

# Analyse et management des risques industriels



# Généralités


- Cours – 1
  - Questions ?

Dossier
Sciences et Nature

## Le prix de la catastrophe

Marées noires, pollutions au mercure, à la dioxine ou encore accidents nucléaires... les catastrophes jalonnent l'histoire industrielle. Avec des conséquences humaines et écologiques dramatiques; avec des enseignements aussi, payés au prix fort. Dans notre dossier, retour sur les terribles méfaits de l'industrie à Minamata, Seveso, Bhopal ou Schweizerhalle.

8 documents vidéo & audio à consulter




**La marée noire**

Sciences et Nature Vidéo 23 min.

15 avril 1967  
**Carrefour international**

Le naufrage du Torrey Canyon provoque une première marée noire.




**Japon sous mercure**

Sciences et Nature Audio 18 min.

25 avril 1975  
**Henri Guillemin vous parle de...**

Un livre dénonce la catastrophe écologique au mercure de Minamata.



**Un nuage à Seveso**

Vidéo 9 min.

21 février 1983  
**A bon entendre**

En juillet 1976, de la dioxine se répand sur la ville italienne de Seveso.

<http://www.rts.ch/archives/dossiers/4716050-le-prix-de-la-catastrophe.html>

# Analyse et management des risques industriels

## **1. Caractérisation des effets / dommages**

- 1. Flux thermiques**
- 2. Ondes de surpression**
- 3. Toxicité**

## **1. Caractérisation des effets / dommages**

### **1. Flux thermiques**

### 2. Ondes de surpression

### 3. Toxicité

# Flux radiatifs

- concerne:
  - incendies
  - explosions
- énergie thermique incendie :
  - 10 % pour l'activation et la propagation du feu (INRS)
  - 25 % par rayonnement (ARQUES)
  - 65 % par conduction-convection

# Flux radiatifs

➤ pour les effets sur les structures :

- $5 \text{ kW/m}^2$ , seuil des destructions de vitres significatives;
- $8 \text{ kW/m}^2$ , seuil des effets domino et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures;
- $16 \text{ kW/m}^2$ , seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton;
- $20 \text{ kW/m}^2$ , seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton;
- $200 \text{ kW/m}^2$ , seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes.

# Flux radiatifs

➤ pour les effets sur l'homme :

- 3 kW/m<sup>2</sup> ou 600 [(kW/m<sup>2</sup>)<sup>4/3</sup>]. s, seuil des effets irréversibles correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine ;
- 5 kW/m<sup>2</sup> ou 1000 [(kW/m<sup>2</sup>)<sup>4/3</sup>]. s, seuil des premiers effets létaux correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine;
- 8 kW/m<sup>2</sup> ou 1800 [(kW/m<sup>2</sup>)<sup>4/3</sup>]. s, seuil des effets létaux significatifs correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine.



## **1. Caractérisation des effets / dommages**

1. Flux thermiques

**2. Ondes de surpression**

3. Toxicité

# Surpressions

- Concerne:
  - explosions

➤ pour les effets sur les structures :

- 20 hPa ou mbar, seuil des destructions significatives de vitres<sup>1</sup>;
- 50 hPa ou mbar, seuil des dégâts légers sur les structures;
- 140 hPa ou mbar, seuil des dégâts graves sur les structures;
- 200 hPa ou mbar, seuil des effets domino;
- 300 hPa ou mbar, seuil des dégâts très graves sur les structures.

# Surpressions

➤ pour les effets sur l'homme :

- 20 hPa ou mbar, seuils des effets irréversibles correspondant à la zone des effets indirects par bris de vitre sur l'homme<sup>1</sup> ;
- 50 hPa ou mbar, seuils des effets irréversibles correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine ;
- 140 hPa ou mbar, seuil des premiers effets létaux correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine ;
- 200 hPa ou mbar, seuil des effets létaux significatifs correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine.

## **1. Caractérisation des effets / dommages**

1. Flux thermiques
2. Ondes de surpression
- 3. Toxicité**

# Toxicité

- concerne:
  - incendies
  - explosions
  - libérations

- **Substances dangereuses selon Ochim**



# Toxicité

- Toxicologie : science (complexe)
  - Effets :
    - bénéfiques (médecine)
    - néfastes (réversibles, irréversibles)

« c'est la dose qui fait le poison »

- Relations substances vs cibles

# Toxicité

- Rencontre fonction de :
  - substances (type et quantité)
  - cibles (type)
  - durée

# Toxicité

- Rencontre fonction des substances :
  - type
    - nocivité
    - comportement
      - à seuil de dose (capacités de détoxification)
      - sans seuil de dose (reprotoxiques, mutagènes, cancérigènes)
  - provenances
    - substances présentes (libérations)
    - les substances produites (incendie, réactions)
    - les substances dégradées dans le milieu extérieur après libération



# Toxicité

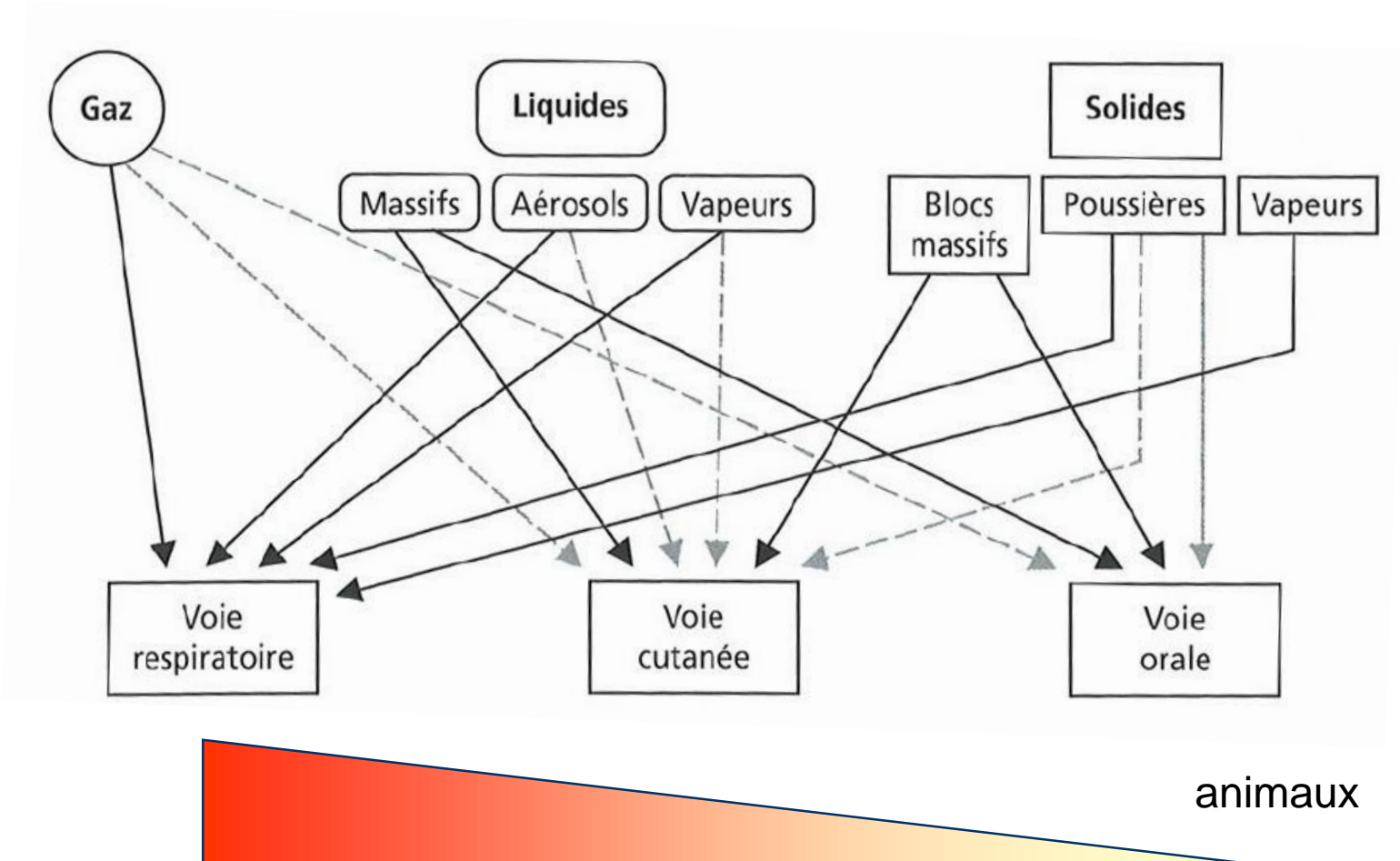
- Rencontre fonction de la cible :
  - type : être humain, faune, flore
  - type : vulnérabilité dépend de l'individu
    - facteur héréditaire
    - âge
    - sexe
    - santé

# Toxicité

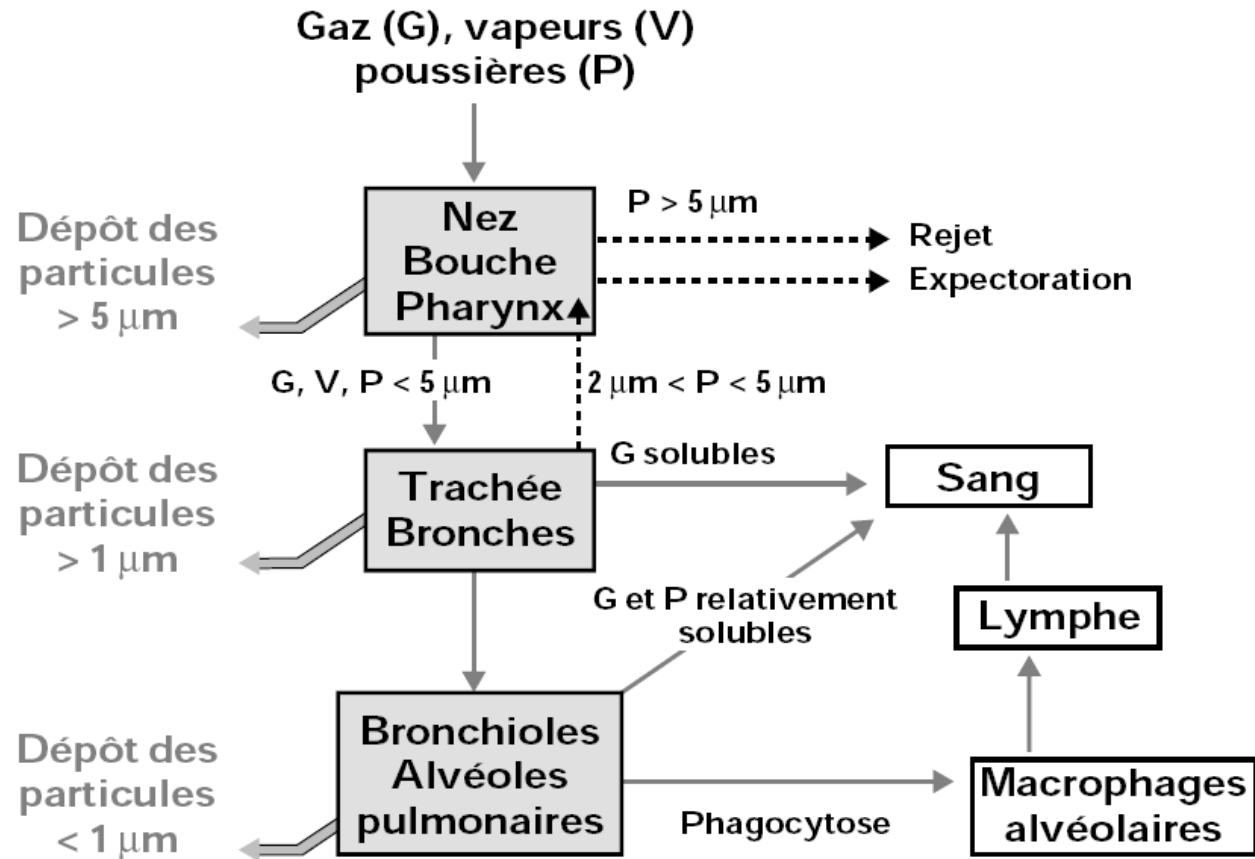
- Rencontre fonction de la durée :
  - Exposition
  - Apparition des effets
    - aiguë (instantané)
    - à court terme (plusieurs jours, mois)
    - à long terme (chronique plusieurs années)

# Toxicité

## Les voies de pénétration

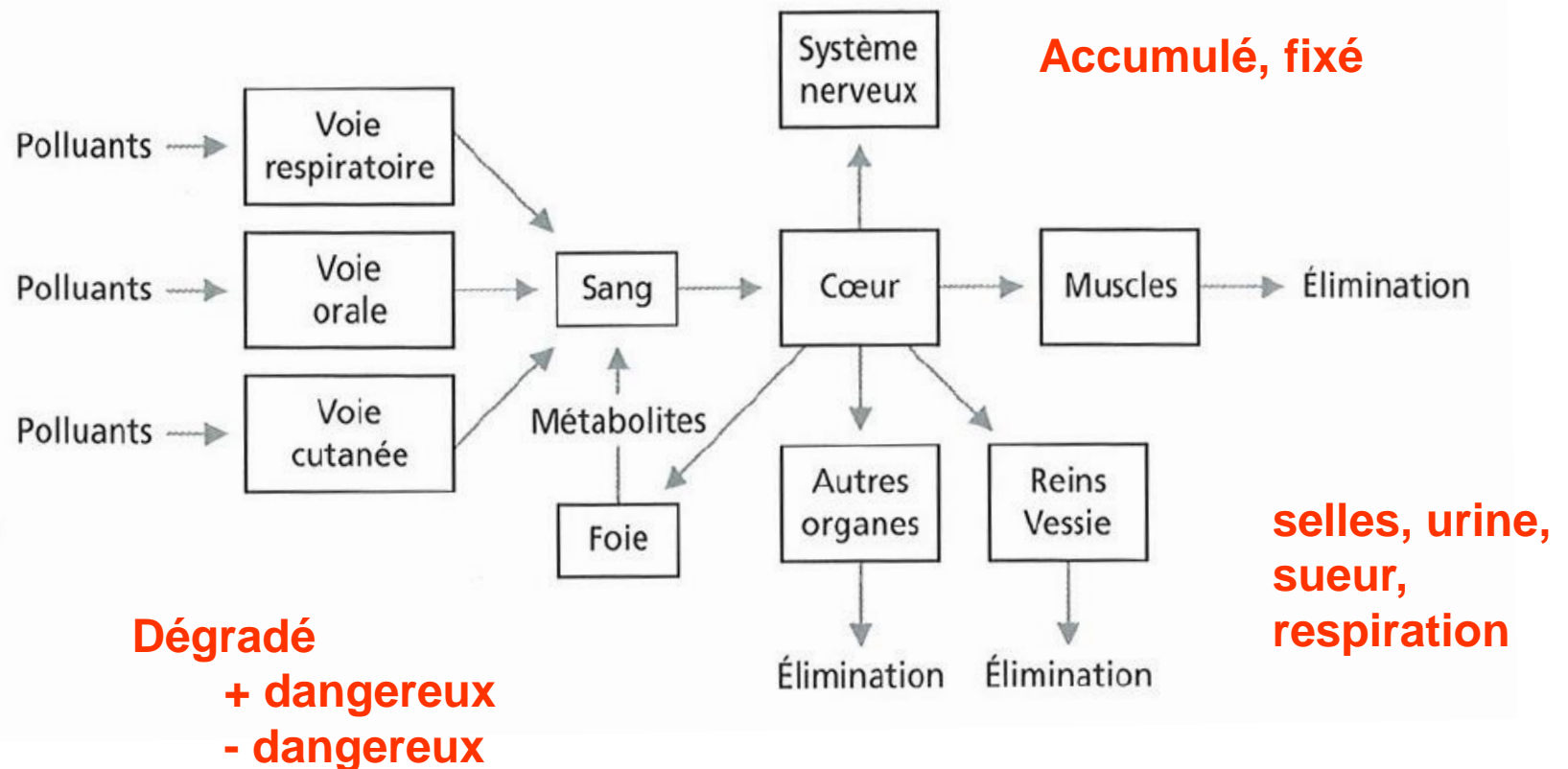


## Détails de la pénétration pulmonaire



# Toxicité

## Mécanisme général de circulation



# Toxicité

- Perturbations du fonctionnement
  - Fixation
    - Liposolubles : fixation sur tissus gras
      - ex : Solvant : tissu nerveux (maux de tête, état d'ébriété)
    - Fixation sans transport sang
      - Poussières (poumon) ex amiante
  - Métabolisation (oxydation foie)
    - ex : Benzène -> phénol (moelle osseuse)

# Toxicité

- Réaction avec les tissus
  - Fixation eau
    - Acides, chaux, soude, chlore, ammoniac -> destruction des tissus
  - Réaction chimique (disparition molécule)
    - Isocyanates + protéines -> uréthane
    - Phosgène + eau - > HCL
  - Fixation partielle
    - HCN / CO complexe avec Fe (transport O2 bloqué)
  - Fixation sur lipides
    - Cl<sub>2</sub> -> disfonctionnement mol.lipidique

# Toxicité - Seuils caractéristiques

- Toxicité : construction des seuils
- les seuils dépendent de :
  - substances (type et quantité)
  - cibles (type)
  - durée
- différentes valeurs de références car :
  - développé à des fins spécifiques
  - type de population concernée
  - qualité de la documentation



# Toxicité - Seuils caractéristiques

- Pas de seuils suisses
- Travail avec les seuils étrangers après validation préalable des autorités

# Toxicité - Seuils caractéristiques

AEGL : Acute Exposure Guidelines Level

ERPG : Emergency Response Planning Guidelines

IDLH : Immediately Dangerous to Life or Health



Pays	Seuils utilisés
Autriche	IDLH
Belgique	ERPG-3
France	SEL (Seuil des Effets Létaux) SEI (Seuil des Effets Irréversibles)
Allemagne	ERPG-2
Italie	LC50 et IDLH
Portugal	AEGL ou ERPG recommandés

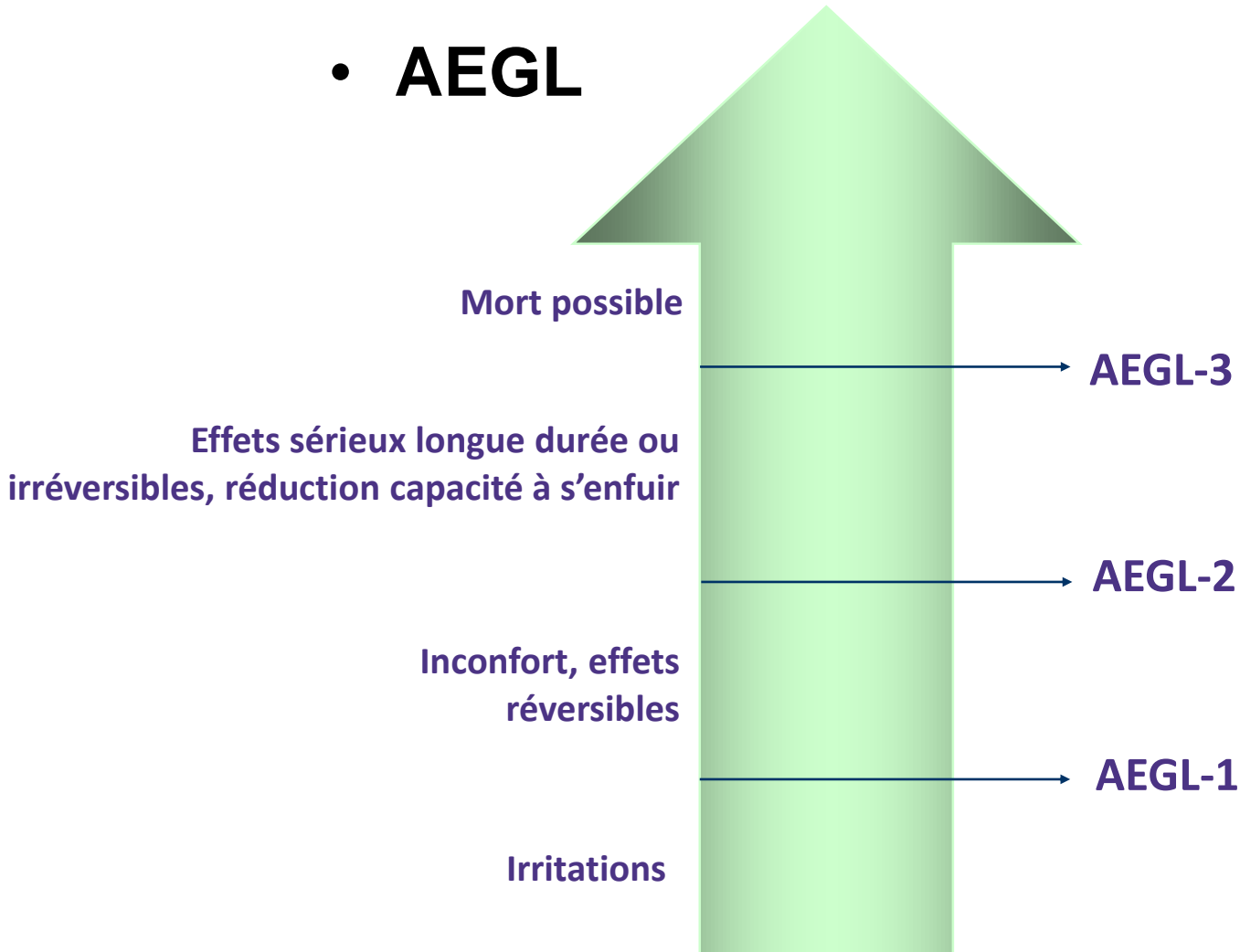
# Toxicité - Seuils caractéristiques



- **AEGL (ppm or mg/m<sup>3</sup>)**
- **3 niveaux**
  - **AEGL – 1**
  - **AEGL – 2**
  - **AEGL – 3**
- **durées d'exposition : 10 et 30 minutes, 1 heure, 4 heures et 8 heures**
- **Env: 250-300 composés**
- **prise en compte de tout type de public, y compris les sensibles**
  - **Facteur de protection important**

# Toxicité - Seuils caractéristiques

- **AEGL**



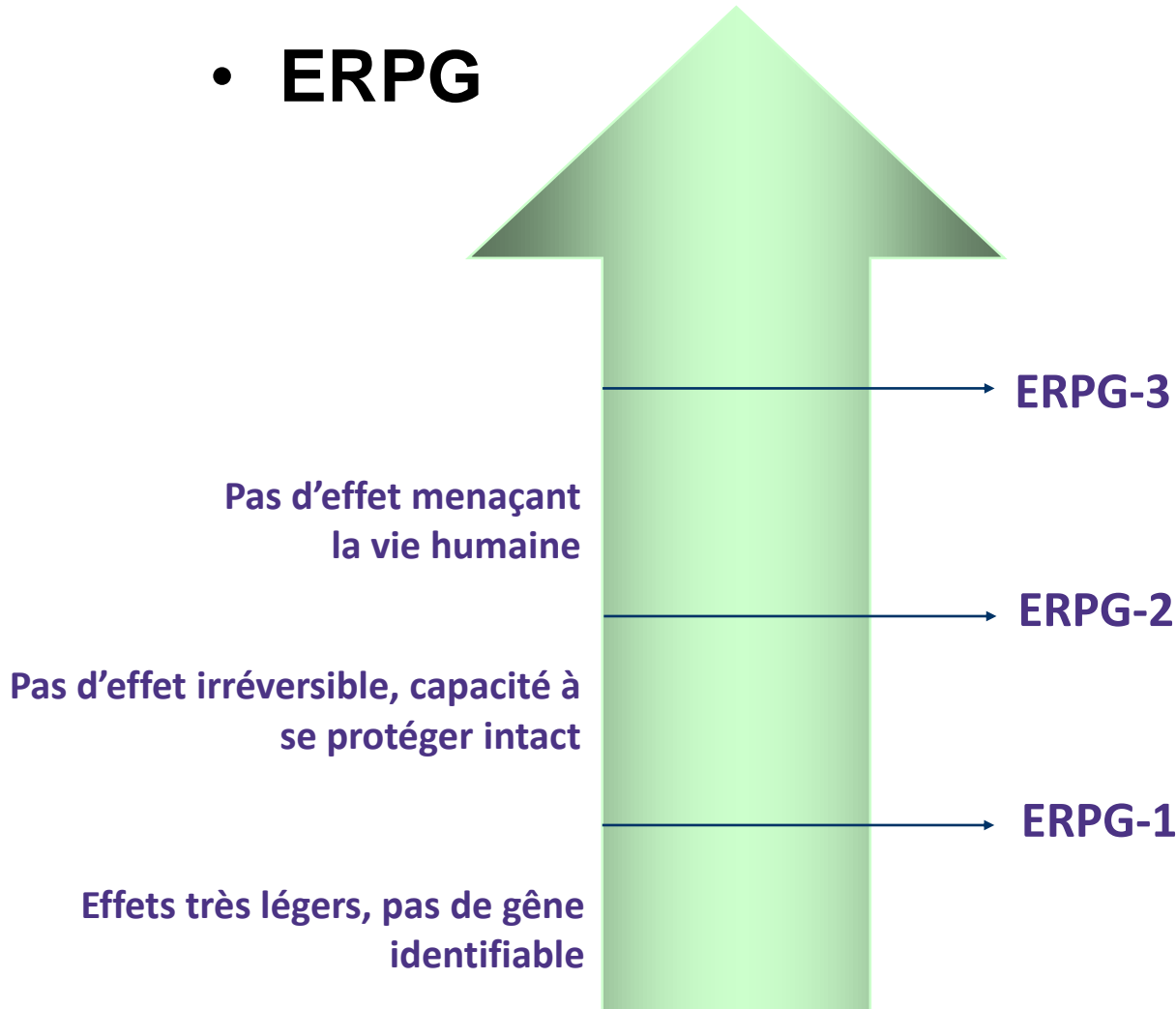
# Toxicité - Seuils caractéristiques



- **ERPG** (ppm or mg/m<sup>3</sup>)
- **3 niveaux**
  - **ERPG – 1**
  - **ERPG – 2**
  - **ERPG – 3**
- **Env: 250 composés**
- **durée d'exposition : 1 seule = 1 heure**
- **prise en compte de tout type de public**
  - **définition floue**

# Toxicité - Seuils caractéristiques

- **ERPG**



# Toxicité - Seuils caractéristiques

- **IDLH** (ppm or mg/m<sup>3</sup>)  
(valeur 1994)
- 1 niveau
- Env: 400 composés
- Concentrations maximales à laquelle un travailleur peut se soustraire après d'exposition 30 minutes sans l'apparition d'aucun symptôme (12-72 hours after exposure) ou d'effet de neutralisation des reflexes de fuite
- durée d'exposition : 30 min



# Toxicité - Seuils caractéristiques

- **SELx2, SEI, SER, SP**



- **4 niveaux**
  - **SELS : Seuils de Effets Létaux Significatifs (5%)**
  - **SPEL : Seuils des premiers Effets Létaux (1%)**
  - **SEI : Seuils des Effets Irréversibles**
  - **SER : Seuils des Effets Réversibles (effets cliniques tolérables)**
  - **SP : Seuils de Perception (détection sensorielle)**
- **Env: 40 composés**
- **durées d'exposition : 1 min à 480 min**
- **tout type de public, hors hypersensibles**



# Toxicité - Seuils caractéristiques

Autres :

- EEI – Europe – Ecetoc.org – peu de valeurs
- TEEL - Etats-Unis – DOE - si absence ERPG
- AETL – Europe – ACUTEX – pas de statut officiel
  
- Pays ...Angleterre, Pays-Bas
- Cibles....Militaire (MEG), NASA (Astronaute)

# Toxicité - Seuils caractéristiques

- Seuils de toxicité chronique
- 2 niveaux
  - VME : Cmax pour 8h/j
  - VLE : Cmax < 15min/j
- Destinés aux expositions professionnelles
- Périmètre opérationnel de l'intervention



# Toxicité - Seuils caractéristiques

Seuil (ppm)	Chlore	Ammoniac
<b>IDLH 30'</b>	<b>10</b>	<b>300</b>
<b>AEGL- 1 30' (60)</b>	<b>0.5 (0.5)</b>	<b>30 (30)</b>
<b>AEGL- 2 30' (60)</b>	<b>2.8 (2.0)</b>	<b>220 (160)</b>
<b>AEGL- 3 30' (60)</b>	<b>28 (20)</b>	<b>1600 (1100)</b>
<b>SEL 30' (60)</b>	<b>160 (110)</b>	<b>4767 (3400)</b>
<b>SEI 30' (60)</b>	<b>25 (19)</b>	<b>500 (354)</b>
<b>VME</b>	<b>-</b>	<b>10</b>
<b>VLE</b>	<b>0.5</b>	<b>20</b>
<b>ERPG- 1 60'</b>	<b>1</b>	<b>25</b>
<b>ERPG- 2 60'</b>	<b>3</b>	<b>150</b>
<b>ERPG- 3 60'</b>	<b>20</b>	<b>750</b>