

Ministère de la Santé et des Services sociaux

Direction générale de la santé publique

Odeurs associées aux activités d'enfouissement des déchets et effets sur la santé

BAPE projet
d'agrandissement du LET
de Lachenaie

Présentation du 29 septembre 2020

Louise Lajoie, M.D., M.Sc.

Médecin spécialiste en santé publique et médecine préventive



PHOTO: ANDRÉ PICHETTE, LA PRESSE

Odeur- introduction

- Perçue par le sens de l'odorat, une **odeur** est ce qui se dégage d'un ou plusieurs composés chimiques volatils, contenus dans certaines substances.
- Les molécules odorantes se caractérisent par leur composition chimique.
- Un être humain brasserait en moyenne 12 m^3 d'air/j , à raison de 23 000 respirations, ce qui lui permettrait de détecter un nombre très élevé d'odeurs chaque jour.
- Selon une étude parue dans [Science](#), il semble que l'humain arrive à détecter plus de 1000 milliards d'odeurs différentes.
- Parmi les odeurs perçues par le nez humain, 20 % susciteraient une émotion positive tandis que 80 % susciteraient une aversion.



Illustration: Shutterstock, avec droits d'utilisation



L'olfaction

La perception d'un effet d'odeur débute par un processus physiologique. Il s'agit de la **détection des stimuli** par des **récepteurs olfactifs** dans le **nez**.

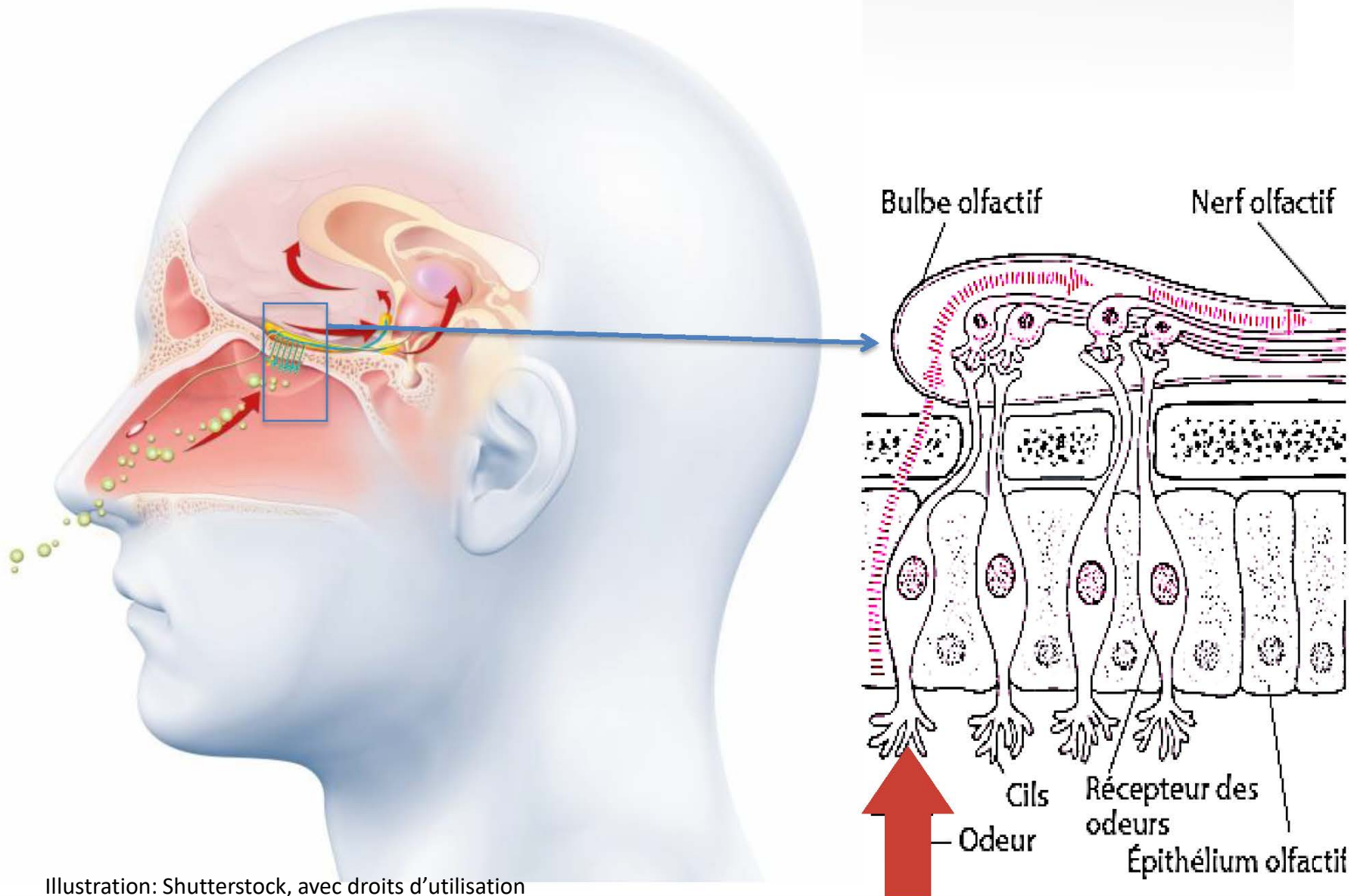
Ces stimuli sont médiés par le **nerf olfactif** et la région du cerveau (**bulbe olfactif**) responsable de l'odorat.

La sensation d'odeur(s) dépend généralement de la concentration (nombre de molécules) disponible pour les récepteurs olfactifs.

Le système olfactif humain n'interprète pas l'odeur d'un seul composé, mais bien l'ensemble d'odeurs du mélange dans l'air. **L'odeur identifiée ne correspond pas à la concentration ou à l'intensité d'un seul composé.**

Chaque composé odorant est généralement reconnu par de nombreux récepteurs. Les différents odorants sont reconnus par des combinaisons de récepteurs.

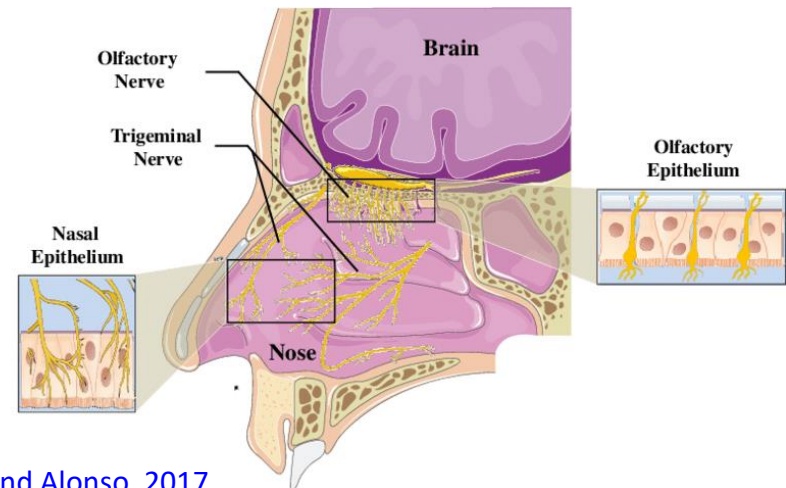
➤ Détection d'odeur par le système olfactif



Sensations au niveau du nez: des mécanismes différents impliqués

- L'olfaction et la sensation d'irritation suivent des voies neurophysiologiques différentes:
 - La détection et la reconnaissance de l'odeur voyagent via le nerf olfactif
 - L'irritation nasale (ex.: picotements) est transmise via le nerf trijumeau.
- L'irritation est généralement déclenchée pour une concentration de substance(s) dans l'air (*seuil d'irritation*) sensiblement plus élevée que le *seuil de détection olfactif*.

Réf: [INRS, 2005](#)



La perception d'une odeur: un processus complexe

- Intégration et mouvement de nombreuses substances chimiques présentes dans l'air (combinaison des molécules de divers gaz, composés organiques volatils, alcool, eau, etc.)
- **Les impacts d'une odeur proviennent des interactions de plusieurs facteurs.**
- Il suffit souvent d'une très petite quantité de molécules dans l'air pour qu'une odeur soit sentie.

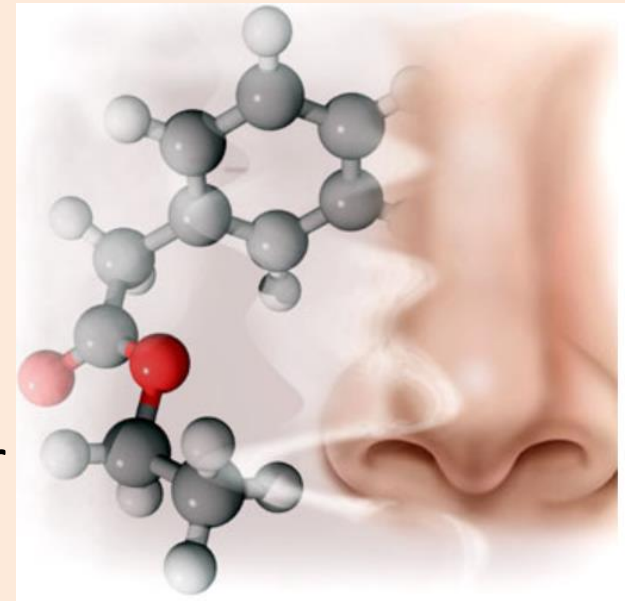


Illustration:

<http://www.wineshe.com/722.p>

Odeurs – Ce qui influence la propagation

Facteurs pouvant influencer la **propagation** des odeurs:

- Fréquence, Intensité et durée de l'épisode d'odeurs
- Offense (*ton hédonique*) vs plaisir ressenti
- Lieu
- Barrières (relief, routes, végétation, bâtiments, etc.)
- Distance de la source d'odeurs
- Composition et variation du mélange dans l'air
- Conditions météorologiques (T°, précipitations, orientation et force de vents dominants, stabilité atmosphérique) et saisonnières (été vs hiver)



Ce qui influence la perception d'une odeur

- Plusieurs facteurs peuvent faire varier la **réponse humaine**, très **individuelle**, à une odeur :
 - **Mémoire olfactive**
 - **Habitudes de vie** (ex.: tabagisme, promenades dehors)
 - **Altérations de l'olfaction**
 - **Sensibilité à percevoir l'odeur**
 - **Qualité de distinguer l'odeur**
 - **Acceptabilité de l'odeur**
 - **Esthétique** (perception de l'environnement près du site)
 - **Ton hédonique** (odeur plaisante ou pas)
- **Sexe, statut social, état de santé**
- Histoire personnelle d'**exposition passée** à une variété d'odeurs
- **Contexte** d'exposition et perception par le **voisinage**

Fréquence d'apparition d'une odeur

À de hautes concentrations dans l'air, le ton hédonique (caractère plaisant ou pas) n'influence plus la nuisance que peut causer une odeur désagréable.

C'est la fréquence de réapparition de cette odeur qui crée la nuisance.

➤ **Odeur fréquente (10% du temps ou plus), en milieu résidentiel = nuisance**

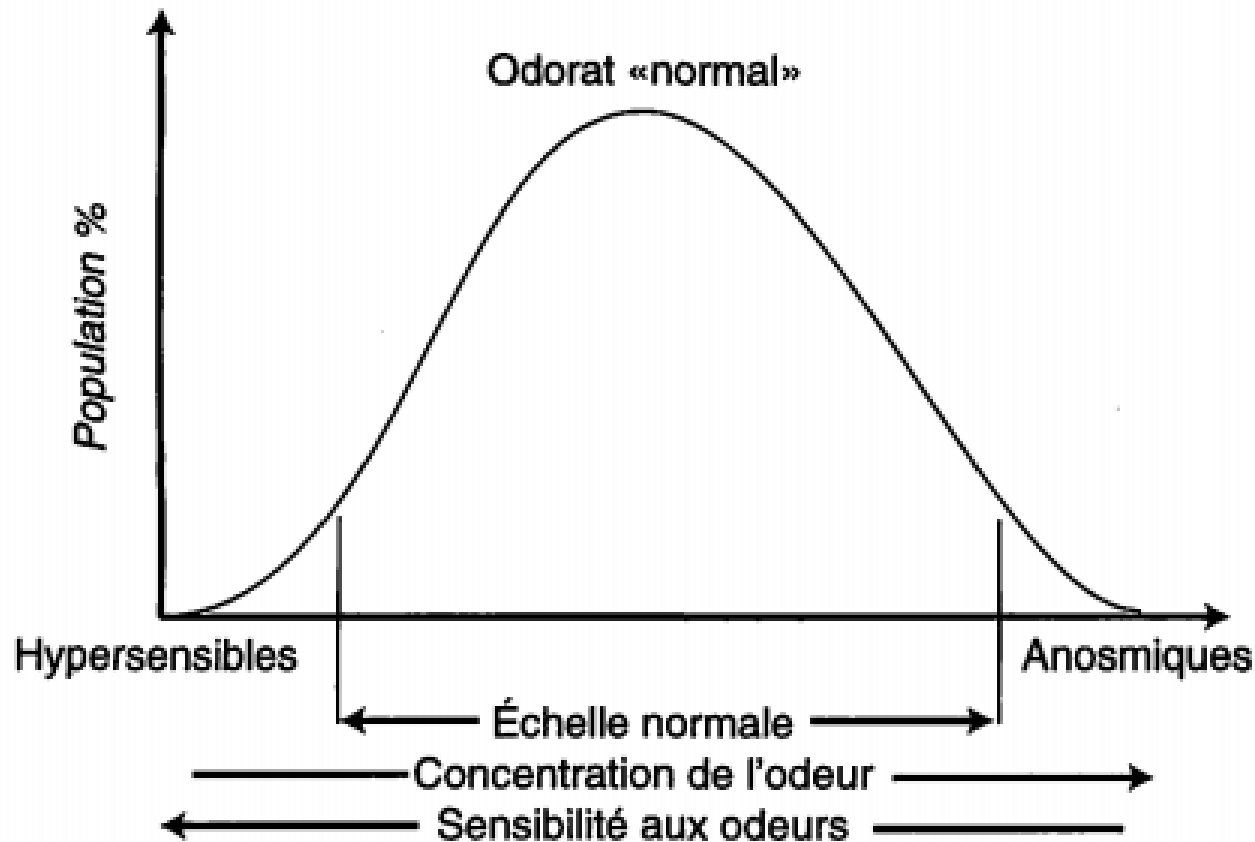
Limit values for odour in ambient air in different areas.

Residential and mixed areas	Commercial and industrial areas	Villages
0,10	0,15	0,15

Villages: où il y a élevage d'animaux (ex. porcheries)

Guideline on Odour in Ambient Air (Allemagne [GOAA 2008](#))

Variabilité de sensibilité olfactive dans la population



Tiré de AIHA, 1993; [Gingras, Guy, Pagé, 2003](#)

La perception peut changer

*C'est la première fois qu'une odeur est sentie que sa perception olfactive est la plus juste ;
s'y habituer change la perception de l'odeur.*

Mémoire olfactive



Une odeur nauséabonde répétitive n'a plus à être très intense pour être perçue comme désagréable

- La première réaction négative rapportée par les gens exposés à des concentrations croissantes de mauvaises odeurs de l'air extérieur est la **nuisance** (ou gêne).
- Ces odeurs peuvent amener une perte de jouissance de la propriété et/ou des lieux, et interférer avec les activités.

Nuisance

« sentiment de déplaisir associé à un agent ou une condition, connu ou estimé par un individu ou un groupe comme pouvant les affecter ou leur nuire ».

- D'un point de vue de santé publique, une nuisance peut nuire à la qualité de vie.
- Une atteinte à la qualité de vie risque d'avoir un impact sur la santé.

Selon certaines études:

Nuisance = un problème réel, même lorsque seulement une faible proportion (5 %) de la population est gênée, à une faible fréquence aussi basse que 2 % du temps.

Odeurs, nuisance et santé

En général, la prévalence (nb de personnes gênées dans une population à un moment donné) et le degré de nuisance dus à une odeur dans l'air augmentent avec l'exposition à cette odeur.

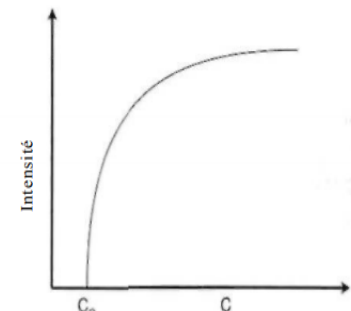
Or, les symptômes rapportés ne sont pas toujours en lien direct avec l'exposition (durée, intensité).

En plus de produire des symptômes chez certaines personnes, la nuisance que cause une odeur est considérée comme un **impact négatif sur la santé en soi**, d'après la *définition de la santé* de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) : *état de complet bien-être physique, mental et social* ([OMS, 1987](#)).

Selon l'OMS, une mauvaise odeur qui persiste peut amener une dégradation significative de la qualité de vie et générer un état d'aversion ou de détresse, tel qu'il peut dégrader l'état de santé.

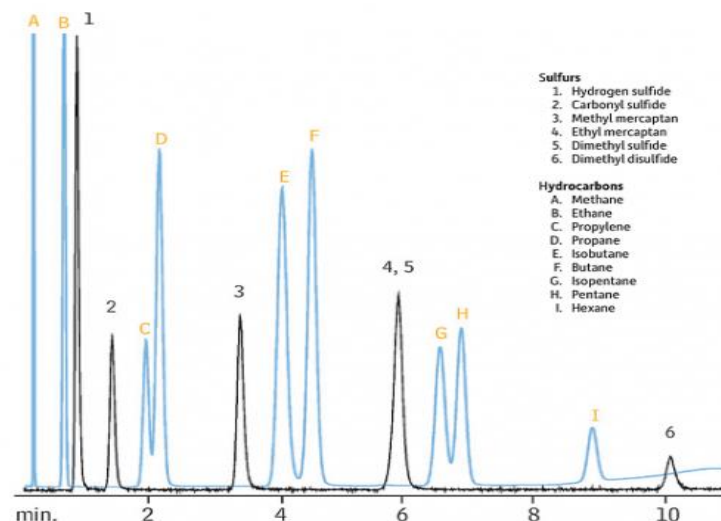
Ce que révèlent les études

- Réaction déclenchée par une odeur:
suit généralement une relation de *dose-réponse*
 - **Plus l'odeur est nauséabonde et forte,**
plus on aura de plaintes et de symptômes rapportés.
- Quand plusieurs personnes se plaignent d'une odeur gênante, il y a généralement une concentration plus élevée en gaz malodorant(s) dans l'air ambiant (indicateur de qualité de l'air).
- La plupart des odeurs viennent de composés organiques (avec carbone). Certains composés simples (ne contenant pas de carbone) comme le sulfure d'hydrogène et l'ammoniac sont aussi de forts odorants.
- L'intensité de l'odeur n'évolue pas selon une fonction linéaire de la concentration d'une substance dans l'air, mais plutôt logarithmique.



Ce que révèlent les études

Ce sont les **pics de plus hautes concentrations** d'émissions nauséabondes dans l'air, **de courte durée**, **récurrents**, mais **irréguliers**, qui sont détectés et occasionnent de la **nuisance** et des **symptômes**.



D'après la nature des **symptômes somatiques** rapportés sur les odeurs et la nuisance, ces symptômes seraient plus dus à la **nuisance** occasionnée qu'à la concentration de bioaérosols dans l'air.

Odeur, stress et symptômes

- Une odeur prononcée ou nauséabonde devient un « polluant » de l'environnement, qui peut causer un **stress** et déclencher des réactions : **physique**, **psychologique**, **sociale** et/ou **comportementale**.
- Certaines odeurs peuvent même provoquer des réactions d'anxiété ou de la détresse psychologique.
- Les odeurs à caractère « offensif » peuvent altérer le comportement, surtout si elles persistent ou reviennent souvent.



Illustration de Charlywkarl, CC BY-ND 2.0.

Odeur, stress et symptômes

À la suite d'un stress psychologique ou à des mécanismes physiologiques, les personnes gênées par l'odeur peuvent rapporter des symptômes et troubles de santé, même si elles sont exposées à des concentrations d'odeurs très faibles.

(Herr et al., 2012)

On les explique par au moins **3 mécanismes** :

1. **Ces personnes ont un niveau de sensibilité tel qu'elles seraient malgré tout irritées et manifesteraient des symptômes; l'odeur (la sensation) servirait simplement comme un indice de l'exposition.**

Ces effets sont généralement réversibles, et se dissipent après la disparition de la substance ou du mélange dans l'air;

2. Les symptômes causés par une odeur à des concentrations non irritantes peuvent être dus aux **aversions innées** (codées génétiquement) ou **comportementales** (appries);
3. Les symptômes peuvent être dus à **un ou plusieurs co-polluant(s)**, faisant partie d'un mélange d'odeurs (ex. mercaptans, COV, etc.).

Modèle de sécurité psychologique des résidents urbains



La personnalité et la perception individuelle de l'environnement déterminent la confiance qu'a une personne dans son milieu extérieur.

La *sécurité psychologique* serait l'évaluation du risque qu'en fait une personne, d'après ses propres conditions de vie urbaine, son expérience passée ou son intuition.

- Commonly used indicators in previous research
- Less used indicators in previous research
- Unique indicators in this paper
- (Unique indicators in the urban context)

Note: Based on the three-dimensional structure about psychology-society-environment established in this paper.

La perte du contrôle (ex.: émissions, odeurs) sur son environnement ne changerait pas seulement les perceptions, croyances et comportements, mais affecterait aussi la santé physique et mentale d'une personne

Signal, interprétation et comportement

- On a pu considérer les **odeurs désagréables** comme des signes avertisseurs ou indicateurs de risques potentiels à la santé humaine, alors qu'elles **ne sont pas nécessairement un déclencheur direct d'effets sur la santé**.
- En fait, **l'odeur fonctionnerait comme un signal** (fonction d'alerte acquise par l'humain au cours de l'évolution), avertissant de la présence d'un agent chimique (à potentiel nocif?), et susciterait une **réaction d'évitement**.
- Les **valeurs cognitives** (en lien avec la santé) apprises influencent et accélèrent le processus d'information olfactive, pour vite savoir si la substance sentie est nocive ou non. **S'attendre à ce qu'une odeur soit nocive pour la santé peut affecter la perception** qu'une personne a de l'odeur.
- Ces facteurs « subjectifs » peuvent fausser la perception et l'interprétation et **augmenter la probabilité d'erreurs de tri** (ex.: associer des odeurs inoffensives à la pensée qu'elles proviennent de produits chimiques dangereux). **Cela peut ensuite susciter ou modifier un comportement** en présence d'odeurs, ou même une hypersensibilité à des odeurs.



Signal, interprétation et comportement

Un exemple de comportement modifié:

Restreindre sa ventilation, souvent de manière soutenue, pour s'empêcher de respirer l'air considéré malsain.

- Ces altérations de la respiration normale pourraient à leur tour provoquer divers effets sur la santé: étourdissements , ↗ rythme cardiaque, etc.
- Et ces manifestations **pourraient être diagnostiquées, à tort, comme des effets de santé directs** de l'exposition à l'odeur.

On a aussi observé une ↗ de la tension artérielle significative, chez des gens exposés à des polluants de l'air nauséabonds (par rapport à ceux ne l'étant pas). Ce serait probablement la conséquence de mécanismes pharmacologiques ou psycho-physiologiques .

Gradation des niveaux d'exposition à une ou des substances odorantes

Table 2. Levels of odor exposure (adapted from Schiffman et al., 2000).

Level	Description
(1) Odor detection	The level of odor that can first be differentiated from ambient air.
(2) Odor recognition	The level of odor at which the odor quality can first be characterized (for example, the level at which a person can first detect that an odor is apple or manure).
(3) Odor annoyance	The level at which a person is annoyed by an odor but does not show or perceive a physical reaction. Note: Health symptoms are not expected at these first three levels unless the odor occurs with a copollutant such as dust as in Mechanism 3 or the level of annoyance is intense or prolonged.
(4) Odor intolerance (causing somatic symptoms)	The level at which an individual may show or perceive physical (somatic) symptoms to an odor. Note: This level corresponds to Mechanism 2 in which the odor induces symptoms even though the odorant concentration is lower than that known to cause irritation.
(5) Perceived irritant	The level at which a person reports irritation or physical symptoms as a result of stimulation of nerve endings in the respiratory tract.
(6) Somatic irritant	The level at which an odorant (not an odor) results in a negative physical reaction regardless of an individual's predisposition. This can occur when an odorous compound (for example, chlorine) damages tissue. Note: Perceived and somatic irritation correspond to Mechanism 1.
(7) Chronic toxicity	The level at which an odorant can result in a long-term health effect.
(8) Acute toxicity	The level at which an immediate toxic effect is experienced (for example, a single event may evoke an acute health effect). Note: In the case of chronic or acute toxicity, the compound should not be considered an odorant but rather a compound with toxic effects that happens to have an odor.

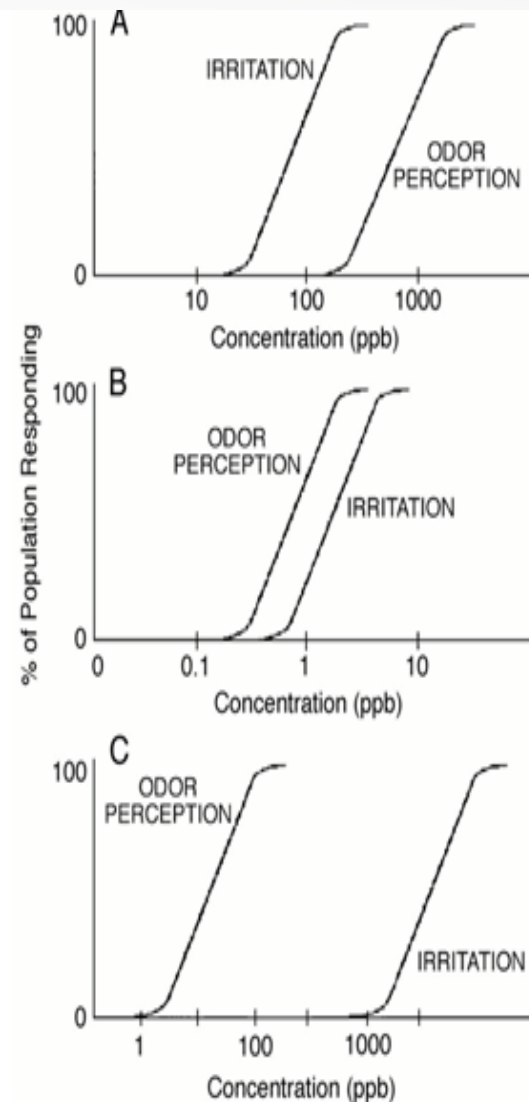
Réf: Schiffman et al., 2000

Courbes dose-réponse: effets odorants vs irritants

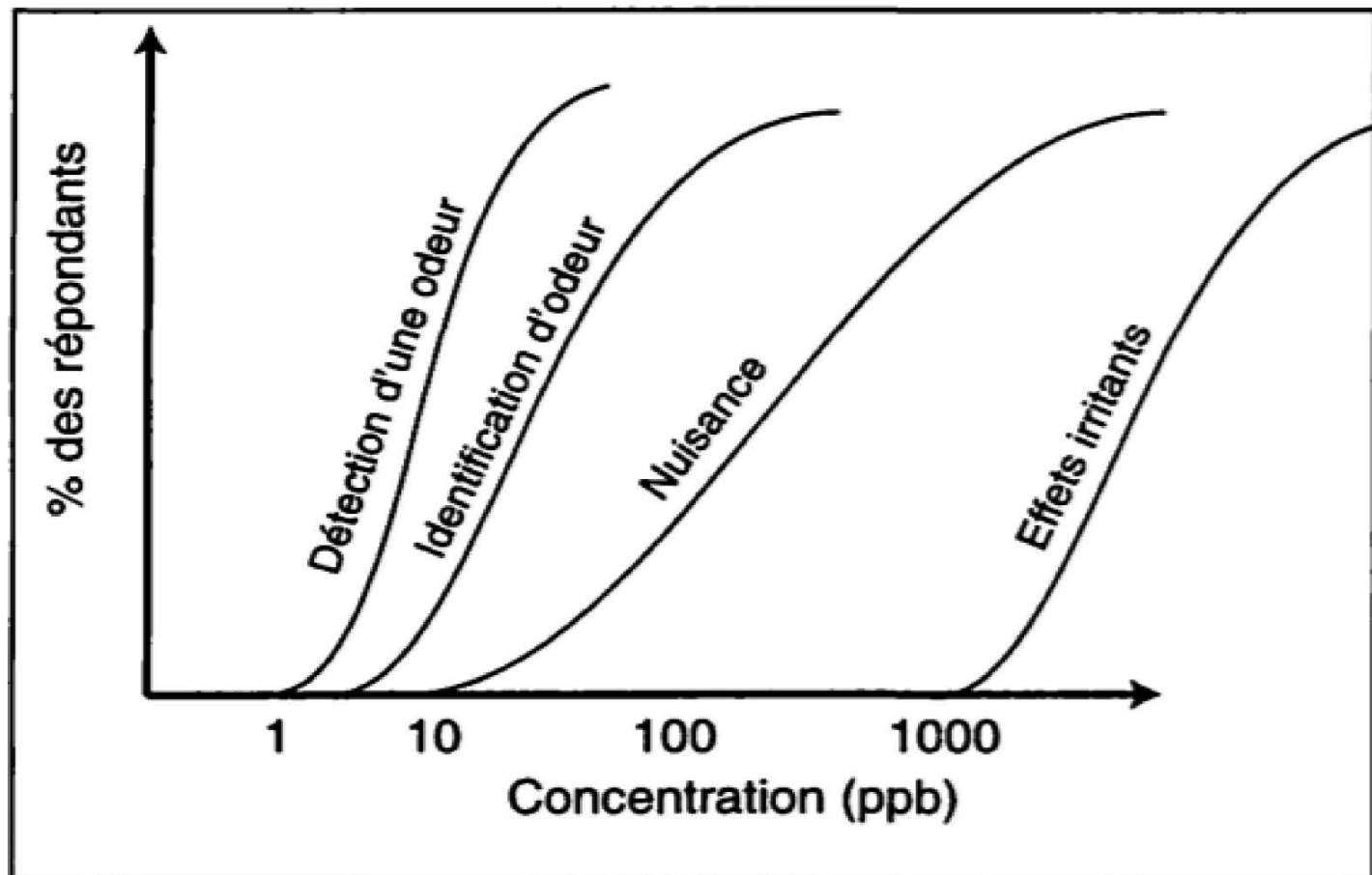
A: Composé très irritant
(p. ex. MITC méthyl iso- thiocyanate);

B: Composé à potentiel
irritant intermédiaire
(p.ex. phosphine = gaz
toxique);

C: Composé très peu irritant
et très odorant (p. ex. H_2S ,
mercaptans)



Gradation : perception - nuisance - effet



Les seuils peuvent varier

- Les valeurs seuils dépendent, entre autres, du **temps d'exposition**.
- Selon l'**état d'attention** d'une personne (par ex.: attentive, distraite, sommeillant ou dormant), le **seuil de perception** peut varier d'un facteur de 1 à 100, pour une même substance.
- « S'habituer » (**accoutumance**) à une odeur en élève le **seuil de détection**.

Une odeur dominante: le sulfure d'hydrogène (H_2S)

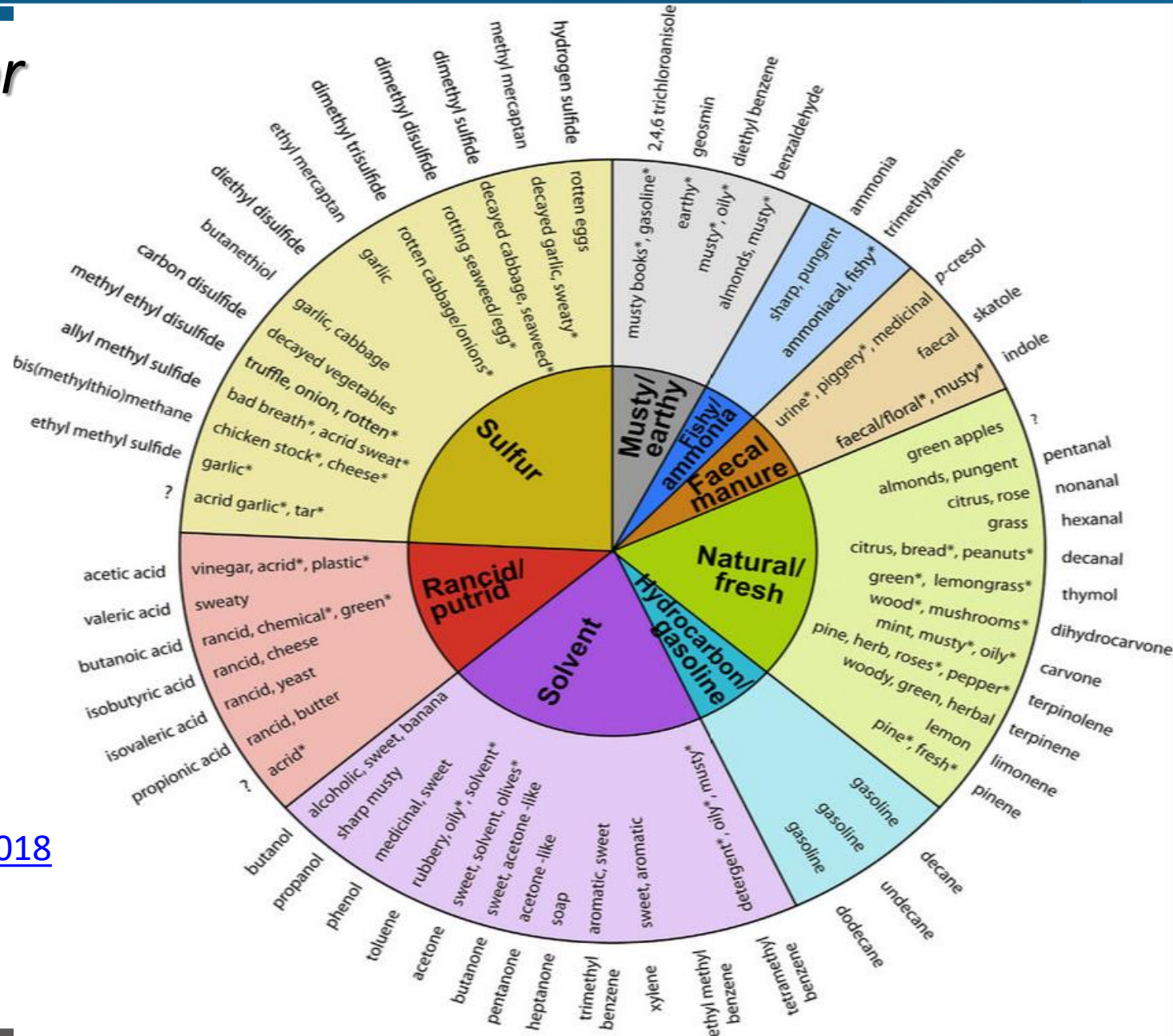
Les odeurs provenant de sites d'enfouissement sanitaire sont agressantes et désagréables pour plusieurs personnes.

Certaines personnes plus sensibles aux odeurs ont des symptômes (ex. nausée, mal de tête) en réaction aux odeurs dégagées par le mélange de H_2S , mercaptans, méthane, terpènes, aldéhydes, éthanol, etc.

Étant donné son faible seuil de détection, il n'est pas rare que des personnes détectent le H_2S aisément ou en soient incommodées, à des concentrations inférieures à la norme québécoise.

Landfill Odor Wheel

(pour les biosolides)



Réf.: [Fisher et al., 2018](#)



Seuils

Le **seuil de détection** olfactive du H_2S est très bas.

Il varie beaucoup selon les méthodologies et selon les individus: [0,5 et 300 ppb]; moy: 8 ppb; MELCC: 0.5 ppb (valeur la plus basse pour induire l'olfaction qui a été rapportée).

Les études de laboratoire et sociologiques suggèrent que le **seuil** auquel une odeur est **reconnue** serait d'un facteur de **3 fois supérieur au seuil de détection**, tandis que celui à partir duquel l'odeur devient **une nuisance olfactive** serait, lui, de **5 fois supérieur** au seuil de détection. Cette nuisance a été caractérisée à partir des réponses esthétiques et comportementales, ainsi que des réponses physiologiques comme des nausées et des maux de tête.

Mise en garde : il y a une différence entre un seuil de détection dans des conditions de laboratoire et les niveaux auxquels une odeur pourrait être reconnue, ou à laquelle elle serait perçue comme une nuisance.

H₂S

Seuils de détection vs de nuisance

	Concentration (ppb)	Concentration (µg/m ³)	Organismes
Seuil de détection	0,5 à 300	0,7 à 432	Sources diverses
	8	12	ATSDR
	0,5	0,7	MELCC
Nuisance	5	7,2	OMS (pour 30 minutes)
	5 x 8 ppb = 40	58	ATSDR (seuil théorique)

Sulfure d'hydrogène (H₂S)

- Même à faible concentration, le H₂S dégage une odeur caractéristique d'œufs pourris et de déchets.

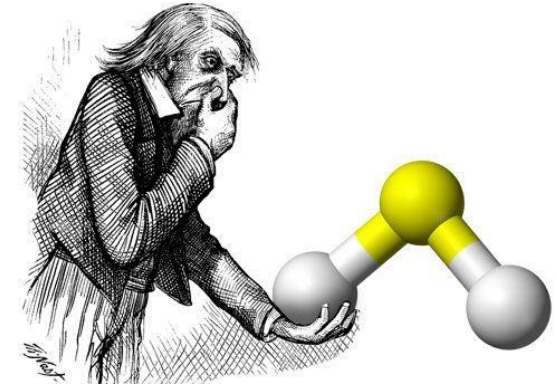


Illustration: [Steve Jenkins](#)

- Plus la concentration est forte, plus l'odeur du H₂S est prenante et répulsive.
- De tous les composés sulfurés issus de la fermentation des matières résiduelles, c'est celui qui est le mieux connu et le mieux documenté, car considéré comme susceptible d'engendrer des effets sur la santé

Une concentration moyenne dans l'air ambiant de H₂S de **≥ 5 ppb ou 7 µg/m³**, pour une durée de 30 minutes est suffisante pour produire une odeur désagréable
= **Seuil de nuisance (OMS)**

➤ Mercaptans et autres composés sulfurés réduits

Le H_2S se dégrade en composés organiques sulfurés réduits (*CSR ou mercaptans ou thiols*), similaires, mais dont l'odeur est encore plus intense.

Ces autres produits sulfurés ont un seuil de détection de beaucoup inférieur, pouvant être jusqu'à 100 fois plus bas que celui du H_2S .

Leurs effets sur la santé sont moins bien précisés dans la littérature.

Ils n'ont pas encore été réglementés ou normés au Québec.

**Les composés sulfurés réduits peuvent
présenter une odeur encore beaucoup plus intense,
à des concentrations plus faibles.**

Exemples de seuils de détection

Table 1: Odour threshold level (OTV) of mercaptans

CAS no	Name	OTV(1) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
74-93-1	methyl mercaptan	0.1 – 2
75-08-1	ethyl mercaptan	0.03 – 3
107-03-9	1-propyl mercaptan	0.04 – 4
75-33-2	2-propyl mercaptan	0.02 – 1.1
513-44-0	2-methyl-1-propyl mercaptan	0.03 – 4
75-66-1	2-methyl-2-propyl mercaptan	0.03 – 1.3
109-79-5	1-butyl mercaptan	0.01 – 5
513-53-1	2-butyl mercaptan	0.1 – 0.7

Tiré de : Devos et al. 1990; Nagata et al. 2003; Haerens, Segers, and Van Elst, 2016

Odeurs - nuisance; aussi des effets sur la santé

- Résidents incommodés, doivent modifier leurs habitudes de vie
(ex. ne plus ouvrir les fenêtres, étendre le linge, etc.)
- Perte de jouissance de l'espace extérieur
(ex. ne plus manger ou jouer dehors, aller marcher, jardiner, etc.)
- Symptômes ressentis par certains
- Diminution du bien-être et de la qualité de vie, donc affecte la santé globale

Odeurs - source de préoccupations

- Craintes liées à la nature des contaminants (H₂S, mercaptans, méthane, COV, éthanol, etc.)
- Craintes liées à l'odeur, à sa réapparition
- Inquiétudes pour la santé
- Incertitudes quant à la sécurité; aux contrôles et suivis appliqués

→ peuvent tous contribuer à affecter la santé et entraîner des effets psychologiques et sociaux négatifs

Effets psychologiques et sociaux à plus long terme

Communautés vivant à proximité du site

Effets psychologiques

NÉGATIFS

- Attentes déçues
- Mécontentement de ne pas se sentir écouté
- Anxiété, stress, colère
- Détresse
- Sentiment d'impuissance (pas de contrôle sur leur environnement)
- Sentiment d'insécurité
- Tristesse à l'égard des changements vécus

POSITIFS

- Réassurance et contentement concernant les avancées technologiques et la réduction des émissions
- Espoir d'amélioration via le Comité de vigilance
- Acceptation par accoutumance, résignation

Effets sociaux

- Empreinte dans la communauté
- Démobilisation de la communauté
- LET = odeurs
- Amélioration du climat social :
Par cohésion entre voisins

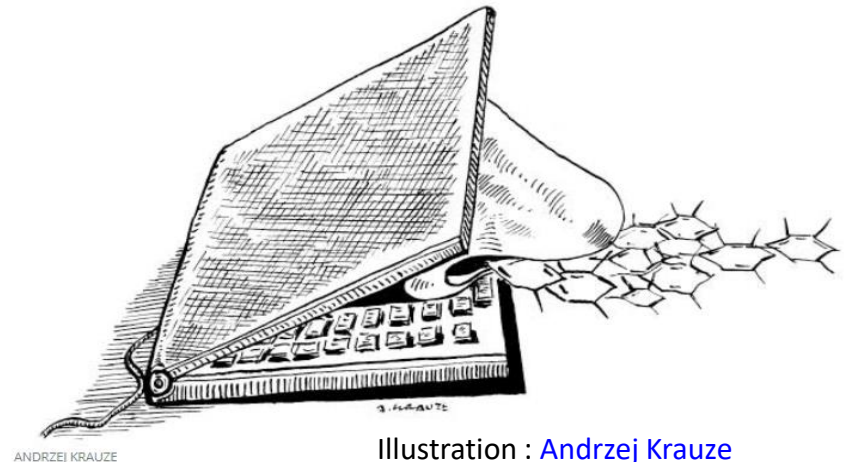
Pour préparer l'avenir

- Attitude d'ouverture et transparence
- Échanges réguliers avec les acteurs sociaux du dossier
- Communication améliorée entre les parties affectées **et** intéressées
- Saine gestion : mesures des concentrations + modélisation (+ olfactométrie?); contrôle, suivis, registre des plaintes, optimisation des activités; R&D)
- Implication citoyenne soutenue
- Saine cogestion (Comités, MELCC, villes et MRC, DSP si souhaité)
- Évaluer la pertinence d'ajouter une station d'échantillonnage de l'air dans les secteurs résidentiels les plus rapprochés (plutôt qu'uniquement aux limites du LET) pour valider la modélisation aux récepteurs

Pour le suivi...

Se soucier du **seuil auquel l'odeur désagréable devient une nuisance** et génère des plaintes. Il apparaît important, pour gérer les activités, de prévoir les événements nauséabonds et agir de façon proactive (par ex.: en intervenant avant la réception de plaintes, ou en communiquant avec la population pour prévenir d'un événement qui ne pourra être évité).

On peut aussi s'inspirer de [règlements basés sur l'olfactométrie](#) (ex. celui de la [Ville de Boucherville](#), émis en 2009, revu en 2019) pour quantifier les concentrations d'odeurs, identifier la/les sources d'où proviennent les odeurs et gérer les nuisances.



- Suivis environnementaux réguliers
- Poursuite des activités régulières de surveillance de la santé de la population par la DSP
- Normes à reconsidérer? (concentrations/4 minutes, critères pour mercaptans, COV, etc.)
- Meilleure planification du développement autour du LET : vision d'ensemble, zone tampon, considération des contraintes pour l'aménagement résidentiel
- Réduction considérable du volume de déchets à la source (surtout matières destinées au tri et au compostage)

**Collectivement et individuellement,
le temps est venu de réduire beaucoup plus la
consommation de déchets à la source
et de recycler davantage**

