
Prévention du risque chimique

Caractériser les dangers des produits chimiques

Plan

1. Dangers physique
2. Dangers pour la santé
3. Danger pour l'environnement

Dangers physique

Pression de vapeur

Pression qu'exercent les vapeurs d'un liquide sur les parois d'un récipient qui le contient, indique la volatilité d'une substance.

Pression de vapeur en Pascal			
$P < 5$	$5 < P < 1000$	$1000 < P < 5000$	$P > 5000$
Très peu volatil	Modérément volatil	Volatil	Très volatil
glycérol (<0,01)	Mercure (16 Pa)	Eau (2,3 kPa)	éther diéthylique (58,9 kPa)

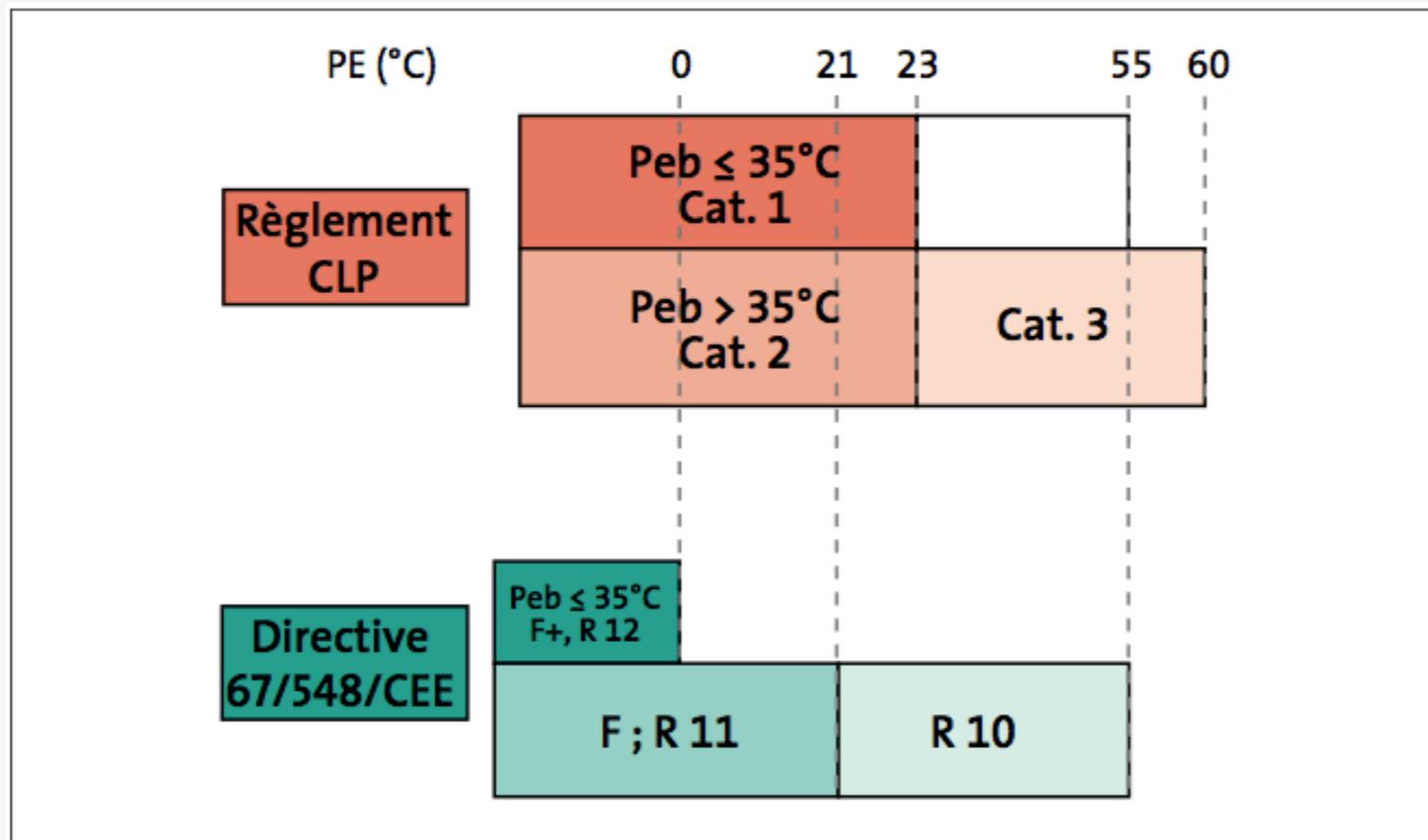
Température d'auto-inflammation

Température minimale à laquelle une substance s'enflamme spontanément au contact de l'air et à laquelle la combustion se poursuit sans qu'il y ait une source d'inflammation.

Substance	Température d'auto-inflammation
Ether diéthylique	160-180°C
Ethanal	165°C
Cyclohexane	245°C

Point éclair

Température minimale pour 1013 hPa à laquelle un liquide dégage des vapeurs en quantité telle qu'il en résulte un mélange vapeur/air inflammable au contact d'une flamme ou d'une étincelle mais insuffisante pour entretenir la combustion en l'absence de flamme.



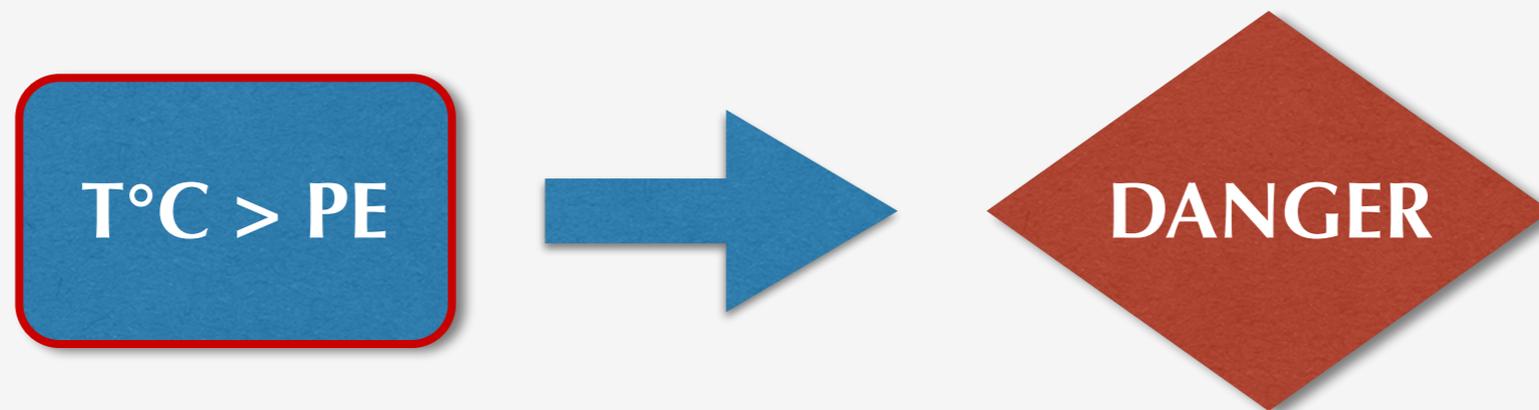
Classement des liquides inflammables

- Règlement CLP
- Directive 67/548/CEE

Substance	Point éclair	T _{eb}	Classification
Ether diéthylique	-40°C	34,6°C	Flam. Liq. 1
Cyclohexane	-20°C	81°C	Flam. Liq. 2
Acétone	-18°C	56°C	Flam. Liq. 2
Ethanol 95°	13°C	78°C	Flam. Liq. 2
Térébenthine	35°C	154-170°C	Flam. Liq. 3
Acide éthanoïque	40°C	118°C	Flam. Liq. 3
White Spirit	~42°C	>150°C	-

1. Dangers physiques

Un liquide ne peut s'enflammer que si la température ambiante est supérieure à son point éclair.



Point d'inflammation ou point de feu

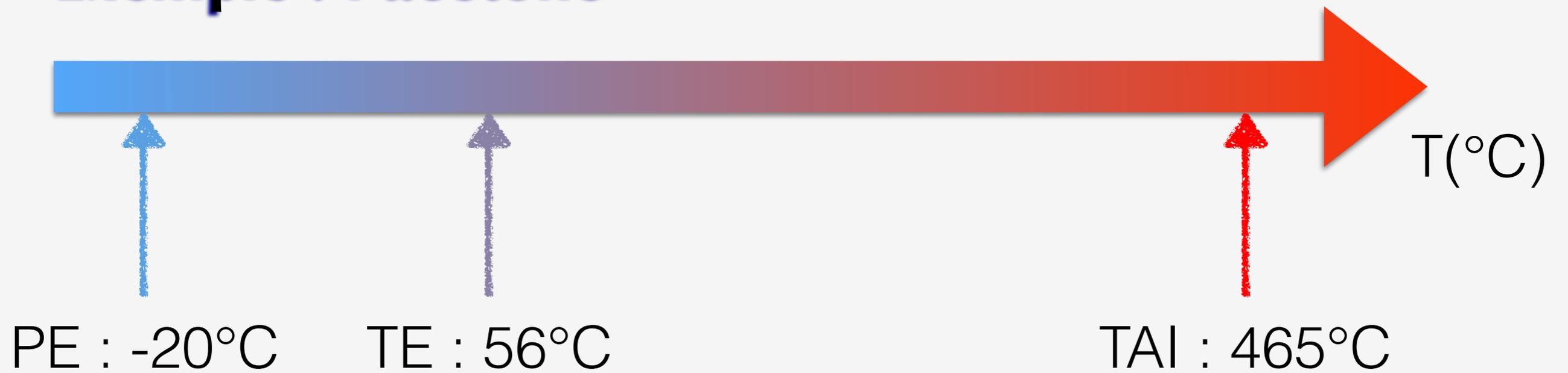
Température à laquelle un liquide dégage des vapeurs en quantité suffisante pour former avec l'air un mélange qui s'enflamme au contact d'une flamme ou d'une étincelle qui se maintient après arrêt de la source d'activation.

Température ou point d'auto-inflammation

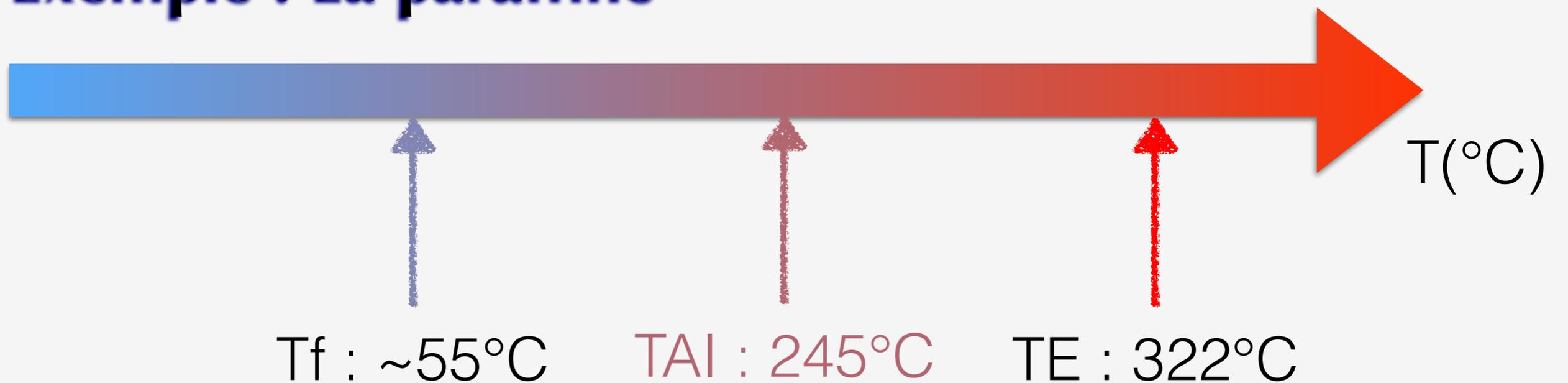
Température minimale à partir de laquelle une substance s'enflamme spontanément au contact de l'air et à laquelle la combustion se poursuit.

Valeurs comprises généralement entre 250°C et 650°C et atteintes par chauffage des parois d'un récipient ou dans un four ou une étuve.

Exemple : l'acétone

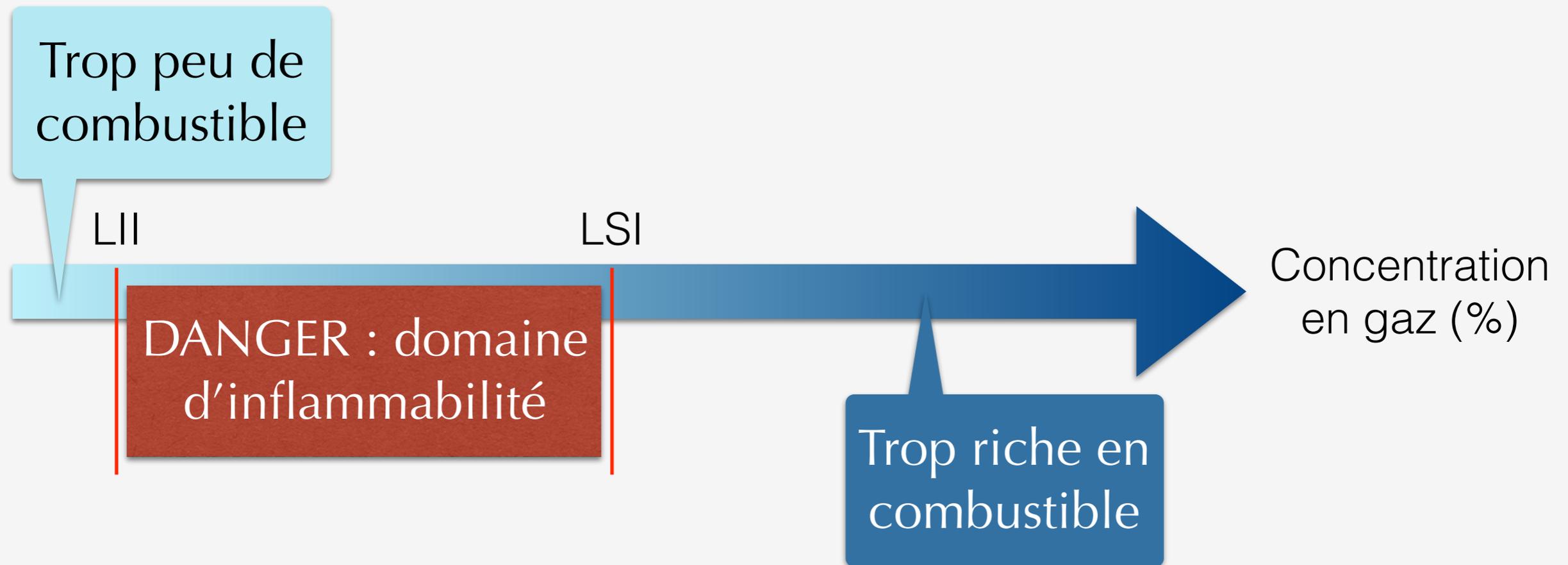


Exemple : La paraffine



Limites d'inflammabilité ou d'explosivité

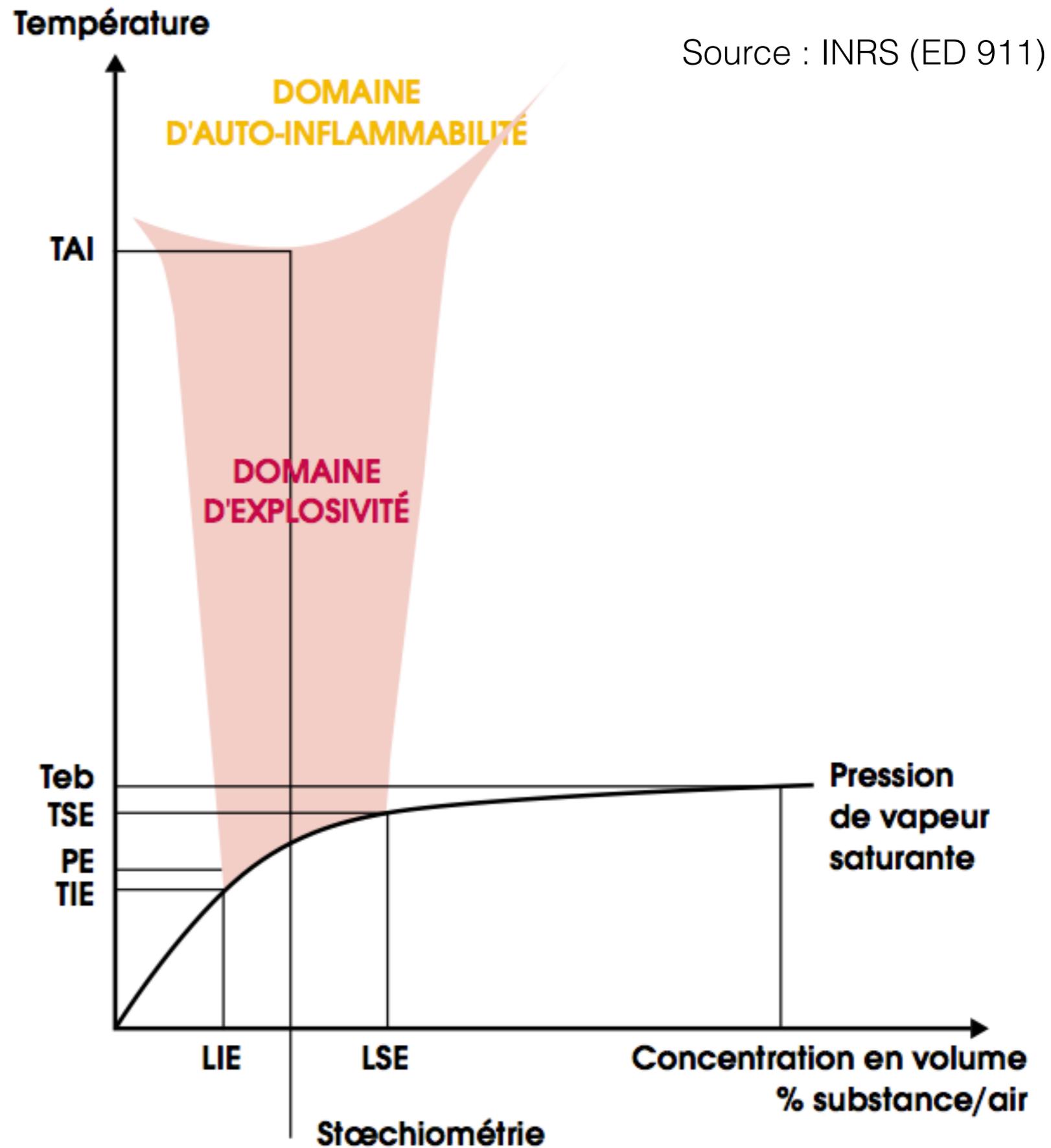
Les limites inférieure et supérieure d'explosivité (LIE et LSE) ou d'inflammabilité (LII et LSI) correspondent aux concentrations d'un gaz exprimées en concentrations volumiques dans l'air, entre lesquelles le mélange est inflammable en présence d'une source d'ignition.



Substance	LIE	LSE
White Spirit	0,6 %	7 %
Cyclohexane	1,3 %	8,4 %
Ether diéthylique	1,7 - 1,9 %	36 - 48 %
Propanone	2,15 %	13 %
Dihydrogène	4 %	76 %

1. Dangers physiques

Synthèse des paramètres physiques liés à l'inflammabilité



La lutte contre l'incendie

- ➔ Rappels sur les classes de feux
- ➔ Quelques informations sur les agents extincteurs

Les classes de feux

Il existe 5 classes de feux :



➔ Feux de classe A : produits par des matériaux solides ou secs et brasants (papier, carton, bois, tissus, PVC) :

- ▶ combustion vive (avec flammes)
- ▶ combustion lente : sans flammes mais avec braises incandescentes => feux qui couvent



➔ Feux de classe B : (« feux gras ») produits par des liquides ou solides liquéfiables inflammables (essence, hydrocarbures, solvants, cétones, alcools, graisses, huiles, ...).

- ▶ Peut dégager des gaz toxiques et/ou corrosifs voire explosifs.
- ▶ Feux qui ne couvent pas => l'abattage des flammes permet l'extinction de l'incendie.
- ▶ Rallumage si $T > T_{AI}$ => refroidissement nécessaire.



→ Feux de classe C : Feux de gaz (butane, propane, etc.)

- ▶ Risque d'explosion si le mélange air/gaz est compris entre la LIE et la LSE.



➔ Feux de classe D : Feux de métaux
(magnésium, sodium, limaille de fer, ...)

- ▶ Risque de réactions vives avec l'eau (ex : sodium qui dégage du dihydrogène inflammable)



→ Feux de classe F : Feux des graisses et huiles utilisées dans la restauration, désignées sous le terme « auxiliaires de cuisson ».



➔ Feux de classe E : Feux d'origine électrique.

Cette ancienne classe de feux n'est aujourd'hui plus définie en tant que telle.

L'énergie électrique étant la source d'activation et non le combustible comme dans les autres classes de feux.

Les agents extincteurs

A chaque classe de feux correspond un ou plusieurs agents extincteurs possibles.

Il existe 4 catégories d'agents extincteurs :

- ▶ l'eau avec ou sans additif
- ▶ la poudre
- ▶ la mousse (réservée aux sapeurs-pompiers)
- ▶ le CO₂

On rencontre donc principalement 3 types d'extincteurs :



L'extincteur à eau (avec ou sans additif)

1. Dangers physiques



L'extincteur à poudre polyvalente

A éviter sur les appareils électriques.

1. Dangers physiques



L'extincteur à CO₂

Recommandé sur les feux d'origine électrique (ne laisse aucune trace d'agent extincteur)

Association agents extincteurs - classes de feux

Agents extincteurs	Classes de feux				
	A	B	C	D	(E)
Eau (sans additif)	■				
Eau (avec additif)	■	■			
Poudre	■	■	■		
CO ₂		■			■

Cas particulier des feux de classe C (gaz) :

Lors d'une fuite de gaz, il faut couper l'arrivée du gaz (vanne d'arrêt).

fuite => risque d'explosion selon concentration.

Cas particulier des feux de classe D (métaux) :

L'agent extincteur est spécifique à chaque métal => extinction réservée aux spécialistes.

On peut utiliser du sable sec.

Dangers liés aux réactions chimiques

Il est nécessaire de prendre en compte les réactions chimiques réalisées volontairement ou accidentelles qui peuvent être parfois violentes :

- ➔ oxydant/réducteur, acide/base, polymérisation/catalyseur, comburant/combustible)
- ➔ corrosion sur les métaux
- ➔ stabilité du produit vis-à-vis de l'eau, l'air, la chaleur, la lumière, etc.

Dangers pour la santé

VLEP

La **valeur limite d'exposition professionnelle** (VLEP) représente la concentration maximale dans l'air que peut respirer un travailleur sans risque d'altération physiologiques irréversibles.

En France les VLEP sont définies pour une durée de 8h : article R4412-149 du code du travail.

Il existe deux types de VLEP :

VLEP	Parution	Conséquences
Contraignantes	par décret	<p>Le respect de ces valeurs est une obligation minimale pour l'employeur. Leur non-respect expose à des sanctions.</p> <p>Voir Code du travail article R4412-149 (modifié par décret n°2012-746 du 9 mai 2012)</p>
Indicatives	par arrêté	<p>Ces valeurs réglementaires établissent un objectif minimal de prévention à atteindre. Elles sont fixées par arrêté (en application de l'article R. 4412-150 du Code du travail).</p>

Les VLEP doivent être prises comme des objectifs minimaux de prévention, les VLEP ne peuvent être vues comme une assurance de sécurité car :

- ➔ difficile transposition des résultats toxicologiques expérimentaux chez l'homme,
- ➔ chaque individu a sa propre sensibilité
- ➔ pas de prise en compte des facteurs de pénibilité du travail (température, efforts physiques, etc.) pouvant modifier les caractéristiques de pénétration des produits et leur métabolisation,

- ➔ Les VLEP tiennent compte essentiellement de la voie de pénétration la plus courante à savoir la voie pulmonaire, mais certains produits ont une capacité de pénétration cutanée importante (exemple : butanone, méthanol, ...)
- ➔ les VLEP s'appuient sur l'état des connaissances qui évoluent avec les avancées scientifiques et techniques, elles sont donc également évolutives.

VLCT

Valeur Limite d'exposition à Court Terme : durée max. 15 min.

Substances de P>5kPa	VLEP	VLCT
Acétone (Propanone)	1210 mg/m ³ 500 ppm	2410 mg/m ³ 1000 ppm
Chloroforme (Trichlorométhane)	10 mg/m ³ 2 ppm	-
Cyclohexane	700 mg/m ³ 200 ppm	-
Dichlorométhane	178 mg/m ³ 50 ppm	356 mg/m ³ 100 ppm

ppm : partie par million en volume

$V_m = 24,05 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$ à 20°C et 101,3 kPa

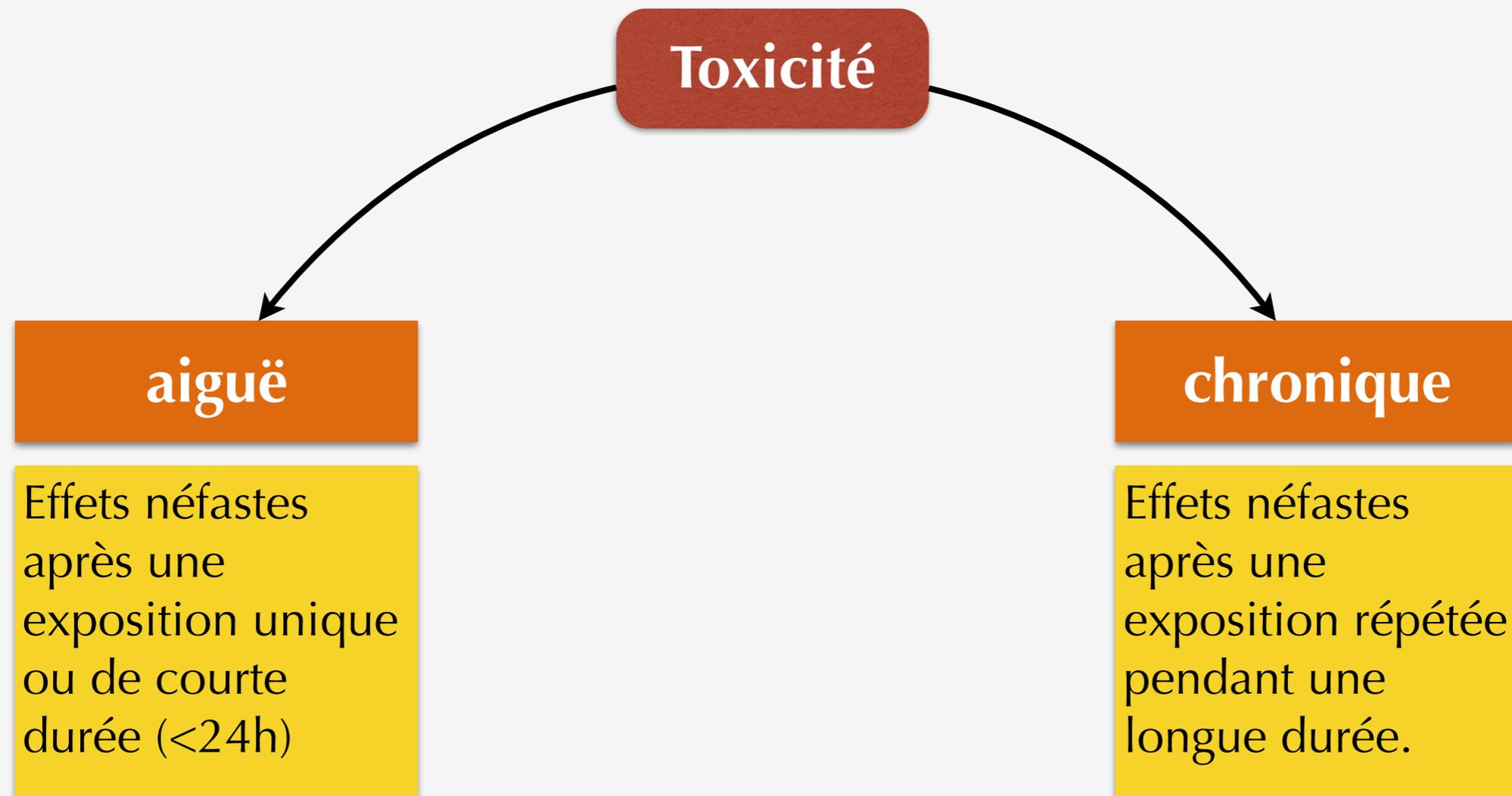
$$1\text{ppm} = 1\text{mg}/\text{m}^3 \times \frac{V_m}{M}$$

La Toxicité

Substance toxique = substance susceptible de provoquer des effets néfastes sur la santé.

La Toxicité

Substance toxique = substance susceptible de provoquer des effets néfastes sur la santé.



Les paramètres dont dépend la toxicité

La toxicité d'une substance dépend :

- ➔ de la voie de pénétration (exposition),
- ➔ de la quantité introduite dans l'organisme (durée d'exposition),
- ➔ des aptitudes métaboliques de l'individu,
- ➔ des autres substances introduites dans l'organisme (médicaments, drogues, alcool, tabac, autres toxiques, etc.)

La toxicité aiguë

(Code classe de danger : **Acute Tox.**)

La toxicité aiguë est différenciée selon la voie de pénétration :

- ➔ toxicité par **voie orale**,
- ➔ toxicité par **voie cutanée**,
- ➔ toxicité par **inhalation**.

Cette classe de danger concerne la toxicité pour l'organisme pouvant conduire à la mort.

La classification repose sur une grandeur expérimentale :

La DL₅₀ : (voie orale ou cutanée)

La DL₅₀ représente la dose létale causant la mort de 50% de la population animale donnée. Elle s'exprime en milligrammes de substance par kg de poids corporel.

La CL₅₀ : (cas de l'inhalation)

La CL₅₀ représente la concentration létale causant la mort de 50% de la population animale donnée sur une durée d'exposition de 4h.

Pour la classification on utilise l'**estimation de la toxicité aiguë ETA** : $ETA = DL_{50}$ ou CL_{50}

Voie d'exposition	Catégorie 1 	Catégorie 2 	Catégorie 3 	Catégorie 4 
Orale (mg/kg)	$ETA < 5$	$5 < ETA \leq 50$	$50 < ETA \leq 300$	$300 < ETA \leq 2000$
Cutanée (mg/kg)	$ETA < 50$	$50 < ETA \leq 200$	$200 < ETA \leq 1000$	$1000 < ETA \leq 2000$
Gaz (ppmV)	$ETA < 100$	$100 < ETA \leq 500$	$500 < ETA \leq 2500$	$2500 < ETA \leq 20000$
Vapeur (mg/L)	$ETA < 0,5$	$0,5 < ETA \leq 2,0$	$2,0 < ETA \leq 10,0$	$10,0 < ETA \leq 20,0$
Poussières / brouillard (mg/L)	$ETA < 0,05$	$0,05 < ETA \leq 0,5$	$0,5 < ETA \leq 1,0$	$1,0 < ETA \leq 5,0$

Règlement (CE) n°1272/2008

2. Dangers pour la santé

Classification d'un mélange vis-à-vis de la toxicité aiguë :

- ➔ Prise en compte d'un constituant du mélange si $C \geq 1\%$ (sauf exception)
- ➔ Estimer la toxicité aiguë ETA_{mix} du mélange avec la formule d'additivité :

$$\frac{100\%}{ETA_{mix}} = \sum \frac{C_i}{ETA_i}$$

- ➔ C_i : concentration du $i^{\text{ème}}$ constituant,
- ➔ ATE_i : estimation de la toxicité aiguë du $i^{\text{ème}}$ constituant (Cf. tableau)

Valeur expérimentale de toxicité aiguë en fonction de la classification d'un constituant :

Voies d'exposition	Catégorie de classification ou intervalles de valeurs expérimentales de toxicité aiguë	Conversion en valeurs ponctuelles estimées de toxicité aiguë (voir note 1)
Orale (mg/kg poids corporel)	$0 < \text{catégorie 1} \leq 5$ $5 < \text{catégorie 2} \leq 50$ $50 < \text{catégorie 3} \leq 300$ $300 < \text{catégorie 4} \leq 2\,000$	0,5 5 100 500
Cutanée (mg/kg poids corporel)	$0 < \text{catégorie 1} \leq 50$ $50 < \text{catégorie 2} \leq 200$ $200 < \text{catégorie 3} \leq 1\,000$ $1\,000 < \text{catégorie 4} \leq 2\,000$	5 50 300 1\,100
Gaz (ppmV)	$0 < \text{catégorie 1} \leq 100$ $100 < \text{catégorie 2} \leq 500$ $500 < \text{catégorie 3} \leq 2\,500$ $2\,500 < \text{catégorie 4} \leq 20\,000$	10 100 700 4\,500
Vapeurs (mg/l)	$0 < \text{catégorie 1} \leq 0,5$ $0,5 < \text{catégorie 2} \leq 2,0$ $2,0 < \text{catégorie 3} \leq 10,0$ $10,0 < \text{catégorie 4} \leq 20,0$	0,05 0,5 3 11

Exemple : Le permanganate de potassium :

CAS : 7722-64-7

Classification : Ox. Sol. 2, **Acute Tox. 4 (orale)**, Aquatic Acute 1 et Aquatic Chronic 1

Détermination de la concentration limite C en permanganate de potassium en solution aqueuse en-dessous de laquelle la solution n'est pas classée en toxicité aiguë.

Pour la toxicité aiguë par voie orale l'ETA_{mix} du mélange ne doit pas être inférieure à 2000 mg/kg.

Toxicité aiguë de catégorie 4 => ETA = 500 mg/kg

$$C = 100\% \times \frac{ETA}{ETA_{mix}} = 100\% \times \frac{500}{2000} = 25\%$$

La toxicité spécifique pour certains organes cibles

(Code classe de danger : **STOT**)

Il s'agit de la toxicité non létale affectant des organes cibles de l'organisme avec effets réversibles ou non.

2 classes :

- ➔ suite à une exposition unique : STOT SE
- ➔ suite à une exposition répétée : STOT RE

La toxicité spécifique pour certains organes cibles

(Code classe de danger : **STOT**)

Il s'agit de la toxicité non létale affectant des organes cibles de l'organisme avec effets réversibles ou non.

2 classes :

- ➔ suite à une exposition unique : STOT SE
- ➔ suite à une exposition répétée : STOT RE

Exemple : cyclohexane (FT17 - INRS)

« Comme chez l'animal, le cyclohexane est essentiellement un dépresseur du système nerveux central.

Une récente étude sur volontaires humains (inhalation de 250 ppm pendant 4 heures) n'a montré aucun effet sur le comportement ou les capacités neurologiques. Certains sujets se plaignaient de troubles tels que céphalées et irri- tation de la gorge et des yeux. »



Classification : **STOT SE 3 (effets narcotiques)**

La toxicité chronique

La classification distingue 3 types de toxicité chronique :

- ➔ la cancérogénicité,
- ➔ la toxicité pour la reproduction,
- ➔ la mutagénicité.

La cancérogénicité

(Code classe de danger : **Carc.**)

Par «cancérogène», on entend une substance ou un mélange de substances chimiques qui induisent des cancers ou en augmentent l'incidence. Les substances qui ont provoqué des tumeurs bénignes et malignes chez des animaux au cours d'études expérimentales correctement réalisées sont aussi présumées cancérogènes ou susceptibles de l'être, sauf s'il apparaît clairement que le mécanisme de la formation des tumeurs n'est pas pertinent pour l'être humain.

(Règlement (CE n°1272/2008)

Catégories	1 A 	1 B 	2 
Critères	<p>Substances dont le potentiel cancérogène pour l'être humain est avéré, la classification dans cette catégorie s'appuyant largement sur des données humaines.</p>	<p>substances dont le potentiel cancérogène pour l'être humain est supposé; la classification dans cette catégorie s'appuyant largement sur des données animales.</p>	<p>La classification d'une substance dans la catégorie 2 repose sur des résultats provenant d'études humaines et/ou animales, mais insuffisamment convaincants pour classer la substance dans la catégorie 1A ou 1B.</p>

Règlement (CE) n°1272/2008

2. Dangers pour la santé

Exemple : trichlorométhane (FT82 - INRS)

Toxicologie expérimentale :

« *Chez la souris, plusieurs études ont montré une **incidence élevée de tumeurs hépatiques et rénales** après administration de trichlorométhane. La dose efficace la plus basse est de 60 mg/kg/j pendant 100 semaines. [...] »*

Toxicité sur l'homme :

« *néant concernant la cancérogénicité.* »



Classification : **Carc. 2**

Exemple : formaldéhyde (FT7 - INRS)

Toxicologie expérimentale :

« Par inhalation, l'aldéhyde formique induit des carcinomes épidermoïdes des fosses nasales chez le rat à partir de 5,6 ppm, 6 h/j et 5 j/sem., pendant 24 mois. Aucune tumeur n'est observée à des concentrations inférieures ou égales à 2 ppm, mais l'incidence des tumeurs augmente rapidement au-delà de 5,6 ppm.

[...] »

Toxicité sur l'homme :

*« En 2004, le **CIRC** a classé l'aldéhyde formique dans le **groupe 1** des agents cancérogènes pour l'homme. Et en 2007, en France, le ministère chargé du travail a ajouté les travaux exposant au formaldéhyde à la liste des procédés considérés comme cancérogènes. [...] »*



Classification : **Carc. 1B** (depuis 05/06/14)

Exemple : benzène (FT49 - INRS)

Toxicologie expérimentale :

« Sur le plan hématologique, l'apparition de lymphomes est observée chez des souris exposées au benzène par inhalation (à partir de 300 ppm, 6 h/j, 5 j/semaine pendant toute la vie) et par voie orale (à partir de 25 mg/kg, 5 j/semaine pendant 103 semaines). [...] »

Toxicité sur l'homme :

« Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) considère qu'il existe des indices suffisants de cancérogénicité chez l'homme [...] »



Classification : Carc. 1A

Toxicité pour la reproduction

(Code classe de danger : **Repr.**)

La «toxicité pour la reproduction» se traduit par des effets néfastes sur la fonction sexuelle et la fertilité des hommes et des femmes adultes, ainsi que par des effets indésirables sur le développement de leurs descendants.

(Règlement (CE n°1272/2008))

Les effets néfastes de la toxicité pour la reproduction se subdivisent en 2 catégories :

- ➔ Effets néfastes sur la fonction sexuelle et la **fertilité** :
 - la libido, le comportement sexuel,
 - la spermatogenèse, l'ovogenèse,
 - la capacité de fécondation et/ou la fécondation,
 - le développement de l'ovule fécondé.

➔ Effets néfastes sur le **développement** :

(Avant la naissance (embryotoxicité puis foetotoxicité) et/ou après la naissance)

- avortement,
- mort,
- réduction du poids corporel,
- retard à la croissance et au développement,
- anomalies structurelles,
- altération physique et/ou mentale jusqu'à la puberté.

Catégories	1 A 	1 B 	2 
Critères	<p>Substances dont la toxicité pour la reproduction humaine est avérée. La classification d'une substance dans la catégorie 1A s'appuie largement sur des études humaines.</p>	<p>Substances présumées toxiques pour la reproduction humaine La classification d'une substance dans la catégorie 1B s'appuie largement sur des données provenant d'études animales.</p>	<p>Substances suspectées d'être toxiques pour la reproduction humaine Une substance est classée dans la catégorie 2 quand des études humaines ou animales ont donné des résultats qui ne sont pas suffisamment probants pour justifier une classification de la substance dans la catégorie 1</p>

Règlement (CE) n°1272/2008

2. Dangers pour la santé

Remarque :

Il existe une catégorie spécifique pour les **effets sur ou via l'allaitement** afin d'attirer l'attention des femmes allaitantes :

- pas de mention d'avertissement,
- pas de pictogramme,
- H362 : Peut être nocif pour les bébés nourris au lait maternel

Exemple : dichromate (Cr VI) (FT180 - INRS)

Toxicologie expérimentale :

« **Des effets sur la fertilité de la souris ont été montrés** avec le dichromate de potassium dans l'eau de boisson pendant 12 semaines à partir de 120 mg Cr (VI)/kg/j chez le mâle et 140 mg Cr (VI)/kg/j chez la femelle. Il n'y a pas d'effets sur les organes génitaux ou la fertilité pour une dose inférieure ou égale à 30 mg Cr (VI)/kg/j dans la nourriture pendant deux générations. [...] »

Toxicité sur l'homme :

« **Quelques études sur des soudeurs** exposés à des fumées contenant des dérivés du chrome (VI) ont révélé une diminution de la qualité du sperme. [...] »



Classification : **Repr. 1B**

Exemple : dichlorométhane (FT34 - INRS)

Toxicologie expérimentale :

« Le dichlorométhane traverse la barrière placentaire et est métabolisé en monoxyde de carbone par le fœtus. Aucune anomalie organique n'a été décelée chez des fœtus de souris et de rats exposés à 1 250 ppm durant la gestation [...], mais un léger retard d'ossification a été décelé dans les deux espèces en présence de toxicité maternelle [...] »

Toxicité sur l'homme :

« Si Taskinen, en 1986, met en évidence une augmentation des avortements spontanés dans l'industrie pharmaceutique, du fait de l'exposition du personnel à de nombreux solvants organiques, il n'est pas possible de déduire la responsabilité du seul dichlorométhane.

On tiendra compte des effets tératogènes du monoxyde de carbone (métabolite du dichlorométhane) en cas de forte exposition potentielle d'une femme enceinte.»



**Classification : néant quant-à la toxicité
pour la reproduction**

La mutagénicité sur les cellules germinales

(Code classe de danger : **Muta.**)

Par mutation, on entend un changement permanent affectant la quantité ou la structure du matériel génétique d'une cellule.

(Règlement (CE) n°1272/2008)

Catégories	1 A 	1 B 	2 
Critères	Substances dont la capacité d'induire des mutations héréditaires dans les cellules germinales des êtres humains est avérée		Substances préoccupantes du fait qu'elles pourraient induire des mutations héréditaires dans les cellules germinales des êtres humains
	La classification dans la catégorie 1A est fondée sur des résultats positifs provenant d'études épidémiologiques humaines.	La classification dans la catégorie 1B est fondée sur des résultats positifs d'essais sur mammifères où sur des cellules germinales humaines sans qu'il y ait eu transmission à la descendance.	

Règlement (CE) n°1272/2008

2. Dangers pour la santé

Exemple : dichromate (Cr VI) (FT180 - INRS)

Toxicologie expérimentale :

« In vivo, la génotoxicité des chromates et dichromates de sodium et de potassium a surtout été étudiée après exposition parentérale de rats et de souris; ces substances induisent : [...] »

– des cassures de l'ADN et des liaisons croisées ADN-ADN ou ADN-protéines dans le foie, les reins et les poumons, [...] »

– des suspicions de mutations dans les cellules germinales [...] »

Toxicité sur l'homme :

« Plusieurs études épidémiologiques ont retrouvé des anomalies génétiques sur des cellules de travailleurs exposés à des dérivés solubles du chrome : aberration chromosomique, échange de chromatides sœurs. Ces résultats ne sont cependant pas confirmés dans tous les cas. [...] »



Classification : Muta. 1B

Dangers pour l'environnement

CE₅₀

La concentration efficace médiane est la concentration pour laquelle les effets toxiques sont observés chez 50% des individus testés.

- CE₅₀ 48h sur les crustacés,
- CE₅₀ 72 ou 96h sur des algues.

CL₅₀

La concentration létale médiane est la concentration qui entraîne la mortalité chez 50% des individus testés.

- CL₅₀ 96h sur les poissons

Classification

→ toxicité aiguë

Manifestation des effets toxiques après une courte durée d'exposition.

→ toxicité chronique

Manifestation des effets après une exposition longue et à de faibles concentrations :

Tient compte de :

- la toxicité aiguë,
- la **dégradabilité**,
- la **bioaccumulation**.

Toxicité aiguë

(Code classe de danger : **Aquatic Acute**)

Critères	Catégorie 1 
CL ₅₀ 96h poissons	≤ 1 mg/L
CE ₅₀ 48h crustacés	≤ 1 mg/L
CE ₅₀ 72h ou 96h algues	≤ 1 mg/L

Toxicité chronique

(Code classe de danger : **Aquatic Chronic**)

Critères	Catégorie 1 	Catégorie 2 	Catégorie 3	Catégorie 4
CL ₅₀ 96h poissons	≤ 1 mg/L	>1 et ≤ 10 mg/L	>10 et ≤ 100 mg/L	?
CE ₅₀ 48h crustacés	≤ 1 mg/L	>1 et ≤ 10 mg/L	>10 et ≤ 100 mg/L	?
CE ₅₀ 72h ou 96h algues	≤ 1 mg/L	>1 et ≤ 10 mg/L	>10 et ≤ 100 mg/L	?
Dégradabilité	dégradabilité lente	dégradabilité lente	dégradabilité lente	dégradabilité lente
Bioaccumulation	BCF ≥ 500 log K _{ow} ≥ 4	BCF ≥ 500 log K _{ow} ≥ 4	BCF ≥ 500 log K _{ow} ≥ 4	BCF ≥ 500 log K _{ow} ≥ 4

BCF = facteur de bioaccumulation

log K_{ow} = coefficient de partage octanol / eau

3. Dangers pour l'environnement

Classification des mélanges

- ➔ Prise en compte d'un constituant Aquatic Acute 1 ou Aquatic Chronic 1 et $C \geq 0,1/M \%$ ou Aquatic chronic 3 ou 4 et $C \geq 1\%$.
- ➔ Méthode d'additivité :

Critères : sommes des concentrations des constituants	Classification du mélange
(Aquatic Acute 1) x M $\geq 25\%$	Toxicité aiguë (catégorie 1)

Critères : sommes des concentrations des constituants	Classification du mélange
$(\text{Aquatic Chronic 1}) \times M \geq 25\%$	Toxicité chronique (catégorie 1)
$(\text{Aquatic Chronic 1}) \times 10 \times M + (\text{Aquatic Chronic 2}) \geq 25\%$	Toxicité chronique (catégorie 2)
$(\text{Aquatic Chronic 1}) \times 100 \times M + (\text{Aquatic Chronic 2}) \times 10 + (\text{Aquatic Chronic 3}) \geq 25\%$	Toxicité chronique (catégorie 3)
$(\text{Aquatic Chronic 1}) + (\text{Aquatic Chronic 2}) + (\text{Aquatic Chronic 3}) + (\text{Aquatic Chronic 4}) \geq 25\%$	Toxicité chronique (catégorie 4)

➔ Facteur de multiplication **M** pour les composants très toxiques :

Valeur du C(E)L50	Facteur de multiplication (M)
$0,1 < C(E)L_{50} \leq 1$	1
$0,01 < C(E)L_{50} \leq 0,1$	10
$0,001 < C(E)L_{50} \leq 0,01$	100
$0,0001 < C(E)L_{50} \leq 0,001$	1 000
$0,00001 < C(E)L_{50} \leq 0,0001$	10 000
(la série se poursuit au rythme d'un facteur 10 par intervalle)	

➔ Exemples : Comment classer une solution aqueuse de sulfate de cuivre en fonction de sa concentration vis-à-vis des dangers pour l'environnement ?

sulfate de cuivre anhydre :

CAS : 7758-98-7

$M = 159,6 \text{ g/mol}$

$CE_{50} = 0,02 \text{ mg/L/48h}$

$CL_{50} = 0,11 \text{ mg/L/96h}$

Classification Aquatic Acute 1 et Aquatic Chronic 1

Détermination du facteur M :

$$CE_{50} = 0,02 \text{ mg/L/48h} \Rightarrow \mathbf{M = 10}$$

Concentration limite pour la classification :

$$C = 25\%/10 = \mathbf{2,5 \%}$$

Estimation de la concentration molaire limite :

$$\rho = 1000 \text{ g/L}$$

$$C_{\text{mol}} = C \times \rho / M = 0,025 \times 1000 / 159,6 = \mathbf{0,16 \text{ mol/L}}$$

Classification:

$C_{\text{mol}} \geq 0,16 \text{ mol/L} \Rightarrow$ Aquatic Acute 1 et Aquatic Chronic 1

À propos des fiches toxicologiques. INRS édition 2012.

Risque chimique - Limite d'explosivité. <http://www.youtube.com/watch?v=U9fUkTjOh40>

Les classes de feux. <http://www.formationssiap.net/les-classes-de-feux.php>

Jean-Michel PETIT, Jean-Louis POYARD. Les Mélanges explosifs : 1. Gaz et vapeurs. Édition INRD ED 911. Décembre 2004.

Glossaire - ANSM : Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé. [http://ansm.sante.fr/Glossaire/\(filter\)/T](http://ansm.sante.fr/Glossaire/(filter)/T)

Substance cancérogène par le CIRC | Cancer et environnement. <http://www.cancer-environnement.fr/213-Classification-du-CIRC.ce.aspx>

Monographies du CIRC sur l'évaluation des risques de cancérogénicité pour l'homme. <http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>

Caractériser les dangers des produits chimiques