



Guide pour l'évaluation systématique des effets des odeurs

Version 1.1 du 29 juin 2026

www.emwelt.lu



Administration
de l'environnement
Grand-Duché de Luxembourg

Révisions

Version	Brève description	Responsable du traitement	Statut de publication
1.0	Version du 15 juin 2026	TÜV Rheinland Energy & Environment GmbH	Non publié
1.1	Version du 29 juin 2026	Administration de l'environnement	publié

Version : 1.1

Le présent guide sera actualisé en cas de besoin. La version allemande est contractuelle.

Contact : Administration de l'environnement

Service Qualité et Gestion de projets

Dr Isabelle Naegelen (agreements@ae.v.etat.lu)

1, avenue du Rock'n'Roll

L - 4361 Esch-sur-Alzette

Table des matières

1 Introduction.....	5
1.1 Objectif.....	5
1.2 Bases légales	5
1.3 Plan d'intervention.....	7
2 Exigences minimales pour les études sur les odeurs	8
3 Évaluation des odeurs	11
3.1 Introduction	11
3.2 Valeurs d'immissions pour un habitat / un lieu de travail sain	11
3.3 Odeurs gênantes d'une durée limitée.....	12
3.4 Évaluation des immissions d'odeurs	13
3.5 Évaluation dans des cas individuels.....	15
3.5.1 Évaluation hédonique dans le cas des odeurs spécifiques aux espèces animales.....	15
3.5.2 Évaluation hédonique en cas d'odeurs particulièrement agréables / désagréables	15
3.5.3 Règle d'amélioration	15
3.6 Procédure en cas de plaintes	16
4 Détermination des nuisances olfactives dans les procédures d'autorisation et surveillance	17
4.1 Procédure générale.....	17
5 Détection des émissions d'odeurs (olfactométrie).....	20
5.1 Normes et directives.....	20
5.2 Mesures	20
5.3 Exigences en matière de rapports	21
5.4 Méthodes de mesure par appareil : Analyse des gaz	22
6 Détection des immissions d'odeurs	23
6.1 Enquêtes	23
6.1.1 Normes et directives	23
6.1.2 Réalisation des enquêtes	23
6.1.3 Visite d'orientation	23
6.1.4 Exigences en matière de rapports	24
6.2 Mesures du panache	24
6.2.1 Normes et directives	24
6.2.2 Réalisation de mesures du panache.....	24
6.2.3 Exigences en matière de rapports	25
6.3 Mesure par quadrillage	26
6.3.1 Normes et directives	26
6.3.2 Réalisation des visites	26
6.3.3 Exigences en matière de rapports	27
6.4 Prévision des immissions d'odeurs (calculs de propagation)	29

6.4.1 Normes et directives	29
6.4.2 Screening - Détection d'odeur pour les sources en aval	29
6.4.3 Prévisions des immissions d'odeurs.....	30
6.4.4 Exigences relatives aux données d'entrée	30
6.4.5 Méthodes : Réalisation du calcul de la propagation des odeurs	34
7 Exigences relatives à la fourniture de données pour l'AEV	38
8 Littérature	39
9 Annexes	43
A1 Liste des tableaux	43
A2 Liste des figures	43
A3 Définitions	44
A3.1 Glossaire.....	44
A3.2 Abréviations	51

1 Introduction

1.1 Objectif

Au Luxembourg, il n'existe actuellement aucune disposition légale ou réglementaire propre régissant les exigences en matière de détection et de prévision des odeurs. L'objectif de ce guide est de permettre une harmonisation des pratiques afin de garantir la comparabilité des résultats des mesures d'odeur dans les procédures de surveillance et des études d'impact des odeurs. Pour ce faire, les méthodes actuellement utilisées sont rassemblées et expliquées. Dans la pratique, les méthodes présentées ont déjà été exigées par l'Administration de l'environnement (AEV) lors de la réalisation d'études d'impact ou de rapports de mesure.

Le présent guide décrit les points suivants, qui sont pertinents pour l'évaluation des odeurs :

1. Évaluation des effets des odeurs,
2. Détection des *émissions d'odeurs* (olfactométrie),
3. Détection des nuisances olfactives (*immissions*),
4. Prévision des nuisances olfactives, par exemple dans les procédures d'autorisation.

Les exigences minimales relatives aux rapports sur les mesures et les calculs prévisionnels sont définis. Les résultats de calculs ou les impacts environnementaux étant de plus en plus souvent représentés sous forme cartographique, des exigences de format pour le transfert de données sont décrites.

1.2 Bases légales

Loi modifiée du 10 juin 1999 relative aux établissements classés [1]

Cette loi régit la procédure d'autorisation / de modification des chantiers et établissements classés. Elle prévoit la mise en balance des avantages et des inconvénients de ces chantiers et établissements («*commodo et incommodo*»). À cette fin, différentes classifications d'établissements (1, 1A, 1B, 2, 3, 3A, 3B) ont été définies, qui sont attribuées aux établissements dans le *règlement grand-ducal modifié du 10 mai 2012* [2]. La pollution olfactive n'est certes pas explicitement mentionnée dans cette loi, mais elle est considérée comme une influence négative (*incommodation*). Elle doit également être comprise comme une pollution au sens de l'art. 2.3 (introduction directe ou indirecte de substances dans l'air par les activités humaines), qui doit être réduite conformément à l'art. 1 de la même loi.

Loi modifiée du 9 mai 2014 relative aux émissions industrielles [3]

Dans la loi de transposition de la directive sur les émissions industrielles (*industrial emissions directive*, IED EU 2010/75/EU) du 9 mai 2014, les effets des odeurs ne sont directement abordés que dans le cadre des installations industrielles de valorisation des déchets et d'incinération, à l'article 45.

« L'exploitant de l'installation d'incinération des déchets ou de l'installation de co-incinération des déchets prend toutes les précautions nécessaires en ce qui concerne la livraison et la réception des déchets dans le but de prévenir ou de limiter dans toute la mesure du possible la pollution de l'air, du sol, des eaux de surface et des eaux souterraines, ainsi que d'autres effets négatifs sur l'environnement, les odeurs et le bruit et les risques directs pour la santé humaine. »

L'article 66 prévoit la possibilité de prendre des mesures légales en cas de délits et d'infractions.

Loi modifiée du 21 mars 2012 relative à la gestion des déchets [4]

La loi sur le traitement des déchets aborde directement la prévention des nuisances olfactives à l'article 10 b) :

« La gestion des déchets doit se faire sans mettre en danger la santé humaine et sans nuire à l'environnement, et notamment :

b) sans provoquer de nuisances sonores ou olfactives ; »

Loi modifiée du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement [5]

Pour les installations ayant un impact sur la nature et l'environnement, la loi du 15 mai 2018 [5] s'applique, sur la base de laquelle des procédures environnementales (*évaluation des incidences sur l'environnement, EIE*) sont mises en œuvre. Dans le cadre des procédures environnementales, les émissions d'odeurs sont également évaluées, le cas échéant, en tant qu'incidence sur la santé humaine.

Loi modifiée du 21 juin 1976 relative à la lutte contre la pollution de l'atmosphère [6]

La loi sur la pureté de l'air de 1976 stipule dans son article 1 que toute émission dans l'air de substances gazeuses, liquides ou solides, quelle qu'en soit la source, en quantités et concentrations susceptibles d'incommoder anormalement l'humain ou de nuire à sa santé, de porter atteinte aux animaux ou aux végétaux ou de causer des dommages aux biens et aux sites, est à considérer comme une pollution de l'air. L'article 2 stipule que l'État luxembourgeois édicte des règlements qui réglementent les *émissions* de polluants atmosphériques et qui permettent aux organes de l'État de contrôler et de surveiller les pollueurs de l'air.

Les nuisances olfactives sont des conséquences de la pollution par des *émissions* qui peuvent provoquer chez l'humain des nuisances, voire des maladies. En tant que telles, elles font l'objet de la loi de 1976.

Suite à cette loi, une série d'ordonnances et de décrets ministériels ont été publiés pour régler les détails de la protection de l'air concernant différentes installations et pollutions atmosphériques. L'impact environnemental des odeurs n'a pas été considéré séparément.

La loi a été adaptée dans une publication "*Qualité de l'air*" du 10 mai 2011. Le paquet comprend la loi du 29 avril 2011 [7] modifiant le texte de la loi de 1976, un règlement [8] fixant les valeurs limites d'émission et leur contrôle, et le texte coordonné de la loi de 1976. Là encore, les nuisances olfactives ne sont pas explicitement mentionnées. Toutefois, l'article 1 de la loi de 1976 a été maintenu, de sorte que les mesures de lutte contre les nuisances olfactives conservent leur base légale.

Dans le cadre, entre autres, de l'obligation de réduction de la pollution atmosphérique mentionnée à l'article 1 de la loi commode [1], les *émissions olfactives* sont également à contrôler dans le cadre légal. Jusqu'à l'introduction de ce guide, les directives des pays voisins, en particulier la directive allemande sur les immissions d'odeurs GIRL [9] et, depuis 2021, l'annexe 7 de la TA Luft 2021 [10], ont été utilisées pour évaluer les odeurs. En raison d'interprétations différentes des exigences en matière de mesure, la base des évaluations des autorités n'était pas nécessairement harmonisée.

Le présent guide se veut une étape vers l'harmonisation des méthodes.

1.3 Plan d'intervention

Pour les études olfactives réalisées par des *personnes agréées* conformément à la loi du 21 avril 1993 [11], les méthodes de sondage ou d'enquête, les mesures, les prélèvements d'échantillons, la prise en compte de la pollution de fond et de la pollution préexistante, les données d'entrée dans les calculs de propagation, les modèles de calcul utilisés ainsi que les approches d'évaluation sont présentés et harmonisés au préalable sous la forme d'un *plan d'intervention*, en fonction de la problématique et des conditions locales. Les propositions d'évaluation des nuisances olfactives, les classifications des zones et les lieux de nuisance considérés doivent également y figurer. Le plan d'intervention est soumis à l'Administration de l'environnement à l'adresse électronique diversOA@ae.v.etat.lu au plus tard 30 jours avant le début d'une surveillance ou d'une étude d'impact des odeurs.

2 Exigences minimales pour les études sur les odeurs

Les études d'odeurs peuvent être des mesures visant à déterminer les flux de substances odorantes provenant de *sources d'émission*, des mesures visant à enregistrer les *immissions d'odeurs* ou des études d'odeurs compactes dans le cadre de procédures d'autorisation ou de surveillance. Une étude des odeurs complète peut se composer de plusieurs expertises indépendantes, par exemple

- d'une détection olfactométrique des flux de substances odorantes,
- d'un quadrillage pour saisir la nuisance existante,
- d'une évaluation du niveau de rejet nécessaire d'une ou plusieurs sources captées en ce qui concerne les odeurs, si celui-ci n'a pas déjà été déterminé dans une expertise antérieure et intégré dans l'autorisation existante,
- d'un rapport sur un calcul de propagation qui utilise les données déterminées ci-dessus comme données d'entrée.

Les rapports sur une étude des odeurs incluent les points suivants :

Résumé des résultats de l'étude

Le contenu est adapté à la mission à accomplir. Ainsi, par exemple, si les flux de substances odorantes sont inférieurs au seuil de minimis, aucun traitement supplémentaire au titre du point (4) n'est nécessaire.

(1) Définition des tâches

- Nomination des parties impliquées (demandeur, exploitant, bureau d'études, évaluateur)
- Motif et cadre légal de l'étude (description du projet ou motif de l'étude)

(2) Description des lieux

- Situation géographique naturelle (vallées, exposition)
- Taille de la *zone d'étude et d'évaluation*
- Structure d'utilisation de l'environnement
- Utilisations nécessitant une protection particulière (hôpitaux, maisons de retraite, maisons de soins et autres)¹
- *PAG* délimitations
- *PAP* existants

(3) Description de l'établissement ou de l'installation

- Brève description technique, en complément d'un dossier de demande plus détaillé

¹ La classification n'a pas d'incidence sur les valeurs limites, mais à proximité d'établissements ou d'installations particulièrement dignes de protection, il convient d'évaluer de manière particulièrement critique tout dépassement à autoriser pour les installations d'élevage.

- Classification juridique
- Le cas échéant, étapes de construction et planification pour l'aménagement final
- Classification par rapport à l'état de la technique, notamment en ce qui concerne les dispositifs antipollution

(4) Description des sources d'émission

- Plans de situation, coordonnées en LUREF, paramètres de source et d'échappement, brèves descriptions
- Bases pour la fixation des *débits des sources* (mesures, littérature, installations comparatives)
- *Débits des sources*
- Le cas échéant, évaluation concernant le *flux de substances odorantes insignifiantes*

(5) Prévision des immissions

- Site modèle et *zone d'étude*
- Modèle numérique de terrain
- Caractéristiques de la surface terrestre
- Représentation des bâtiments pertinents, dans la mesure où ils influencent l'écoulement à proximité des sources d'émission ou des lieux de nuisance²
- Données météorologiques
- *Valeurs limites d'immissions* ou *valeurs d'évaluation*
- *Pollution olfactive préexistante*

(6) Résultats des prévisions

- Présentation générale des indicateurs d'exposition (*fréquence horaire des odeurs*) par rapport aux *valeurs d'évaluation*

(7) Mesures

- Si pertinent, présentation des mesures de réduction des *émissions d'odeurs*
- Discussion sur l'efficacité et la faisabilité

(8) Conclusions et recommandations

- Résumé des principaux résultats
- Évaluation de la situation en matière d'*immission*
- Éventuellement des recommandations d'action pour le client ou des tiers

Annexe

²Les explications fournies dans la TA Luft 2021[10], annexe 2 n° 11, peuvent être invoquées pour souligner la nécessité de prendre en compte les bâtiments.

- Données techniques et informations détaillées sur la méthodologie
- Protocoles de mesure et données brutes
- Documentation des protocoles de calcul (généralement les fichiers journaux du calcul du champ de vent et du calcul de propagation)
- Éventuellement réaction de la part de l'AEV par rapport au concept d'étude
- Éventuellement glossaire et liste d'abréviations

Bibliographie

- Références à la littérature et aux normes utilisées

3 Évaluation des odeurs

3.1 Introduction

Les odeurs elles-mêmes sont à considérer comme des effets environnementaux gênants. Dans le cadre de la gêne, ils n'ont initialement aucun effet sur la santé humaine. Cependant, comme les sensations olfactives sont liées à la classification de la perception dans le cerveau humain et donc à une fonction d'avertissement contre les dangers des gaz toxiques ou autres, elles sont capables de déclencher des signaux de stress. Il est donc judicieux, dans le cadre de la planification et de l'autorisation des établissements ou installations, de fixer des limites d'exposition pour différents types d'utilisation des récepteurs concernés (lieux d'immission). Il faut en principe répondre aux questions suivantes :

- Pendant combien de temps les personnes sont-elles exposées aux odeurs ?
- Y a-t-il une acceptation des odeurs, principalement d'origine agricole, en raison d'une situation historiquement établie ?
- Existe-t-il une acceptation ou une inacceptation particulière des odeurs en raison d'aspects *hédoniques* (sensation agréable, force, sensation de dégoût) ?

Comme la clarification de cette dernière question dépend également de critères subjectifs, elle est généralement ignorée lors de la formulation des exigences légales et n'est utilisée pour l'évaluation que dans des cas particuliers. C'est pourquoi, en Autriche et en Allemagne, entre autres, la pollution olfactive est d'abord définie comme la perception d'une odeur, indépendamment de sa qualité. La mesure de l'intensité de l'exposition n'est pas la qualité de l'odeur, mais la fréquence à laquelle elle est perçue (fréquence de l'odeur). Ainsi, la partie subjective ou dépendante de la personne de l'évaluation de l'odeur est en grande partie supprimée. Les différences d'évaluation ne portent plus que sur le *seuil olfactif*, qui varie d'une personne à l'autre.

3.2 Valeurs d'immissions pour un habitat / un lieu de travail sain

Une nuisance olfactive est généralement considérée comme une gêne importante lorsque la fréquence horaire des odeurs, rapportée aux heures de l'année, dépasse les *valeurs d'immission* suivantes en fonction du type d'utilisation des *récepteurs* :

TABEAU 1 : VALEURS D'IMMISSIONS POUR LA FREQUENCE DES HEURES D'ODEUR PAR AN POUR DIFFERENTS TYPES D'UTILISATION.

UTILISATION	VALEUR D'IMMISSIONS
Zones résidentielles	10 %
Zones commerciales et industrielles	15 %

Une *nuisance olfactive supplémentaire totale* dont la fréquence ne dépasse pas 2 % des heures de l'année est considérée comme non significative (critère de *non-pertinence*). Dans les cas où les *nuisances olfactives préexistantes* sont importantes ou s'accumulent en raison d'établissements ou d'installations existantes, il convient d'inclure dans l'évaluation la *pollution totale* en l'état. C'est-à-dire qu'il faut vérifier si une contribution supplémentaire de 2 % peut encore être tolérée pour la *nuisance préexistante*.

La valeur d'immission de 15 % pour l'utilisation commerciale se réfère à l'utilisation résidentielle dans une zone commerciale et industrielle. Le *niveau d'immission* acceptable pour les logements de fonction des propriétaires d'entreprises, par exemple, est à examiner au cas par cas. Il en va de même pour la protection des personnes travaillant dans des zones à usage commercial sans utilisation résidentielle. En raison de la durée de séjour plus courte (en général 8 heures par jour), des *fréquences horaires d'odeurs* plus élevées peuvent être acceptées. Une valeur d'immission de 25 % ne devrait toutefois pas être dépassée.

Dans les zones d'habitation situées à proximité immédiate d'élevages à caractère historique, la valeur d'immission autorisée peut être portée de 10 % à 15 % s'il est prouvé que les odeurs proviennent de ces élevages.

L'utilisation résidentielle en extérieur³ est à évaluer au cas par cas, car elle ne bénéficie pas du même statut de protection que l'utilisation résidentielle pure. Dans ce cas, les valeurs limites peuvent être fixées en règle générale à 20 % et, en cas d'élevage voisin, jusqu'à 25 % de *fréquence horaire des odeurs* par an.

Les critères d'arrondi de la norme DIN 1333 [12] s'appliquent à l'évaluation. En conséquence, le résultat d'une mesure ou d'un calcul est indiqué avec une décimale de plus que la *valeur d'immission* et arrondi conformément à la précision requise pour l'indication des *valeurs d'immission*. Les valeurs arrondies sont ensuite utilisées pour la suite des calculs ou de l'évaluation.

3.3 Odeurs gênantes d'une durée limitée

Dans le cas de *sources d'émission* non permanentes, par exemple lors de chantiers de construction ou de transformation, des sources d'odeur temporaires peuvent apparaître. Pour de tels cas, il est judicieux de rapporter la *fréquence horaire des odeurs* à des intervalles de temps plus courts, par exemple 1 mois. Une valeur indicative pour une nuisance importante peut dans ce cas être fixée plus haut, à 50 % de *fréquence horaire des odeurs*. Le projet de recommandation suisse sur les odeurs en est un exemple [13]. Une évaluation des odeurs est effectuée pour chaque mois et pour l'année.

³ Par « usage résidentiel en extérieur », on entend les bâtiments résidentiels qui se trouvent dans des zones non affectées à l'usage résidentiel dans le zonage du PAG.

Dans ce cas, la nuisance maximale à autoriser est à clarifier avec l'Administration de l'environnement dans le cadre du plan d'intervention.

3.4 Évaluation des immissions d'odeurs

Outre l'incertitude liée à la variabilité naturelle du temps, qui est contournée par le calcul de l'année représentative, la détermination de la nuisance olfactive est soumise à différents endroits aux incertitudes mentionnées ci-dessous :

- 1) Incertitude de l'*émission*
 - a) Incertitude de la mesure des *émissions d'odeur* (olfactométrie), selon DIN 13725 [14]
 - b) Incertitude des périodes et des quantités d'émissions (estimation)
- 2) Incertitude de l'*immission*
 - a) Incertitude de la modélisation statistique dans le modèle de Lagrange (modélisation)
 - b) Incertitude de la détermination lors du quadrillage ou de la mesure du panache, selon DIN 16841-1/-2 [15] [16]

L'incertitude statistique du modèle de propagation (n° 2a) et l'incertitude des méthodes de mesure (n° 2b, voir également [10] à ce sujet) sont connues. D'autres incertitudes (météorologie, *émissions*) peuvent être déterminées au cas par cas, mais dans le cas général, cela demande trop de travail. Il est donc possible de procéder de la manière suivante :

- 1) Détermination comme approche maximale (approche favorable aux *récepteurs*, " $I+\sigma$ ")⁴
 - a) Représenter les flux d'odeur mesurés à partir de la valeur moyenne plus l'incertitude des mesures
 - b) En cas d'émissions discontinues mais régulières, accepter des *émissions* sur toute l'année
 - c) La base d'évaluation des *fréquences horaires des odeurs* calculées ou déterminées par la méthode de la grille est la valeur moyenne plus l'incertitude
- 2) Détermination comme approche minimale (approche favorable à l'exploitant, " $I-\sigma$ ")
 - a) Représenter les flux d'odeur mesurés sous forme de valeur moyenne moins l'incertitude
 - b) Mise à l'échelle des fréquences horaires des odeurs déterminées par la méthode de calcul avec les durées d'exploitation réelles
 - c) La base d'évaluation des *fréquences horaires des odeurs* calculées ou déterminées par le quadrillage est la valeur moyenne moins l'incertitude

Un feu de signalisation pour l'évaluation aurait la forme suivante :

⁴ L'incertitude σ se réfère ici à chaque fois à l'incertitude calculée des mesures à prendre en compte dans le dimensionnement des émissions d'odeurs et du modèle de propagation ou du quadrillage. L'incertitude « élargie » due à la variabilité climatologique (à l'échelle des années) ou à la sélection de certains moments dans le quadrillage ne doit pas être prise en compte ici.

TABEAU 2 : REPRESENTATION SCHEMATIQUE DE DIFFERENTS CAS DE FIGURE.

Possibilité absolue d'autorisation	L'approche " $I+\sigma$ " ne dépasse pas les valeurs d'immissions
Possibilité d'obtenir une autorisation, le cas échéant avec des conditions de réduction des émissions	L'approche " $I+\sigma$ " dépasse les valeurs d'immission, mais pas l'approche " $I-\sigma$ "
Pas d'autorisation possible sans autres mesures d'atténuation	L'approche " $I-\sigma$ " dépasse les valeurs d'immissions

L'approche d'évaluation peut être complexe en raison de la prise en compte de différentes incertitudes lors de l'évaluation de la *pollution préexistante* (en règle générale, passage en revue de la grille) et de la *pollution supplémentaire* liée au projet (en règle générale, prévision des immissions). L'estimation des incertitudes ajoutées doit être effectuée selon la méthode géométrique pour les *concentrations de substances odorantes*. Pour une présentation plus détaillée, nous renvoyons à la norme internationale DIN EN 13725 [14] au chapitre 10.2.

Les valeurs mesurées sont généralement relevées dans des conditions d'exploitation caractérisées par des *émissions* maximales. Leur utilisation dans le calcul de la dispersion entraîne donc généralement une surestimation de la situation en matière d'immissions, car un état de fonctionnement avec des *émissions* maximales ne correspond pas au fonctionnement normal. Cette surestimation est intentionnelle, car les prévisions doivent tenir compte de l'état d'*émissions* maximales.

3.5 Évaluation dans des cas individuels

3.5.1 Évaluation hédonique dans le cas des odeurs spécifiques aux espèces animales

Dans le cas d'impacts d'odeurs provenant d'élevages de différentes espèces animales, si l'on connaît les *fréquences horaires des odeurs* pour chaque espèce animale, il convient de prendre en compte des *facteurs de pondération* empiriques pour le calcul de l'impact total. Le modèle de dispersion AUSTAL3 prévoit pour l'évaluation des facteurs spécifiques aux espèces animales, qui permettent de calculer l'impact olfactif pour des *émissions d'odeurs* pondérées différemment ([10], annexe 7, chap. 4.6).

3.5.2 Évaluation hédonique en cas d'odeurs particulièrement agréables / désagréables

L'évaluation *hédonique* des odeurs est particulièrement soumise à des perceptions subjectives et à de très grandes incertitudes. Même si un groupe d'évaluateurs formés et calibrés constate une caractéristique olfactive agréable, des individus peuvent être affectés par une exposition persistante et indésirable ou par une perception individuelle des effets. C'est pourquoi l'évaluation *hédonique* positive des odeurs n'est généralement admissible que dans les cas « non critiques », par exemple lorsqu'il n'y a pas de plaintes, bien que la nuisance olfactive existe depuis longtemps.

Une évaluation *hédonique* des odeurs peut être effectuée conformément à la directive VDI 3940 feuille 4 [17] sur la base d'une comparaison avec des profils de polarités. Dans le cas d'une attribution claire à des odeurs agréables, il est possible de pondérer la substance odorante au sens du chapitre 0 avec un facteur spécifique à la substance de 0,5.

En cas d'odeurs nauséabondes, conformément au projet de directive VDI 3940 - Feuille 6 [18], il convient de réduire les *émissions* en dessous du seuil de perception si, en termes d'immissions, elles présentent encore, à l'extérieur du site de l'entreprise ou dans des zones fréquentées par des personnes, une qualité susceptible de provoquer le dégoût et/ou la nausée.

3.5.3 Règle d'amélioration

Si un site présente déjà des nuisances olfactives importantes qui dépassent les valeurs d'immissions d'odeurs pour *l'ensemble des nuisances*, des mesures peuvent être autorisées si elles conduisent à une amélioration de la situation olfactive.

Une amélioration devrait conduire à une réduction significative des nuisances olfactives. Une amélioration nécessaire doit être plus importante lorsque les *nuisances supplémentaires globales*⁵ générées par l'installation sont élevées que lorsqu'elles sont faibles. Dans le cadre d'une

amélioration, c'est toujours la *nuisance supplémentaire totale* due à l'installation considérée qui est prise en compte, car les *nuisances antérieures* dues à des installations tierces ne peuvent pas faire l'objet de mesures d'atténuation dans le cadre de la procédure.

Dans le commentaire de l'annexe 7 de la TA Luft 2021 [19] des valeurs sont citées à titre d'exemple pour les améliorations des *nuisances additionnelles totales*, qui peuvent servir de valeurs indicatives pour l'évaluation. La décision de savoir si l'amélioration visée est suffisante dans le cadre du projet considéré est laissée à l'appréciation de l'Administration de l'environnement.

3.6 Procédure en cas de plaintes

Si des plaintes révèlent une gêne olfactive, une procédure standardisée s'impose. Une telle procédure est décrite dans les directives VDI RL 3883 feuille 4 [20]. En principe, les étapes suivantes sont nécessaires :

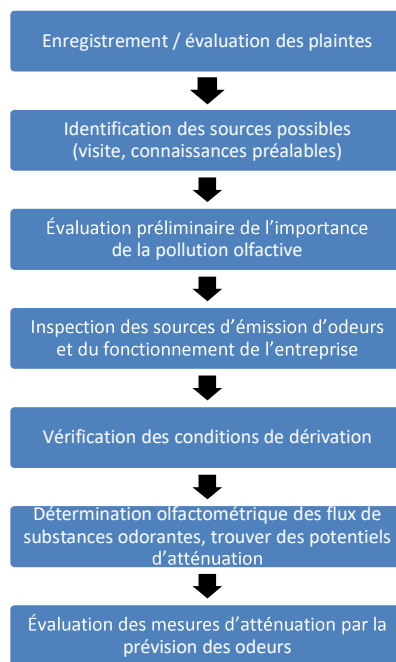


FIGURE 1 : EXEMPLE DE SCHEMA DE DEROULEMENT POUR LA PROCEDURE A SUIVRE EN CAS DE SITUATION DE PLAINTES.

Les différentes étapes de la procédure peuvent changer en fonction des exigences administratives et être plus ou moins détaillées. Une représentation plus simple d'une approche alternative est présentée dans le projet de recommandation sur les odeurs [13] Chap. 4.

4 Détermination des nuisances olfactives dans les procédures d'autorisation et surveillance

4.1 Procédure générale

La pollution est causée par l'émission d'odeurs. L'effet (*immission*) sous forme de perception se produit après la transmission de la source au *récepteur*. En principe, la détermination des nuisances olfactives s'effectue par des mesures, des méthodes de calcul et des méthodes combinées. Les mesures peuvent être effectuées à la source (mesure des émissions) ou au *récepteur* (mesure des immissions). Il n'est pas possible de délimiter clairement les méthodes pour différents domaines d'application. Au contraire, différentes méthodes peuvent être utilisées en fonction de la situation. Un aperçu de la classification des types de nuisances selon leur origine (*nuisance supplémentaire* ZB, *nuisance préexistante* VB et *nuisance de fond* HB) est présenté dans le schéma suivant :

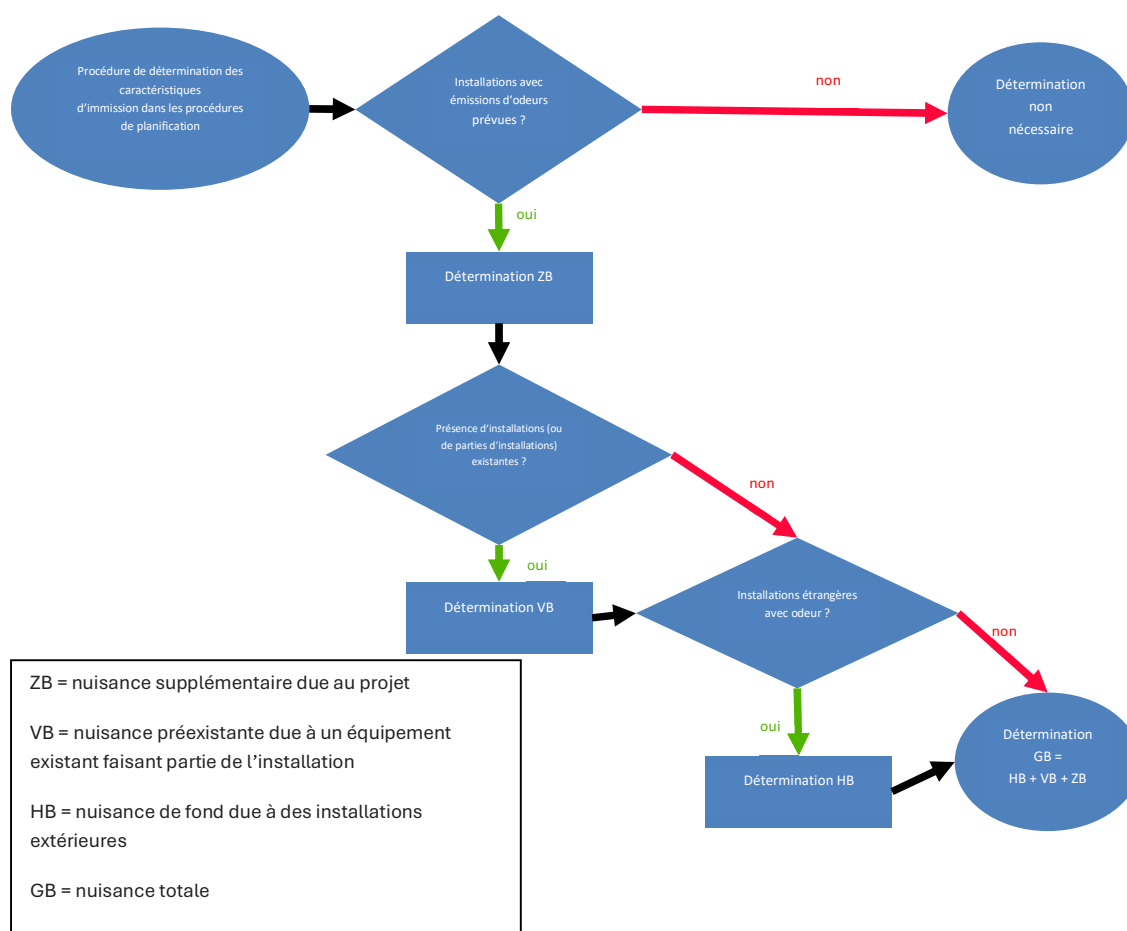


FIGURE 2 : ORGANIGRAMME POUR LA DETERMINATION DES NUISANCES OLFACTIVES (PARAMETRES D'IMMISSION).

Un calcul de propagation devrait toujours être effectué pour évaluer les installations prévues. La détermination des flux de substances odorantes dans le cadre des données d'entrée dépend du type et du nombre de *sources d'émission*.

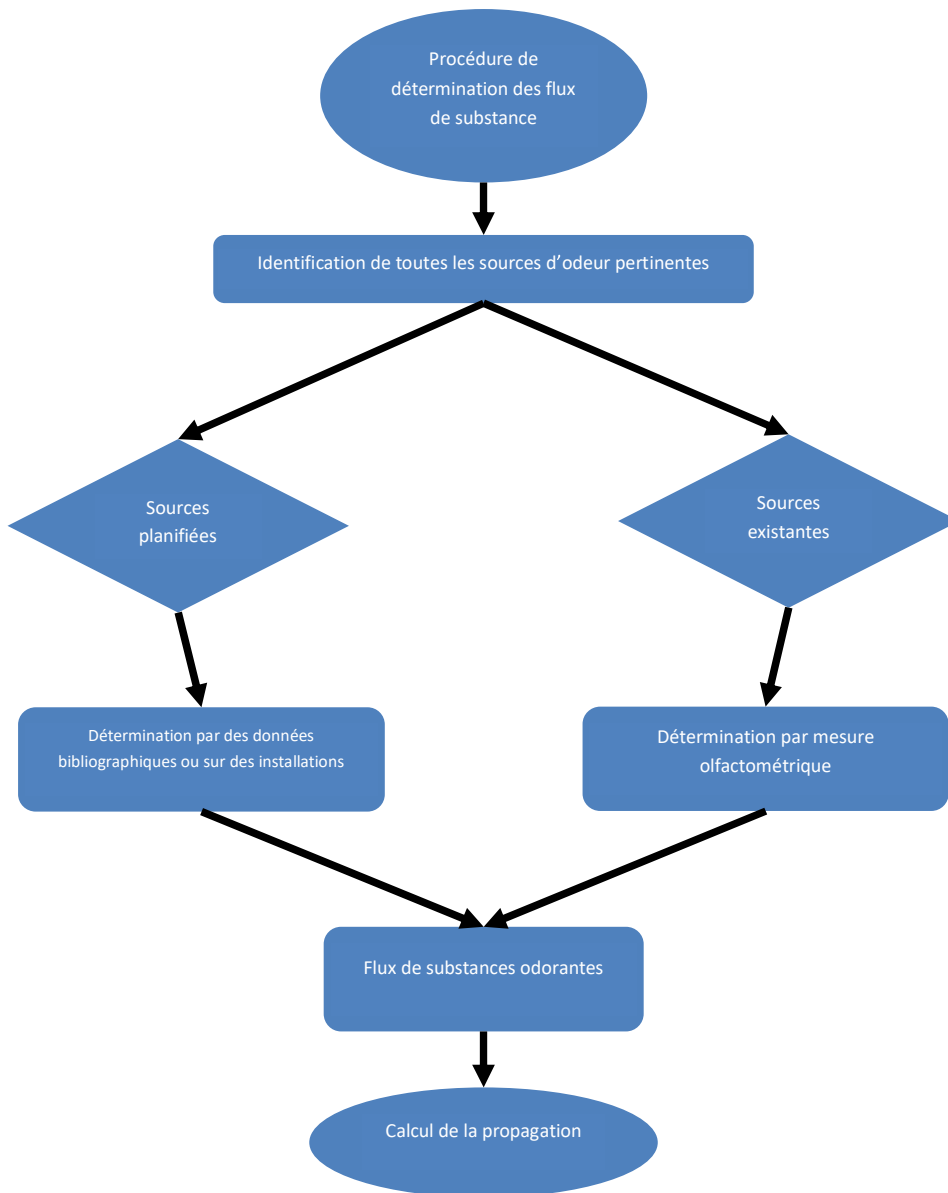


FIGURE 3 : ORGANIGRAMME DE LA PROCEDURE DE DETERMINATION DES FLUX DE SUBSTANCES ODORANTES POUR LE CALCUL DE LA PROPAGATION.

Si, pour les installations planifiées, on ne dispose pas de mesures d'émissions sur des installations comparables, on peut déterminer une *nuisance limite* pour laquelle les *immissions d'odeurs* ne dépassent pas, avec une certitude suffisante, les *valeurs indicatives d'immissions* mentionnées au chap. 0. Les *émissions d'odeurs* doivent alors être contrôlées lors de la surveillance.

Les situations complexes, par exemple en présence de sources diffuses, peuvent compliquer, voire rendre impossible, une mesure olfactométrique. Dans de tels cas, l'évaluateur peut recourir à des méthodes spécifiques (mesures de panaches, « calculs a posteriori ») pour déterminer le *débit de la source*. Celles-ci sont discutées avec l'Administration de l'environnement.

L'évaluation des nuisances olfactives qui ne sont attendues qu'après la construction d'une installation fait en principe partie des procédures dans le cadre de la loi commodo [1], de la loi IED [3], de la loi relative aux déchets [4] ou de la loi EIE [5]. Pour établir des prévisions, il est nécessaire de prendre en compte les incertitudes afin d'identifier les risques liés à l'évaluation. Cela inclut notamment l'incertitude liée à la détermination de la *charge préalable* par mesure par quadrillage (voir [21]). Dans les cas critiques, la détermination de la *charge préalable* à l'aide d'un calcul de propagation peut fournir des informations supplémentaires

Les méthodes de mesure sont expliquées plus en détail dans les chapitres suivants.

5 Détection des émissions d'odeurs (olfactométrie)

Une mesure des émissions est effectuée selon [14] en testant des échantillons odorants de l'air évacué en laboratoire. La détermination de la *nuisance supplémentaire* et de la *nuisance supplémentaire totale* par un calcul de propagation ultérieur est possible, surtout pour les états de planification, si par exemple des installations de référence ont déjà pu être mesurées. La détermination de la *pollution préexistante* ou de la *pollution de fond* n'est possible que si les sources de pollution préexistante sont connues et quantifiables.

5.1 Normes et directives

DIN EN ISO/IEC 17025 [22]: Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'essai et d'étalonnage, 2017.

DIN/EN 13725 [14]: Émissions de sources fixes - détection des odeurs par olfactométrie dynamique et taux d'émission de substances odorantes.

VDI 3880 [23]: Olfactométrie - Échantillonnage statique.

VDI 3884 Blatt 1 [24]: Olfactométrie - Détermination de la concentration en composés odorants par olfactométrie dynamique — Notes d'application relatives à la norme DIN EN 13725, 2015.

VDI EE3884 Blatt 1.1 [25]: Olfactométrie - Recommandations et instructions d'application pour la détermination de l'incertitude de mesure en olfactométrie selon la norme DIN EN 13725, 2024.

5.2 Mesures

La mesure des odeurs à la source par détermination de la *concentration des substances odorantes* est soumise aux deux étapes de l'échantillonnage et de la mesure des *concentrations des substances odorantes*. Les mesures doivent être effectuées et documentées conformément à la norme DIN EN ISO/IEC 17025. La traçabilité, la validité et donc la détermination de l'incertitude des mesures sont alors exigées.

La perception des substances odorantes est soumise à l'influence de l'humidité condensée. Celle-ci se forme lorsque l'air de l'échantillon se refroidit après le prélèvement. La procédure de prélèvement d'échantillons et la marche à suivre pour une dilution éventuellement nécessaire sont décrites dans la directive VDI 3880 [23].

La quantification des odeurs se fait sur la base d'unités d'odeur ("ou" pour *odour unit* ou ou_E pour *European odour unit*). L'unité ou_E se réfère à la définition européenne de $1\text{ }ou_E/m^3$ comme l'intensité de l'odeur de $123\text{ }\mu\text{g}/m^3$ de n-butanol dans l'air d'essai.

La mesure de la *concentration des substances odorantes* s'effectue dans des environnements de forme homogène afin de pouvoir mesurer les odeurs de manière comparable. C'est à cela que sert l'*olfactomètre*. Ici, l'échantillon de mesure prélevé dans les gaz d'échappement (*gaz bruts*) est dilué

avec de *l'air pur* par un appareillage équipé de plusieurs postes de contrôle et mesuré simultanément. *L'air pur* et *l'air d'essai* dilué sont proposés en alternance. La dilution se fait par étapes, de la plus forte à la plus faible. Les évaluateurs indiquent le niveau de dilution à partir duquel il est possible de percevoir une odeur par rapport à l'air pur.

Dans ce contexte, le concept d'olfactométrie dynamique s'est imposé. De l'air inodore est ajouté au flux d'air qui est envoyé au nez des examinateurs.

Avant d'être affectés à des mesures olfactométriques, les évaluateurs sont soumis à un test de leur sens de l'odorat. À cette fin, le *seuil olfactif* individuel et les variations de perception sont testés conformément à la norme DIN EN 13725 pour la substance de référence n-butanol, et ce pendant trois jours non consécutifs. D'autres substances de référence peuvent également être utilisées. En Allemagne, par exemple, on utilise le H₂S, mais dans ce cas, ce n'est pas le *seuil olfactif* qui est évalué, mais la répétabilité de l'examineur.

La réception des odeurs par les évaluateurs est contrôlée en permanence et définie par le respect des limites de perception des substances testées (n-butanol ou le cas échéant par exemple H₂S). Les détails de la perception olfactive et de la description physique, ainsi que la procédure d'évaluation de l'aptitude des évaluateurs, sont décrits dans la norme EN 13725 [14].

5.3 Exigences en matière de rapports

Les rapports sont à rédiger conformément aux règles définies dans la norme DIN EN 17025 chap. 7.8 :

1. un titre (par exemple « rapport d'essai » et/ou « rapport d'échantillonnage ») ;
2. le nom et l'adresse du laboratoire ;
3. le lieu où les mesures sont effectuées, y compris lorsqu'elles sont effectuées dans les locaux d'un client ou dans des lieux autres que les locaux permanents du laboratoire ou les locaux temporaires ou mobiles associés ;
4. une identification claire, de sorte que toutes ses parties soient reconnues comme faisant partie d'un rapport complet, ainsi qu'une identification claire de la fin ;
5. le nom et les coordonnées du client ;
6. le nom de la méthode utilisée ;
7. une description, une désignation claire et l'état des sources échantillonnées ;
8. état de fonctionnement de l'installation au moment du prélèvement, taux d'utilisation de la partie de l'installation ou de la *source d'émission* concernée ;
9. paramètres de l'air évacué au moment du prélèvement ;
10. la date de prélèvement de l'échantillon, indication de l'heure et de la durée du prélèvement ;
11. la ou les dates de réalisation des mesures d'odeur ;
12. la date d'émission du rapport ;

13. référence au(x) plan(s) d'échantillonnage et aux procédures d'échantillonnage appliqués par le laboratoire ou d'autres organismes, si cela est important pour la validité et l'application des résultats ;
14. une déclaration selon laquelle les résultats se rapportent uniquement aux sources testées et échantillonnées ;
15. les résultats et leurs incertitudes (voir aussi [26]), avec indication des unités ;
16. les ajouts à la procédure, les dérogations à celle-ci ou les exclusions de celle-ci ;
17. la désignation d'une ou plusieurs personnes responsables de la validation du rapport ;
18. un étiquetage clair lorsque les résultats proviennent de fournisseurs externes.

5.4 Méthodes de mesure par appareil : Analyse des gaz

La mesure des immissions/émissions par des capteurs de gaz électroniques et la reconnaissance des motifs dans les lignes spectrales (« systèmes olfactifs biomimétiques »), sont actuellement utilisées de manière fiable dans le domaine des incidents pour détecter les gaz dangereux. L'application pour les *émissions d'odeurs* clairement attribuables à un mélange de substances constant dans le temps peut également être utile pour déterminer l'intensité des émissions, en particulier dans les procédures de surveillance. Cependant, à l'heure actuelle (2025), ces systèmes ne sont pas encore suffisamment précis pour des compositions de substances variables [27] pour être utilisés comme source d'information exclusive. Dans ce domaine, les progrès actuels dans le développement des applications de l'intelligence artificielle (voir par exemple [28]) laissent présager des avancées rapides.

Cette méthode n'étant pas encore applicable en pratique, elle ne constitue pas, à l'heure actuelle, une méthode reconnue dans le cadre du présent guide pour l'évaluation ou la détermination des *émissions* ou des *immissions olfactives*. Il n'est pas encore possible de prévoir un calendrier pour sa mise en œuvre opérationnelle. Lors du développement futur de ces méthodes, la comparabilité avec les méthodes olfactives établies devra être démontrée.

6 Détection des immissions d'odeurs

6.1 Enquêtes

6.1.1 Normes et directives

VDI 3883 feuille 1 [29]: Effet et évaluation des odeurs, enregistrement des nuisances olfactives, technique du questionnaire.

VDI 3883 feuille 4 [20]: Effet et évaluation des odeurs, traitement des plaintes du voisinage concernant les odeurs.

Office fédéral de l'environnement (OFEV), Suisse [13]: Recommandation sur l'évaluation des odeurs, projet 2015.

6.1.2 Réalisation des enquêtes

Pour déterminer l'importance d'une situation olfactive, il convient en premier lieu de procéder à des enquêtes écrites, comme le prévoit la norme VDI 3883 feuille 1, qui devrait normalement être réalisée par des enquêteurs formés. Une visite d'orientation par les autorités (VDI 3883 feuille 4) a lieu. Les résultats peuvent orienter la définition d'autres mesures de saisie ou d'atténuation.

Une procédure pour les enquêtes, y compris un modèle de questionnaire, est par exemple décrite dans la VDI 3883 feuille 1 [29]. Pour ce faire, une enquête est menée dans la zone concernée et dans une zone test. La pièce maîtresse de l'enquête est une procédure de thermomètre dans laquelle les personnes concernées présentent leur évaluation de leur propre degré de nuisance. La taille de l'échantillon nécessaire s'oriente sur la fiabilité souhaitée (niveau de signification) de l'affirmation. Le questionnaire type présenté est toutefois très détaillé en ce qui concerne l'état de santé et les antécédents médicaux des personnes interrogées, ce qui peut contribuer à inquiéter la population. La recommandation suisse sur les odeurs de 2015 [13] présente un questionnaire nettement plus condensé. Le cas échéant, le questionnaire doit être adapté à la situation actuelle.

6.1.3 Visite d'orientation

La visite d'orientation va bien au-delà d'une simple enquête et permet d'évaluer dans un premier temps la fréquence des odeurs. Elle est déjà davantage adaptée à une mesure des émissions olfactives par visite par quadrillage. La procédure est décrite dans l'annexe C de la VDI 3883 feuille 4 [20]. La fréquence des évaluations et le nombre des évaluateurs requis sont toutefois relativement élevés, de sorte qu'il faut déjà s'attendre à un effort accru en termes de temps et de finances, sans que ces résultats n'atteignent la qualité des quadrillages. C'est pourquoi leur utilisation sur plusieurs mois avec un nombre complet des évaluateurs ne se justifie que dans des cas exceptionnels, par exemple lorsqu'il est nécessaire de délimiter les auteurs de l'infraction.

6.1.4 Exigences en matière de rapports

Outre les conditions marginales (institut réalisant l'étude, motif, donneur d'ordre, descriptions des sources, image de la nuisance connue jusqu'à présent), les rapports doivent prendre en compte les aspects de la collecte des données qui sont décrits dans les chapitres 4 à 9 de la VDI 3883 feuille 1 :

1. zone d'exposition et zone d'enquête, définition de la zone test, taille de l'échantillon ;
2. collecte des données et questionnaire, méthodologie d'évaluation, formation des enquêteurs ;
3. évaluations (conditions sociodémographiques marginales, évaluations des facteurs de harcèlement et des facteurs d'influence) ;
4. contrôle des critères de qualité par les enquêteurs ;
5. interprétation des résultats en termes d'impact.

Pour les visites d'orientation, les rapports peuvent, en fonction de la qualité requise de l'étude, prendre la forme de rapports de mesure simplifiés analogues aux rapports des visites de quadrillage. La qualité requise résulte de l'importance des déclarations nécessaires à la définition d'autres mesures.

6.2 Mesures du panache

Il est procédé à une visite selon [16]. Il est possible de déterminer le *débit d'une source* isolée en combinant cette méthode avec un calcul a posteriori ou un calcul itératif de propagation. À condition que les odeurs provenant de l'installation puissent être clairement délimitées et en combinaison avec le calcul de propagation, il est également possible, en principe, de déterminer la *charge supplémentaire / la charge supplémentaire totale*.

Contrairement à la mesure par quadrillage, cette méthode ne permet pas d'évaluer des situations complexes impliquant plusieurs sources. De plus, la mesure porte sur une courte période et sur les conditions d'émission existant à ce moment-là. Ces limites doivent être prises en compte et discutées lorsque les mesures du panache sont utilisées pour déterminer le *débit de source*.

Le champ d'application de la mesure du panache peut être élargi afin de refléter des situations plus complexes, en augmentant le nombre de mesures et la durée de la période de mesure. Une telle approche relève de la responsabilité de l'expert et doit être coordonnée avec l'Administration de l'environnement.

6.2.1 Normes et directives

DIN EN 16841-2 [16] : Détermination des immissions de substances odorantes par des visites sur le terrain Partie 2 : Mesure du panache

6.2.2 Réalisation de mesures du panache

Dans une situation météorologique connue avec un courant aussi constant que possible, la perception olfactive est décrite par des testeurs à plusieurs « coupes » à travers le panache, sous le vent d'une source d'odeur. Cette méthode est subjective et convient principalement pour déterminer la largeur du panache à différentes distances de la source. Si l'on connaît les paramètres de turbulence grâce à des mesures météorologiques simultanées, la forme du panache peut donner une indication sur le débit de la source.

La mesure du panache est utile pour déterminer les immissions d'odeurs, en particulier celles des sources diffuses qui, par nature, ne peuvent pas être déterminées avec une précision suffisante par échantillonnage et *olfactométrie*. Par rapport à la mesure par quadrillage, l'effort est nettement moindre, mais il est limité à des attributions de sources clairement possibles. En connaissant l'étendue du panache et les conditions météorologiques qui ont prévalu pendant la mesure du panache, il est possible, dans le cas le plus favorable, d'en déduire le *débit de la source* par ce que l'on appelle la « modélisation inverse ». L'incertitude combinée de la mesure du panache et de la modélisation est certes très élevée, mais elle permet, par rapport à l'échantillonnage par mesure de surface au moyen d'une hotte et d'un appareil d'aspiration, de décrire la zone totale de la source, y compris un éventuel *débit de la source* dépendant du vent. La source modélisée est considérée par la suite comme une « source de substitution » : Une source ayant les paramètres de la source modélisée (hauteur, étendue) aurait la meilleure concordance avec le panache observé pour le *débit calculé de la source*.

6.2.3 Exigences en matière de rapports

Les exigences en matière de rapports lors de mesures du panache s'orientent sur les directives de la norme DIN EN 16481-2 [16]. Elles comprennent les points suivants :

1. L'identification et les coordonnées de l'organisation mandante ;
2. Organisation responsable de la réalisation de l'enquête et de la publication du rapport ;
3. Formulation de l'objectif de l'enquête et des concertations qui ont eu lieu, par exemple avec les exploitants et les autorités ;
4. Description de la méthode de mesure utilisée : mesure statique ou dynamique du panache ;
5. Description des stations météorologiques utilisées et de leur emplacement ;
6. Présentation des résultats sous forme de figures (extensions du panache à chaque intervalle de temps de mesure) avec un fond de carte ;
7. Présentation sous forme de tableau de l'estimation de la portée maximale du panache d'odeur pour chaque intervalle de temps de mesure, ainsi que de sa valeur moyenne ;
8. Description des points de mesure sur les lignes d'intersection (méthode statique) ou sur les lignes de traversée (méthode dynamique) sur la carte du site ;
9. Des informations sur la mise en œuvre des exigences de la présente norme européenne, y compris les raisons de tout écart ;
10. Un modèle de la fiche de collecte de données utilisée et des types d'odeurs différenciés.

11. Description de la ou des installations, y compris les sources d'émission d'odeurs et les mesures de réduction des émissions d'odeurs, les types d'odeurs émises et les heures de fonctionnement pendant la période d'enquête. S'il y a lieu et si elles existent, les conditions de fonctionnement qui génèrent des émissions particulièrement élevées doivent être mentionnées ;
12. Plan de situation ou carte indiquant les sources d'odeur pertinentes qui y figurent ;
13. Les documents relatifs aux mesures (planification des mesures, protocoles, données météorologiques, certificats de qualification des contrôleurs) doivent être conservés pendant cinq ans conformément à la directive DIN EN 16841-2.

6.3 Mesure par quadrillage

La visite est effectuée selon [15]. Il est possible de déterminer la *nuisance préexistante* et la *nuisance totale* pour les installations existantes. Il n'est pas possible de déterminer la *nuisance supplémentaire* ou la *nuisance supplémentaire totale* due à une seule installation, surtout dans les états planifiés.

La mesure par quadrillage permet de déterminer un modèle spatial de la *fréquence des heures d'odeur*. En raison de l'incertitude statistique élevée, il faut un nombre relativement élevé d'évaluateurs et un nombre relativement élevé de dates de mesurage, de sorte qu'une mesure par quadrillage a généralement lieu à 104 dates réparties sur une année. Cette procédure est donc celle qui demande le plus de temps.

Dans de nombreux cas, cette méthode est considérée comme la plus appropriée pour déterminer une situation d'immissions d'odeurs en raison de l'effort considérable et de la plus grande couverture spatio-temporelle du relevé. En règle générale, les situations où la nuisance olfactive est nettement plus élevée sont bien représentées, car les sources diffuses inconnues sont également prises en compte dans une mesure correcte.

6.3.1 Normes et directives

DIN EN 16841-1 [15] : Détermination des immissions de substances odorantes par des visites sur le terrain Partie 1 : Mesure par quadrillage

6.3.2 Réalisation des visites

La réalisation de mesures par quadrillage par des visites et la méthodologie de détermination des *immissions d'odeurs* sont décrites en détail dans la directive DIN EN 16841-1. Un collectif d'auditeurs enregistre les nuisances olfactives lors de 104 rendez-vous sur une année (réduction exceptionnelle à 52 rendez-vous sur six mois) sur des *points de grille* bien définis. La réduction à 52 dates n'est possible que si la période d'enquête couvre l'hiver, l'été et une saison de transition. Dans la mesure du possible, les caractéristiques des odeurs sont préalablement attribuées à différentes sources afin de permettre une analyse des causes.

Si les conditions d'exploitation varient selon les saisons, la période de mesure doit être adaptée en conséquence.

6.3.3 Exigences en matière de rapports

Les indications suivantes sont nécessaires dans le rapport pour la conformité avec la directive DIN EN 16841-1 :

1. L'identification et les coordonnées de l'organisation mandante ;
2. Organisation responsable de la réalisation de l'enquête et de la publication du rapport ;
3. Responsable technique de la mesure, chef de projet, entreprises participantes ;
4. Formulation de l'objectif de l'enquête et des concertations qui ont eu lieu, par exemple avec les exploitants et les autorités ;
5. Description de la ou des installations, y compris les *sources d'émission* d'odeurs et les mesures de réduction des émissions d'odeurs, les types d'odeurs émises et les heures de fonctionnement pendant la période d'enquête. S'il y a lieu et si elles existent, les conditions de fonctionnement qui génèrent des *émissions* particulièrement élevées doivent être mentionnées ;
6. Plan de situation ou carte indiquant les sources d'odeur pertinentes qui y figurent ;
7. Une carte et une description de la *zone d'évaluation*, y compris des informations sur les zones de plaintes et les utilisations spécifiques de la zone (si elles existent et sont connues) ;
8. Une carte et une description des points de mesure effectifs et des *surfaces d'évaluation* avec numérotation sur un plan de situation à une échelle cartographique aussi grande que possible ;
9. Des détails sur la manière dont la norme a été mise en œuvre, y compris les raisons de toute dérogation à la présente norme européenne ;
10. Preuve que le calendrier de l'enquête a été respecté ;
11. Preuve que des contrôleurs appropriés ont été utilisés conformément à la norme DIN EN 13725 ;
12. Un modèle de la fiche de collecte de données utilisée et des types d'odeurs différenciés ;
13. Description des stations météorologiques utilisées et de leur emplacement ;
14. Démontrer la représentativité de la météorologie dans le temps et dans l'espace ;
15. Documentation des résultats du contrôle des auditeurs sur place ;
16. Présentation sous forme de tableau des résultats des mesures individuelles et calcul du *nombre d'heures d'odeur*, accompagné de la date, de l'heure, de l'identification du testeur, du point de mesure, du pourcentage de temps d'odeur (nombre d'échantillons olfactifs positifs), différencié selon le type d'odeur concerné ;
17. Résultats du contrôle de plausibilité des résultats de mesure sur la base des données météorologiques existantes ;
18. Calcul de l'incertitude de mesure sur la base des résultats obtenus conformément à la section 9 ;
19. Présentation des résultats sous forme d'illustrations sur fond de carte.

En outre, les documents nécessaires au calcul de la *fréquence des heures d'odeur* (protocoles de mesure, données météorologiques, données d'exploitation, etc.) doivent être conservés pendant cinq ans.

6.4 Prédiction des immissions d'odeurs (calculs de propagation)

6.4.1 Normes et directives

VDI 3945 feuille 3 [30] : Météorologie environnementale : Modèles de dispersion atmosphérique, modèle de particules.

Agence fédérale de l'environnement, modèle de dispersion selon TA Luft, version 3.3 [31]

VDI 3883 feuille 4 [20] : Effet et évaluation des odeurs, traitement des plaintes du voisinage concernant les odeurs. Annexe B : Estimation des fréquences maximales des odeurs dans la zone proche.

VDI 3783 feuille 13 [32] : Météorologie environnementale - Assurance qualité dans la prédiction des concentrations ambiantes. Protection contre les émissions liées aux installations - Calcul de la dispersion des polluants conformément à la directive technique « TA Luft », 2010.

D'une manière générale, il convient de vérifier si les normes mentionnées sont toujours d'actualité et, le cas échéant, d'appliquer les versions révisées ou les nouvelles versions.

6.4.2 Screening - Détection d'odeur pour les sources en aval

Pour les sources individuelles dans des constellations claires, une *statistique de la direction du vent* permet de déterminer l'exposition maximale possible d'un ou de plusieurs points à une *nuisance supplémentaire* ou à une *nuisance supplémentaire totale* due à une installation avec la méthode selon [20] Annexe B. On suppose ici que l'odeur ne se dilue pas lors de son transport de la source au *récepteur*. En supposant un élargissement du panache de 60°, un point est donc toujours exposé à l'odeur lorsque le vent souffle dans un secteur de 60° autour de la ou des sources. Les périodes de vent faible ou d'absence de vent doivent également être comptées comme des périodes d'exposition aux odeurs.

L'évaluation ne tient pas compte de la dilution des substances odorantes pendant le transport et considère toujours les périodes sans mouvement de vent significatif comme des *heures odorantes*. Par conséquent, la *fréquence horaire des odeurs* ainsi calculée est toujours supérieure ou égale à la *fréquence horaire des odeurs* réelles. Si la *nuisance supplémentaire* ne dépasse pas les valeurs d'immissions ou les valeurs non pertinentes, il faut partir du principe que ces valeurs ne sont pas atteintes.

Une autre méthode de screening est le calcul simplifié de la propagation. Ici, la mesure de l'impact olfactif est réalisée sur un terrain plat, avec une précision moindre et sans test de transférabilité des données météorologiques.

Le programme GERDA IV [33] en offre une mise en œuvre exemplaire. Dans le cadre de l'utilisation de GERDA, il est possible de sélectionner des *statistiques de vent* par zone, ce qui permet, par exemple, de déterminer que la méthodologie n'est pas applicable de manière fiable dans les zones

de vallées escarpées. De plus, la résolution spatiale du dépistage des odeurs est de 50 m, de sorte qu'une conclusion concernant la zone immédiate n'est en réalité possible que de manière limitée. En raison de la nature de la méthode, GERDA ne permet pas de vérifier *l'absence de pertinence* ; l'affichage des résultats est limité à la plage de valeurs à partir de 8 % des heures annuelles.

6.4.3 Prévisions des immissions d'odeurs

Les calculs de dispersion doivent être effectués conformément à la directive allemande TA Luft avec le modèle de dispersion AUSTAL qui y est décrit. Le calcul de la propagation des odeurs (« *prévision des odeurs* ») est ancré dans l'annexe 7 de la TA Luft depuis 2021 en tant que cas spécial du calcul de la propagation [34].

La base du calcul de la propagation est le modèle de particules de Lagrange, qui est décrit dans la directive VDI 3945 feuille 3. L'implémentation de référence d'un tel modèle de particules est AUSTAL Vers. 3.3, mis gratuitement à disposition par l'Office fédéral de l'environnement (*Umweltbundesamt*) de la République fédérale d'Allemagne. D'autres modèles doivent démontrer l'équivalence des résultats.

En règle générale, les mêmes normes s'appliquent à la prévision des immissions d'odeurs que pour la dispersion d'autres polluants atmosphériques (concentrations de composés traces). Les substances odorantes sont calculées comme des substances inertes sans sédimentation ni dépôt.

6.4.4 Exigences relatives aux données d'entrée

6.4.4.1 Météorologie

Les données météorologiques représentatives du site constituent le moteur dynamique du modèle de propagation. Elles doivent donc être choisies et contrôlées avec un soin particulier.

Les mesures doivent répondre aux exigences de la norme VDI 3786 feuille 1 [35] et feuille 13 [36] en ce qui concerne l'emplacement, l'installation et les données de mesure. C'est généralement le cas des stations de mesure des services météorologiques nationaux. Au Luxembourg, une seule station de mesure est exploitée par le service météorologique luxembourgeois MeteoLux, à l'aéroport de Findel. Par conséquent, la disponibilité d'autres stations météorologiques est limitée aux zones proches des frontières. Cependant, comme la station de Findel est exposée à des vents libres et que les données sont transférées vers un site également exposé à des vents libres dans la zone modélisée, la transférabilité des données de Findel est garantie malgré *l'orographie* souvent plus prononcée du Luxembourg.

Dans chaque cas particulier, il convient de vérifier la représentativité spatiale et temporelle conformément à la norme VDI 3783 feuille 20 [37] , et de s'assurer au moins de la plausibilité de la répartition du vent qui en résulte au point d'émission et dans les environs. Il convient notamment de tenir compte, en cas d'*orographie* escarpée, de l'effet d'un « décrochage de flux » derrière une arête

de terrain, car le modèle d'écoulement diagnostique implémenté dans AUSTAL dépasse ici ses limites d'application. Le cas échéant, des données issues de modèles pronostiques peuvent être utilisées. Dans tous les cas, l'influence de *l'orographie* doit être discutée dans de tels cas. Une documentation du site doit être établie sous l'angle météorologique.

Une année représentative dans le temps doit être déterminée à partir des données de mesure. Pour cette année, une série chronologique de données de mesure doit être établie sur le site de l'anémomètre, comprenant les valeurs horaires des vitesses et directions du vent, des précipitations et des *classes de propagation* selon Klug/Manier. Les *classes de propagation* peuvent être déterminées à l'aide de la méthode décrite dans la directive VDI 3782 feuille 6 [38].

Lors du choix des données météorologiques transférables, il convient d'évaluer le site au regard de la présence de systèmes de vent locaux. Les systèmes de vent locaux (*air froid*, canalisation dynamique, effet de contournement) sont particulièrement fréquents dans les vallées fluviales du Luxembourg, mais peuvent se produire dans toutes les zones présentant des différences de relief significatives. Le site peut par exemple être examiné à l'aide de la directive VDI 3787, feuille 5 [39], afin de déterminer la présence éventuelle de systèmes de vent locaux. La procédure à suivre doit être définie et justifiée au cas par cas en cas d'*orographie* marquée.

6.4.4.2 Émissions

Les *émissions* doivent généralement être déterminées pour le scénario d'émission le plus défavorable. Des réductions résultant d'horaires d'exploitation restreints ou de certaines périodes d'un état de fonctionnement sont possibles si elles sont prises en compte dans l'autorisation.

Les *émissions* des installations connues doivent être déterminées à partir de mesures récentes ; dans le cadre des procédures de planification, elles doivent être déterminées à partir de mesures effectuées sur des installations comparables. Les mesures effectuées sur des installations comparables doivent toujours être privilégiées par rapport aux valeurs tirées de la littérature spécifiques à l'installation ou aux seuils olfactifs tirés de la littérature et spécifiques à la substance.

Pour les installations couramment mises en œuvre (par exemple, les stations d'épuration ou les installations de peinture), les données issues de la littérature peuvent parfois fournir des informations suffisantes et généralement acceptées concernant certains types d'installations. Si l'expert fournit une justification plausible, elles peuvent donc être utilisées à la place de mesures. Ainsi, les données de la base de données sur les odeurs de GERDA [33] peuvent par exemple être utilisées pour certains types d'installations.

En principe, pour les sources prévues et donc n'existant pas encore, en l'absence d'installations de référence, il est également envisageable d'utiliser les *seuils olfactifs* tirés de la littérature (par exemple Murnane et al. 2013 [40]) pour les substances connues. Il convient toutefois de noter que celles-ci (a) peuvent avoir été déterminées à l'aide de différentes méthodes olfactométriques ; (b) les *seuils olfactifs* des mélanges de substances ne sont généralement pas corrélés à ceux des

substances individuelles et (c) les paramètres des gaz d'échappement liés à l'installation ont une influence sur l'odeur. En cas d'utilisation de données issues de la littérature, il convient donc de tenir compte, le cas échéant, de marges d'incertitude élevées.

Les *émissions* provenant de sources diffuses ne peuvent parfois être mesurées qu'au prix d'efforts considérables. Le rejet des substances odorantes dépend du vent, de la température et de l'humidité et varie donc dans le temps. Lors des inspections sur place, les sources d'odeurs diffuses sont souvent identifiées pour la première fois, sans qu'il soit possible de quantifier le *flux de substances odorantes*. Pour des raisons méthodologiques, les charges provenant de sources diffuses ont tendance à être surestimées dans le calcul de la propagation. Lorsque les sources d'odeurs sont représentées comme des sources de remplacement (diffuses), par exemple dans le cas des émissions provenant d'installations d'élevage à ventilation naturelle, la détermination du *flux de substances odorantes* doit être présentée de manière compréhensible.

6.4.4.3 Flux de substances odorantes insignifiantes

Les flux de substances odorantes présentant des concentrations significatives peuvent, par analogie avec la TA Luft 4.6.1 [10] (*débit massique insignifiant*) si, en tant qu'*émissions* captées (source ponctuelle), ils s'écoulent en quantité suffisamment importante et sont donc fortement dilués. La représentation du *flux de substances odorantes insignifiantes* à l'annexe 7 de la TA Luft, chap. 2.2, peut servir d'exemple (voir Figure 4). Le flux de substances odorantes insignifiantes se rapporte aux émissions de l'ensemble de l'installation.

L'importance du *flux de substances odorantes insignifiantes* en fonction de la hauteur de la source peut être décrite par l'équation suivante :

$$Q_B = -0.0005 \cdot h^3 + 0.0687 \cdot h^2 - 1.25 \cdot h + 6.78$$

Q_B est le *flux de substances odorantes insignifiantes* dans $\frac{MouE}{h}$ et h est la hauteur de la source en m au-dessus du sol.

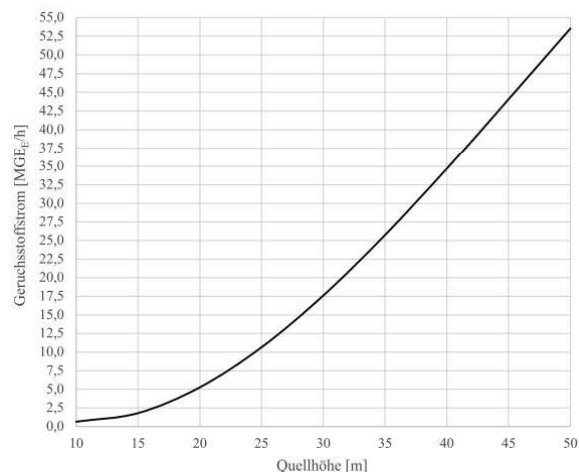


FIGURE 4 : COURBE DU FLUX DE SUBSTANCES ODORANTES INSIGNIFIANTES EN FONCTION DE LA HAUTEUR DE LA SOURCE
(SOURCE : TA LUFT 2021) [10] ANNEXE 7).

D'un point de vue métrologique, les *concentrations en substances odorantes* ne peuvent être déterminées quantitativement qu'à partir d'environ 40 ouE/m³, en raison de l'incertitude inhérente aux mesures effectuées par les contrôleurs. Lorsque les gaz d'échappement sont rejetés dans le flux d'air, une dilution supplémentaire se produit immédiatement. Par conséquent, les sources d'odeurs dont la *concentration en substances odorantes* ne dépasse pas 100 ouE/m³ peuvent, dans des cas justifiés, être négligées dans le calcul de la dispersion. Une justification peut par exemple être qu'une source n'émet qu'une faible partie du flux total de substances odorantes provenant de l'installation. Pour les sources présentant des débits volumétriques particulièrement importants et de faibles *concentrations en substances odorantes*, il convient toujours de décider au cas par cas. Les résultats des mesures de panaches peuvent fournir des aides supplémentaires à l'évaluation de ces sources.

6.4.4.4 Modèle numérique de terrain

Les données SRTM, disponibles gratuitement, peuvent être utilisées comme modèle numérique de relief (MNR). Pour le calcul de la propagation, il convient de choisir les données topographiques en fonction de la problématique. Pour de nombreuses questions, une résolution spatiale de 30 m (SRTM1, Farr et al. [41], 2007) est généralement suffisante. Les cas présentant une forte variabilité des altitudes à petite échelle doivent en principe être examinés au cas par cas. Des résolutions plus élevées peuvent alors entraîner des artefacts au niveau de la modélisation, car les conditions d'application du modèle de champ de vent diagnostique pour la détermination des écoulements liés au relief ne sont alors plus remplies. (Remarque : cela ne s'applique pas aux bâtiments, car l'écoulement autour des bâtiments est calculé selon une méthode fondamentalement différente.)

Les données topographiques doivent être corrigées en cas de forte densité de constructions ou de végétation dense, car le radar de détection interprète les bâtiments comme des reliefs et représente

les bâtiments étendus ou les zones à forte densité de constructions ou de végétation comme des collines.

6.4.4.5 Utilisation des sols et couverture du sol

La couverture du sol est fournie, par exemple, par le cadastre CORINE [42]. Un ensemble de données basé sur celui-ci a été développé pour le Luxembourg (LIS-L, <https://geocatalogue.geoportail.lu/geonetwork/srv/ger/catalog.search#/metadata/77c8c0c4-1e9f-4aee-98b4-4e9d6bc93536>), accessible via le géoportail luxembourgeois (geoportail.lu). Si la zone modélisée pour le calcul de propagation comporte, à proximité des sources, des zones présentant des degrés de rugosité très différents, la sensibilité des résultats de calcul doit être vérifiée à l'aide d'un calcul de propagation avec une rugosité élevée et un autre avec une rugosité plus faible.

6.4.5 Méthodes : Réalisation du calcul de la propagation des odeurs

Le calcul de la propagation des odeurs pour la planification de projets ayant une incidence sur les odeurs doit être effectué pour une période d'un an. Si, par exemple, on examine des épisodes de courte durée dans le cadre de travaux de rénovation, il est néanmoins judicieux, lorsque les émissions sont réparties de manière aléatoire et uniforme dans le temps, de prendre en compte l'ensemble de l'année et de mettre à l'échelle la fréquence horaire des odeurs, afin de tenir compte également des situations les plus défavorables. Il est possible de s'en écarter au cas par cas, en justifiant les raisons, lorsque les mesures sont fixées pour une période concrète.

6.4.5.1 Incertitude statistique du calcul

Le calcul de la propagation avec un modèle de particules de Lagrange est soumis à des incertitudes de calcul dues à l'évaluation statistique du nombre de particules (« incertitude statistique »). L'incertitude statistique doit être suffisamment faible pour permettre de se prononcer concrètement sur la pertinence des *immissions d'odeurs*.

Dans AUSTAL, le nombre de particules utilisé pour le calcul de Lagrange est déterminé par le niveau de qualité. Pour obtenir un résultat de calcul fiable, il convient de choisir le niveau de qualité pour les systèmes à sources multiples en fonction du nombre de sources ainsi que du rapport entre les débits et les hauteurs des sources. Pour AUSTAL, le niveau de qualité 1 est approprié dans les situations avec une source ponctuelle, et le niveau de qualité 2 dans les situations avec plusieurs sources. À titre indicatif, l'incertitude statistique absolue de la *fréquence horaire des odeurs* ne doit pas dépasser 3 % des heures annuelles. Il convient de noter qu'AUSTAL indique l'incertitude de la *fréquence horaire des odeurs* en valeur absolue. Dans le cas de sources diffuses, et surtout de sources de hauteur très variable, un niveau de qualité supérieur peut être nécessaire. Dans de tels cas, il convient d'effectuer des niveaux de sensibilité afin de démontrer que le résultat est cohérent pour de faibles changements de source. Un artefact typique est que, dans le cas d'une source ponctuelle plus élevée et d'une source diffuse proche du sol, la *fréquence des heures d'odeur*

diminue lorsque le débit de la source ponctuelle augmente, car la redistribution des débits de la source « soustrait » des particules à la source diffuse. Dans ces cas en particulier, il convient donc de choisir des niveaux de qualité plus élevés.

L'évaluation de la *fréquence horaire des odeurs* doit être effectuée sur des zones d'évaluation (voir TA Luft, annexe 7, chap. 4.4.3). Les zones d'évaluation sont définies sur une grille carrée. Le centre de gravité des *sources d'émission* doit se situer au milieu d'une *zone d'évaluation*. En ce qui concerne la taille des *zones d'évaluation*, la TA Luft propose une longueur d'arête de 250 m, qui doit toutefois être réduite si l'on s'attend à de grandes différences au sein des *zones d'évaluation*. Les différences entre deux *zones d'évaluation* adjacentes pertinentes pour l'évaluation ne devraient en règle générale pas dépasser 3 %. Les *zones d'évaluation* dans lesquelles se trouvent des *sources d'émission* ne doivent pas être évaluées. S'il n'y a pas de points d'évaluation à proximité immédiate de la source, des gradients plus élevés peuvent également y être acceptés.

Pour l'évaluation des odeurs provenant de l'élevage, AUSTAL prévoit différentes substances odorantes avec différents facteurs de pondération (odor_050, odor_065, etc.). Le résultat peut être interprété pour chaque substance odorante, non pondéré (ODOR) ou pondéré (OU_MOD). En principe, les substances individuelles permettent également d'évaluer différentes sources ou constellations de sources dans un cycle de calcul. Il convient de noter qu'ici aussi, on compte avec un niveau de qualité suffisamment élevé, car l'utilisation de plusieurs substances odorantes a de nouveau des répercussions sur le nombre de particules disponibles à une source.

6.4.5.2 Comparabilité des calculs avec des mesures par quadrillage et des mesures du panache

En cas de comparaisons directes entre les résultats de calcul et les mesures par quadrillage, par exemple aux fins de l'étalonnage de sources diffuses, il convient de vérifier si une restriction supplémentaire de la série chronologique des données météorologiques aux seules périodes d'observation améliore la comparabilité des résultats de calcul avec les mesures maillées, bien que la mesure par grille soit en principe censée être représentative de l'année. Dans le cas de calculs rétrospectifs visant à déterminer les *débits des sources*, il convient de tenir compte des incertitudes élevées liées à la mesure et au calcul.

6.4.5.3 Procédure en cas de flux d'air froid

Outre les facteurs d'influence météorologiques, les mécanismes de formation d'un courant d'air froid dépendent entre autres des paramètres suivants : capacité thermique et humidité du sol, végétation et rugosité, albédo et forme du terrain à la surface des terres, dont la résolution spatiale est négligée dans le modèle de propagation AUSTAL. Pour cette raison et parce que les paramètres de surface ne sont généralement pas connus avec suffisamment de précision, la représentation des flux *d'air froid* est très incertaine.

Pour aider à l'interprétation, il est possible de procéder en estimant l'influence maximale possible sur le calcul de la propagation. En fonction de la configuration du terrain, de la végétation et des constructions, il est possible d'émettre des hypothèses quant au sens d'écoulement (en aval et parallèlement aux vallées) afin de vérifier si des *récepteurs* se trouvent dans le sens d'écoulement supposé. Si c'est le cas, une première hypothèse maximale permet de vérifier si les valeurs d'immissions d'odeurs sont respectées lorsque toutes les périodes de la *classe de propagation I* sont évaluées comme des heures d'odeur. Si, dans ce cas, il n'y a pas de dépassement des valeurs *d'immission*, il n'est pas nécessaire de poursuivre la réflexion.

Si des dépassements sont constatés, il convient de vérifier si une éventuelle dilution sur le chemin du *récepteur* est suffisamment forte pour réduire suffisamment les *fréquences horaires des odeurs*.

La procédure à proposer à cet effet comprend les étapes suivantes :

- 1) Une série temporelle de données météorologiques « spécifiques à l'air froid » (KL-AKTERM) est établie. La direction du vent dans la série temporelle météorologique est fixée pour les situations de la *classe de propagation I* (très stable, faible vent) sur la direction d'écoulement attendue au lieu d'émission. La vitesse du vent est fixée à 0,8 m/s. En cas de forte pente, il est possible d'en appliquer davantage.
- 2) Si le *récepteur* présumé affecté - par exemple dans les courants courbes - ne se trouve pas dans la direction de propagation, la direction du vent est choisie dans la direction du *récepteur*.

- 3) Un calcul de propagation est effectué avec le KL-AKTERM sur un terrain plat afin de vérifier si la dilution est suffisante pour réduire de manière significative la *fréquence horaire des odeurs*.
- 4) Un autre calcul de propagation est effectué avec le KL-AKTERM en tenant compte du terrain.
- 5) Une comparaison des résultats avec ceux calculés en utilisant l'AKTERM normal est effectuée. Il s'agit avant tout d'estimer si les courants d'air froid sont en principe en mesure de remettre en question l'évaluation. Les calculs de propagation établis aux points 3) et 4) devraient permettre de saisir les effets les plus importants possibles des flux d'air froid.

Cette analyse simplifiée permet uniquement de démontrer que les courants d'air d'origine thermique n'entraînent pas de dépassement des valeurs limites relatives à la *fréquence horaire des odeurs*. Il n'est pas possible de prouver que des dépassements sont à prévoir, en raison des hypothèses très prudentes retenues. Avant d'ordonner des mesures de réduction des émissions, il convient donc de vérifier la fiabilité des calculs et la proportionnalité des mesures au cas par cas. À cet égard, il convient également d'examiner, le cas échéant, des modélisations pronostiques des champs de vent tenant compte des bilans énergétiques à la surface. L'utilisation de champs de vent calculés de manière pronostique relève de la responsabilité de l'expert.

7 Exigences relatives à la fourniture de données pour l'AEV

Format des données : Fichier PDF (et si possible, version finale des géodonnées à data@aev.etat.lu)

Transmission conformément aux conditions d'admission prévues par la loi du 21 avril 1993, sous forme électronique par courriel à etudesOA@aev.etat.lu.

La description des exigences relatives à la transmission des données en vue de leur utilisation dans des cartes ou d'autres publications est effectuée en fonction du projet, en concertation avec l'Administration de l'environnement.

8 Littérature

- [1] Amtsblatt des Großherzogtums Luxemburg, «Loi du 10 juin 1999 relative aux établissements classés, dernière modification par le Loi du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement,» 1999.
- [2] Amtsblatt des Großherzogtums Luxemburg, «Règlement grand-ducal modifié du 10 mai 2012 portant nouvelles nomenclature et classification des établissements classés,» 2012, zuletzt geändert durch das règlement grand-ducal du 8 février 2024.
- [3] Amtsblatt des Großherzogtums Luxemburg, *Loi du 9 mai 2014 relative aux émissions industrielles.*, 2014.
- [4] Amtsblatt des Großherzogtums Luxemburg, Loi modifiée du 21 mars 2012 relative à la gestion des déchets, 2012.
- [5] Amtsblatt des Großherzogtums Luxemburg, «Loi du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement,» *Memorial A*, 398, 15 Mai 2018.
- [6] Amtsblatt des Großherzogtums Luxemburg, *Loi du 21 juin 1976 relative à la lutte contre la pollution de l'atmosphère*, 1976.
- [7] Amtsblatt des Großherzogtums Luxemburg, *Loi du 29 avril 2011 modifiant la loi modifiée du 21 juin 1976 relative à la lutte contre la pollution de l'atmosphère*, 2011.
- [8] Amtsblatt des Großherzogtums Luxemburg, *Règlement grand-ducal du 29 avril 2011 portant application de la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe. Memorial A No. 88, p. 1387.*, 2011.
- [9] LAI, «Bund/Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz: Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen, GIRL - Geruchsimmissions-Richtlinie in der Fassung vom 29. Februar 2008 und einer Ergänzung vom 10. September 2008,» LAI, 2008.
- [10] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), «Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft),» 18 August 2021.
- [11] Amtsblatt des Großherzogtums Luxemburg, Loi du 21 avril 1993 relative à l'agrément de personnes physiques ou morales privées ou publiques, autres que l'Etat pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de vérification dans le domaine de l'environnement., 1993.
- [12] DIN, Deutsche Norm DIN 1333: Zahlenangaben, 1992.
- [13] Bundesamt für Umwelt (BAFU), «Empfehlung zur Beurteilung von Gerüchen. Geruchsempfehlung,» Bundesamt für Umwelt, Bern, Schweiz, 2015.

- [14] VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL), *Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration durch dynamische Olfaktometrie und die Geruchsstoffemissionsrate, Deutsche Fassung EN 13725:2022*, 2022.
- [15] VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL), *DIN EN 16841-1: Außenluft — Bestimmung von Geruchsstoffimmissionen durch Begehungen - Teil 1: Rastermessung*, 2017.
- [16] VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL), *DIN EN 16481-2: Außenluft — Bestimmung von Geruchsstoffimmissionen durch Begehungen: Teil 2 - Fahnenmessung*, 2016.
- [17] VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL), «VDI 3940 Bl. 4: Bestimmung der hedonsichen Geruchswirkung - Polaritätenprofile,» Juni 2010.
- [18] VDI, *Richtlinie VDI 3940 Blatt 6: ENTWURF - Bestimmung von Geruchsstoffimmissionen - Ermittlung von ekelerregenden und Übelkeit auslösenden Gerüchen.*, 8. Februar 2026.
- [19] LAI; Bund/Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, «Kommentar zum Anhang 7 der TA Luft 2021 - Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen,» 8 Februar 2022.
- [20] VDI, *Richtlinie 3883 Bl. 4: Wirkung und Bewertung von Gerüchen - Bearbeitung von Nachbarschaftsbeschwerden wegen Geruch*, 2017.
- [21] A. Delan et R. Petrich, «Untersuchung zu Stichprobenfehlern bei Rasterbegehungen zur Bestimmung der Geruchsstoffimmission,» *Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft (84)*, 2024, Nr. 07-08, pp. 199-205, Juli 2024.
- [22] DIN-Normenausschuss Qualitätsmanagement, Statistik und Zertifizierungsgrundlagen (NQSZ), DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, DIN EN ISO/IEC 17025: Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien, 2017, Deutsche Fassung 2018.
- [23] VDI/DIN Kommission zur Reinhaltung der Luft, VDI Richtlinie 3880: Olfaktometrie - Statische Probenahme, 2011.
- [24] VDI, Richtlinie 3884 Blatt 1 Olfaktometrie - Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie - Ausführungshinweise zur Norm DIN EN 13725, 2015.
- [25] VDI, Richtlinie EE 3884 Blatt 1.1 - Olfaktometrie - Empfehlungen und Ausführungshinweise zur Bestimmung der Messunsicherheit der Olfaktometrie nach DIN EN 13725, 2024.
- [26] VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL), *VDI-EXPERTENEMPFEHLUNG: Empfehlungen und Ausführungshinweise zur Bestimmung der Messunsicherheit der Olfaktometrie nach DIN EN 13725*, 2024.
- [27] Fraunhofer Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen, «Biometrische Riechsysteme,» [En ligne]. Available: <https://www.int.fraunhofer.de/content/dam/int/de/documents/EST/EST-1121-Biomimetische-Riechsysteme.pdf>.
- [28] C. Wang, C. Chak Lam Jonathan, Z. Wan, Z. Chen, W. Ye, W. Tang, Z. Ma, B. Ren, D. Zhang, Z. Song, Y. Ding, Z. Long, S. Poddar, W. Zhang, Z. Wan, F. Xue, S. Ma, O. Zhou, G. Lu, K. Liu et Z. Fan, «Biomimetoc olfactory

chips based on large-scale monolithically integrated nanotube sensor arrays,» *Nature Electronics*, vol. 7, pp. 157-167, 2024.

- [29] VDI, Richtlinie 3883 Bl. 1: Wirkung und Bewertung von Gerüchen. Erfassung der Geruchsbelästigung, Fragebogentechnik., 2015.
- [30] VDI, «Richtlinie VDI 3945 Blatt 3 - Umweltmeteorologie: Atmosphärische Ausbreitungsmodelle, Partikelmodell.,» 2020.
- [31] Umweltbundesamt et Ingenieurbüro Janicke, *Ausbreitungsmodell nach TA Luft AUSTAL - Programmbeschreibung zu Version 3.3, Stand 2024-03-02*, Dessau-Roßlau, Überlingen.
- [32] VDI, «Richtlinie VDI 3783 Blatt 13: Umweltmeteorologie. Qualitätssicherung in der Immissionsprognose. Anlagenbezogener Immissionsschutz, Ausbreitungsrechnung demäß TA Luft.,» 2010.
- [33] Lohmeyer, «GERDA IV.3, Handbuch zum EDV-Programm zur Abschätzung von Geruchs-Emissionen und -Immissionen aus 6 Anlagentypen. Auftraggeber: Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg,» Karlsruhe, 2021.
- [34] K. Kwiatkowski et U. Strotkötter, «Die Geruchsbeurteilung nach Anhang 7 TA Luft - Ein Erfahrungsbericht nach Aufnahme der Geruchsimmissions-Richtlinie als Anhang 7 in die TA Luft 2021,» pp. 13-17, März 2024.
- [35] VDI, Richtlinie 3786 Blatt 1: Umweltmeteorologie. Meteorologische Messungen - Grundlagen., 2025.
- [36] VDI, Richtlinie 3786 Blatt 13: Umweltmeteorologie. Meteorologische Messungen - Messstation., 2019.
- [37] VDI, Richtlinie 3783 Bl. 20: Umweltmeteorologie - Übertragbarkeitsprüfungen meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft, 2017.
- [38] VDI, *VDI Richtlinie 3782 Blatt 6: Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsrechnung: Bestimmung der Ausbreitungsklassen nach Klug/Manier*, 2017.
- [39] VDI, *Richtlinie 3787 Bl. 5: Umweltmeteorologie - Lokale Kaltluft.*, 2026.
- [40] Murnane, Sharon S.; Lehocky, Alex H.; Owens, Patrick D., «Odor Thresholds for Chemicals with Established Occupational Health Standards, 2nd ed.,» American Industrial Hygiene Association (AIHA), 2013.
- [41] T. G. Farr et andere, «The shuttle radar topography mission,» *Rev. Geophys.* 45, doi:10.1029/2005RG000183, 2007.
- [42] EEA, «European Environment Agency: CORINE Landcover,» [En ligne]. Available: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps>. [Accès le 10 Januar 2025].
- [43] F. Pasquill, *Atmospheric diffusion: The dispersion of windborne material from industrial and other sources.*, New York: Halsted Press, 1972, 2. Auf. 1974.

- [44] L. Janicke et U. Janicke, «Die Entwicklung des Ausbreitungsmodells AUSTAL2000G,» *Berichte zur Umwelphysik* Nr. 5, p. 122, März 2007.
- [45] D. Oetttl et E. Ferrero, Ein neues Modell zur Berechnung von Geruchsstunden im Rahmen von Genehmigungsverfahren, 2017.

9 Annexes

A1 Liste des tableaux

Tableau 1 : Valeurs d'immissions pour la fréquence des heures d'odeur par an pour différents types d'utilisation.	11
Tableau 2 : Représentation schématique des conditions d'éligibilité à l'autorisation.	14

A2 Liste des figures

Figure 1 : Exemple de schéma de déroulement pour la procédure à suivre en cas de situation de plainte.	16
Figure 2 : Organigramme pour la détermination des nuisances olfactives (paramètres d'immission).	17
Figure 3 : Organigramme de la procédure de détermination des flux de substances odorantes pour le calcul de la propagation.	18
Figure 4 : Courbe du flux de substances odorantes insignifiantes en fonction de la hauteur de la source (source : TA Luft 2021) [10] Annexe 7).	33

A3 Définitions

A3.1 Glossaire

Air de contrôle :

Échantillon de mesure des gaz d'échappement d'une installation, peut être prélevé sur le gaz brut ou le gaz purifié. L'air d'essai est dilué à différents niveaux pour l'évaluation des odeurs.

Air pur :

Air sortant purifié d'une installation.

Aspects hédoniques de la pollution olfactive :

Les odeurs perçues comme agréables peuvent nécessiter une valeur d'immission plus faible que les odeurs désagréables. Il convient de noter que même des odeurs perçues comme agréables dans certaines circonstances (par exemple un barbecue ou du café) peuvent être pénalisantes en cas d'exposition de longue durée. D'autre part, les odeurs nauséabondes peuvent avoir un effet malsain et gênant même si la fréquence horaire des odeurs est inférieure aux valeurs d'immission. Dans une évaluation, les odeurs nauséabondes sont donc exclues d'une autorisation sans autres mesures d'atténuation.

Dans des cas particuliers, la « mise à l'échelle » du flux de substances odorantes peut être effectuée à l'aide de profils de polarité déterminés selon la norme VDI 3940 feuille 4 [17].

Classes de propagation :

Situations météorologiques présentant une stabilité atmosphérique et une vitesse de vent données. Les situations météorologiques d'une classe de dispersion ont des caractéristiques de dispersion similaires pour les polluants atmosphériques.

Les classifications peuvent être réparties dans les classes selon Klug/Manier [38]. D'autres classifications peuvent être effectuées, par exemple selon Pasquill [43]. Les classes suivantes sont définies :

Classe de propagation selon Klug/Manier	Classe de propagation selon Pasquill	Description
I	F	Très stable
II	E	Stable
III/1	D	Neutre

III/2	C	Neutre, plutôt faiblement instable
IV	B	Instable
V	A	Fortement instable

La classification selon Klug/Manier permet une application directe pour AUSTAL dans une série chronologique AKTERM. L'évaluation se fait ici selon des paramètres proxy (vitesse du vent, degré de couverture, position du soleil) et peut contenir un biais notable par rapport à la stabilité atmosphérique réelle, mais ne peut généralement pas être remplacée en raison de la disponibilité des données.

Une représentation alternative, sans classe, consisterait à indiquer la longueur d'Obukhov comme paramètre de stabilité atmosphérique. Celui-ci doit être déterminé à partir de mesures de la température dans au moins deux couches et de la vitesse du vent.

Concentration des substances odorantes et flux des substances odorantes :

Le caractère odorant d'une émission est exprimé par la concentration de substances odorantes (« densité d'odeur ») c_o dans les gaz d'échappement en ou_E/m^3 . Pour la quantité d'odeur d'une émission, on indique le flux de substances odorantes V_o (unité ou_E/s). La relation entre la concentration en substances odorantes c_o et le flux de substances odorantes V_o est la suivante

$$V_o = c_o \cdot A_v$$

A_v étant le débit d'air humide, rapporté à 20°C, provenant de la source d'émission, exprimé en m^3/s .

(Courant) d'air froid :

Écoulement d'air plus froid se produisant après le coucher du soleil ou aux heures les plus froides de la journée, résultant d'un bilan radiatif négatif lorsque le ciel n'est pas couvert et dans des situations de vent faible (en premier lieu pour la classe de propagation 1).

Débit massique insignifiant, limite insignifiante :

Valeur seuil indiquée dans la TA Luft pour l'évaluation d'un flux massique d'émissions, au-dessus de laquelle des valeurs caractéristiques d'immissions doivent être déterminées. En règle générale, il n'y a pas lieu de s'attendre à des immissions significatives provenant d'émissions inférieures au débit massique de référence. Dans des circonstances particulières, où des immissions significatives ne peuvent être exclues malgré un faible débit massique, des études au cas par cas peuvent être nécessaires. Pour le flux d'odeurs, seules des limites insignifiantes liées à un rejet en tant que source captée à une certaine hauteur sont définies dans la TA Luft.

Émission :

Rejet de substances dans l'environnement. Il peut s'agir de l'air, de l'eau, du sol, de la flore et d'autres environnements.

Émission d'odeurs :

La description quantitative de l'émission d'odeur d'une source se fait par le flux et la concentration de l'odeur. L'unité choisie ici est l'unité d'odeur. Une unité d'odeur (ou_E) est la quantité d'odeur dans l'air évacué qui est perçue par 50 % d'un collectif de contrôleurs ayant une perception olfactive « normale ».

Facteurs de pondération pour l'évaluation des odeurs :

Pour certaines odeurs qui peuvent être typiques d'un lieu, notamment celles provenant de l'agriculture, des facteurs peuvent être indiqués pour pondérer l'évaluation des odeurs. Pour les élevages d'animaux, ces critères sont par exemple définis dans la TA Luft. Dans des circonstances particulières, d'autres facteurs ainsi que des facteurs de pondération peuvent être fixés pour d'autres installations. Le choix des facteurs de pondération doit être justifié et harmonisé dans le concept d'étude.

Flux de substances odorantes insignifiantes :

Il existe un seuil de gêne en dessous duquel il n'est pas utile d'étudier les effets en raison de leur caractère mineur. Sur le plan formel, l'annexe 7, chapitre 2.2 [10] de la TA Luft (directive technique allemande relative à la qualité de l'air) définit un seuil pour l'évaluation de la pertinence des odeurs du point de vue des émissions, en dessous duquel aucune analyse approfondie n'est nécessaire.

Fréquence horaire des odeurs :

Fréquence relative des heures dans l'année qui sont considérées comme des heures d'odeur.

Gaz brut :

Air sortant non purifié d'une installation.

Heure d'odeur :

La limitation des immissions d'odeurs s'applique aux périodes de perception d'odeurs dans les unités de l'heure d'odeur. Est considérée comme une heure d'odeur toute heure au cours de laquelle plus de 6 minutes de perception olfactive sont effectuées.

Immission :

Action d'un facteur de perturbation sur l'environnement, des limites d'exposition différentes étant fixées dans l'évaluation des immissions sur différents récepteurs. Un récepteur peut être constitué d'objets dans la nature (flore, faune, sol) ou dans des objets humains (personnes, habitations, institutions sociales).

Immission d'odeurs :

L'immission d'odeurs est exprimée en fréquence horaire d'odeurs rapportée à l'année, en pourcentage des heures annuelles. Une heure olfactive étant définie comme une heure de 6 min de

perception olfactive, le percentile 90 de la concentration d'odeur en une heure doit être supérieur à 1 ou_E. Comme les valeurs sous-échelles ne sont pas modélisées explicitement et que la distribution des concentrations horaires d'odeurs à l'échelle de temps inférieure à une heure serait extrêmement fastidieuse, un facteur doit être défini pour passer de la densité moyenne d'odeurs en une heure à une heure d'odeur (= temps pendant lequel la densité d'odeurs > est de 1 ou_E/m³). Ce facteur s'élève à 0,25 sur la base de calculs empiriques pour une prévision des immissions, c'est-à-dire que pour qu'une heure soit considérée comme une heure d'odeur, la densité moyenne calculée des odeurs doit dépasser 0,25 ou_E/m³ en une heure [44]. La valeur inverse de ce facteur représente le rapport entre le percentile 90 et la moyenne horaire $c_{90}/\bar{c}$. L'application du facteur 0,25 est controversée pour certaines installations et certains types d'odeurs, voir par exemple [45].

Débits de la source :

Quantité d'émission libérée, généralement définie comme un débit massique en unité de masse/temps (par exemple kg/h) ou un débit olfactif en unité d'odeur/temps (par exemple ou_E/s). Alternativement, le degré de pollution dans les substances émises, par exemple la concentration de la substance en mg/m³ dans l'air, ou en mg/l dans l'eau, est indiqué. La concentration de substances odorantes dans l'air s'exprime en ou_E/m³.

Non-pertinence :

La valeur seuil pour une charge supplémentaire non pertinente est de 2% de fréquence horaire des odeurs par an. Il convient de distinguer deux cas :

Une installation globale ne génère qu'une charge supplémentaire globale non pertinente. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de déterminer la nuisance totale.

Si l'impact de l'ensemble de l'installation n'est pas non pertinent et qu'il existe un impact global significatif existant, l'impact d'un seul projet peut être évalué comme non pertinent.

Dans le cas de nombreux émetteurs d'odeurs, il convient, le cas échéant, de fixer un seuil plus bas pour une nuisance supplémentaire (totale) non pertinente.

Nuisance limite en cas d'absence de valeurs limites d'émission :

Émission d'odeur déterminée au moyen d'un calcul de propagation, qui ne doit pas être dépassée pour respecter les valeurs limites d'immission.

Nuisance préexistante :

La pollution préexistante est la pollution due à des installations tierces et à l'installation considérée dans son état actuel.

Nuisance supplémentaire :

La nuisance supplémentaire est liée au projet et décrit la modification de la nuisance due uniquement à un projet sur une installation. Elle n'est pas nécessairement liée à une nouvelle installation. La nuisance supplémentaire décrit la différence entre l'état planifié et l'état réel. La nuisance supplémentaire peut être négative si les émissions d'odeurs sont réduites par un projet. La nuisance supplémentaire peut être relevée de deux manières :

1. En ne considérant que les émissions dues à la modification. Cela n'est possible qu'en cas d'émissions d'odeurs plus importantes ou nouvelles.
2. En considérant la différence entre l'état prévu et l'état réel.

Dans le cas d'une nuisance supplémentaire positive, la différence entre l'état planifié et l'état réel est généralement inférieure à un calcul des immissions d'odeurs dues uniquement au projet.

Nuisance supplémentaire totale :

L'exposition supplémentaire totale est liée à l'installation et décrit l'impact total d'une installation. La nuisance supplémentaire totale doit être relevée en cas de modification pour l'état actuel et l'état prévu. Elle doit être utilisée pour évaluer si l'installation n'est pas pertinente.

Nuisance totale :

Nuisance sommaire, composée de la nuisance préexistante plus la nuisance supplémentaire due à un projet / une installation, ou composée de la nuisance de fond et de la nuisance supplémentaire totale due à l'installation.

Olfactomètre :

Appareil de mesure pour déterminer la concentration d'odeur dans un échantillon d'air.

Orographie :

Forme des surfaces de terrain ou des hauteurs de terrain.

Plan d'aménagement général :

Plan général d'urbanisme (plan d'occupation des sols) au Luxembourg, qui définit l'utilisation autorisée ou possible des sols.

Plan d'aménagement particulier :

Plan d'aménagement spécial pour des objets individuels, des zones résidentielles ou commerciales.

Points de grille :

Points d'angle d'une grille d'évaluation des odeurs.

Pollution de fond :

La pollution de fond est la pollution olfactive due uniquement aux installations extérieures.

Prévision des odeurs :

Pour pouvoir évaluer l'impact des installations prévues dans le cadre d'une procédure d'autorisation ou de surveillance, il est nécessaire d'effectuer une prévision des odeurs. La prévision des odeurs détermine les immissions d'odeurs en tant que nuisance olfactive future. Cela peut être réalisé par des méthodes simplifiées (estimation dans la zone proche selon VDI 3883 feuille 4 [20] Annexe B) ou par screening (par exemple GERDA, [33]). Toutefois, le cas général est un calcul de dispersion avec un modèle de dispersion atmosphérique (par exemple AUSTAL), qui tient compte de la dilution dans le flux d'air sur le trajet entre la source et le récepteur.

Récepteur :

Lieu où un effet de nuisance est évalué (habitations, écosystèmes).

Seuil olfactif :

Concentration d'une substance odorante à laquelle 50 % d'un groupe d'examineurs perçoivent une odeur lors d'une mesure olfactométrique.

Source / source d'émission :

Au sens strict, une installation dont les émissions sont libérées, par une cheminée (source captée) ou directement à partir d'un processus ou d'un stockage (source diffuse). Par extension, tout objet qui libère des substances.

Statistiques sur la direction du vent :

Statistique de la fréquence des classes de vent et de propagation.

Surface d'évaluation :

Surface sous forme de grille - ou, dans le cas de mesures par quadrillage, de surfaces irrégulières - sur laquelle on peut supposer une nuisance olfactive uniforme en raison d'un mélange local. En cas de nuisances fortement inhomogènes, les surfaces doivent être réduites de manière à ce que les valeurs de la fréquence horaire des odeurs sur des surfaces voisines ne diffèrent pas de plus de 3 %. Les surfaces d'évaluation ne doivent pas contenir de sources.

Valeurs d'évaluation :

Valeurs non fixées par la loi qui caractérisent une immission pertinente ou nocive. Les valeurs d'évaluation peuvent différer des valeurs limites d'immissions sur une base volontaire ou dans les zones fortement polluées. Les valeurs limites des concentrations de substances sans valeur limite d'immission fixée par la loi doivent être déterminées en tant que valeurs d'évaluation, en règle générale sous l'aspect de la nuisance pour la santé par comparaison avec des valeurs limites

d'exposition professionnelle ou, comme dans le cas des nuisances olfactives de courte durée, en supposant un seuil de perception de la charge.

Valeurs limites d'immission :

Valeurs limites des immissions à ne pas dépasser. Les valeurs limites d'immissions sont fixées différemment pour différents récepteurs, par exemple pour la santé humaine, le niveau de nuisance, les écosystèmes ou autres.

Zone d'évaluation :

Zone où les sources d'émission actuellement considérées ont un impact significatif sur l'environnement.

Zone d'étude :

Zone considérée au voisinage d'une source (en tant que zone modèle ou, par exemple, dans le cas de mesures par quadrillage), dans laquelle on suppose que les sources d'émission considérées exercent des effets pertinents. La zone d'étude doit toujours être plus grande que la zone d'évaluation.

A3.2 Abréviations

AEV *Administration de l'environnement*

CORINE *Coordination of information on the environment, EU projet*

EIE *évaluation des indices sur l'environnement*

GERDA *GERuchsDatenbank: Programm zur Abschätzung der Geruchsimmissionen und Geruchsstundenhäufigkeiten*

HB *nuisance de fond due à des installations tierces*

IED *industrial emissions directive*

LUREF *Luxembourg reference frame (système de coordonnées de Gauss pour Luxembourg)*

MNR *modèle numerique de relief*

ou *Odor unit*

ouE *European odour unit*

PAG *plan d'aménagement général*

PAP *plan d'aménagement particulier*

SRTM *Shuttle radar topography mission*

VB *nuisance préexistante (due à l'installation existante)*

ZB *nuisance supplémentaire (due au projet)*