

# La pollution olfactive et ses caractéristiques



FEVIA, Mai 2006

# 1 – Introduction

## Pollution olfactive

émission de mauvaises odeurs dans l'environnement par des activités industrielles, agricoles et de traitement de déchets susceptible d'incommoder le voisinage



Nombre de plaintes

### 1. Exigence d'une vie saine, plus confortable

Odeur « polluante » = saleté, maladie, danger

Plus aussi bien tolérée qu'au 19<sup>ème</sup> siècle!

Sensibilité accrue

### 2. Croissance économique

rapprochement

habitat -activités génératrices de mauvaises odeurs

### 3. Autres pollutions sous meilleur contrôle

Introduction

Odeur  
physiolo.  
chimie  
perception

Pollution olfactive  
composition  
temporel  
évaluat.

Nuisance olfactive  
toxicité  
gène  
évaluat.

Conclusion

# 1 – Introduction

Problématique environnementale complexe :

- fait appel aux sens : **olfaction**, subjectivité, contexte social
- plus complexe que autres pollutions sensorielles (sonore ou visuelle)
  - grandeur **chimique** et non physique
  - « on peut se boucher les oreilles mais pas arrêter de respirer! »



Pollution à plusieurs facettes

Introduction

Odeur  
physiolo.  
chimie

perception

Pollution olfactive  
composition  
temporel

évaluat.

Nuisance olfactive  
toxicité  
gène  
évaluat.

Conclusion

## 2 – L'odeur : question de sens et de chimie

**odeur**

émanation volatile  
susceptible de provoquer chez l'homme  
des sensations dues à l'excitation d'organes spécialisés

### Plusieurs disciplines dont la chimie et la physiologie

*Chimiste*

« ensemble de **molécules** aux propriétés spécifiques qui  
inhalées par un individu génère une réaction»

*Physiologiste*

« **stimulus** induit par molécules et  
**mécanismes** au niveau des **organes** impliqués dans l'olfaction »

Introduction

Odeur  
physiolo.  
chimie

perception

Pollution olfactive  
composition  
temporel

évaluat.

Nuisance olfactive  
toxicité  
gène  
évaluat.

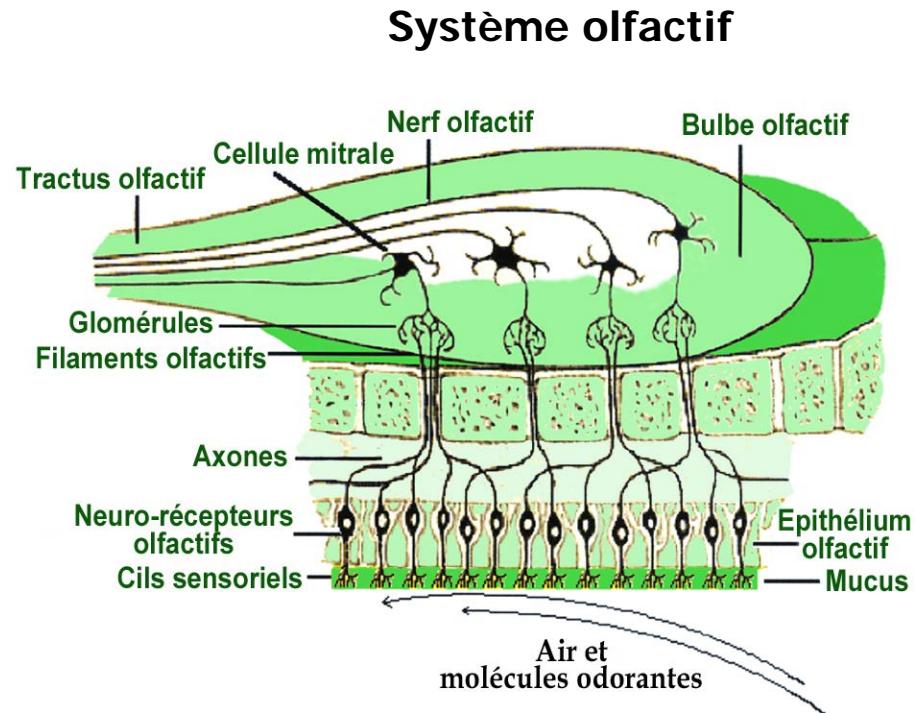
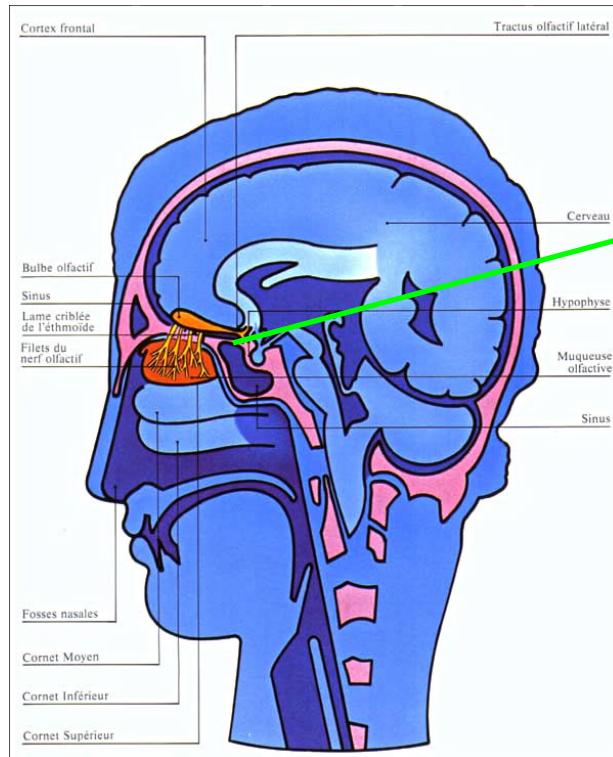
Conclusion

## 2 – L'odeur : question de sens et de chimie

### a/ physiologie de l'olfaction

respiration : interaction entre molécules et récepteurs olfactifs de la muqueuse olfactive

→ signal électrique → cerveau → interprétation



Introduction

Odeur  
physiolo. chimie perception

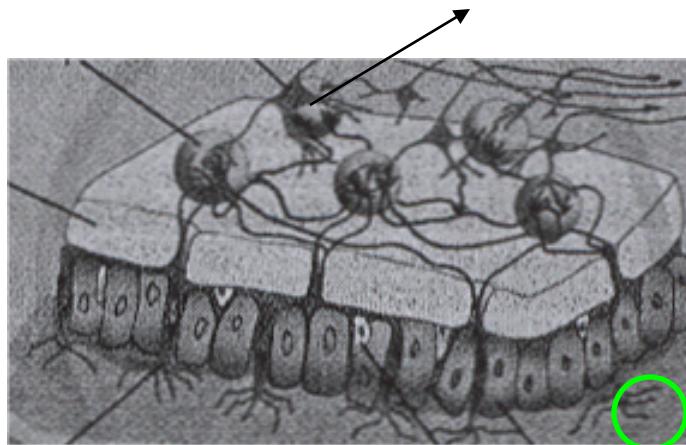
Pollution olfactive

Nuisance olfactive  
toxicité gène évaluat.

Conclusion

## 2 – L'odeur : question de sens et de chimie

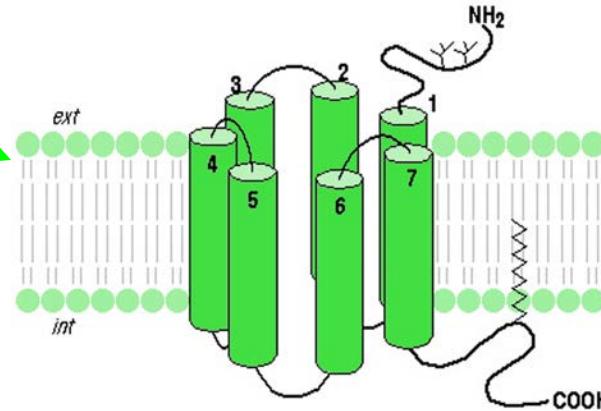
Sur les cils des cellules neuro-réceptrices : Récepteurs olfactifs



20 à 30 cils par cellule

Récepteurs olfactifs:

protéines à 7 domaines transmembranaires



10 millions de cellules réceptrices

100 espèces de récepteurs olfactifs identifiés (avec 300 acides amines différents)

Introduction

Odeur  
physiolo.  
chimie  
perception

Pollution olfactive

composition  
temporel

Nuisance olfactive

évaluat.  
toxicité  
gène  
évaluat.

Conclusion

## 2 – L'odeur : question de sens et de chimie

1 molécule : activation ensemble unique de plusieurs récepteurs

1 récepteur : réaction à plusieurs molécules

	ORs													
	S1	S3	S25	S6	S79	S50	S51	S83	S85	S86	S18	S46	S19	S41
acid A-C6													rance, humide, aigre, gras	
alco A-C6			■	■									herbacé, boisé, cognac, whiskhy	
acid A-C7	■				■		■			■	■	■	rance, humide, aigre, gras	
aco A-C7		■	■	■									violette, boisé, herbacé, frais	
acid A-C8	■				■	■	■			■	■	■	rance, répulsif, humide, aigre, gras	
alco A-C8						■				■	■		doux, orange, gras, frais,ciré	
acid A-C9	■					■	■	■	■	■	■	■	ciré, fromage, noisette, gras	
alco A-C9						■	■	■		■	■		frais, rose, huile florale, citronné	

ref : Malnic, B., Hirono, J., Sato, T., Buck, L., Combinatorial receptor codes for odors, Cell, 96, (1999) 713-723.

1 glomérule : axones de cellules exprimant le même récepteur

→ Reconnaissance des odeurs = reconnaissance de formes

Introduction

Odeur  
physiolo. chimie perception

Pollution olfactive  
composition temporel évaluat.

Nuisance olfactive  
toxicité gène évaluat.

Conclusion

## 2 – L'odeur : question de sens et de chimie

### b/ chimie de l'odeur

Pour être odorante, une molécule doit au moins être :

**volatile**

**soluble dans le mucus**

Plus de chances d'être odorante si :

- légère ( $(MM < 300 \text{ g mol}^{-1})$ )
- solubles dans l'eau et aussi lipophiles (via protéines de transport : OBP)

Introduction

Odeur  
physiolo.  
chimie

perception

Pollution olfactive

composition

temporel

évaluat.

Nuisance olfactive

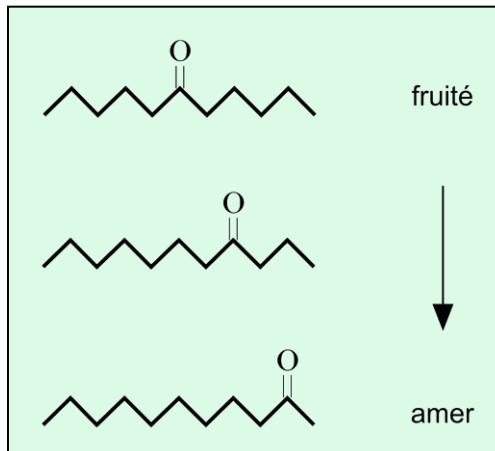
toxicité

gène

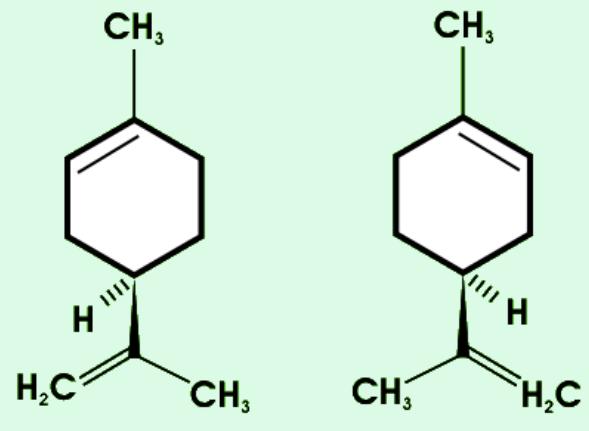
évaluat.

Conclusion

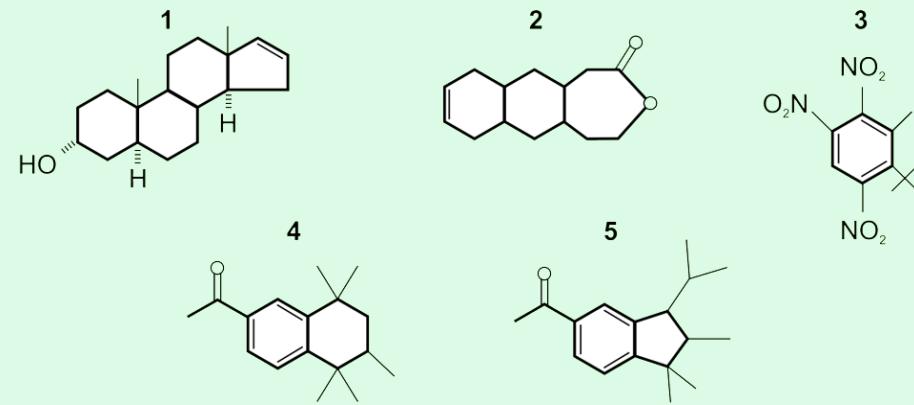
## 2 – L'odeur : question de sens et de chimie



Isomères :  
odeur différente



Molécules différentes :  
même odeur  
musc



Introduction

Odeur  
physiolo.  
chimie

perception

Pollution olfactive

composition

temporel

évaluat.

Nuisance olfactive

toxicité

gène

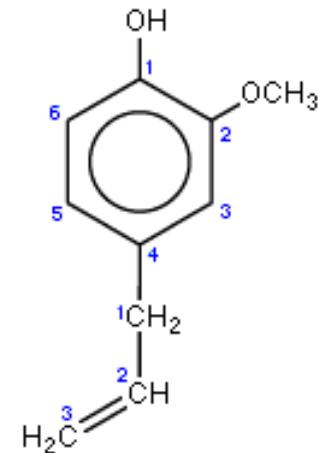
évaluat.

Conclusion

## 2 – L'odeur : question de sens et de chimie

Effet de la **concentration** sur la nature de l'odeur

eugénol  
selon la concentration  
rose ou clou de girofle



Chimie de l'odeur : plusieurs théories  
relation structure – odeur

????...

Introduction

Odeur  
physiolo.  
chimie

perception

Pollution olfactive

composition

temporel

évaluat.

Nuisance olfactive

toxicité

gène

évaluat.

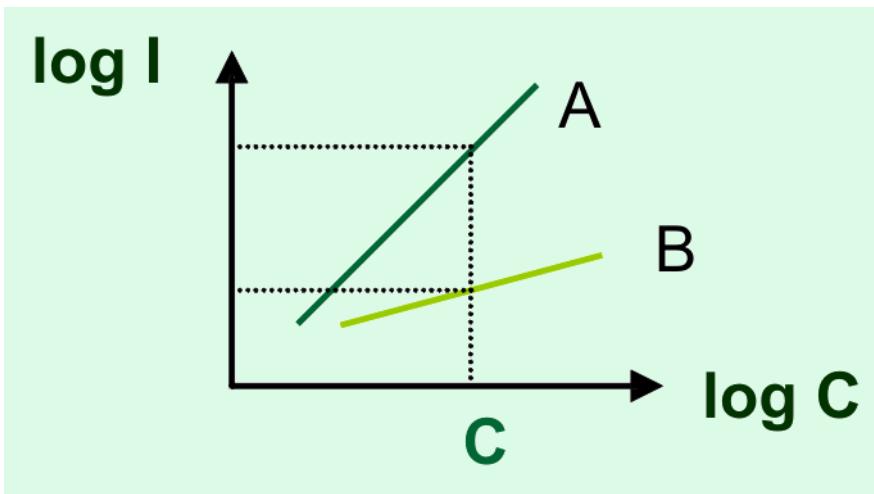
Conclusion

## 2 – L'odeur : question de sens et de chimie

### c/ Perception : dimensions sensorielles

#### 1. Intensité de l'odeur

Force de la perception



**Mesure :**

- équivalence olfactive  
composé de référence
- ou
- échelle catégorielle  
0 (pas perceptible)  
↓  
6 (extrêmement forte)

Introduction

Odeur  
physiolo. chimie perception

Pollution olfactive  
composition temporel évaluat.

Nuisance olfactive  
toxicité gène évaluat.

Conclusion

## 2 – L'odeur : question de sens et de chimie

### 2. Concentration d'une odeur ?

Notion de **dilution** :

plus il faut diluer pour ne plus sentir, plus c'est concentré

$$Z = C = \frac{V_o + V_i}{V_o} = 1 + \frac{V_i}{V_o}$$

500 dilutions pour atteindre le seuil de perception

=

concentration de 500 uo/m<sup>3</sup>

**Concentration au seuil de perception = 1 uo/m<sup>3</sup>**

Introduction

Odeur  
physiolo. chimie perception

Pollution olfactive  
composition temporel évaluat.

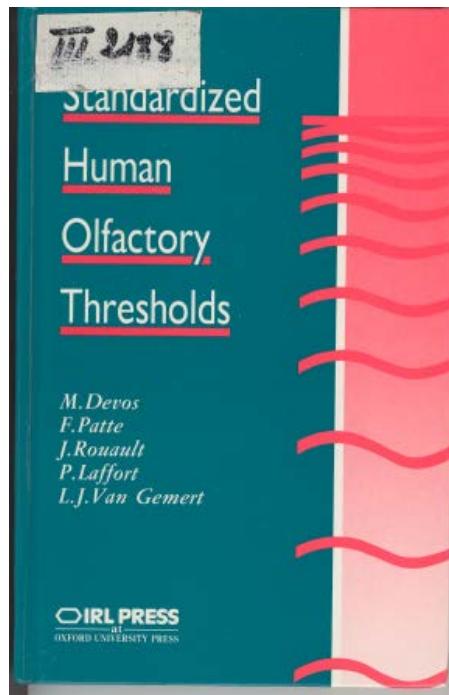
Nuisance olfactive  
toxicité gène évaluat.

Conclusion

## 2 – L'odeur : question de sens et de chimie

### Si une seule substance odorante

Concentration odeur↔ Concentration chimique



Composé	concentration au seuil de perception olfactive (mg/m <sup>3</sup> )
Triméthylamine	<b>0.0059</b>
Acide butyrique	<b>0.014</b>
Sulfure d'hydrogène	<b>0.026</b>
Ammoniac	<b>4.1</b>
Benzene	<b>12</b>
Ethanol	<b>55</b>

Introduction

Odeur  
physiolo. chimie perception

Pollution olfactive  
composition temporel évaluat.

Nuisance olfactive  
toxicité gène évaluat.

Conclusion

## 2 – L'odeur : question de sens et de chimie

### Si mélange de plusieurs substances

Odeur du mélange  $\neq$  somme des odeurs individuelles

car Synergie et Inhibition entre molécules

→ Seule unité qui tient compte de l'odeur du mélange = concentration odeur

### Mesure exploite le seuil de perception d'une odeur donnée

fonction de l'individu

fait appel à plusieurs individus (experts)

notion statistique

Introduction

Odeur  
physiolo. chimie perception

Pollution olfactive  
composition temporel évaluat.

Nuisance olfactive  
toxicité gène évaluat.

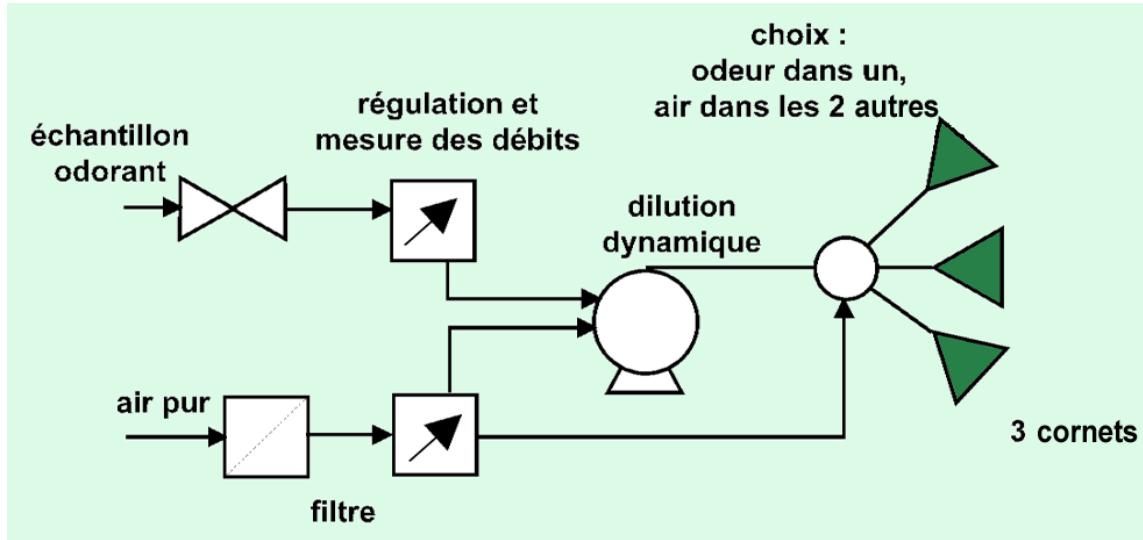
Conclusion

## 2 – L'odeur : question de sens et de chimie

### Mesure de la concentration :

en **laboratoire** après prélèvement de l'odeur ou dans le **voisinage** (traçage d'odeur)

### Olfactométrie dynamique au seuil de perception



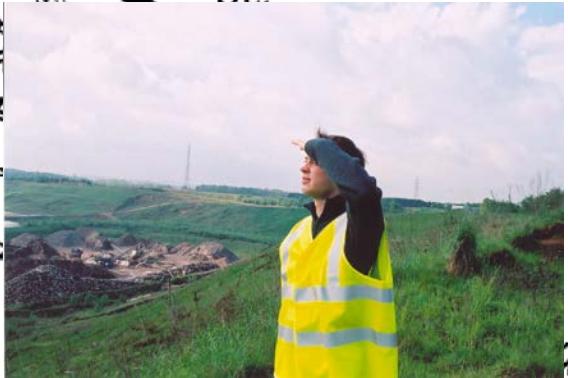
Introduction

Odeur  
physiolo. chimie perception

Pollution olfactive  
composition temporel évaluat.

Nuisance olfactive  
toxicité gène évaluat.

Conclusion



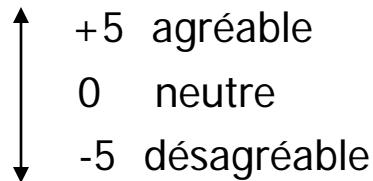
## 2 – L'odeur : question de sens et de chimie

### 3. Qualité ou caractère de l'odeur

Odeur de choux, de poubelles, de café, ...

### 4. Tonalité affective (hédonique)

Caractère agréable ou non



dimensions qualitatives

beaucoup plus subjectives que  
intensité et concentration

### Dimension temporelle

Durée, fréquence, moment de la perception

important pour évaluer la nuisance

Introduction

Odeur  
physiolo. chimie perception

Pollution olfactive  
composition temporel évaluat.

Nuisance olfactive  
toxicité gène évaluat.

Conclusion

### 3 – Odeur et environnement : pollution olfactive

#### a/ caractéristiques chimiques de l'émission

Généralement **mélange complexe de nombreuses substances** :

- appartenant à des familles chimiques différentes
- de masse molaire variable
- concentration faible (les moins abondantes étant souvent les + odorantes!)
- pas forcément toutes odorantes!

#### Sources d'odeurs

Plusieurs sources au sein d'une même entreprise

Matière première

Procédés

Traitement des déchets

Introduction

Odeur  
physiolo.

chimie

perception

composition

temporel

évaluat.

Nuisance olfactive

toxicité

gène

évaluat.

Conclusion

### 3 – Odeur et environnement : pollution olfactive

#### Familles chimiques odorantes

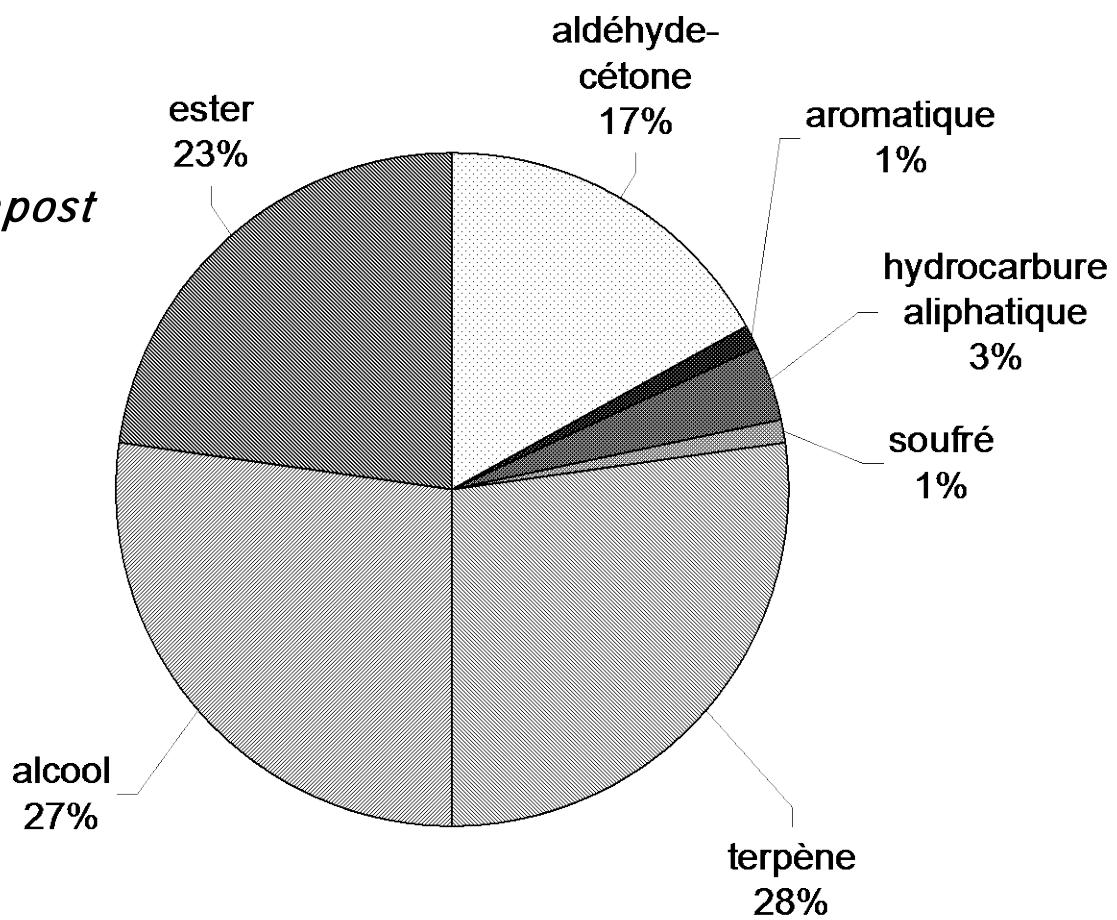
- Composés soufrés (organiques -mercaptans- et inorganique -H<sub>2</sub>S-)
- Composés azotés (organiques -amines- et inorganiques -NH<sub>3</sub>-)
- Acides organiques
- Esters
- Alcools
- Aldéhydes
- Cétones
- Terpènes

Introduction	Odeur	Pollution olfactive	Nuisance olfactive	Conclusion
physiolo.	chimie perception	composition temporel évaluat.	toxicité gène évaluat.	

### 3 – Odeur et environnement : pollution olfactive

#### Familles chimiques

*émissions d'un andain de compost*



Introduction

Odeur  
physiolo. chimie perception

Pollution olfactive  
composition temporel évaluat.

Nuisance olfactive  
toxicité gène évaluat.

Conclusion

### 3 – Odeur et environnement : po

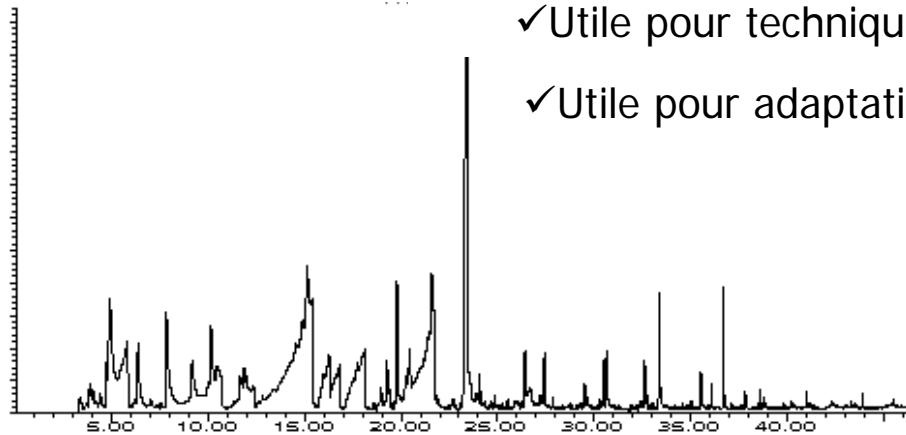
#### Composés

*composés odorants typiques  
d'une station d'épuration*

Famille	Origine	Composés	Descripteur Odeur	Seuil olfactif mg/m <sup>3</sup>
Composés azotés	Dégradation de : urine, protéines, c. org. azotés	Ammoniac, NH <sub>3</sub>	piquant, irritant	4,1
		Diméthylamine, (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH	de poisson	0,15
		Méthylamine, (CH <sub>3</sub> )NH <sub>2</sub>	poisson, acre	0,024
		Ethylamine, C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	piquant	
		Skatole, C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> NH	fécal	
		Indole, C <sub>8</sub> H <sub>6</sub> NH	fécal	0,00015
		Cadavérine, NH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	viande avariée	
		Pyrazine(s)		
Composés soufrés	Réduction des sulfates et sulfonates	Diméthyldisulfure, (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	soufré, putride	0,048
		Diméthylsulfure, (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	chou pourri	0,0059
		Diéthylsulfure (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> S	éthérée	
		Méthanethiol, CH <sub>3</sub> SH	soufré, fromage	0,0021
		Ethanethiol, (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> )SH	soufré, oignon	0,0028
		Sulfure d'hydrogène, H <sub>2</sub> S	d'œuf pourri	0,026
Acides organiques	Dégradation des carbohydrates Ex : sucres et graisses	Ac. acétique, CH <sub>3</sub> COOH	vinaigré	0,36
		Ac. butyrique, C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> COOH	rance, beurre	0,014
		Ac. valérique, C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> COOH	sueur	
Aldéhydes		Méthanal	acre	
		Ethanal	poubelle	0,34
		Butanal	rance	
		Acétone	doux, pomme	35
Introduction	Odeur			
	physiolo.			
	chimie			
	perception			
comp				

### 3 – Odeur et environnement : pollution olfactive

#### Remarques sur l'analyse chimique des émissions



Évaluation de l'odeur

corrélation composition chimique – odeur :  
pas systématique!

Introduction

Odeur  
physiolo. chimie perception

Pollution olfactive  
composition temporel évaluat.

Nuisance olfactive  
toxicité gène évaluat.

Conclusion

### 3 – Odeur et environnement : pollution olfactive

#### b/ Caractére temporel

##### **Percentile odeur :**

défini, pour une concentration C donnée, comme le pourcentage du temps (annuel) durant lequel la concentration reste inférieure à cette valeur C

*Exemple : percentile 98 pour une concentration de 1 uo/m<sup>3</sup>*

concentration de 1 uo/m<sup>3</sup> dépassée pendant 2 % du temps

sur un an : une concentration de plus de 1 uo/Nm<sup>3</sup> est perçue 175 heures

Les percentiles délimitent des zones géographiques

dans laquelle l'odeur sera perçue à la concentration de X uo/m<sup>3</sup> pendant plus x % du temps

Introduction

Odeur  
physiolo.

chimie  
perception

Pollution olfactive  
composition

temporel  
évaluat.

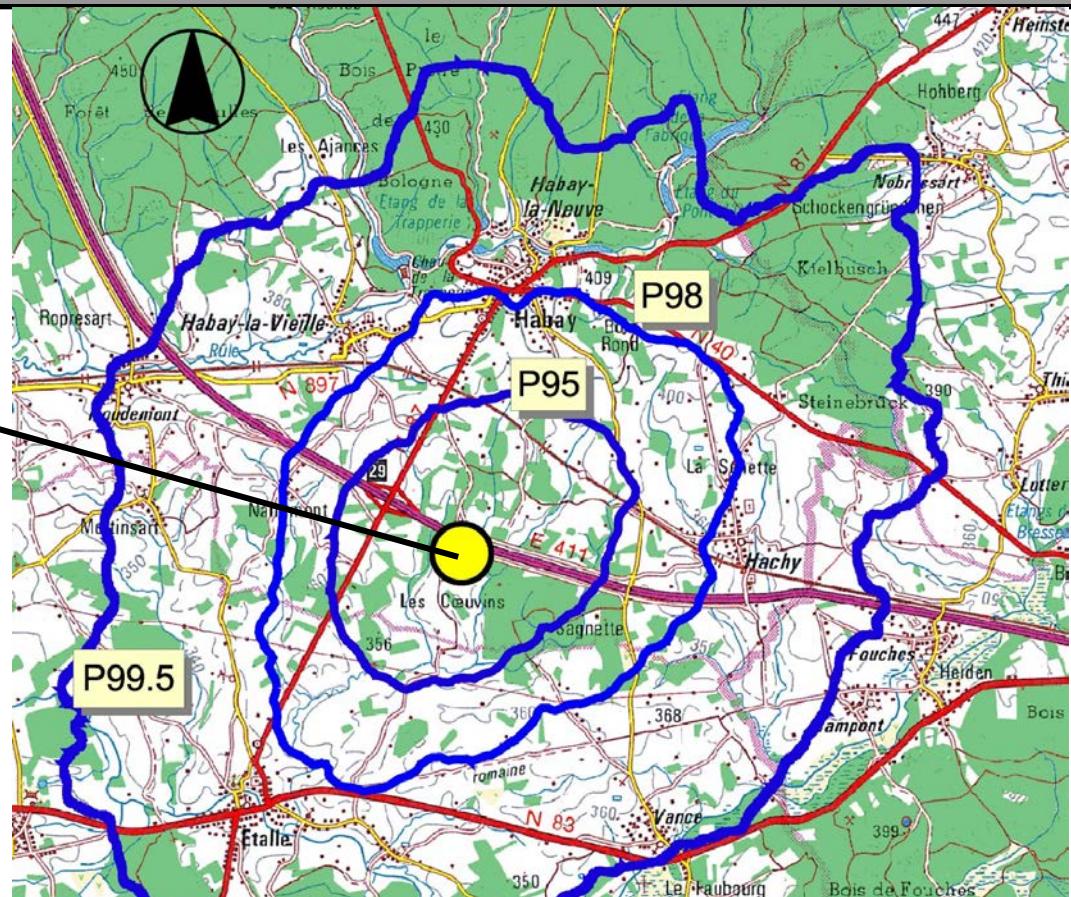
Nuisance olfactive  
toxicité  
gêne  
évaluat.

Conclusion

### 3 – Odeur et environnement : pollution olfactive

**Percentiles 95, 98 et 99.5 correspondant à 1 uo/m<sup>3</sup> et au climat annuel moyen**

Débit d'odeur  
300 000 uo/s



En dehors de la zone P98,  
une odeur de 1 uo est perçue moins de 2% du temps (sur une année)

Introduction

Odeur  
physiolo. chimie perception

Pollution olfactive

temporel composition

Nuisance olfactive

évaluat. toxicité gène évaluat.

Conclusion

### 3 – Odeur et environnement : pollution olfactive

c/ comment est-elle évaluée?

essentiellement caractérisée **quantitativement** :

Mesure de la concentration plutôt que de l'intensité



debit d'odeur (concentration x débit du rejet)

mesure standardisée par la norme EN13725

fonction de la nature de l'odeur  
+ dépendante de l'individu  
- reproductible

unités

Concentration d'odeur européenne :  $u_0/m^3$

Débit d'odeur :  $u_0/s$

Percentile

Distance source – habitation : sur base de facteurs d'émission

Introduction

Odeur  
physiolo.

chimie perception

Pollution olfactive

composition temporel

évaluat.

Nuisance olfactive

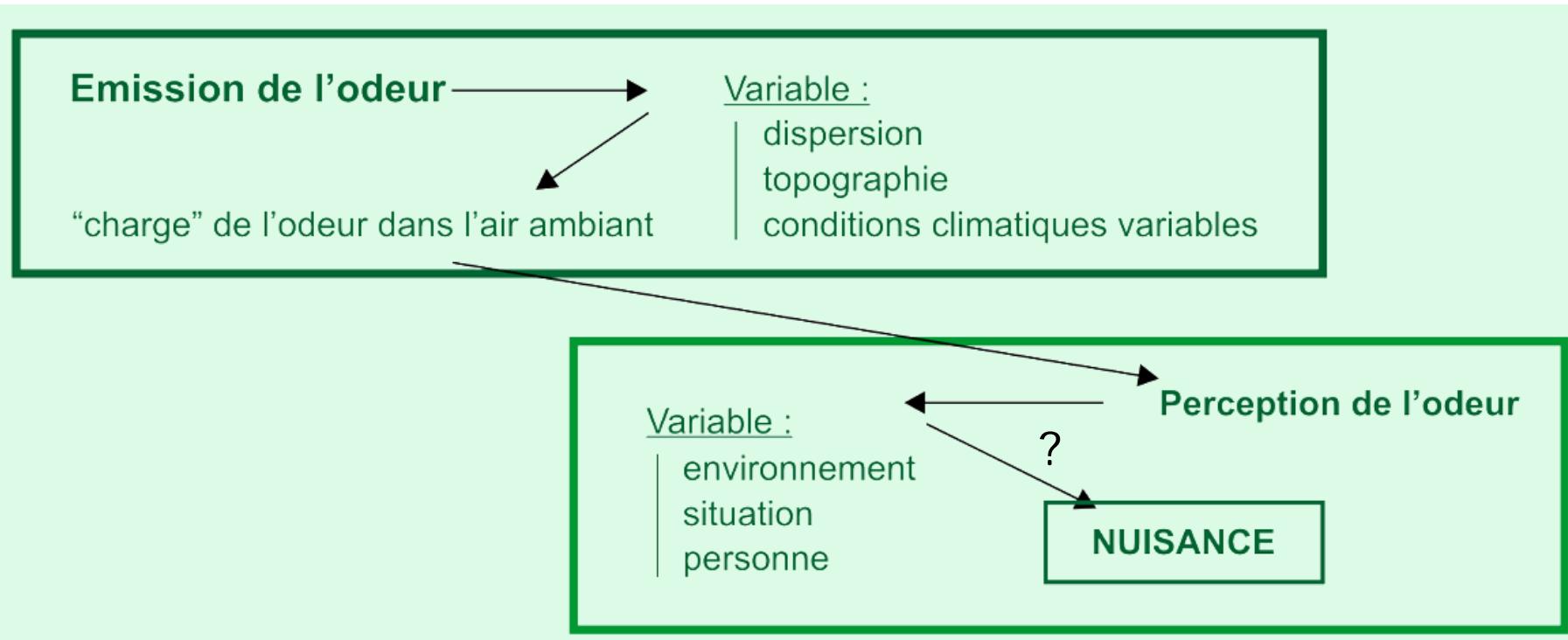
toxicité gène

évaluat.

Conclusion

## 4 – Odeur et environnement : Impacts et nuisances olfactives

### De la pollution olfactive à la nuisance olfactive



Introduction

Odeur  
physiolo. chimie perception

Pollution olfactive

composition temporel évaluat.

Nuisance olfactive

toxicité gène évaluat.

Conclusion

## 4 – Odeur et environnement : Impacts et nuisances olfactives

Nuisance : si perturbation de notre bien-être et de notre santé

### a/ toxicité

Concentration composés odorants < seuils de toxicité

Odorant	Seuil olfactif (mg/m <sup>3</sup> )	Valeurs guides pour éviter des nuisances olfactives (moyenne sur 30 min) (mg/m <sup>3</sup> )	Seuil toxique (mg/m <sup>3</sup> )	Valeurs guides toxicologiques (moyenne sur 24 h) (mg/m <sup>3</sup> )
Sulfure d'hydrogène	<b>0,2-2 10<sup>-3</sup></b>	<b>7 10<sup>-3</sup></b>	<b>15</b> (irritation des yeux)	<b>0,15</b>
Toluène	<b>1</b>	<b>&lt; 1</b>	<b>332</b>	<b>0,26</b> (moyenne sur une semaine)

Réf : OMS

**FSO**

facteur de sécurité olfactive

Seuil de toxicité/ Seuil olfactif

Introduction

Odeur  
physiolo.

chimie

perception

Pollution olfactive

composition

temporel

évaluat.

Nuisance olfactive

toxicité

gêne

évaluat.

Conclusion

## 4 – Odeur et environnement : Impacts et nuisances olfactives

### b/ symptômes liés à l'odeur proprement dite

Odeurs déplaisantes



Bien-être affecté



Sensation désagréable



Déclenchement de réactions réflexes nocives pour l'organisme

- sentiments de contrariété : mauvaise humeur
- sentiments d'anxiété
- réactions dépressives
- sentiments de fatigue
- nausées et vomissements
- céphalées
- troubles respiratoires
- troubles du sommeil
- pertes d'appétit

symptômes organiques à

concentrations < seuils toxiques « classiques »

Introduction

Odeur  
physiolo

chimie

perception

Pollution olfactive

composition

temporel

évaluat.

Nuisance olfactive

toxicité

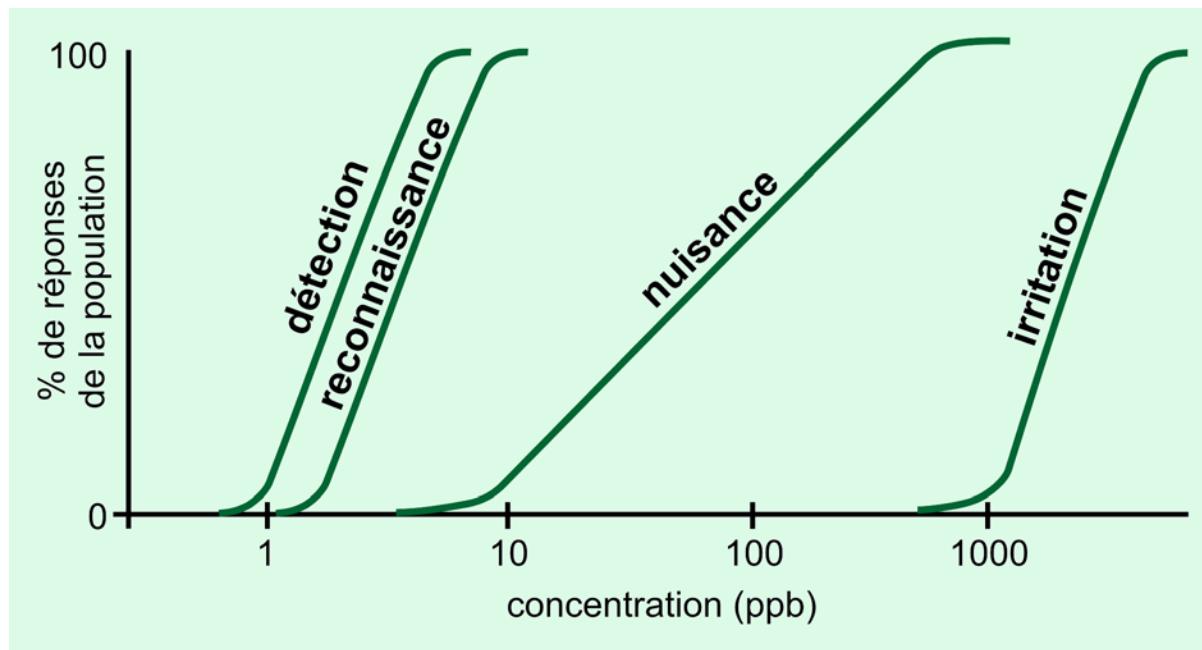
gène

évaluat.

Conclusion

## 4 – Odeur et environnement : Impacts et nuisances olfactives

Réaction à l' $\text{H}_2\text{S}$



Ref : Shusterman, D., Critical review : the health significance of environmental odor pollution, Archives of environmental health, 47, 1 (1992) 76-87.

Introduction

Odeur  
physiolo.  
chimie

perception

Pollution olfactive  
composition  
temporel

évaluat.  
toxicité  
gène

Nuisance olfactive  
évaluat.

Conclusion

## 4 – Odeur et environnement : Impacts et nuisances olfactives

### c/ évaluation de la nuisance olfactive

- **FIDOR**

- **Frequency** : + F est grand, plus l'épisode odeur est gênant
- **Intensity**
- **Duration**
- **Offensiveness** : subjectif, + difficile à évaluer
- **Receptor** : caractéristique du voisinage

- **Avis des riverains**

indispensable MAIS influence des variables sociologiques et économiques

Appel à un jury d'experts : balade et évaluation dans le milieu récepteur

Introduction

Odeur

Pollution olfactive

Nuisance olfactive

Conclusion

physiolo.

chimie

perception

composition

temporel

évaluat.

toxicité

gêne

évaluat.

## 5 – Conclusion

- Ne pas confondre : odeur- pollution olfactive - nuisance olfactive
- Plusieurs dimensions : intensité, concentration, caractère, tonalité affective, temps
- Pour caractériser : idéalement, tenir compte de l'ensemble des caractéristiques
- Techniques de mesure :
  - sensorielles* : subjectives
  - chimiques* : incomplètes, ne tiennent pas compte du caractère global de l'odeur
  - nombreuses variables* à intégrer et pas toujours mesurables
- Législation : ?
- Ne pas isoler la situation de la mesure, la valeur de la mesure
- Attention à l'interprétation des valeurs! Ex 1 uo/m<sup>3</sup>?
- Nouvelle technologie pour une surveillance continue de l'odeur : nez électronique
- Nuisance : Ne pas se contenter de quantifier la charge d'odeur dans la voisinage  
mais tenir compte, au moins, des paramètres FIDOR

Introduction	Odeur	Pollution olfactive	Nuisance olfactive	Conclusion
	physiolo.	chimie perception	composition temporel évaluat.	toxicité gène évaluat.

Merci pour votre attention

---

Anne-Claude Romain

063/23.08.59

acromain@ulg.ac.be

Equipe « surveillance de l'environnement » : Unité odeur  
Département Sciences et Gestion de l'environnement

