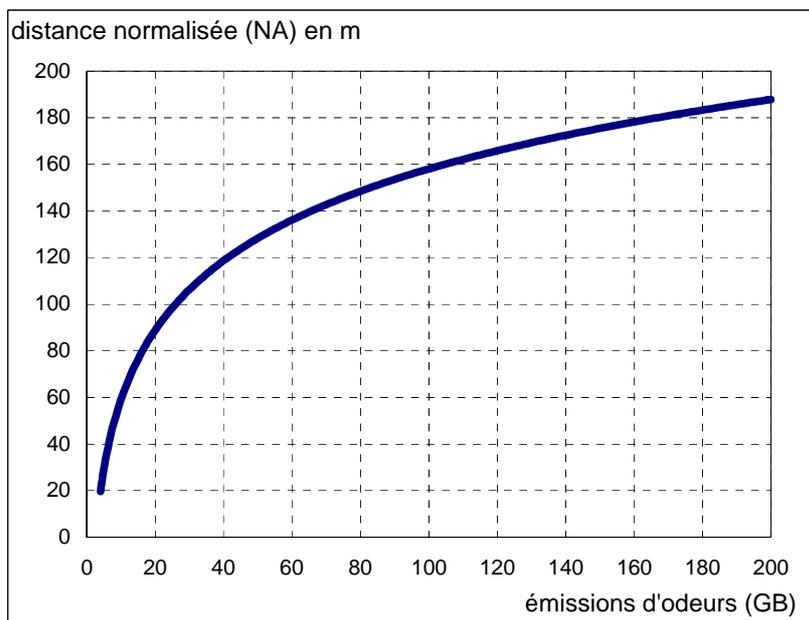


Fig. 2. Distance normalisée en fonction des émissions d'odeurs de 4 à 200 GB

$$NA = 43 \cdot \ln(GB) - 40 \quad (\text{formule 2})$$

(ln = logarithme naturel)

#### 4.3 Calcul de la distance minimale (MA)

Les facteurs de correction « fk » spécifiés dans le tableau 2 tiennent compte des conditions spécifiques ayant une incidence sur la formation et la propagation des odeurs

La distance minimale (MA) s'obtient par multiplication de la distance normalisée (NA) par les facteurs de correction ( $f_{k1}$  à  $f_{k9}$ ):

$$MA = NA \cdot fk1 \cdot fk2 \cdot \dots \cdot fk9 \quad (\text{formule 3})$$

Les exemples de calcul 1 à 6 de la distance minimale figurent à l'annexe A.

**Tableau 2. Facteurs de correction fk liés à l'emplacement, aux installations et à l'exploitation**

Critère	fk <sup>1</sup>
<b>1. Topographie</b> Situation de l'exploitation: - en terrain relativement plat - en pente, au bord d'une pente ou dans une vallée encaissée - pour l'appréciation d'éventuels courants d'air froid, voir chapitre C pages 15 ss.	  1.00 1.20
<b>2. Altitude</b> L'exploitation est située: - au-dessous de 600 m - entre 600 et 1000 - au-dessus de 1000 m	  1.00 0.90 0.80
<b>3. Système de stabulation</b> Bovins, y c. veaux à l'engrais, chevaux, chèvres, moutons (avec ou sans parcours) Porcs - étable avec ventilation forcée - sans parcours extérieur - avec parcours extérieur (système à aires multiples) - étable avec ventilation libre - sans parcours extérieur avec litière épaisse (espace unique) - sans parcours extérieur (système à aires multiples) - avec parcours extérieur (système à aires multiples) Volaille - étable fermée - étable avec: - élevage sur pré (au moins 1 m <sup>2</sup> /animal) - jardin d'hiver (aire à climat extérieur)	 1.00  1.00 1.15  0.60 1.00 1.15  1.00  0.80 1.10
<b>4. Ventilation</b> H = hauteur de la cheminée au-dessus du sol h = hauteur effective du point de rejet $\Delta h$ = surélévation <sup>2</sup> $h = H + \Delta h$ kH = hauteur de la cheminée au-dessus du faîte du toit Ventilation forcée - Aération par cheminées verticales au-dessus du toit - kH > 1,5 m et h > 3 m au-dessus du faîte du toit des bâtiments situés dans un rayon de 30 m et H > 10 m - kH < 1,5 m ou h < 3 m au-dessus du faîte du toit ou H < 10 m - évacuation latérale de l'air vicié ou cheminée avec chapeau Ventilation naturelle - Bétail bovin et autres animaux consommant des fourrages grossiers - autres catégories d'animaux	         0.80 1.00 1.10  1.00 1.10
<b>5. Production et stockage d'engrais de ferme</b> - avant tout fumier solide (fumier de volaille, stockage couvert) - stockage ouvert de fumier de volaille - avant tout fumier liquide (lisier) - stockage en fosse ouverte ou avec purin recouvert - avec rinçage par circulation ou brassage régulier (plusieurs fois par semaine) - stockage en fosse ouverte - avec rinçage par circulation ou brassage régulier (plusieurs fois par semaine)	 0.90 1.00  1.00 1.05 1.05 1.10
<b>6. Hygiène</b> (animaux, étable, préparation et stockage des aliments) - bonne à satisfaisante - insuffisante à mauvaise	 1.00 1.20

<b>7. Alimentation</b>	
- avant tout céréales en tous genres, pommes de terre, herbe, lait, etc.	1.00
- petit lait 20 % de la ration alimentaire en matière sèche <sup>3</sup>	1.20
- déchets de restauration et graisse 20 % de la ration alimentaire en matière sèche <sup>3</sup>	1.30
- déchets d'abattage	1.50
<b>8. Épuration de l'air vicié</b>	
facteur de correction = $1 - [(\text{rendement en \%} - 10) / 100]$ , valeur minimale = 0,1	
- pas d'épuration de l'air vicié	1.00
- lavage biologique p.ex. avec rendement de 80 %	0.30
- filtre biologique p.ex. avec rendement de 90 %	0.20
-	...
<b>9. Traitement du lisier</b>	
- aucun	1.00
- installation de biogaz	0.90
<sup>1</sup> Les facteurs $f_k$ peuvent être interpolés moyennant la justification adéquate. <sup>2</sup> Formule de calcul à l'annexe B <sup>3</sup> Pour une autre composition de la ration alimentaire, le facteur sera interpolé en fonction du pourcentage, p.ex. 14 % de petit lait = 1.14 ou 12 % déchets de restauration = 1.18.	

### Explications concernant les facteurs de correction ( $f_k$ )

#### *Point 1: Topographie*

L'appréciation de la topographie et des courants d'air froid est traitée au chapitre C.

#### *Point 2: Altitude*

La température de l'air baisse avec l'altitude. Ce phénomène induit une sensibilité moindre de l'odorat humain. Par conséquent, il y a aussi lieu d'ajuster les facteurs de correction.

#### *Point 3: Système de stabulation*

Différents systèmes de stabulation (suivant la catégorie d'animaux) influencent sensiblement l'ampleur du dégagement d'odeurs et, par conséquent, les immissions d'odeurs. C'est le cas notamment des systèmes de stabulation appliqués dans les porcheries non dotées de conduits d'évacuation de l'air vicié sur le toit et qui offrent aux animaux de grandes surfaces en plein air; ces installations génèrent une surface souillée supplémentaire et doivent être qualifiées de sources diffuses d'odeurs.

#### *Point 4: Ventilation*

Les indications se rapportent à la ventilation maximale (débit d'air estival).

Le type de ventilation a une influence essentielle sur la propagation des odeurs. La ventilation forcée avec une évacuation verticale de l'air vicié sur le toit est caractérisée par une grande vitesse de sortie et une hauteur de sortie de l'air vicié élevée, ce qui entraîne une meilleure dilution des substances odorantes. Une sortie latérale de l'air vicié et une ventilation naturelle sont caractéristiques d'un dégagement d'odeurs proche du sol, ce qui entraîne une dilution moindre des odeurs et partant une appréciation plus défavorable du système de ventilation.

#### *Point 5: Production d'engrais de ferme*

Le fumier de volaille qui n'est pas stocké à l'état sec dégage en permanence des odeurs du fait de sa décomposition biologique. Une fosse à purin ouverte constitue une source d'odeurs induite par le vent. Le rinçage par circulation ou le brassage régulier du lisier entraîne une émission supplémentaire d'odeur.

*Point 6: Hygiène*

Les odeurs sont essentiellement provoquées par:

- la décomposition de substances organiques contenues dans les excréments et l'urine à l'étable et sur les parcours extérieurs
- le stockage de l'engrais de ferme et
- le stockage et la distribution de matières ensilées ou d'autres aliments dégagant de fortes odeurs.

Un nettoyage suffisant et des surfaces peu propices à favoriser le dégagement d'odeurs sont importants.

*Point 7: Alimentation*

La distribution d'aliments tels que petit lait et déchets de cuisine peut nécessiter un ajustement des facteurs de correction suivant le pourcentage de la ration alimentaire totale qu'ils représentent.

*Point 8: Épuration de l'air vicié*

Afin d'assurer une réduction durable des odeurs, l'installation d'épuration de l'air vicié doit être entretenue régulièrement.

## 5 Mesure des distances

Les distances minimales se mesurent à partir, respectivement, du point d'émission ou de la ligne d'émission de l'étable.

### 5.1 Distance à partir d'une seule étable

Le point d'émission de l'étable correspond au point d'évacuation d'air le plus proche. Dans le cas des étables dotées de ventilations forcées, il s'agit des cheminées d'évacuation (points d'émission), et dans les étables à ventilation libre, des façades (ligne d'émission). Dans une porcherie, le parcours extérieur est pris en compte à 100 %, c'est-à-dire que la ligne d'émission est la limite du parcours extérieur. Dans l'élevage de bétail bovin, on tient compte à 50% du parcours extérieur placé en bordure, c'est-à-dire que la ligne d'émission se situe au milieu du parcours extérieur.

Les parties du bâtiment qui n'émettent pas d'odeurs (p.ex. remise, fenil, garage pour les tracteurs) peuvent être exclues de la mesure des distances (figure 3).

Le dépôt de fumier et la fosse à purin ainsi que les silos verticaux ou horizontaux peuvent être considérés comme des sources d'émissions supplémentaires.

Dans l'élevage de la volaille, les jardins d'hiver sont également pris en compte à 100 %. Les parcours extérieurs sur pré qui présentent une surface d'au moins 1 m<sup>2</sup> par animal et sont entièrement recouverts d'herbe ne sont pas pris en compte.

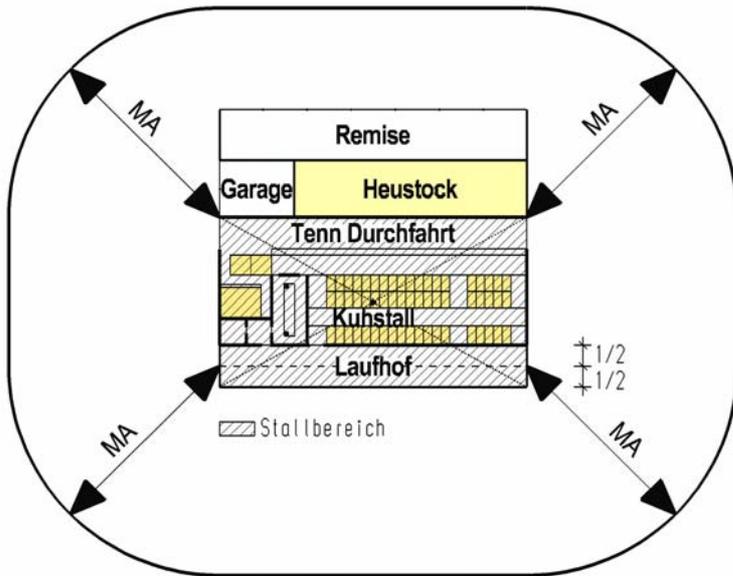


Fig. 3: Distance minimale (=enveloppe) autour d'une étable destinée au bétail bovin avec des parties de bâtiment non émettrices d'odeurs.

La courbe de la distance minimale correspond à un cercle décrit autour de chacun des points d'émission ou à une parallèle à la ligne d'émission. Le rayon du cercle autour de ces points de mesure et les parallèles aux lignes de dimensionnement correspondent à la distance minimale calculée (figure 4).

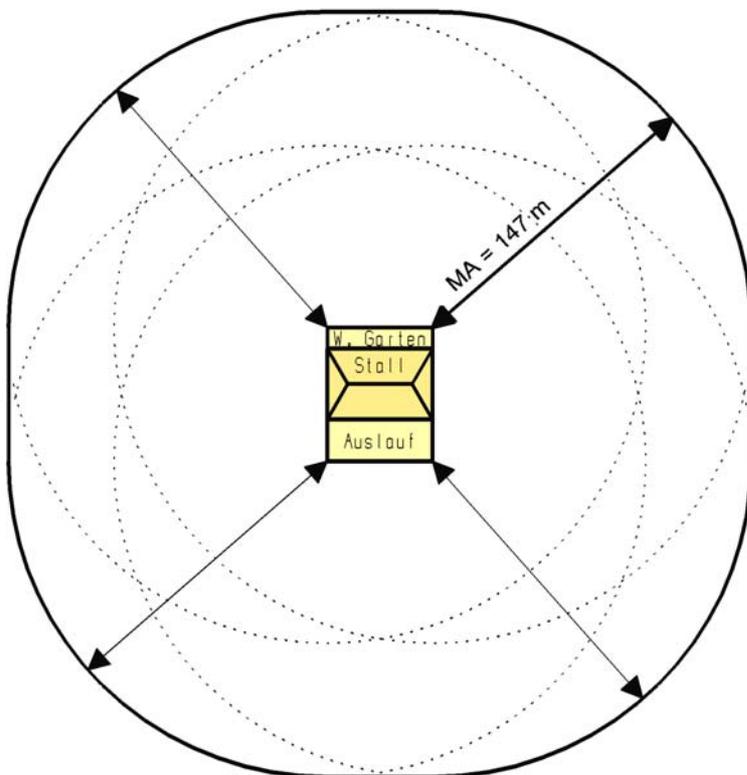


Fig. 4: Distance minimale autour d'une étable (exemple de calcul 1, annexe A)

## 5.2 Distances à partir d'installations comportant plusieurs étales

Pour les installations à plusieurs étales (ou celles dont les différentes parties doivent être calculées séparément), les distances par rapport aux zones habitées ou aux maisons d'habitation sont déterminées à partir des bâtiments extérieurs. Les émissions des bâtiments intérieurs sont pondérées selon la formule 4.

(formule 4)

**La distance minimale relative  $MA_{rel,i}$  pour des bâtiments extérieurs se calcule comme suit:**

$$MA_{rel,i} = 43 \cdot \ln(GB_{rel,i}) - 40$$

avec

$$GB_{rel,i} = \sum_{j=1}^n GB_{rel,i j}$$

somme des émissions d'odeurs pondérées de tous les bâtiments

$$GB_{rel,i j} = e^{(MA_j + 40 - r_{ij})/43}$$

émissions d'odeurs pondérées de chacun des bâtiments

$$r_{ij} = 0 \text{ pour } i = j$$

distance en mètres entre les centres d'émission d'un bâtiment extérieur<sub>i</sub> et d'un bâtiment intérieur<sub>j</sub>

$MA_j$  = distance minimale pour chacun des bâtiments

$N_j$  = distance normalisée pour chacun des bâtiments

$f_{kji}$  = facteurs de correction 1 à 9 (selon tableau 2) pour les bâtiments

Si la valeur «  $MA_j + 40 - r_{ij}$  » est négative, c'est-à-dire si le cercle correspondant à la distance minimale de la source intérieure, augmenté de 40 m, n'atteint pas le point d'émission de l'étable extérieure, les émissions d'odeurs occasionnées par l'étable intérieure peuvent être négligées.

La courbe de la distance minimale pour l'installation dans son ensemble constitue une enveloppe formée par les cercles de distance corrigés entourant les bâtiments extérieurs (figure 6).

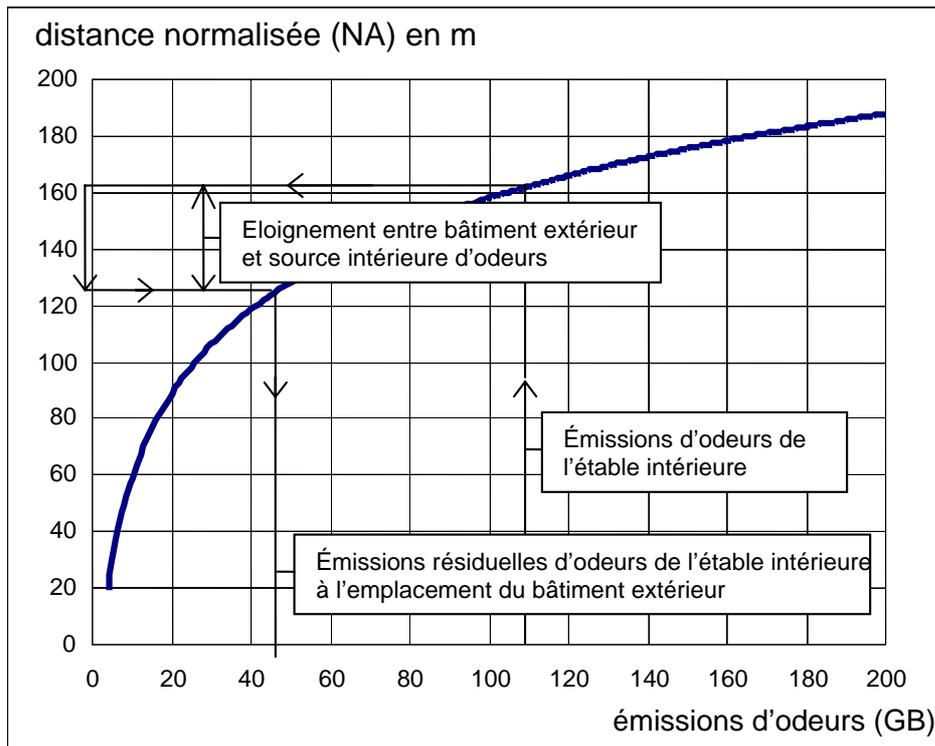


Fig. 5: Schéma de pondération lorsque deux étables s'influencent mutuellement

*Démarche:* Tout d'abord, on calcule la distance minimale pour chaque bâtiment. Si les distances minimales de chacun des bâtiments sont respectées, on examine avec la méthode de l'influence mutuelle si l'installation dans son ensemble répond également aux exigences des distances minimales. Pour cela, on a besoin des distances entre les centres géométriques des étables (figure 6).

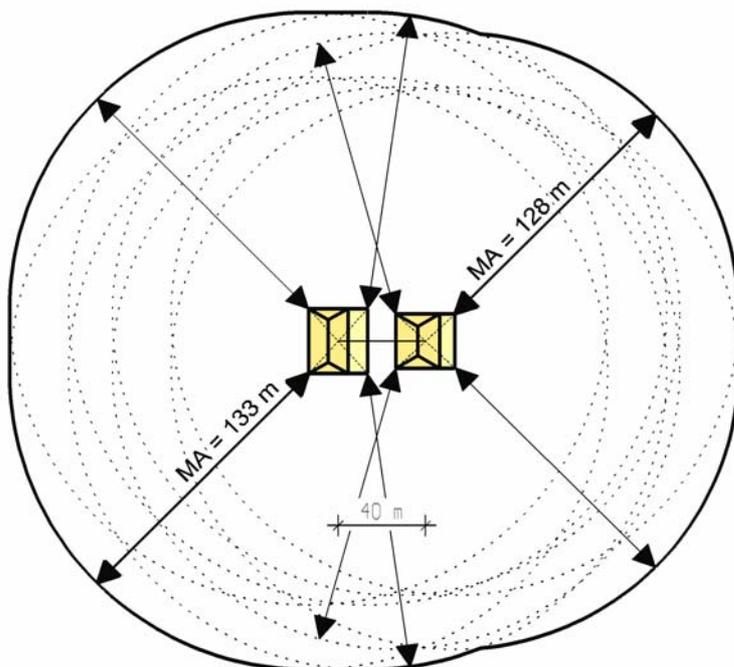


Fig. 6: Distance minimale (=enveloppe) autour d'une installation comportant deux étables (exemple de calcul 3, annexe A)

On trouvera à l'annexe A les calculs des distances minimales concernant les figures 4 et 6 (exemples de calcul 1 et 3).

La méthode de l'influence mutuelle est aussi applicable aux étables de plus de 100 m de long présentant un rapport longueur : largeur supérieur à 4 : 1. On trouvera également un exemple de calcul à l'annexe A (exemple 5). Les étables de plus de 200 GB sont divisées et calculées avec la méthode de l'influence mutuelle.

**Liste des fournisseurs de conseils et d'accessoires**

Une liste des bureaux de conseil et des services officiels peut être obtenue à la Station fédérale de recherche en économie et technologie agricoles de Tänikon (FAT), CH-8356 Ettenhausen. La FAT dispose également d'un tableau Excel pour le calcul de la distance minimale et d'un questionnaire d'enquête sur les odeurs.

La dernière version du rapport FAT existe sous forme électronique sur le site [www.fat.ch](http://www.fat.ch).  
(pour ce projet voir → [www.environnement-suisse.ch/air](http://www.environnement-suisse.ch/air) → *prescriptions* → *agriculture* )

## Chapitre C: Évaluation spéciale

Il est indiqué de procéder à une évaluation spéciale pour les exploitations dépassant une certaine taille sous l'angle des émissions d'odeurs (« animaux ne consommant pas de fourrages grossiers » tels que porcs et volaille équivalant à plus de 8 GB) et situées en des endroits très exposés au vent ou à des courants d'air froid.

### 6 Prise en compte des effets du vent

La fréquence des changements de direction du vent n'est pas prise en considération dans les calculs ci-dessus. En effet, dans la plupart des cas, on ne dispose pas de données spécifiques, à petite échelle et sur de longues périodes, décrivant les occurrences de la fréquence et de la direction des vents.

Cependant, s'il existe une rose des vents représentative de l'endroit, on pourra, dans le cadre d'une évaluation spéciale, considérer les directions dominantes des vents dans le calcul des distances minimales. Ces données doivent être suffisamment fiables et être confirmées par une statistique des vents des stations météorologiques de MétéoSuisse.

L'occurrence d'une certaine direction de vent peut avoir pour conséquence que:

- les habitants de maisons situées dans un rayon correspondant à la distance minimale ne souffrent que sporadiquement ou pas du tout d'immissions d'odeurs, parce que le vent ne souffle que rarement de la direction de l'étable considérée, ou que
- les habitants de maisons situées hors du rayon de la distance minimale souffrent fréquemment d'immissions d'odeurs parce que le vent souffle souvent de la direction de l'étable (direction principale du vent).

A priori, plus les données anémométriques relevées couvrent une longue période et plus la distance à la station de mesure est courte, plus les valeurs mesurées seront fiables.

Si les mesures météorologiques ou l'analyse du site, effectuée par un expert, font ressortir des conditions particulières dues au vent, il faudra corriger, conformément aux éléments de l'évaluation spéciale, la distance minimale provisoirement calculée.

### 7 Influence de la topographie sur la propagation des odeurs, la canalisation du vent et les courants d'air froid

*Le chapitre 7 est entièrement nouveau.*

Les emplacements situés sur des terrains relativement plats sont généralement influencés par des situations météorologiques à grande échelle (systèmes venteux), bien ventilés et, partant, bénéficient d'évaluations plus favorables que des emplacements situés *en pente* ou *dans une vallée*, généralement caractérisés par la prédominance de systèmes venteux locaux (tableau 3). Ces derniers sont évalués *en fonction de la direction* (chapitres 7.1 et 7.3).

**Tableau 3. Propriétés et évaluation de systèmes venteux locaux**

<b>Système venteux</b>	<b>Propriétés</b>	<b>Évaluation</b>
<i>Brise montante</i>	en général très bonnes conditions de propagation du fait d'une forte turbulence	non lié à la direction
<i>Brise d'aval ou brise d'amont</i>	en général très bonnes conditions de propagation du fait d'une forte turbulence, mais danger de canalisations du vent dans les vallées encaissées	lié à la direction

<i>Brise descendante et brise d'amont (brise de montagne)</i>	en général, conditions de propagation défavorables à cause d'une superposition stable des couches d'air	lié à la direction
---	---	--------------------

## 7.1 Emplacements situés sur des pentes ou dans des vallées

Les emplacements situés sur des pentes ou dans des vallées sont caractérisés par des systèmes venteux mus par des phénomènes thermiques (figure 7). La brise de montagne apparaissant durant la journée (brise d'aval le long de la vallée et brise montante sur les pentes latérales) est généralement très turbulente, si bien que la dilution des substances odorantes est élevée. La brise de montagne (brise d'amont le long de la vallée et brise descendante sur les pentes latérales) se levant la nuit est due au courant d'air froid proche du sol, qui peut se former pendant une nuit peu nuageuse et peu ventilée. Les courants d'air froid qui soufflent au cours de la soirée et de la nuit sont caractérisés par une stratification thermique stable et des vents de faible vitesse, si bien que les odeurs dégagées à proximité du sol ne sont que peu diluées et peuvent ainsi se propager sur de grandes distances sous la forme de filets d'air. L'air froid qui descend le long de pentes remplit des cuvettes et des puits, s'accumule dans les vallées et progresse dans les vallées (s'il y a une certaine déclivité) sous la forme de vent descendant parallèle à leur axe. L'accumulation de cet air froid dans des terrains concaves fermés (p.ex. bassins, cuvettes) peut créer des poches d'air froid. Dans ces inversions de température plus ou moins fortes, l'échange vertical d'air est sensiblement réduit, si bien qu'il peut s'ensuivre une augmentation de la perception des odeurs.

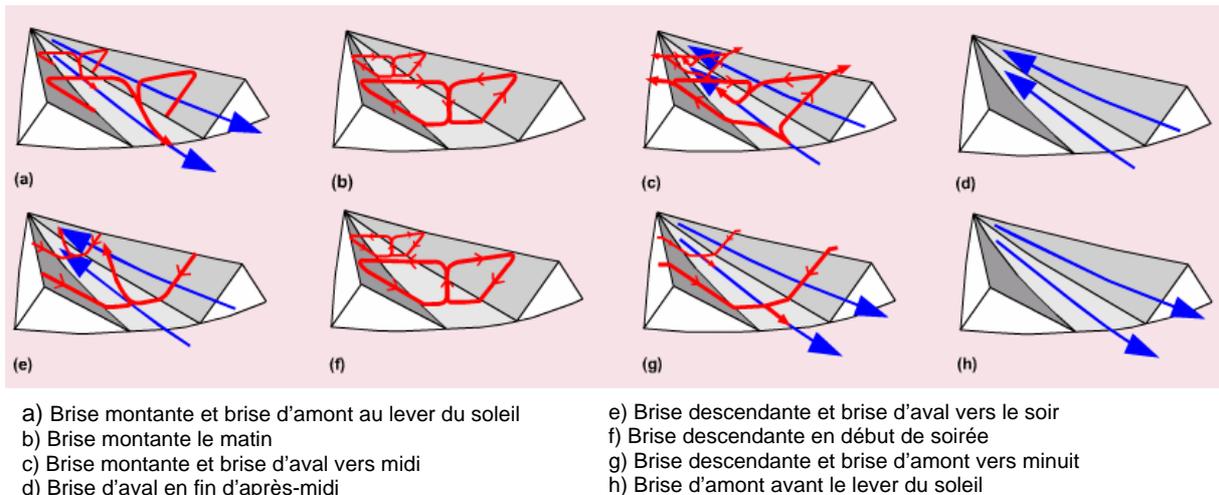


Fig. 7: Développement des vents sur des pentes et dans des vallées au cours de la journée (Liljequist u. Cehak, 1979).

Outre les situations météorologiques à faible vent (situations en présence d'air froid), la topographie influence aussi la direction locale du vent lors de situations météorologiques présentant des vents de plus grande vitesse (conditions anémométriques à grande échelle). Le relief agit alors aussi bien sur la vitesse du vent que sur sa direction. Dans les vallées, l'écoulement est canalisé dans la direction de leur axe, ce qui entraîne des changements de la direction du vent à proximité du sol par rapport à sa direction principale. L'effet de canalisation est d'autant plus marqué que la vallée est profonde. Par conséquent, dans les vallées encaissées, la superposition des deux directions principales du vent peut souvent provoquer une augmentation de la perception des odeurs.

Si, dans une vallée encaissée (où la largeur ne dépasse pas trois fois la profondeur), une brise de vallée ou une brise de montagne est provoquée par canalisation, le facteur 1 lié à la topographie est augmenté de 1,20 à 1,40. C'est de là que découle la distance minimale liée à la direction. La délimitation latérale suit en général une direction parallèle à l'axe de la vallée (exemple de calcul 2, annexe A).

## 7.2 Écoulements d'air froid locaux

L'air froid produit localement et soufflant vers l'aval est perceptible sous la forme d'une brise de montagne (brise d'amont et brise descendante). Il peut avoir des effets sur les zones habitées à cause du refroidissement nocturne en été et de l'apport d'air frais toute l'année.

L'apparition d'air froid et son écoulement dépendent:

- des conditions météorologiques - en particulier des situations de haute pression avec peu de vent et des écarts de température marqués entre le jour et la nuit;
- de l'exposition, de la déclivité et de la longueur de la pente, de la topographie et de la grandeur des surfaces où se forme l'air froid;
- du type d'utilisation de la surface dans l'optique du refroidissement superficiel
  - les cours d'eau se refroidissent très peu la nuit,
  - dans la forêt (zone des troncs suivant la densité des arbres), le refroidissement est faible et retardé,
  - c'est sur les sols cultivés et les prairies que l'on enregistre le plus fort refroidissement nocturne.

Certains obstacles, tels les bâtiments ou les digues, sont contournés ou submergés par l'écoulement d'air froid lorsqu'il ne se produit pas de poche d'air froid. D'autres obstacles, comme les buissons et les groupes d'arbres (suivant leur taille et leur forme) peuvent freiner ou dévier plus ou moins l'air froid en mouvement suivant sa vitesse.

### Études

La situation avec et sans écoulement d'air froid et son influence sur la propagation et la perception des odeurs a été étudiée dans plusieurs exploitations (Koutny 2002). Les courants d'air ont été rendus visibles au moyen d'échantillons de fumée, ce qui a permis d'en observer la propagation. Pendant les enquêtes sur les odeurs effectuées avec le concours de personnes-test, on a étudié la perception des odeurs à l'endroit de leurs immissions. Parfois, ces immissions ont été brièvement perçues comme sensibles par les personnes-test à des distances équivalentes à 2-3 fois la distance minimale. La fréquence de la perception des odeurs diminue également exponentiellement avec la distance à leur source.

Les échantillons de fumée ont également été utilisés pour étudier l'influence du type de ventilation. Dans le cas de l'évacuation de l'air vicié sur le toit à une hauteur suffisante, on a pu constater que cet air vicié s'échappait au-dessus de la couche d'air froid (figure 8).

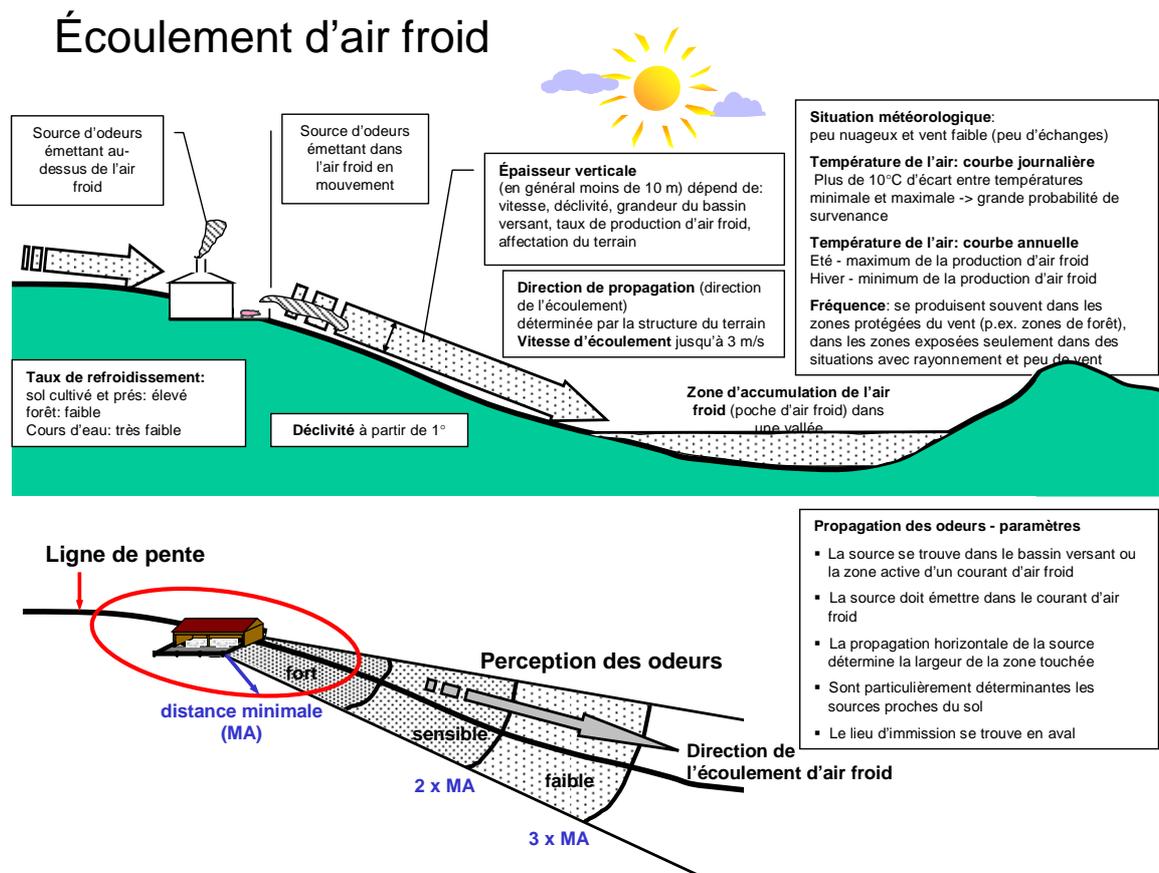


Fig. 8: Schéma d'un écoulement d'air froid et intensité de l'odeur perçue par les personnes-test pendant une enquête destinée à déterminer la perception des odeurs.

### 7.3 Démarche en étapes lors du choix d'un emplacement pour lequel on soupçonne un écoulement d'air froid

La zone à évaluer s'étend généralement à l'intérieur d'un cercle de 0,5-2 km de rayon autour de la source d'odeur. Sa détermination se fait en fonction du microclimat probable à l'endroit envisagé et de la topographie du terrain considéré et de la zone qui l'entoure. Le vent dirigé de la terre ferme vers un lac nécessite même de prendre en compte une distance encore plus grande.

Seules des personnes expérimentées sont habilitées à évaluer l'importance d'un écoulement d'air froid et de sa trajectoire:

- prise en compte de cartes topographiques, de données concernant l'affectation du terrain
- sont déterminantes surtout les sources d'odeurs proches du sol (essentiellement parcours extérieurs, étables à ciel ouvert, évacuation latérale de l'air vicié)
- la visite du site doit être fixée à un moment où les conditions de production d'air froid sont remplies: faible couverture nuageuse, peu de vent, peu d'échanges, au coucher de soleil ou au crépuscule. En présence d'un écoulement d'air froid, la zone proche du sol est dominée par des vents de très faible vitesse; cela pose des exigences plus grandes quant à l'équipement de mesure.
- Réalisation d'échantillons de fumée.

Pour qu'il y ait propagation d'odeurs dans un écoulement d'air froid, il faut

- que la source d'odeur se trouve dans la zone d'action de l'écoulement d'air froid.
- que le lieu de la perception de l'odeur soit en général en aval du courant, c'est-à-dire plus bas que la source.

Lorsque les critères suivants sont remplis (tableau 2), il est nécessaire d'augmenter de 0,3 chacun des facteurs de correction du point 1. Topographie:

- Déclivité  $\geq 3,5$  %, cela correspond à une différence de hauteur de 17,5 m pour une distance de 500 m, ou de 35 m pour une distance de 1000 m.
- Forêt dans le périmètre de la zone à analyser (au moins 1/5 de la surface à évaluer) dans la zone où se crée l'air froid.
- Ruisseau/rivière/plan d'eau (au moins 1/10 de la zone à évaluer) en aval de la source d'odeur.

Exemple: le facteur 1 Topographie est augmenté de 1,20 à 1,80 lorsque deux des critères ci-dessus sont satisfaits.

L'écoulement d'air froid suit la pente ou descend la vallée et va la forêt en direction du sol non cultivé ou de surfaces dotées d'une faible couverture de végétation (prairies, pâturages, champs).

Plus l'utilisation du terrain est homogène (p.ex. seulement des prés et des pâturages), moins l'écoulement d'air froid est marqué; plus l'usage du terrain est diversifié (bâtiments, forêt, buissons, champs, prés), plus il est marqué.

Dans la direction de l'écoulement d'air froid, on prendra en compte une zone dans laquelle la distance minimale sera rallongée. La délimitation latérale de la distance minimale liée à la direction peut être radiale, parallèle à la ligne de pente ou déterminée par la topographie.

#### 7.4 Analyse de l'adéquation de l'emplacement

Il est conseillé de soumettre à une analyse spécifique les emplacements situés dans des vallées ou sur des pentes. Le principe veut que toute étable occupant une situation dominante va se faire remarquer par des odeurs dans les zones d'habitation situées en aval lorsque le vent est relativement faible (*en particulier* en situation de haute pression) le soir et la nuit. Selon MétéoSuisse, il est cependant impossible de lier ce phénomène de façon absolue à des situations météorologiques précises étant donné que la situation topographique spécifique de l'étable prévue par rapport à la zone d'habitation touchée est prédominante pour le refroidissement nocturne local. Pour déterminer les trajectoires des écoulements d'air froid, on dispose des deux possibilités suivantes:

##### - Visualisation grâce à des échantillons de fumée

Sur le terrain, les courants d'air froid peuvent être étudiés à l'aide d'échantillons de fumée. Cela permet de déterminer directement sur place l'apparition, le comportement et la dispersion spatiale de l'écoulement d'air froid. De la sorte, il est également possible de pronostiquer précocement les retombées dues à des immissions possibles d'odeurs (p.ex. dans la phase d'élaboration d'un projet de construction). On pourra, de la sorte, directement ou à partir de vidéos prises lors de plusieurs expériences, cartographier les trajectoires de l'air froid et la position des lacs d'air froid. Ces études devraient être entreprises en fonction de la situation météorologique et des heures de la journée, surtout durant la saison chaude lorsque la formation d'air froid atteint son maximum.

- *Cartes d'analyse climatique et de planification*

Cet instrument est déjà utilisé dans quelques cantons et dans l'aménagement du territoire. Les cartes peuvent servir de base décisionnelle lors de projets de construction. Les cartes d'analyse climatique livrent de précieux renseignements sur la configuration de la ventilation d'une zone. Les combinaisons de valeurs liées au relief et à l'affectation du terrain influencent le régime venteux à proximité du sol. Sur ces cartes, il est possible de lire directement des informations sur l'effet du relief sur la ventilation des flancs de montagne (courants d'air froid), les trajectoires du vent (dérivation canalisée de l'air froid), mais aussi sur les zones d'accumulation de l'air froid.

## Annexe

### A. Exemples de calcul

#### Exemple 1:

Calcul de la distance minimale à une étable comportant 150 porcs à l'engrais de 25-100 kg et 5000 poulets d'engraissement.

#### 1. Calcul des émissions d'odeurs (GB)

Catégorie d'animaux (i), groupe d'animaux	Unité	fg	Nombre d'animaux
Porcs - pré-engraissement, finition et élevage 25 - 110 kg	animal	0.20	150
Volaille - poules, élevage ou engraissement	animal	0.007	5000

$$\text{Émissions d'odeurs GB} = (150 \times 0.20) + (5000 \times 0.007) = 65$$

Les émissions totales d'odeurs (GB) s'élèvent à 65 unités.

#### 2. Calcul de la distance normalisée (NA):

$$NA = 43 \cdot \ln(65) - 40 = 139 \text{ m}$$

#### 3. Calcul de la distance minimale (MA):

Le calcul de la distance minimale nécessite de prendre en compte les facteurs de correction  $f_k$ .

Facteurs de correction correspondant à l'exemple:

Critère	$f_k$
1. Topographie: terrain relativement plat	1.00
2. Altitude: 700 m	0.90
3. Système de stabulation: Porcs - étable avec ventilation forcée - avec parcours extérieur Volaille - jardin d'hiver <i>Interpolation: (30 x 1.15 + 35 x 1,10) / 65</i>	1.15 1.10 1.12
4. Ventilation: - Sortie latérale de l'air vicié	1.10
5. Production et stockage d'engrais de ferme: Porcs à l'engrais - stockage en fosse fermée Poulets d'engraissement – fumier de volaille stockage couvert <i>Interpolation: (30 x 1.00 + 35 x 0.90) / 65</i>	1.00 0.90 0.95
6. Hygiène: bonne à satisfaisante	1.00
7. Alimentation: Céréales	1.00

8. <i>Épuration de l'air vicié:</i>	
aucune	1.00
9. <i>Traitement du lisier:</i>	
aucun	1.00

Distance minimale:  $MA = NA \cdot fk1 \cdot fk2 \cdot \dots \cdot fk9$   
 $= 139 \times 1.0 \times 0.9 \times 1.12 \times 1.1 \times 0.95 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 = \mathbf{147\ m}$

La distance minimale aux zones habitées est donc égale à 147 m (représentation graphique de l'enveloppe correspondant à ce calcul, voir figure 6, chapitre 6.1).

Ce calcul n'est correct que si l'étable abritant les porcs et la volaille constitue une seule source d'odeur. Dans la plupart des cas, il s'agit de sources séparées, ce qui nécessite, par conséquent, d'effectuer le calcul par la méthode de l'influence mutuelle (voir exemple 3).

**Exemple 2:** (analogue à l'exemple 1, mais dans une vallée encaissée avec canalisation du vent)

Facteur 1, topographie = 1.20 circulaire et 1.40 lié à la direction.

Tous les autres facteurs restent identiques à l'exemple 1.

Calcul de la distance minimale:

Émissions d'odeurs et distance normalisée identiques à l'exemple 1

**MA** =  $139 \times 1.2 \times 0.9 \times 1.12 \times 1.1 \times 0.95 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 = \mathbf{176\ m}$

**RMA** =  $139 \times 1.4 \times 0.9 \times 1.12 \times 1.1 \times 0.95 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 = \mathbf{206\ m}$

La distance minimale est égale à 176 mètres. La distance minimale liée à la direction (RMA) est égale à 206 mètres dans l'axe de la vallée.

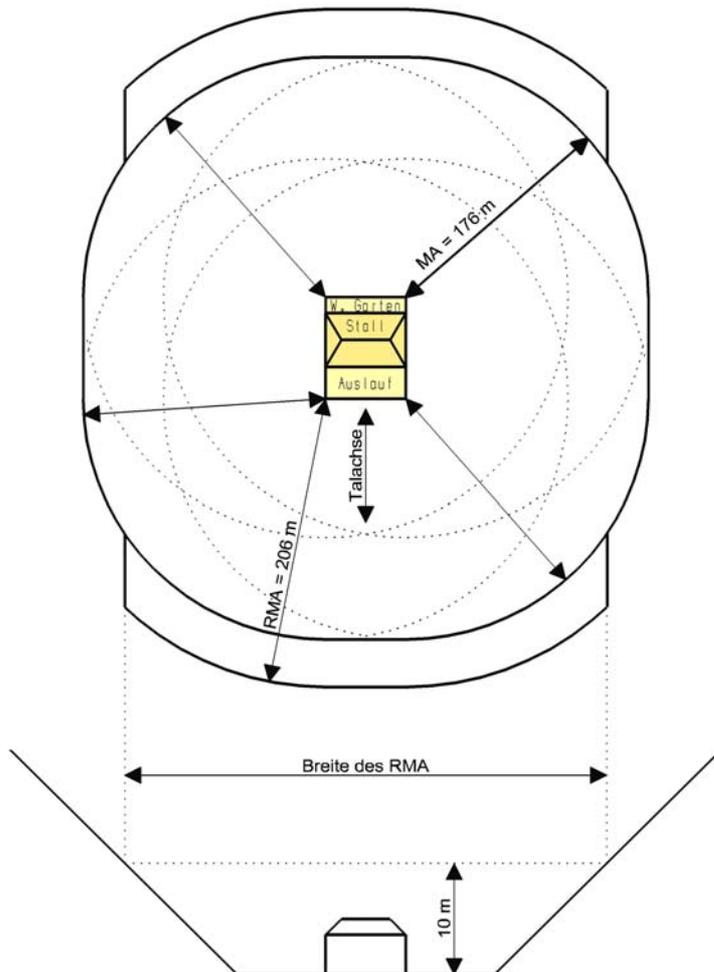


Fig. 9: Distance minimale liée à la direction dans une vallée encaissée canalisant le vent; suivant la situation du vent, le prolongement de la distance minimale peut être nécessaire dans l'une ou l'autre direction, voire dans les deux. La largeur de la vallée à une hauteur de 10 mètres limite la largeur de la distance minimale liée à la direction.

**Exemple 3:** (analogue à l'exemple 1, mais en considérant deux étables distinctes)

Les 150 porcs à l'engrais (étable 1) et les 5000 poulets d'engraissement (étable 2) sont considérés comme des sources d'odeur distinctes s'influençant mutuellement.

Étable 1: 150 porcs à l'engrais = 30 GB  
distance normalisée (NA) = 106 m

Étable 2: 5000 poulets d'engraissement = 35 GB  
distance normalisée (NA) = 113 m

Facteurs de correction correspondant à l'exemple:

Critère	$f_k$ étable 1	$f_k$ étable 2
1. Topographie: terrain relativement plat	1.00	1.00
2. Altitude: 700 m	0.90	0.90
3. Système de stabulation: étable avec ventilation forcée et parcours extérieur	1.15	
3. Système de stabulation: jardin d'hiver		1.10

4. Ventilation: sortie latérale de l'air vicié	1.10	1.10
5. Production et stockage d'engrais de ferme: stockage en fosse fermée	1.00	
5. Production et stockage d'engrais de ferme: fumier de volaille stockage couvert		0.90
6. Hygiène: bonne à satisfaisante	1.00	1.00
7. Alimentation: céréales	1.00	1.00
8. Pas d'épuration de l'air vicié	1.00	1.00
9. Pas de traitement du lisier	1.00	1.00

Distances minimales (MA) calculées pour chacune des étables: étable 1 = 121 m  
étable 2 = 111 m

Ces distances minimales à chacune des sources d'odeur doivent être respectées pour les zones habitées.

L'étape suivante est le calcul de l'influence mutuelle des deux étables. A cet effet, il est nécessaire de connaître la distance entre les deux sources d'odeur. Celle-ci est de 40 m.

Formule:  $MA_{rel,i} = 43 \cdot \ln(GB_{rel,i}) - 40$

$$\text{avec } GB_{rel,i} = \sum_{j=1}^n GB_{rel,ij} \quad , \quad \text{où } GB_{rel,ij} = e^{(MA_j + 40 - rij) / 43}$$

Bâtiment	Distance minimale MA	Émissions d'odeurs pondérées(GB) $GB_{rel,ij} = e^{(MA+40-r)/43}$	
		si bâtiment extérieur ( $r = 0$ pour $i = j$ )	si bâtiment intérieur <sub>i</sub> ( $r_{1,2} = 40$ )
1	121 m	42.3	16.7
2	111 m	33.5	13.2

Bâtiment extérieur	Émissions d'odeurs de l'ensemble de l'installation $GB_{rel,i} = \sum_{j=1}^n GB_{rel,ij}$	Distance minimale pondérée (m) $MA_{rel,i} = 43 \cdot \ln(GB_{rel,i}) - 40$
1	42.3 + 13.2 = <b>55.5</b>	43 x ln (55.5) - 40 = <b>132.7 m</b>
2	33.5 + 16.7 = <b>50.2</b>	43 x ln (50.2) - 40 = <b>128.4 m</b>

Si c'est la porcherie qui est la plus proche d'une zone habitée, une distance minimale de 133 mètres est nécessaire. Si c'est le poulailler qui est le plus proche, la distance minimale à observer est de 128 mètres. Lorsque ces distances minimales sont reportées sur le plan de situation, il est possible de dessiner l'enveloppe (voir fig. 8, chapitre 6.2).

#### Exemple 4:

Calcul de la distance minimale pour une installation comportant 3 étables (figure 10). Dans ce cas de figure, on reprend les deux étables de l'exemple 3 et on ajoute une étable supplémentaire abritant 440 porcs à l'engrais (25 - 110 kg).

Étable 1: 150 porcs à l'engrais = 30 GB

distance normalisée (NA) = 106 m

étable 2: 5000 poulets d'engraissement = 35 GB  
distance normalisée (NA) = 113 m

étable 3: 440 porcs à l'engrais = 88 GB  
distance normalisée (NA) = 153 m

Facteurs de correction correspondant à l'exemple:

Critère	f <sub>k</sub> étable 1	f <sub>k</sub> étable 2	f <sub>k</sub> étable 3
1. Topographie: terrain relativement plat	1.00	1.00	1.00
2. Altitude: 700 m	0.90	0.90	0.90
3. Système de stabulation: étable avec ventilation forcée avec parcours extérieur	1.15		
3. Système de stabulation: jardin d'hiver			1.00
3. Système de stabulation: excréments avec litière et jardin d'hiver		1.10	
4. Ventilation: sortie latérale de l'air vicié	1.10	1.10	
4. Ventilation: $kH > 1,5$ m et $h > 3$ m, $H > 10$ m			0.80
5. Production et stockage d'engrais de ferme: stockage en fosse fermée	1.00		1.00
5. Production et stockage d'engrais de ferme: fumier solide		0.90	
6. Hygiène: bonne à satisfaisante	1.00	1.00	1.00
7. Alimentation: céréales	1.00	1.00	1.00
8. Pas d'épuration de l'air vicié	1.00	1.00	1.00
9. Pas de traitement du lisier	1.00	1.00	1.00

Distances minimales (MA) calculées pour chacune des étables:		Distances $r_{ij}$ entre les points d'émission des trois bâtiments (m):			
		Bâtiment	1	2	3
étable 1	<b>121 m</b>	1	0	40	45
étable 2	<b>111 m</b>	2	40	0	50
étable 3	<b>110 m</b>	3	45	50	0

Pondération des émissions d'odeurs de chacun des bâtiments (influence mutuelle):

Bâtiment	Distance minimale MA	Émissions d'odeurs pondérées (GB)			
		$GB_{rel,ij} = e^{(MA+40-r)/43}$			
		si bâtiment extérieur ( $r = 0$ pour $i = j$ )	si bâtiment intérieur		
		1	2	3	
1	121 m	42.3		$r_{2,1} = 13.2$	$r_{3,1} = 11.5$
2	111 m	33.5	$r_{1,2} = 16.7$		$r_{3,2} = 10.2$
3	110 m	32.7	$r_{1,3} = 14.9$	$r_{2,3} = 10.5$	

Calcul de la distance minimale de l'ensemble de l'installation:

Bâtiment extérieur	Émissions d'odeurs de l'ensemble de l'installation $GB_{rel,i} = \sum_{j=1}^n GB_{rel,i,j}$	Distance minimale pondérée (m) $MA_{rel,i} = 43 \cdot \ln(GB_{rel,i}) - 40$
1	42.3 + 13.2 + 11.5 = <b>67.0</b>	43 x ln (67.0) - 40 = <b>140.8 m</b>
2	33.5 + 16.7 + 10.2 = <b>60.4</b>	43 x ln (60.4) - 40 = <b>136.4 m</b>
3	32.7 + 14.9 + 10.5 = <b>58.1</b>	43 x ln (58.1) - 40 = <b>134.7 m</b>

Distance minimale (MA) calculée de l'ensemble de l'installation avec influence mutuelle:

étable 1 = 141 m

étable 2 = 136 m

étable 3 = 135 m

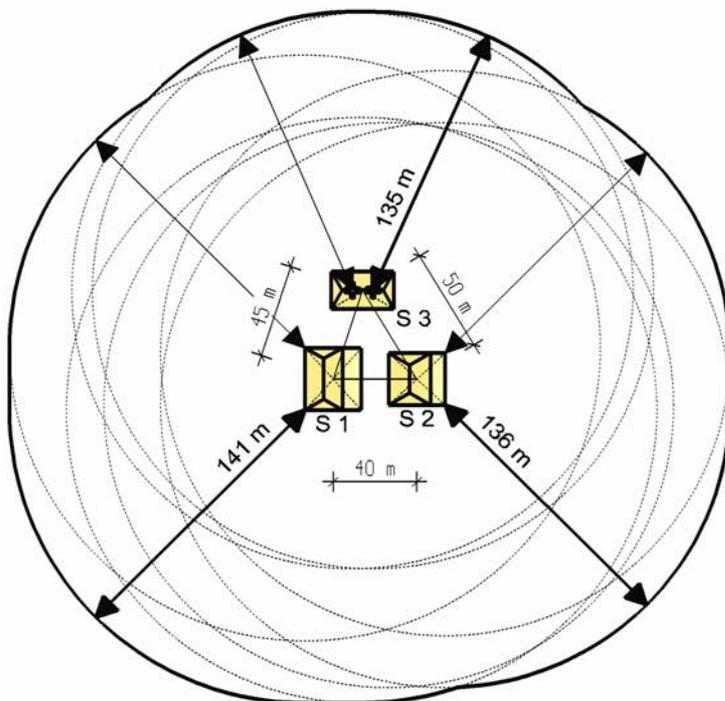


Fig. 10: Distance minimale (=enveloppe) autour d'une installation comportant trois étales

### Exemple 5:

La méthode de l'influence mutuelle s'applique aussi à des étales de plus de 100 m de longueur présentant un rapport longueur : largeur > 4 : 1.

Une longue étable (longueur = 102 m, largeur 25 m) abritant 120 vaches laitières est divisée en deux segments de 51 m et 60 vaches chacun (figure 11).

Segment 1:           60 vaches = 9 GB  
distance normalisée (NA) = 54 m

Segment 2:           60 vaches = 9 GB  
distance normalisée (NA) = 54 m

Dans cet exemple, tous les facteurs de correction ( $f_k$ ) sont égaux à 1.00

Distances minimales (MA) calculées pour chacun des segments d'étable:		Distances $r_{ij}$ entre les points d'émission des deux segment (m):		
		Segment	1	2
segment 1	<b>54 m</b>	1	0	51
segment 2	<b>54 m</b>	2	51	0

Pondération des émissions d'odeurs de chacun des segments (influence mutuelle):

Segment d'étable	Distance minimale MA	Émissions d'odeurs pondérées (GB)	
		si bâtiment extérieur ( $r = 0$ pour $i = j$ )	si bâtiment intérieur ( $r_{1,2} = 40$ )
1	54 m	9.0	2.7
2	54 m	9.0	2.7

Calcul de la distance minimale de l'ensemble de l'installation:

Bâtiment extérieur	Émissions d'odeurs de l'ensemble de l'installation $GB_{rel,i} = \sum_{j=1}^n GB_{rel,i,j}$	Distance minimale pondérée (m) $MA_{rel,i} = 43 \cdot \ln(GB_{rel,i}) - 40$
1	$9.0 + 2.7 = 11.7$	$43 \times \ln(11.7) - 40 = 66 \text{ m}$
2	$9.0 + 2.7 = 11.7$	$43 \times \ln(11.7) - 40 = 66 \text{ m}$

Distance minimale (MA) calculée de l'ensemble de l'installation avec influence mutuelle:  
 segment 1 = 66 m  
 segment 2 = 66 m

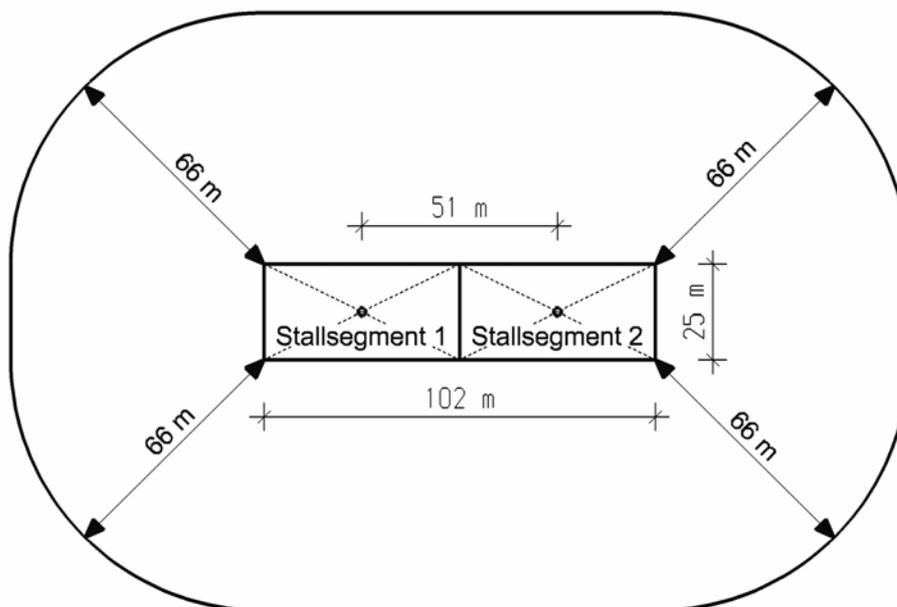


Fig.11: Distance minimale (=enveloppe) autour d'une étable de grande longueur

**Exemple 6:**

Évaluation d'une fosse à purin:

Les exemples qui suivent décrivent des méthodes possibles de calcul de la distance minimale. Elles reposent exclusivement sur l'expérience pratique.

Le point d'émission d'une fosse correspond à l'orifice de sortie de l'air vicié le plus proche de l'objet à protéger:

- fosse fermée: orifice d'aération le plus proche
- fosse ouverte: pourtour de la fosse

Si une fosse à purin se trouve à proximité immédiate d'une étable, le point d'émission et la mesure de la distance minimale de l'étable seront déplacés dans la direction de cette installation.

Si une fosse à purin est isolée, il faut la considérer comme une installation indépendante. Pour l'évaluer, on dispose de deux variantes:

*Variante 1:*

Dans le cas d'une fosse à purin située à l'intérieur d'un périmètre correspondant à la distance minimale de l'étable qu'elle jouxte, la distance minimale se calcule par la méthode de l'influence mutuelle décrite au chapitre 6.2; cependant, on ne prendra en considération que l'influence de l'étable sur la fosse à purin (exemple 6.1).

*Variante 2:*

Lorsque la fosse à purin est isolée (sans influence de l'étable qu'elle jouxte), on la considère comme une installation indépendante (exemple 6.2).

Pour déterminer la distance minimale, on prend en compte 20% de la distance calculée:

Quelle que soit la variante de calcul appliquée, la distance minimale ne doit jamais être inférieure à 20 m. On admet qu'avec une telle distance, aucune immission excessive n'est à craindre.

**Exemple 6.1:**

Une étable abrite 60 vaches laitières. La distance entre l'étable et la fosse à purin couverte est de 50 m.

Émissions d'odeurs (GB) 60 vaches = 9 GB

Distance normalisée (NA) = 54 m

Dans cet exemple, tous les facteurs de correction ( $f_k$ ) sont égaux à 1,00

Distance minimale (MA) de l'étable = **54 m**

Pour une fosse à purin, on prend en compte 20% de la distance minimale de l'étable qu'elle jouxte:

Distance minimale (MA) de la fosse à purin ouverte =  $54 \times 0,20 = 11 \text{ m}$

L'influence de l'étable sur la fosse à purin se calcule d'après la formule 4 (chapitre 6.2):

Émissions d'odeurs (GB) de la fosse à purin considérée comme installation extérieure

$$GB_{rel,ij} = e^{(MA_{Güllebehälter} + 40 - r)/43} = GB_{rel,ij} = e^{(11 + 40 - 0)/43} = 3,3 \text{ GB}$$

Émissions d'odeurs résiduelles de l'étable intérieure à l'emplacement de la fosse à purin:

$$GB_{rel,ij} = e^{(MA_{Stall} + 40 - r) / 43} = GB_{rel,ij} = e^{(54 + 40 - 50) / 43} = 2,8 GB$$

Installation partielle	Distance minimale MA	Émissions d'odeurs pondérées (GB)	
		$GB_{rel,ij} = e^{(MA+40-r)/43}$	
		si install. extérieure ( $r = 0$ pour $i = j$ )	si bâtiment intérieur, ( $r_{1,2} = 40$ )
fosse à purin	11 m	3.3	2.8

A partir de la somme des émissions d'odeurs, on calcule ensuite la distance minimale pondérée:

Installation partielle	Émissions d'odeurs de l'ensemble de l'installation $GB_{rel,i} = \sum_{j=1}^n GB_{rel,ij}$	Distance minimale pondérée (m) $MA_{rel,i} = 43 \cdot \ln(GB_{rel,i}) - 40$
fosse à purin	3.3 + 2.8 = <b>6.1</b>	43 x ln (6.1) - 40 = <b>38 m</b>

La distance minimale de la fosse à purin ouverte est de 38 m (figure 12).

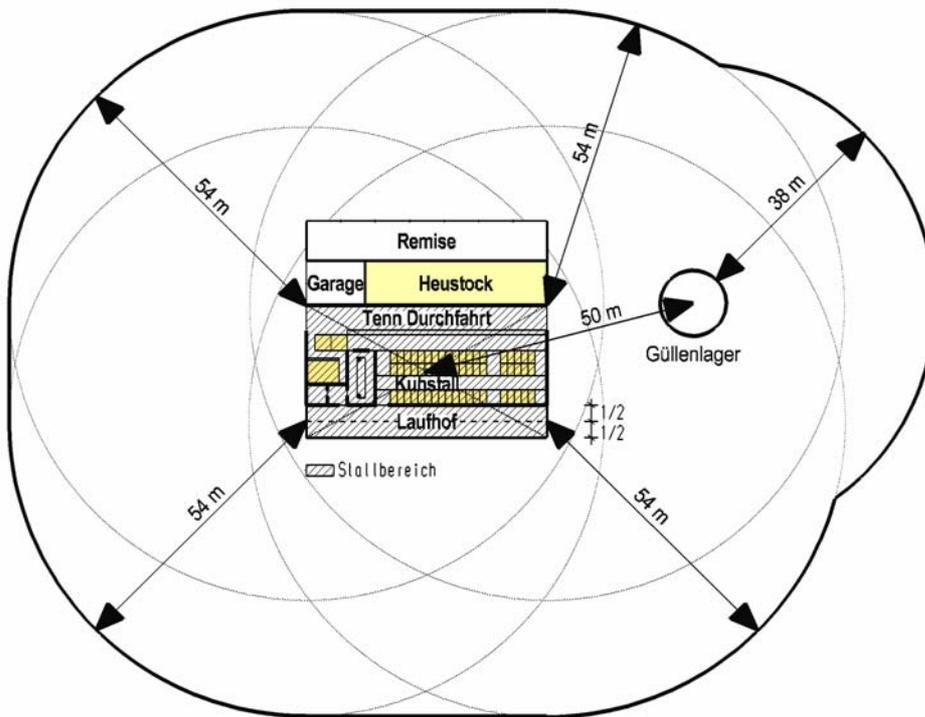


Fig. 12: Distance minimale (=enveloppe) autour d'une étable dotée d'une fosse à purin ouverte, étable pour bétail laitier de 60 UGB.

**Exemple 6.2:**

Évaluation d'une fosse à purin séparée pour trois étables:

Étable 1: 60 vaches laitières	= 9 GB
Étable 2: 150 porcs à l'engrais:	= 30 GB
Étable 3: 440 porcs à l'engrais:	= <u>88 GB</u>
Somme GB	127 GB

Distance normalisée (NA):  $NA = 43 \cdot \ln(127) - 40 = 168 \text{ m}$

Pour calculer la distance minimale (MA), on applique les facteurs de correction  $f_k$  suivants:

*Facteurs de correction correspondant à l'exemple:*

Critère	$f_k$
1. Topographie: terrain relativement plat	1.00
2. Altitude: 700 m	0.90
6. Hygiène: bonne à satisfaisante	1.00
7. Alimentation étable 1: céréales	1.00
7. Alimentation étable 2: petit lait 15 % de la ration alimentaire	1.15
7. Alimentation étable 3: petit lait plus de 20 % de la ration alimentaire	1.20
7. Interpolation: $(9 \times 1.00 + 30 \times 1.15 + 88 \times 1.20) / 127$	1.17
9. Pas d'épuration de l'air vicié	1.00

Distance minimale (MA):  $MA = 168 \times 1.00 \times 0.90 \times 1.00 \times 1.17 \times 1.00 = 177 \text{ m}$

Dans le cas d'une fosse à purin, on considère 20 % de cette valeur:

Distance minimale (MA) de la fosse à purin =  $177 \times 0,20 = \mathbf{35 \text{ m}}$

La distance minimale de la fosse à purin est de 35 m.

## B. Définitions et abréviations

### Définitions

#### Construction d'installations, nouvelles installations

Les distances minimales calculées d'après les présentes recommandations s'appliquent aux nouvelles installations. Par nouvelles installations, on entend aussi les installations transformées, agrandies ou remises en état, si:

- ce changement laisse présager des émissions plus fortes ou différentes, ou si
- l'on consent des dépenses supérieures à la moitié de ce qu'aurait coûté une nouvelle installation (art. 2, al. 4, OPair).

#### Zones habitées

Par zones habitées, on entend les zones à bâtir selon l'art. 15 de la loi sur l'aménagement du territoire, qui servent en premier lieu à des fins d'habitation. Elles comprennent les zones d'habitation et les zones mixtes, mais pas les zones artisanales, les zones industrielles, ni les zones agricoles.

#### Distance minimale

La distance minimale est la distance à respecter entre la source d'odeur d'une installation d'élevage et les zones habitées. Lorsque l'installation d'élevage d'animaux est située dans une zone habitée, la distance minimale faisant foi est a: celle qui va jusqu'à la limite du bien-fonds affecté à la zone habitée (zone d'habitation et zone mixte) et b: celle qui va jusqu'au bâtiment d'habitation le plus proche dans les zones non affectées à l'habitation (zone agricole).

#### HAUTEUR effective du point de rejet

Hauteur effective du point de rejet ( $h$ ) = hauteur de la sortie de l'air vicié au-dessus du sol ( $H$ ) + surélévation due à l'éjection verticale de l'air vicié ( $\Delta h$ ) - figure 12.

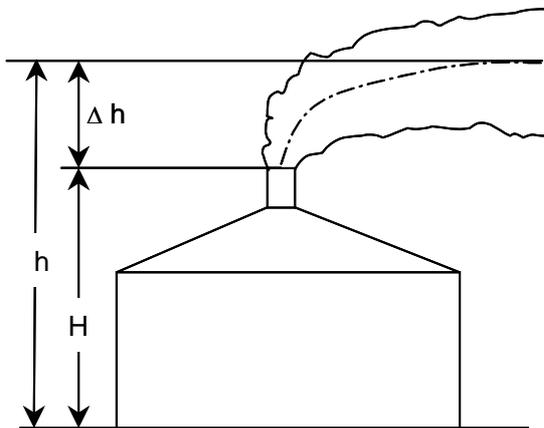


Fig. 12: Schéma de la hauteur effective du point de rejet  $h$ ;  $H$  = hauteur de la sortie de l'air vicié au-dessus du sol,  $\Delta h$  = surélévation due à l'éjection verticale de l'air vicié

La surélévation ( $\Delta h$ ) se calcule comme il suit:

$$\Delta h = \frac{c \cdot V}{u \cdot d} \quad (\text{formule 5})$$

avec

$c$  = facteur lié à la stratification verticale de l'air; il peut être admis comme étant égal à 1,5 à une hauteur de 10 m au-dessus du sol

$V$  = débit volumique de l'air vicié ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) =  $\pi \cdot (d/2)^2 \cdot v$

$d$  = diamètre de la cheminée (m)

$v$  = vitesse de l'air vicié (m/s)

$u$  = vitesse du vent à la sortie de l'air vicié (m/s)

La vitesse critique admise est généralement de 1,5 m/s (Schirz, 1989)

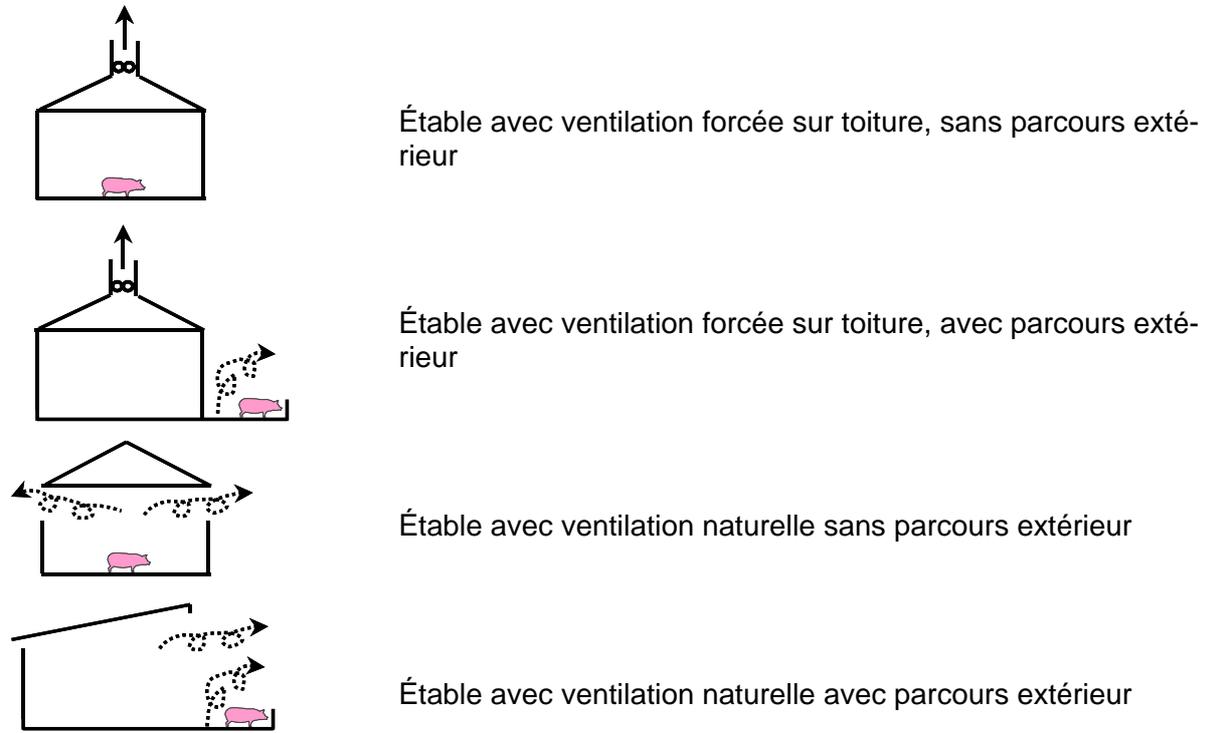


Fig. 13: Représentation schématique des différents systèmes de stabulation utilisés dans l'élevage des porcs

## Abréviations

$e$	nombre naturel (nombre d'Euler)
$fg$	facteur d'émissions d'odeurs
$fk$	facteur de correction de la distance normalisée suivant l'emplacement, l'installation et l'exploitation
GB	émissions d'odeurs
$H$	hauteur de la cheminée en m
$\Delta h$	surélévation en m en fonction du débit volumique de l'air vicié
$h$	hauteur effective du point de rejet
$\ln$	logarithme naturel
MA	distance minimale en m
NA	distance normalisée en m
RMA	distance minimale liée à la direction en m
UMOS	unité de main-d'oeuvre standard (selon ordonnance sur la terminologie agricole, RS 910.91)

## C. Bibliographie

Keck M., Koutny L., Schmidlin A. und Hilty R., 2004. Minimum distances in Switzerland for pig housing systems with exercise yards and natural ventilation. VDI Report 1850, en préparation.

Keck M., Schmidlin A. und Sager A., 1999. Étables de bétail laitier avec parcours extérieur: immissions d'odeur plus élevées? Agrarforschung 6 (1), p. 5-7.

Koutny L., 2002. Influence du site sur la diffusion des odeurs provenant des systèmes de détention d'animaux. Agrarforschung 9 (8), p. 346-351.

Liljequist G. und Cehak K., 1979. Allgemeine Meteorologie. Vieweg, Braunschweig.

Richner B. und Schmidlin A., 1995. Distances minimales à observer pour les installations d'élevage d'animaux - Recommandations pour de nouvelles constructions et des exploitations existantes. Rapport FAT n° 476.

Schirz S., 1989. Handhabung der VDI-Richtlinien 3471 Schweine und 3472 Hühner. KTBL-Arbeitspapier 126.

### *Législation:*

Loi fédérale du 7 octobre 1983 sur la protection de l'environnement (LPE). RS 814.01.

Ordonnance du 16 décembre 1985 sur la protection de l'air (OPair). RS 814.318.142.1.

Loi fédérale du 22 juin 1979 sur l'aménagement du territoire (LAT). RS 700.

Ordonnance du 7 décembre 1998 sur la terminologie agricole et la reconnaissance des formes d'exploitation (RS 910.91).

Ordonnance du DFE du 7.12.1998 sur les systèmes de stabulation particulièrement respectueux des animaux (Ordonnance SST). RS 910.132.4.

Ordonnance du DFE du 7.12.1998 sur les sorties régulières en plein air d'animaux de rente (Ordonnance SRPA). RS 910.132.5.