

NOTE TECHNIQUE

Non-validité de l'échantillonnage discontinu d'odeur en air ambiant afin de caractériser l'impact odeur



Date : 12 mars 2007

Version : ODO 2007-25

Réalisé par : Philippe Barnéoud B.ing. et Richard Leduc Ph.D., météorologue

Relecture : Thierry Pagé ing. M.Sc.A.

Destinataires

Professionnels confrontés à l'évaluation d'un impact odeur (impact des émissions sur le voisinage) en air ambiant.

Objet

Cette note présente brièvement les aspects scientifiques, techniques et instrumentaux qui mettent en doute la validité de la mesure discontinue des odeurs en air ambiant en vue de caractériser l'impact odeur.

Contexte

La perception des odeurs relève d'un stimulus instantané dont la période est de 3 à 5 secondes, soit la durée d'une inhalation. L'odorat humain est ainsi sensible aux variations de concentration sur de courts intervalles de temps.

De nombreux professionnels envisagent d'effectuer des prélèvements ou des mesures discontinues d'odeurs en air ambiant pour différents objectifs : déterminer les niveaux d'exposition des riverains, mesurer la performance d'équipement de traitement des odeurs, évaluer la conformité réglementaire d'une usine, vérifier le bon fonctionnement d'équipement de mesure en continu des odeurs, valider des modèles de dispersion atmosphérique des odeurs, etc.

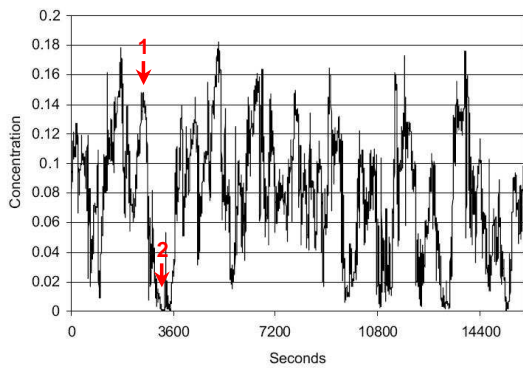
Turbulence atmosphérique et fluctuation des concentrations

La couche limite planétaire est la couche de l'atmosphère près du sol dont l'épaisseur est d'environ 1000 mètres ; c'est dans cette couche que nous vivons. L'écoulement de l'air est turbulent dans cette couche étant donné les constantes variations des paramètres atmosphériques en jeu, notamment :

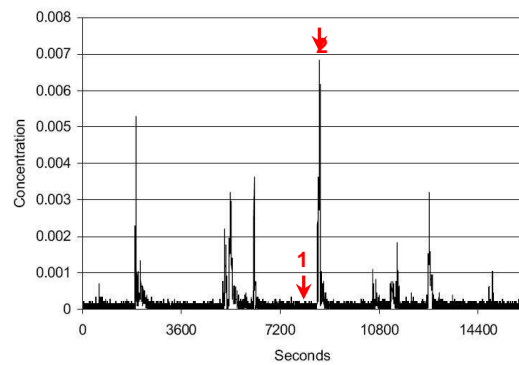
- l'énergie reçue du soleil : pendant le jour, la surface terrestre est chauffée et réchauffe à son tour la couche d'air directement au-dessus, ce qui engendre des mouvements de convection (mouvement vertical de l'air); la nuit, les mouvements convectifs sont supprimés.
- les fluctuations de la vitesse et de la direction du vent causées par l'écoulement de l'air sur des objets au sol (bâtiments, végétation, collines, obstacles, etc.)

En résumé, l'atmosphère est continuellement en mouvement et donc dynamique. Les fluctuations de vitesse causées par la turbulence font en sorte que des mesures en air ambiant à un instant t (en secondes) ne sont pas nécessairement représentatives de mesures faites une seconde plus tard.

A titre d'exemple, les graphiques suivants présentent la variation temporelle de la concentration d'odeur mesurée dans une soufflerie pour deux types de sources émettrices : (a) surfacique et (b) ponctuelle. On constate que des mesures instantanées à un temps donné (point 1) ne sont pas du tout représentatives des observations réalisées peu de temps après (point 2). En effet, des mesures prises au temps 1 dans le cas de la source ponctuelle (b) indiqueraient sans doute des concentrations minimales alors qu'en réalité, le niveau d'exposition est d'environ 30 fois plus élevé quelques secondes après.



(a) Observations des fluctuations de concentration avec une soufflerie, pour une surface (Best et al., 2001)



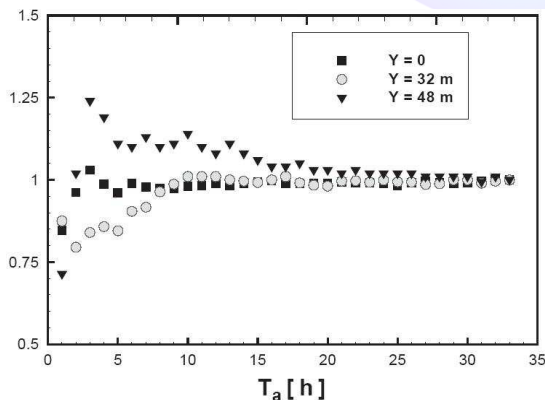
(b) Observations des fluctuations de concentration avec une soufflerie, pour une source ponctuelle (Best et al., 2001)

Best P.R., Lunney K.E., Killip C.A. Statistical elements of predicting the impact of a variety of odour sources. Water Science and Technology, Vol. 44 No 9, pp 157-164, 2001.

Fréquence et durée d'échantillonnage

Pour représenter l'impact des odeurs dans l'atmosphère, il est nécessaire de considérer les fluctuations de concentration sur de très courtes périodes correspondant au rythme de la respiration humaine, soit entre 3 et 5 secondes (Aubrun et al, 2004). De plus, la durée d'échantillonnage nécessaire pour représenter adéquatement les fluctuations de la concentration d'odeur varie selon la position par rapport au panache odeur. En effet, tel que montré à la figure suivante, une durée de 3 h est nécessaire à un point localisé au centre du panache ($Y=0$) afin d'atteindre un régime permanent alors que pour un point situé en bordure, elle est de 25 h. Ainsi, pour bien représenter un impact odeur, des mesures instantanées (à la seconde) et en continu sont nécessaires sur une durée de 3 h à 25 h pour une seule condition météorologique particulière. Il est de plus évident que les conditions météorologiques ne sont pas constantes sur une aussi longue période de temps compte tenu du cycle diurne des variables météorologiques contrôlant la dispersion des odeurs. Ainsi, une seule mesure (ou quelques mesures) discontinue d'odeur ne peut caractériser correctement l'impact odeur d'une ou de plusieurs sources.

L'usage de modèles mathématiques appropriés aux odeurs permet par contre de reproduire l'ensemble des conditions atmosphériques et de caractériser les fluctuations de concentration causées par la turbulence.



Cette figure montre la durée nécessaire pour atteindre un régime permanent (stabilité de la moyenne) pour des points au centre d'un panache odeur ($Y=0$ m) et en bordure ($Y=32$ m et $Y=48$ m).

Aubrun S., Leitl B. Unsteady Characteristics of the Dispersion Process in the Vicinity of a Pig Barn. Atmospheric Environment 38, 81-93, 2004.

Considérations techniques d'échantillonnage

Plusieurs limitations ou problèmes techniques peuvent aussi survenir avec des mesures discontinues. Ainsi, on doit par exemple tenir compte des points suivants:

- Difficulté que pose la localisation des stations ou points de mesure (ex : à cause d'effets de bâtiment ou des obstacles terrain entraînant des zones de recirculation, etc.);
- Durée inadéquate du prélèvement de l'échantillon d'air (par exemple, sur quelques minutes au lieu de 2 à 5 secondes). L'échantillonnage d'odeurs doit être effectué en sac Tedlar® de 20 à 60 litres et il est difficile d'échantillonner en moins de 2 minutes avec les équipements disponibles actuellement sur le marché;
- Coût des analyses olfactométriques multiples avec plusieurs échantillons;
- Absence de contrôle de la qualité (validation des données);
- Sensibilité des instruments de mesure (précision, résolution, calibration, etc.). Les concentrations en air ambiant sont généralement faibles, du niveau du seuil de détection des équipements ou en deçà.

Conclusion

Il devient évident que tous prélèvements ou mesures d'odeurs faits de manière discontinue en air ambiant sont inadéquats pour quantifier l'impact odeur d'une ou de plusieurs sources. Deux possibilités s'offrent pour déterminer le niveau d'odeurs en air ambiant :

1. Mesures à la source couplées à un modèle de dispersion
2. Mesures en continu à l'aide de nez électroniques

La mesure à la source couplée à la modélisation de la dispersion atmosphérique permet de s'affranchir des problèmes de fluctuations atmosphériques. En effet, en mesurant directement à la source, les concentrations de contaminants sont élevées et non dépendantes de la turbulence de l'atmosphère. Puis en utilisant des modèles mathématiques considérant les phénomènes physiques de dispersion et de transport des polluants dans l'atmosphère, on limite l'incertitude et on obtient ainsi des résultats plus proches de la réalité.

De plus, les mesures en air ambiant sont limitées en quantité et ne sont représentatives que de l'endroit où la mesure est faite. Compte tenu d'effets locaux, la représentativité spatiale et temporelle d'un point de mesure peut être très limitée. Par contre, l'emploi d'un modèle permet de générer des données à un très grand nombre de points et pour de longues périodes de temps.

En outre, il est beaucoup moins coûteux d'évaluer l'impact odeur à l'aide de mesures à la source (pour une ou plusieurs sources) et d'un modèle de dispersion qu'avec une multitude de mesures ponctuelles en air ambiant.

Les mesures en air ambiant nécessitent une durée d'opération suffisamment longue pour que l'on puisse en tirer des statistiques d'intérêt. Avec un modèle de dispersion atmosphérique et une base de données de conditions météorologiques, les données nécessaires aux calculs statistiques s'obtiennent beaucoup plus rapidement (temps de calcul du modèle).

De plus, l'emploi d'un modèle de dispersion atmosphérique permet de générer des scénarios d'impact alors que c'est impossible à l'aide de mesures en air ambiant.

Les mesures à la source peuvent être réalisées avec des échantillonnages ponctuels ou des nez électroniques (NE) mais les NE sont essentiels dans les cas de sources dont les émissions sont variables. Le système d'échantillonnage du NE répond aux exigences de la mesure en continu requises pour assurer la qualité des mesures effectuées.