

La pollution olfactive et ses caractéristiques

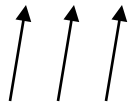


FEVIA, Mai 2006

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^{ème} siècle!

Sensibilité accrue

2. Croissance économique

rapprochement

habitat -activités génératrices de mauvaises odeurs

3. Autres pollutions sous meilleur contrôle

Introduction

Odeur

Pollution olfactive

Nuisance olfactive

Conclusion

physiolo.

chimie

perception

composition

temporel

évaluat.

toxicité

gêne

évaluat.

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29

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

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.

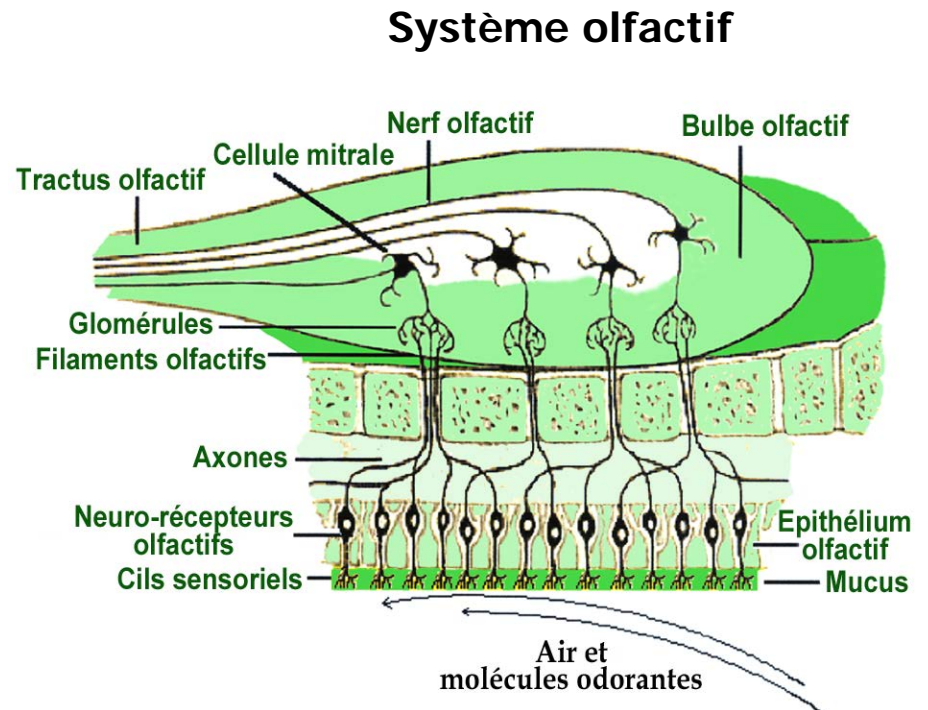
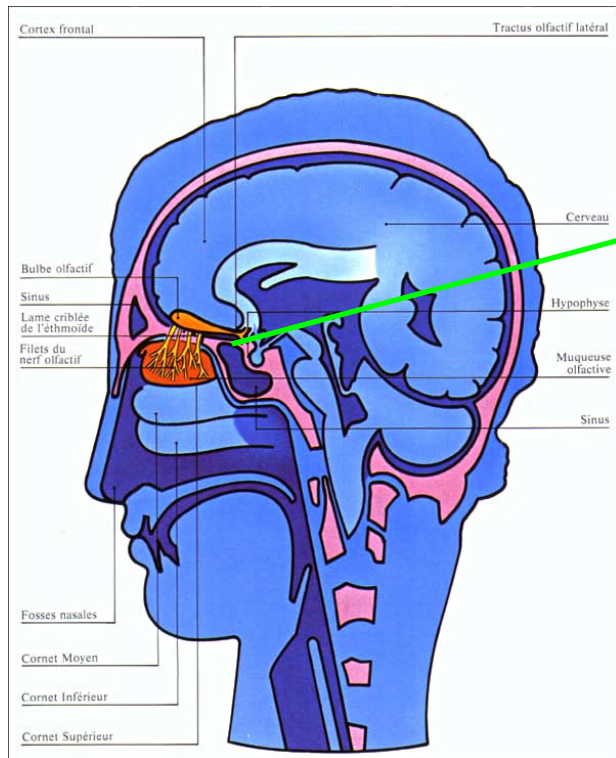
Conclusion

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

physiolo.

Odeur

chimie

perception

Pollution olfactive

composition

temporel

évaluat.

Nuisance olfactive

toxicité

gène

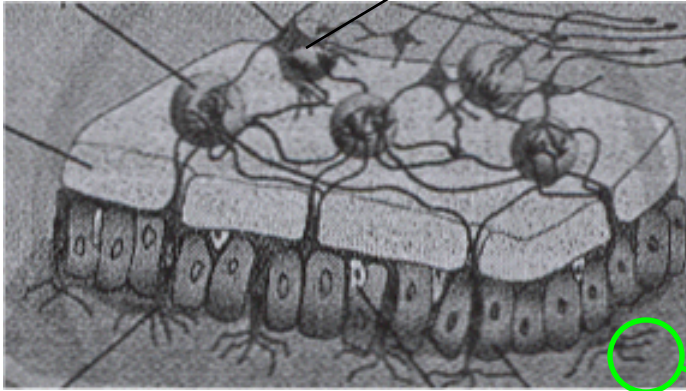
évaluat.

Conclusion

1-2-3-**4**-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29

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

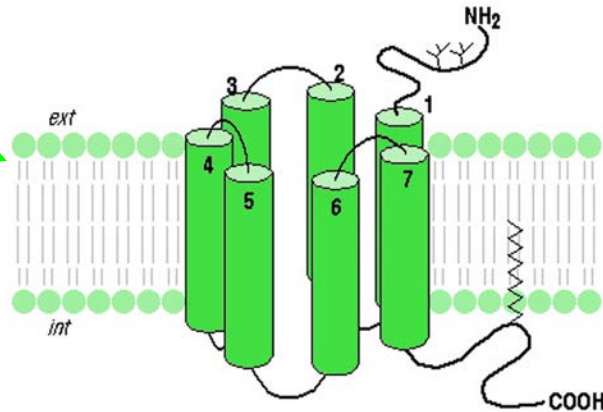
Sur les cils des cellules neuro-réceptrices : Récepteurs olfactifs



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 évaluat.

Nuisance olfactive
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															
	\$1	\$3	\$25	\$6	\$79	\$50	\$51	\$83	\$85	\$86	\$18	\$46	\$19	\$41	
acid A-C6															rance, humide, aigre, gras
alco A-C6															herbacé, boisé, cognac, wisky
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

Pollution olfactive

Nuisance olfactive

Conclusion

physiolo.

chimie

perception

composition

temporel

évaluat.

toxicité

gène

évaluat.

1-2-3-4-5-**6**-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29

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

b/ chimie de l'odeur

Pour être odorante, une molécule doit au moins être :

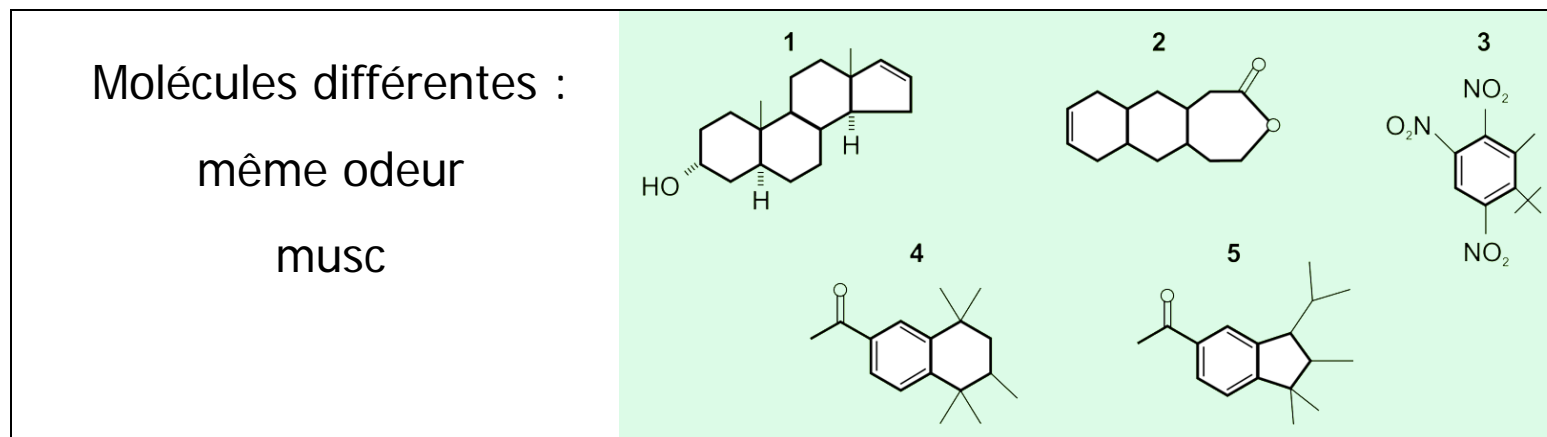
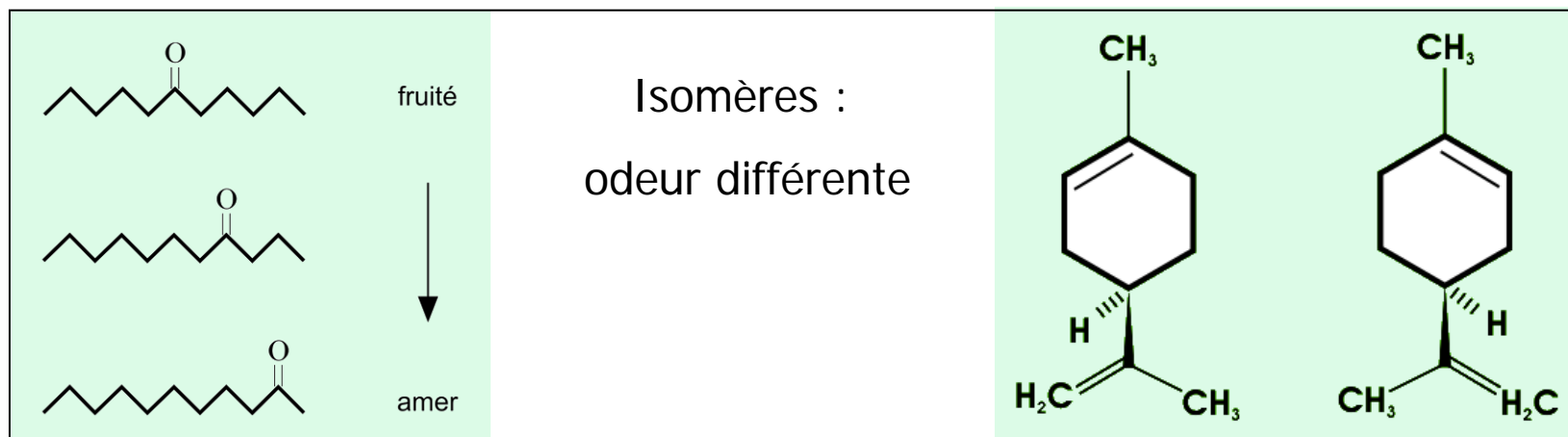
volatile

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)

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



Introduction

Odeur

physiolo

chimie

perception

Pollution olfactive

composition

temporel

évaluat.

Nuisance olfactive

toxicité

gène

évaluat.

Conclusion

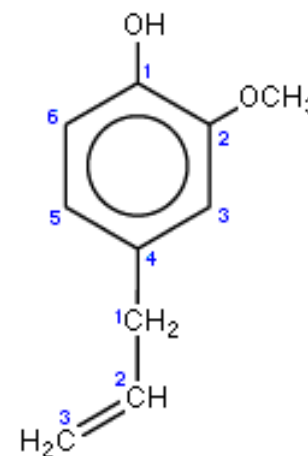
2 – L'odeur : question de sens et de chimie

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

physiolo

Odeur

chimie

perception

Pollution olfactive

composition

temporel

évaluat.

Nuisance olfactive

toxicité

gène

évaluat.

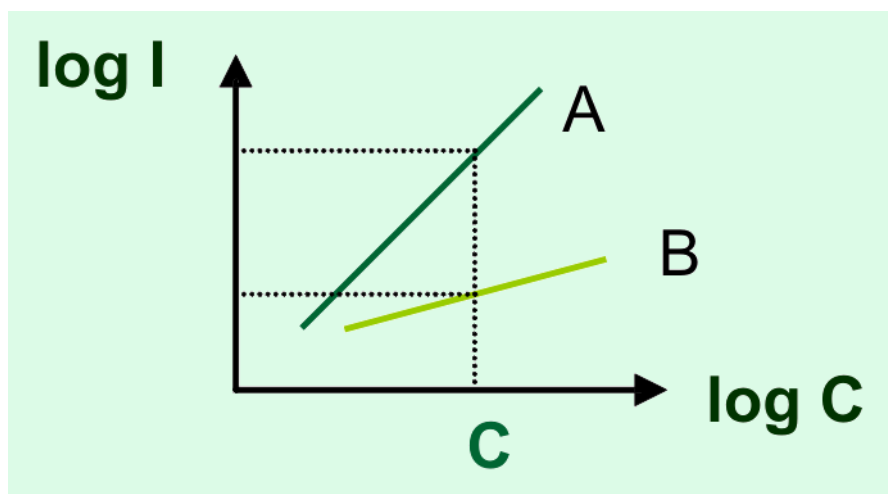
Conclusion

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)

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/m³

Concentration au seuil de perception = 1 uo/m³

Introduction

Odeur

physiolo

chimie

perception

Pollution olfactive

composition

temporel

évaluat.

Nuisance olfactive

toxicité

gêne

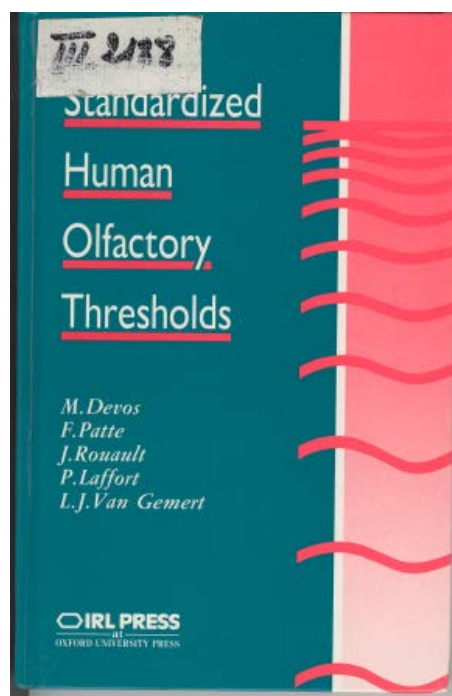
évaluat.

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 ³)
Triméthylamine	0.0059
Acide butyrique	0.014
Sulfure d'hydrogène	0.026
Ammoniac	4.1
Benzene	12
Ethanol	55

Introduction

Odeur

physiolo

chimie

perception

Pollution olfactive

composition

temporel

évaluat.

Nuisance olfactive

toxicité

gène

évaluat.

Conclusion

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-**12**-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29

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

gêne

évaluat.

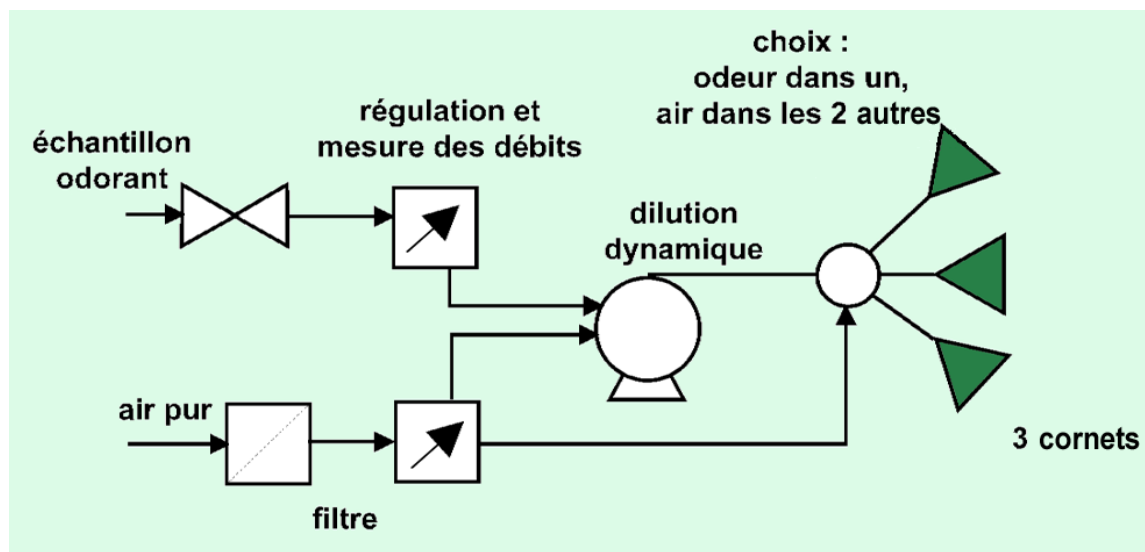
Conclusion

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.

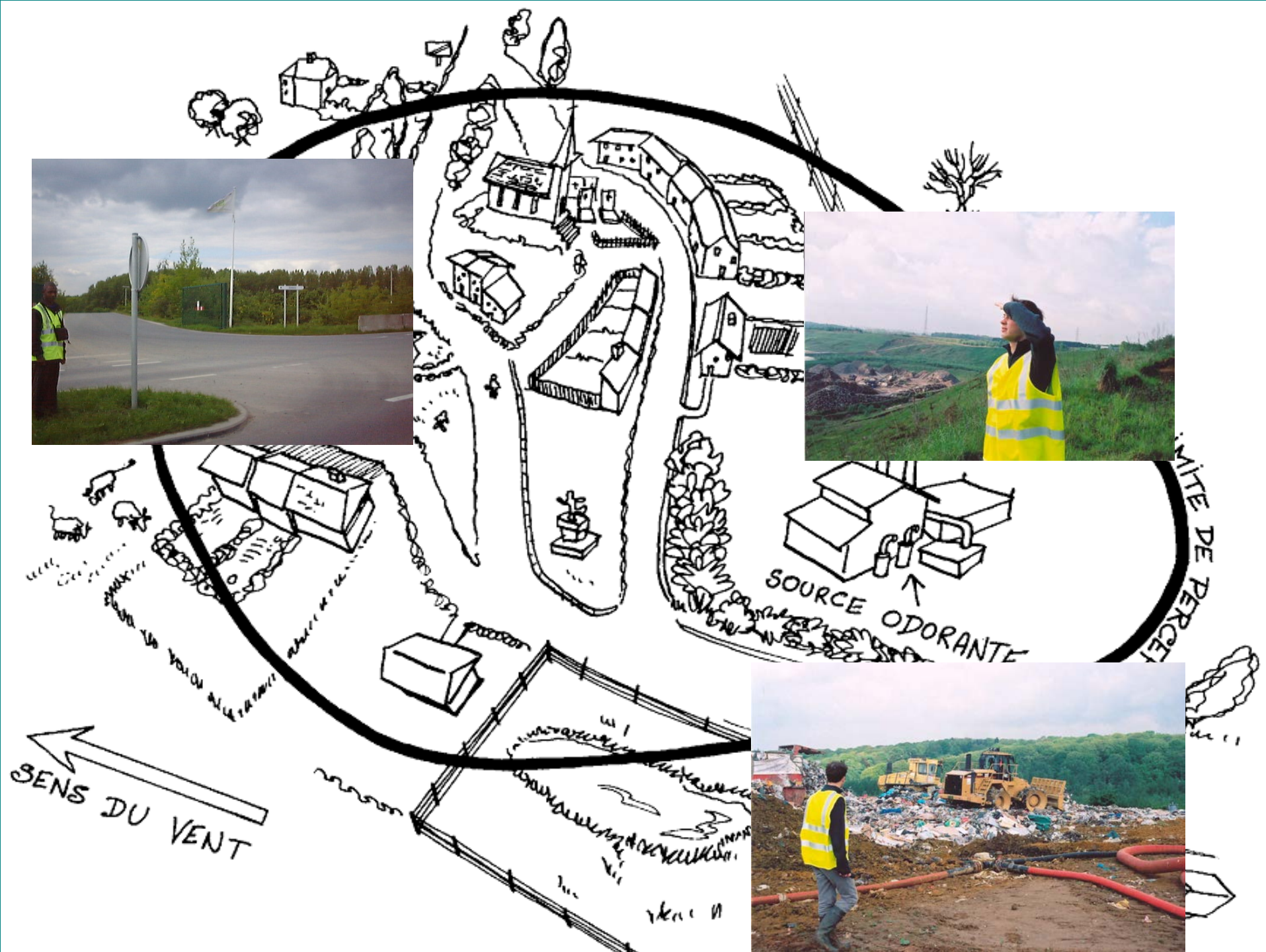
Nuisance olfactive

toxicité

gêne

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

↑ +5 agréable
0 neutre
↓ -5 désagréable

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

gêne

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

physiolo

Odeur

chimie

perception

Pollution olfactive

composition

temporel

évaluat.

Nuisance olfactive

toxicité

gêne

évaluat.

Conclusion

3 – Odeur et environnement : pollution olfactive

Familles chimiques odorantes

- Composés soufrés (organiques -mercaptans- et inorganique -H₂S-)
- Composés azotés (organiques -amines- et inorganiques -NH₃-)
- Acides organiques
- Esters
- Alcools
- Aldéhydes
- Cétones
- Terpènes

Introduction

Odeur

physiolo

chimie

perception

Pollution olfactive

composition

temporel

évaluat.

Nuisance olfactive

toxicité

gêne

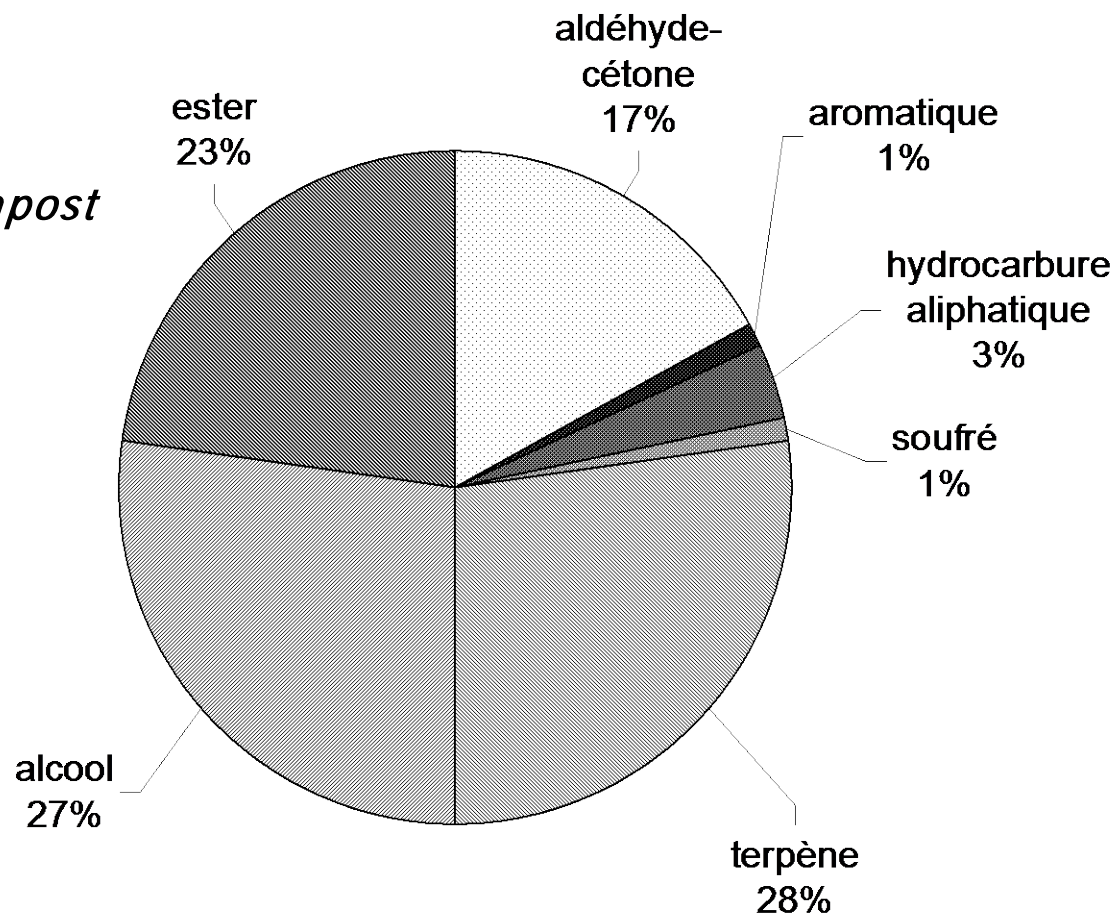
évaluat.

Conclusion

3 – Odeur et environnement : pollution olfactive

Familles chimiques

émissions d'un andain de compost



Introduction

Odeur

Pollution olfactive

Nuisance olfactive

Conclusion

physiolo

chimie

perception

composition

temporel

évaluat.

toxicité

gêne

évaluat.

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-**18**-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29

3 – Odeur et environnement : po

Composés

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

Famille	Origine	Composés	Descripteur Odeur	Seuil olfactif mg/m³
Composés azotés	Dégradation de : urine, protéines, c. org. azotés	Ammoniac, NH ₃	piquant, irritant	4,1
		Diméthylamine, (CH ₃) ₂ NH	de poisson	0,15
		Méthylamine, (CH ₃)NH ₂	poisson, âcre	0,024
		Ethylamine, C ₂ H ₅ NH ₂	piquant	
		Skatole, C ₉ H ₈ NH	fécâl	
		Indole, C ₈ H ₆ NH	fécâl	0,00015
		Cadavérine, NH ₂ (CH ₂) ₅ NH ₂	viande avariée	
		Pyrazine(s)		
Composés soufrés	Réduction des sulfates et sulfonates	Diméthylsulfure, (CH ₃) ₂ S ₂	soufré, putride	0,048
		Diméthylsulfure, (CH ₃) ₂ S	chou pourri	0,0059
		Diéthylsulfure (C ₂ H ₅) ₂ S	éthérée	
		Méthanethiol, CH ₃ SH	soufré, fromage	0,0021
		Ethanethiol, (C ₂ H ₅)SH	soufré, oignon	0,0028
		Sulfure d'hydrogène, H ₂ S	d'œuf pourri	0,026
Acides organiques	Dégradation des carbohydrates Ex : sucres et graisses	Ac. acétique, CH ₃ COOH	vinaigré	0,36
		Ac. butyrique, C ₃ H ₇ COOH	rance, beurre	0,014
		Ac. valérique, C ₄ H ₉ COOH	sueur	
Aldéhydes		Méthanal	acre	
		Ethanal	poubelle	0,34
		Butanal	rance	
Cétones			Acétone	doux, pomme

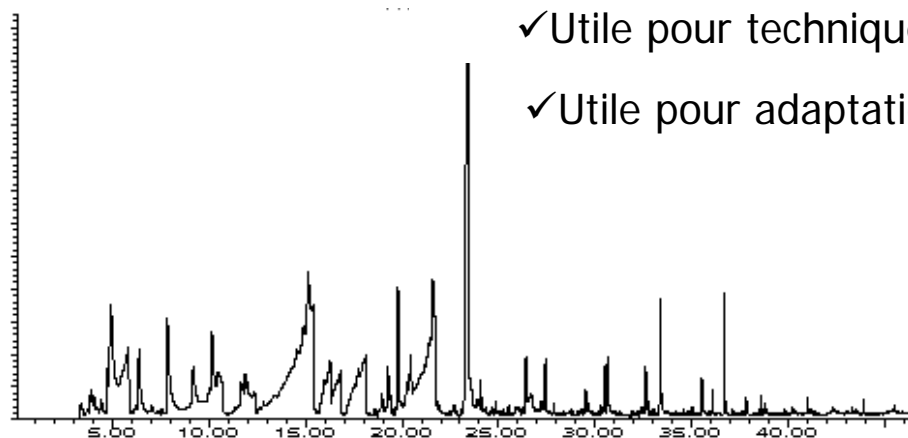
Introduction

Odeur
physiolo chimie perception

compo

3 – Odeur et environnement : pollution olfactive

Remarques sur l'analyse chimique des émissions



✓Utile pour techniques d'abattement

✓Utile pour adaptation des procédés



Évaluation de l'odeur

corrélation composition chimique – odeur :

pas systématique!

Introduction

Odeur

physiolo

chimie

perception

Pollution olfactive

composition

temporel

évaluat.

Nuisance olfactive

toxicité

gêne

évaluat.

Conclusion

3 – Odeur et environnement : pollution olfactive

b/ Caractère 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/m³

concentration de 1 uo/m³ dépassée pendant 2 % du temps

sur un an : une concentration de plus de 1 uo/Nm³ est perçue 175 heures

Les percentiles délimitent des zones géographiques

dans laquelle l'odeur sera perçue à la concentration de X uo/m³ pendant plus x % du temps

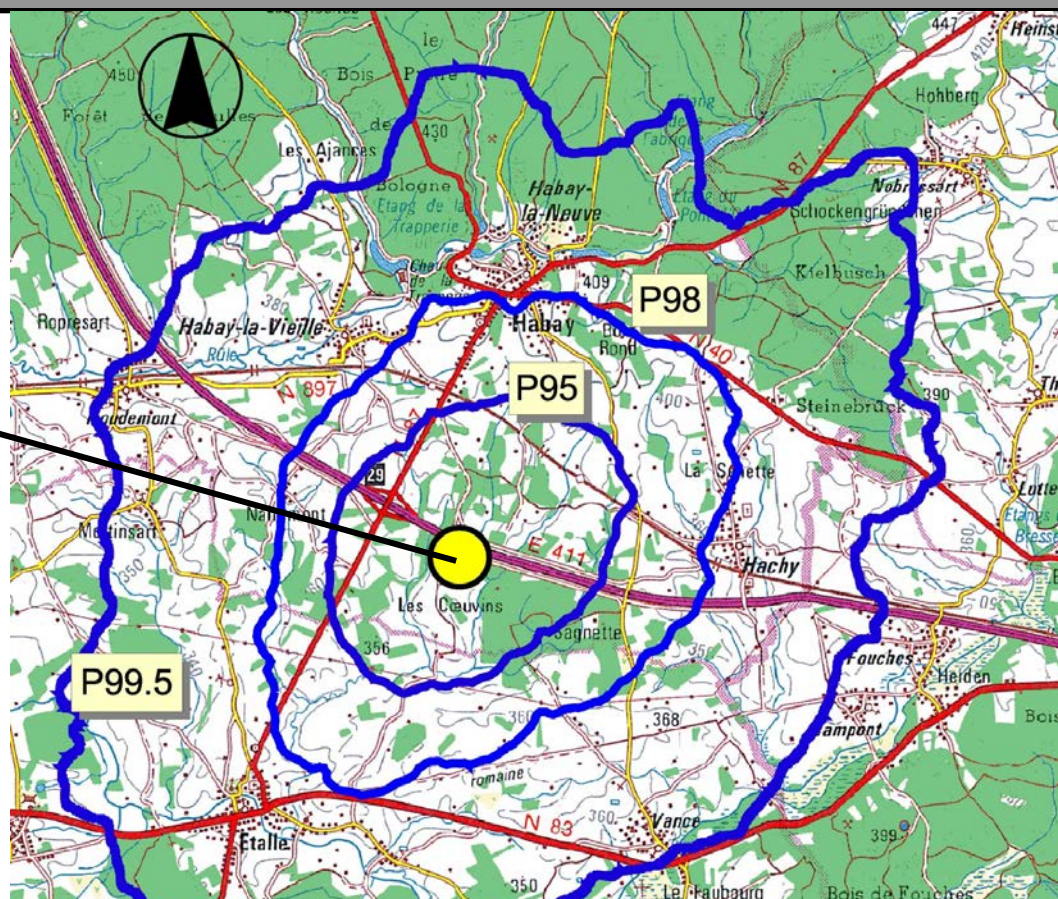
Introduction	Odeur			Pollution olfactive			Nuisance olfactive			Conclusion
	physiolo	chimie	perception	composition	temporel	évaluat.	toxicité	gêne	évaluat.	

3 – Odeur et environnement : pollution olfactive

Percentiles 95, 98 et 99.5
correspondant à 1 uo/m³
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)

3 – Odeur et environnement : pollution olfactive

c/ comment est-elle évaluée?

essentiellement caractérisée **quantitativement** :

Mesure de la **concentration** plutôt que de l'intensité →

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

débit d'odeur (concentration x débit du rejet)
mesure standardisée par la norme EN13725

unités

Concentration d'odeur européenne : uo_E/m^3

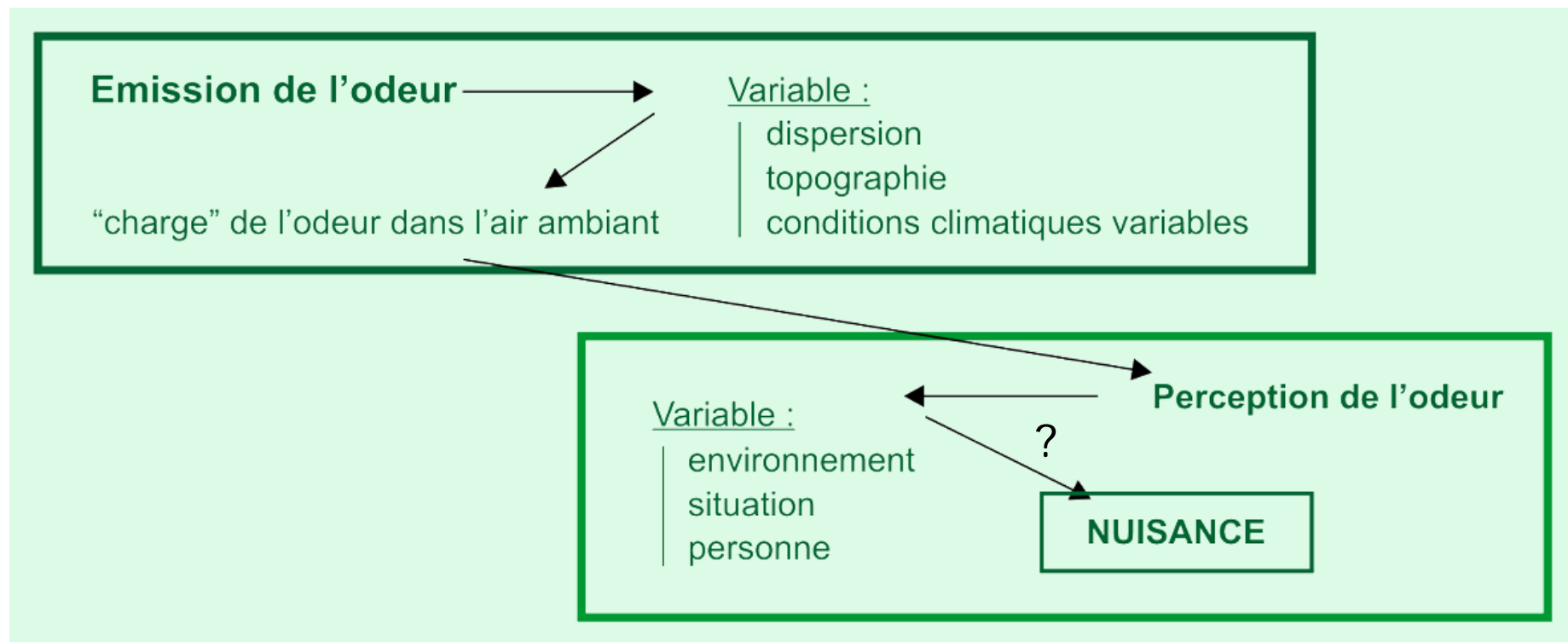
Débit d'odeur : uo/s

Percentile

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

4 – Odeur et environnement : Impacts et nuisances olfactives

De la pollution olfactive à la nuisance olfactive



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/m³)	Valeurs guides pour éviter des nuisances olfactives (moyenne sur 30 min) (mg/m³)	Seuil toxique (mg/m³)	Valeurs guides toxicologiques (moyenne sur 24 h) (mg/m³)
Sulfure d'hydrogène	0,2-2 10 ⁻³	7 10 ⁻³	15 (irritation des yeux)	0,15
Toluène	1	< 1	332	0,26 (moyenne sur une semaine)

Réf : OMS

FSO

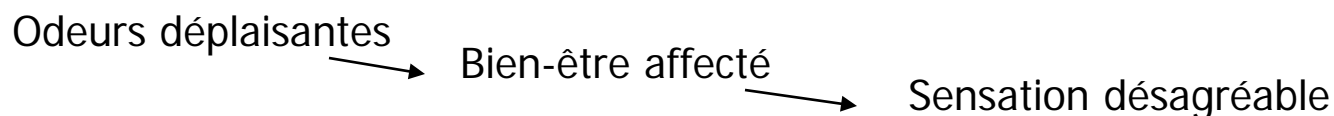
facteur de **sécurité olfactive**

Seuil de toxicité/ Seuil olfactif

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

4 – Odeur et environnement : Impacts et nuisances olfactives

b/ symptômes liés à l'odeur proprement dite



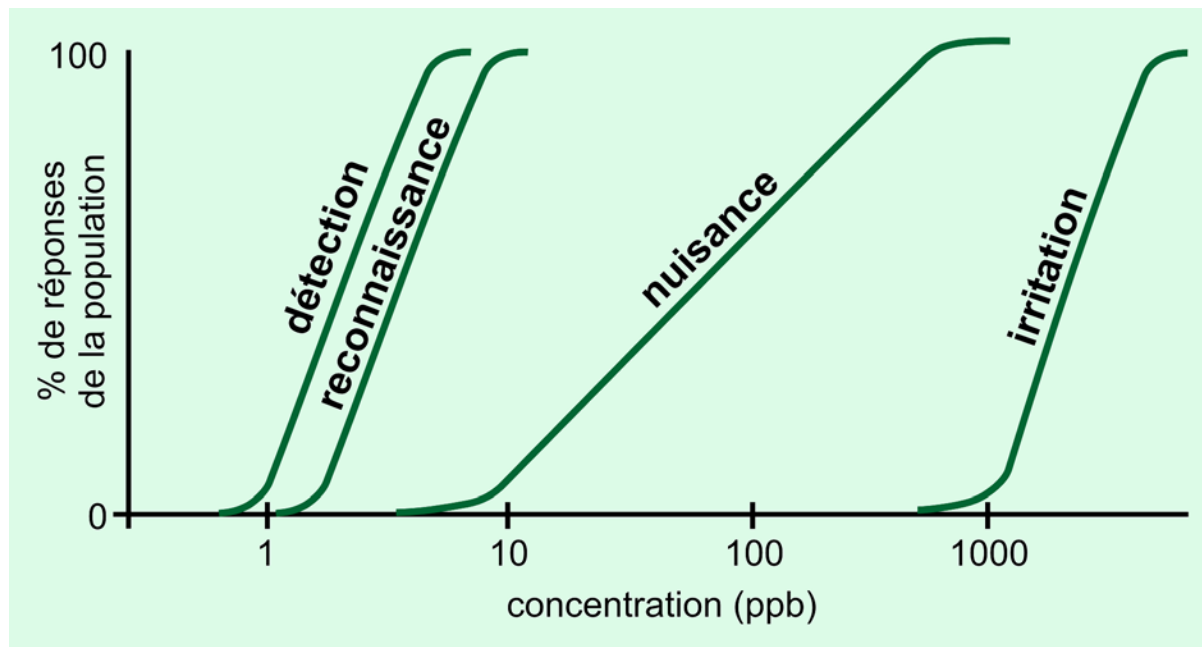
Déclenchement de réactions réflexes nocives pour l'organisme

- 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 »

4 – Odeur et environnement : Impacts et nuisances olfactives

Réaction à l'H₂S



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

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/m³?
- 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

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