UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE COMPIÈGNE

UTC

Maitrise des Risques

Cours 2 : les conséquences individuelles et collectives des « accidents » dans l'industrie

UV TS01

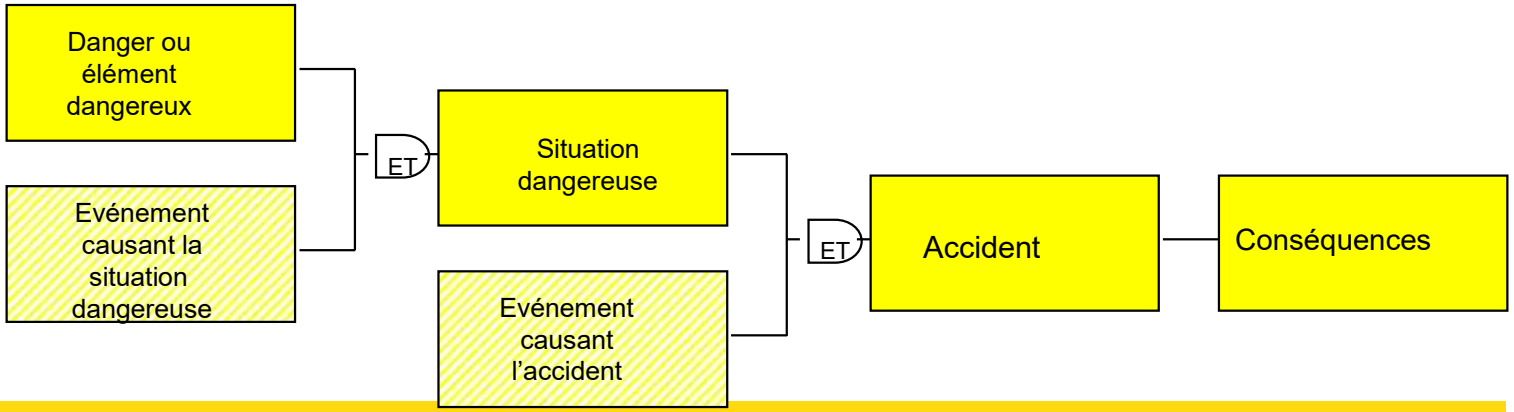
Resp : christophe.proust@utc.fr

Rappel : nous n'abordons « que » :

- Risque industriel :
  - Explosion, incendie, fuite toxique
- Risque environnemental :
  - Pollutions
  - Impact sanitaire
- Sécurité & santé au travail :
  - chutes
  - TMS
  - RPS
  - Risque chimique
  - Risque ATEX
  - Environnements spécifiques
- Risque « produit »
  - Atteinte directe ou indirecte à l'utilisateur final

Accidents vs exposition chronique

- Le risque renvoie à une situation d'accident c'est-à-dire à une dérive, parfois massive et brutale pour un accident industriel, par rapport à une situation nominale « inoffensive ». On ne s'intéresse qu'aux conséquences immédiates et jusqu'à quelques heures après « l'événement causant l'accident ». Il s'agit alors de maitriser les déviations par rapport aux seuils d'acceptabilité associés.
- Un risque est donc à différencier de l'exposition chronique de l'environnement/personnes à des substances/situations (=>MP)



Le risque industriel

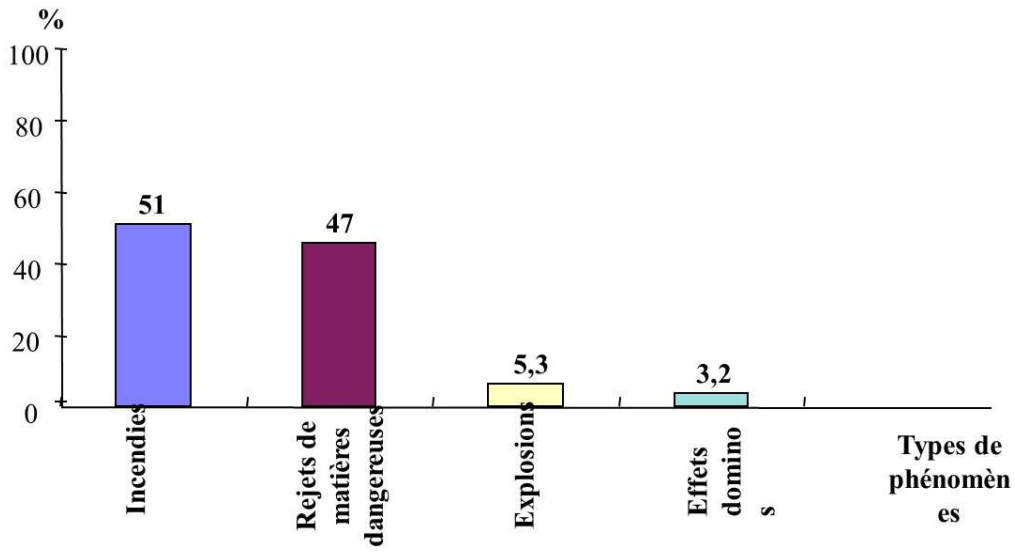
Personnes-bien-environnement

Rappel : le risque industriel

- On peut définir le risque industriel comme les accidents qui, se produisant à l'intérieur d'une usine, ont des effets néfastes sur les biens, les personnes et l'environnement à l'extérieur des limites de propriétés de l'usine. Les « phénomènes dangereux » concernés sont :
  - les explosions de gaz et vapeurs (raffinerie de la Mède en 1994),
  - les explosions de « substances instables » (usine AZF en 2001)
  - les éclatements de réservoirs (Blaye, entrepôt GPL de Feysin en 1987),
  - les incendies (incendie de Lubrizol en 2021)
  - Les fuites de produits toxiques et la dispersion dans l'air (catastrophe de Bhopal en 1994)
  - Les fuites de produits toxiques dans l'eau et les sols (SIAAP).
- On parle de risque technologique majeur lorsque….

Explosions ?

- Transformation rapide d'un système s'accompagnant d'une libération brutale d'énergie avec expansion de gaz.



- **PHYSIQUES :**
  - BLEVE ;
  - Vaporisation brutale 20% ;
  - Eclatement 5%

- **CHIMIQUES** :
  - Réaction chimique exothermique 5% ;
  - Décomposition substances instables 10 % ;
  - Combustion mélanges air-vapeurs (gaz) 50 %;
  - Combustion mélanges air-poussières 10% …

L'explosion de substances instables

- AZF (2001), 20 morts, 2000 blessés, …
- Détonation d'ammonitrates suite à une pollution du vrac

L'explosion de substances instables

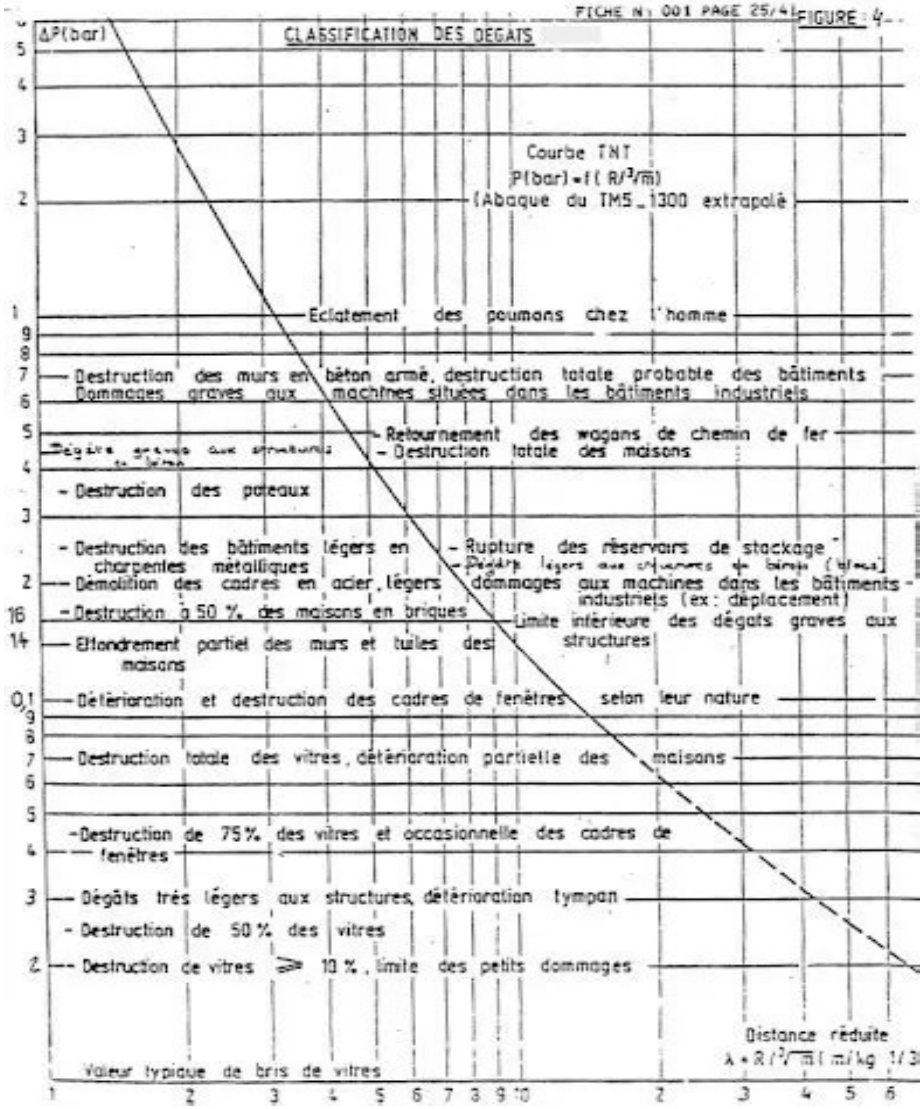
- Méthode de « l'équivalent TNT » :
  - TriNitroToluène : explosif de référence délivrant 4,6 MJ/kg d'énergie thermique,
  - On choisit un « rendement » de 1

$$M_{eq_{TNT}} = M_{inventaire}$$

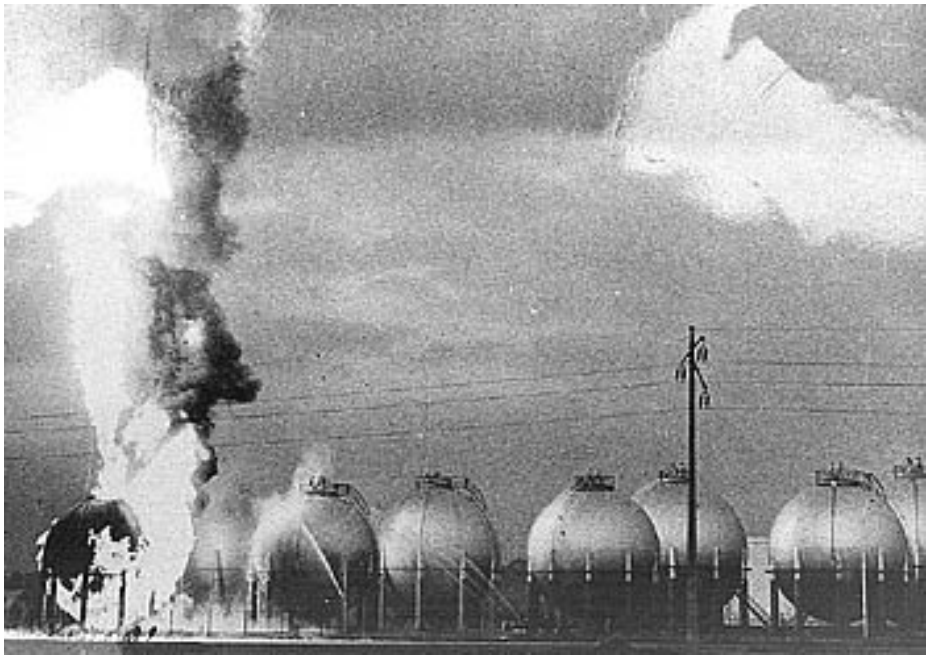
- Remarques pour les seuils de pression caractéristiques

Tableau 1 – Seuils de surpressions réglementaires

Seuil de surpression (mbar)	Effets correspondants
200	Seuil des effets létaux significatifs délimitant la zone des dangers très graves pour la vie humaine et seuil des effets dominos
140	Seuil des effets létaux délimitant la zone des dangers graves pour la vie humaine et seuil des dégâts graves sur les structures
50	Seuil des effets irréversibles délimitant la zone des dangers significatifs pour la vie humaine et seuil des dégâts légers sur les structures
20	Seuil des effets délimitant la zone des effets indirects par bris de vitre sur l'homme



Les éclatements de capacités



- 1966, Feysin, 18 morts :
  - Fuite et feu sous une sphère de GPL
  - Eclatement de plusieurs sphères
- 1997, Blaye, 11 morts :
  - Explosion de poussières
  - Propagation et renforcement

Les éclatements de capacités

- Causes :
  - affaiblissement mécanique (corrosion, chocs, incendie)
  - surpression
  - explosion interne
- => libération de l'énergie de pression (« Brode ») et application de l'abaque TNT.

Nature de la paroi	Surpression de ruine (statique) Prupture
Tour de manutention en béton	100 à 300 mbar
Tour de manutention en bardage métallique ou en fibrociment	15 à 100 mbar
Tour de manutention en palplanches (tôles résistantes, type profils Omega)	300 à 1000 mbar
Cellules en béton : parois Cellules en béton : toits	150 à 1000 mbar 100 à 400 mbar
Cellule métalliques : parois Cellules métalliques : toits	300 à 1000 mbar 100 à 200 mbar
Galeries sur-cellules en béton	100 mbar
Briques	100 à 300 mbar
Tuiles	5 mbar
Verre simple/armé	3 à 25 mbar
Plaque polyester transparente (fixations crochets)	10 mbar
Polycarbonate avec des fixations crochets	10 mbar
Plaque amiante-ciment (fixations crochets)	10 à 100 mbar

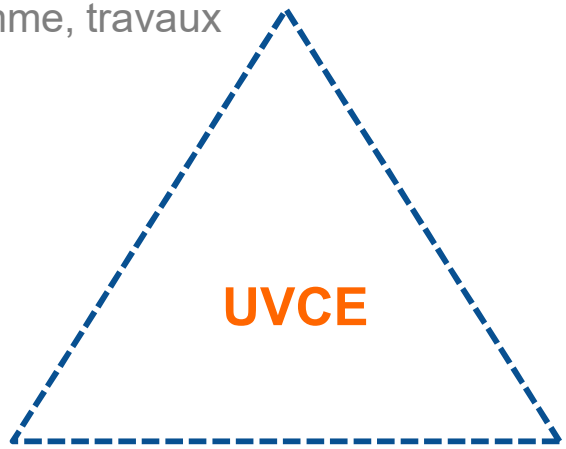
$$M_{eq_{TNT}} = \frac{P_{rupture} \cdot V_{capacité}}{W_{TNT}}$$

Les explosions de gaz/vapeurs

- 1992, La Mède : 6 morts
- Rupture d'une canalisation corrodée

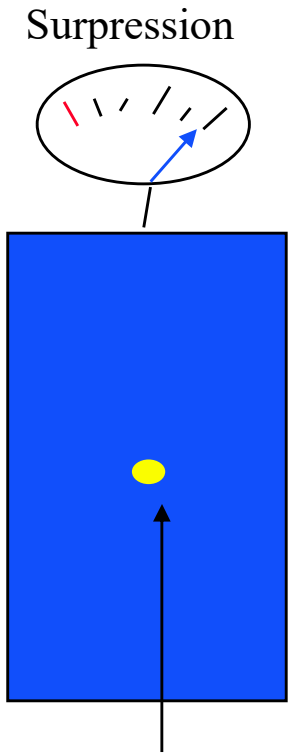
Les explosions de gaz/vapeurs

Source d'INFLAMMATION
- Surface chaude (>400°C)
- Etincelles
- Flamme, travaux

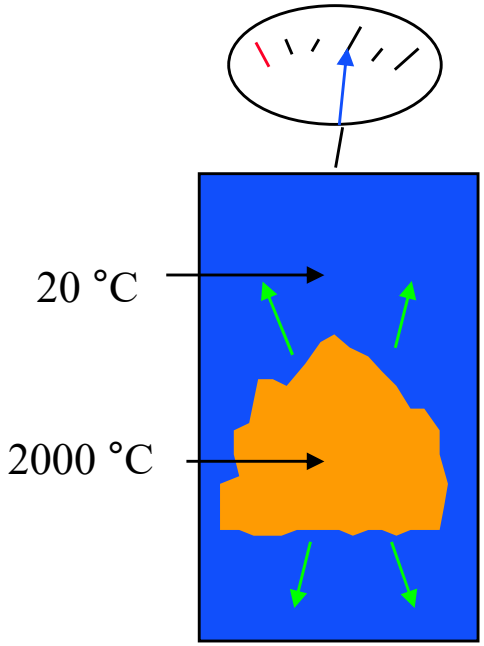


Fuite de gaz/vapeur COMBUSTIBLE
- Méthane, propane, …
- Essence, solvants, …
- Gaz de pyrolyse

Air (comburant)

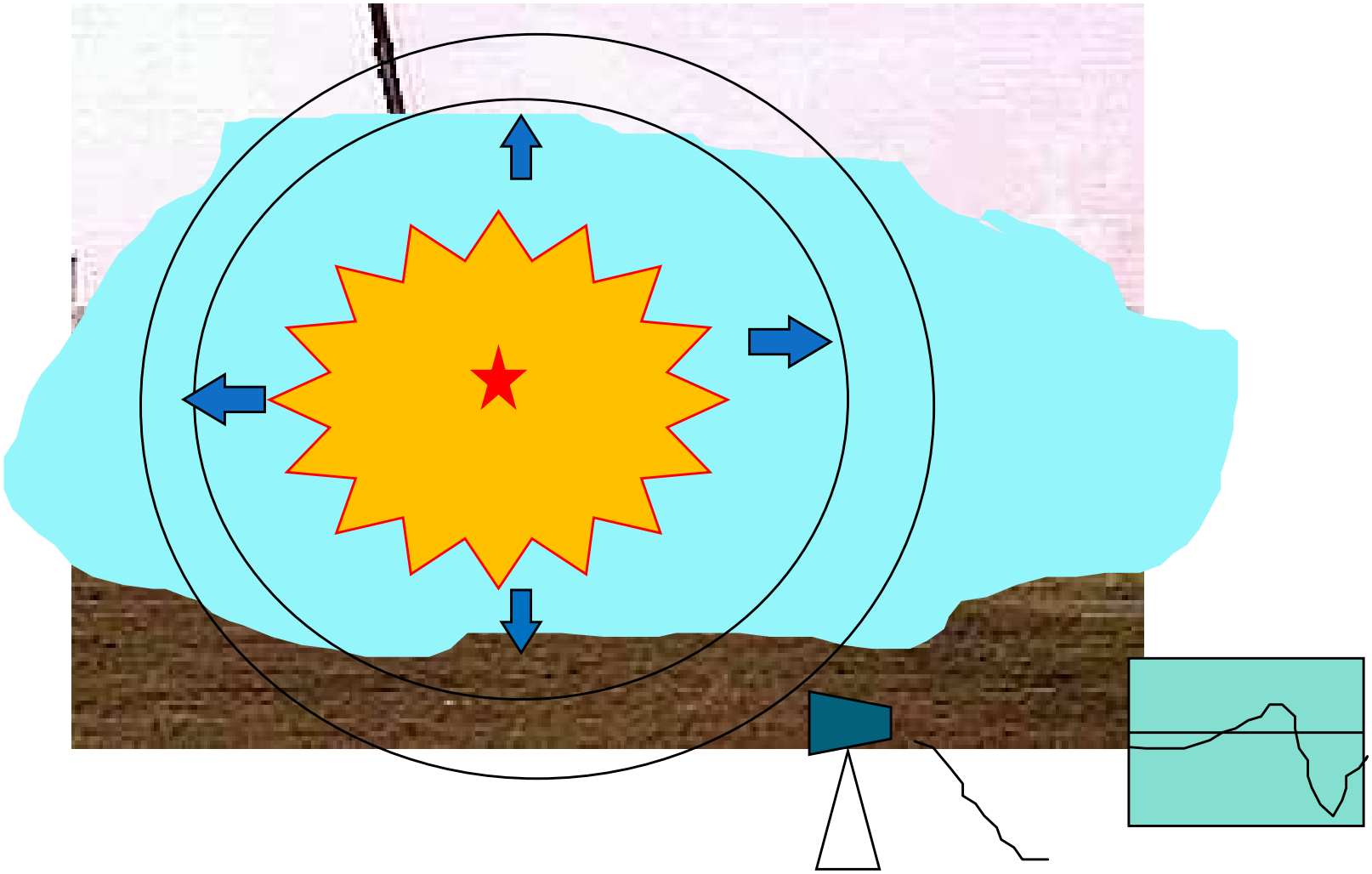


t0 : $P_{exp}=0$



t1 : $P_{exp} > 0$

Les explosions de gaz/vapeurs

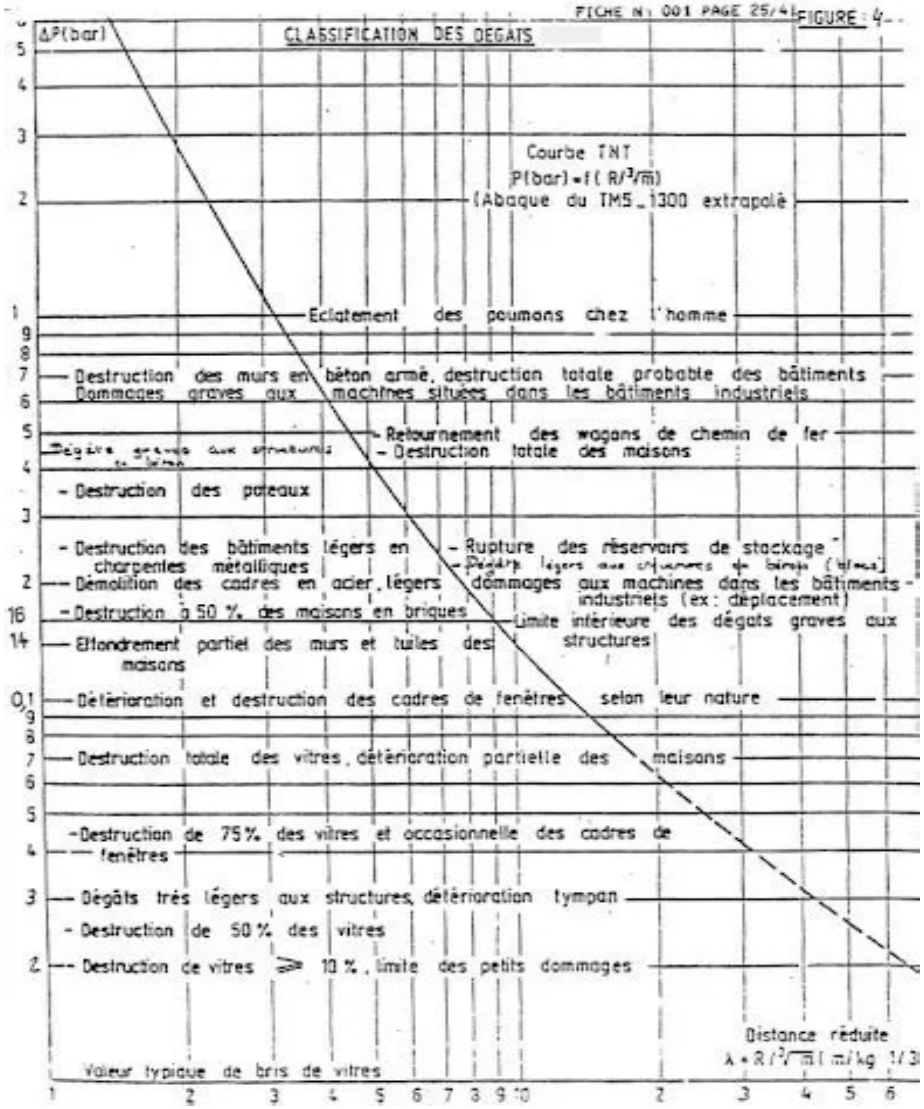


Les explosions de gaz/vapeurs

- Méthode de « l'équivalent TNT » :
  - TriNitroToluène : explosif de référence délivrant 4,6 MJ/kg d'énergie thermique,
  - On choisit un « rendement » qui tient compte :
    - du ratio masse de combustible dans le nuage/inventaire dans le stockage,
    - de la réactivité du mélange gaz/air
    - Typiquement entre 2 et 15%…

$$M_{eq_{TNT}} = \eta \cdot \frac{M_{inventaire} \cdot W_{combustion}}{W_{TNT}}$$

- Pour les explosions de gaz-vapeurs :
  - Energie de combustion entre 20 et 100 MJ/kg
  - **Rendement = 10%**

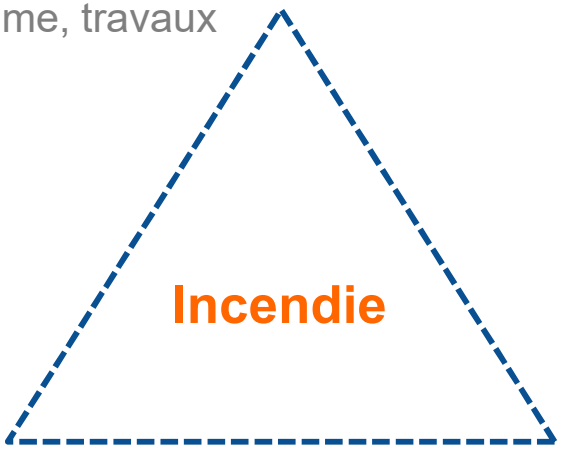


Les incendies industriels

- 2019, Lubrizol, Rouen
- Feu d'un entrepôt

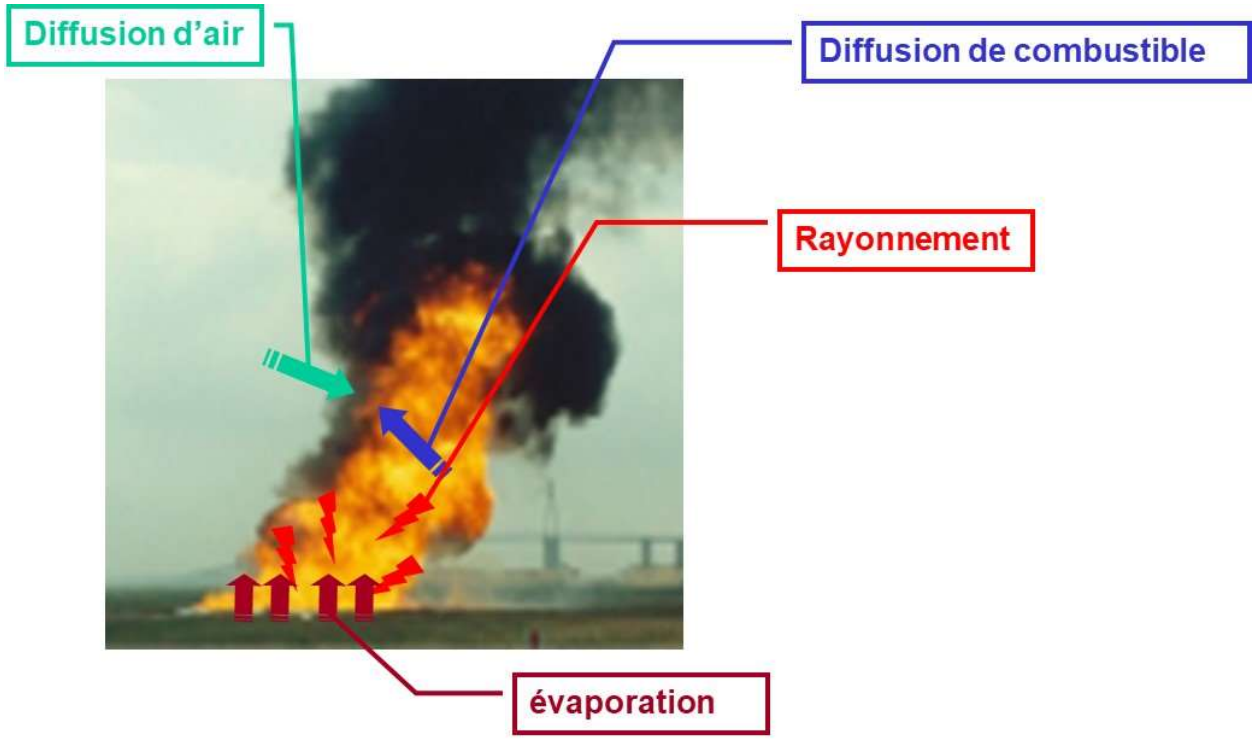
Les incendies industriels

Source d'INFLAMMATION
- Surface chaude (>400°C)
- Etincelles
- Flamme, travaux



Combustibles en vrac
- Fuite de gaz, …
- Liquides combustibles…
- Solides combustibles

Air (comburant)



Les incendies industriels

- Effets thermiques => flux reçu :
  - puissance du feu
  - distance
  - 3 ou 5 ou 8 kW/m²
- Puissance du feu :
  - Gaz : débit x chaleur de combustion
  - Autres : débit surfacique x surface du feu au sol x chaleur de combustion

Valeurs de référence (kW/m²)	Effets sur les structures
5	Seuil des destructions de vitres significatives
8	Seuil des effets domino et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures
16	Seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton
20	Seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton
200	Seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes

Valeurs de référence		Effets sur l'homme
kW/m²	[(kW/m²) 4/³].s	
3	600	Seuil des effets irréversibles délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine »
5	1 000	Seuil des effets létaux délimitant la « zone des dangers graves pour la vie humaine » - mentionnée à l'article L515-16 du code de l'environnement
8	1 800	Seuil des effets létaux significatifs délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine » - mentionnée à l'article L515-16 du code de l'environnement

$$Flux_{reçu} = 0{,}3 \cdot \frac{Puissance_{feu}}{4 \cdot \pi \cdot distance^2}$$

Les incendies industriels

- Chaleur de combustion Δh_c :
  - En général : 40 MJ/kg
  - Sauf produit oxygénés et H2
  - Solides 20 MJ/kg sauf (CnHm 40 MJ/kg)
- Débit surfacique m_∞'':
  - Liq très inflammables : 0,1 kg/m²/s
  - Liq inflammables : 0,05 kg/m²/s
  - Liq peu inflammables : 0,02 kg/m²/s
  - Solides : 0,02 kg/m²/s
- Dimensions du feu (nappe):
  - Diamètre correspondant à la surface au sol
  - Hauteur < 2 x Diamètre

Nature du combustible	Densité (kg/m³)	Δh_v (kJ/kg)	Δh_c (MJ/kg)	m_∞'' (kg/m².s)
Gaz liquéfiables				
H_2 liquide	70	442	120,0	0,017 (±0,001)
Gaz naturel liquéfié (fréquemment CH_4)	415	619	50,0	0,078 (±0,018)
Gaz de pétrole liquéfié (fréquemment C_3H_8)	585	426	46,0	0,099 (±0,009)
Alcools				
Méthanol (CH_3OH)	796	1195	20,0	0,017 ???
Ethanol (C_2H_5OH)	794	891	26,8	0,015 ???
Combustibles organiques classiques				
Butane (C_4H_{10})	573	362	45,7	0,078 (±0,003)
Benzène (C_6H_6)	874	484	40,1	0,085 (±0,002)
Hexane (C_6H_{14})	650	433	44,7	0,074 (±0,005)
Heptane (C_7H_{16})	675	448	44,6	0,101 (±0,009)
Xylènes (C_8H_{10})	870	543	40,8	0,090 (±0,007)
Acétone (C_3H_8O)	791	668	25,8	0,041 (±0,003)
Dioxane ($C_4H_8O_2$)	1035	552	26,2	0,018[b]
Diéthyl éther ($C_4H_{10}O$)	714	382	34,2	0,085 (±0,018)
Hydrocarbures				
Ether de pétrole	740	-	44,7	0,048 (±0,002)
Essence	740	330	43,7	0,055 (±0,002)
Kérosène	820	670	43,2	0,039 (±0,003
JP-4	760	-	43,5	0,051 (±0,002)
JP-5	810	700	43,0	0,054 (±0,002)
Huile pour transformateur	760	-	46,4	0,039[b]
Fioul lourd	940-1000	-	39,7	0,035 (±0,003)
Brut	830-880	-	42,5-42,7	0,022-0,045

Les fuites de produits toxiques dans l'air

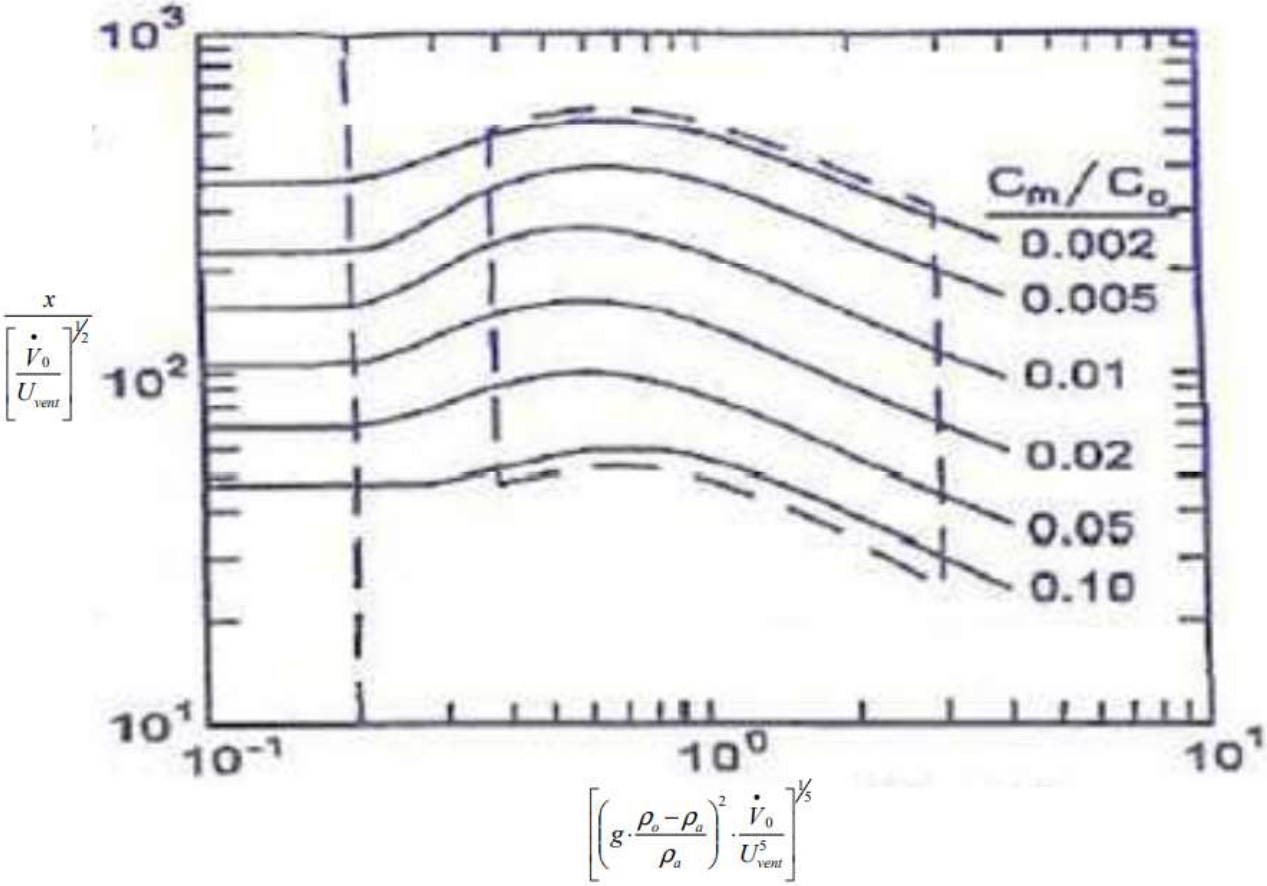
- 1984, Bhopal, Inde
- Fuite d'isocyanate de méthyle suite à fausse manœuvre, 20 000 morts, 300 000 blessés

Les fuites de produits toxiques dans l'air

- Les seuils à prendre en compte =>
- Facteurs importants :
  - Débit de la fuite
  - Conditions atmosphériques
  - Valeur des seuils
- Loi de diffusion « classiques »

SEUILS D'EFFETS TOXIQUES POUR L'HOMME PAR INHALATION			
	Types d'effets constatés	Concentration d'exposition	Référence
	Létaux	SEL (CL 5 %) SEL (CL 1 %)	Courbes de toxicité aiguë par inhalation – Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement - 1998.
Exposition de 1 à 60 minutes	Irréversibles	SEI	Seuils de toxicité aiguë - Emissions accidentelles de substances chimiques dangereuses dans l'atmosphère - Ministère de l'écologie et du développement durable - Institut national de l'environnement industriel et des risques - 2003.
	Réversibles	SER	

Les fuites de produits toxiques dans l'air



$$Concentration_{reçue} = \frac{Débit_{fuite}}{\pi \cdot U_{vent} \cdot \sigma^2}$$

$$\sigma = 0{,}07 \cdot distance^{0{,}9}$$

Le risque environnemental

On balbutie encore…

Les fuites toxiques dans l'environnemen

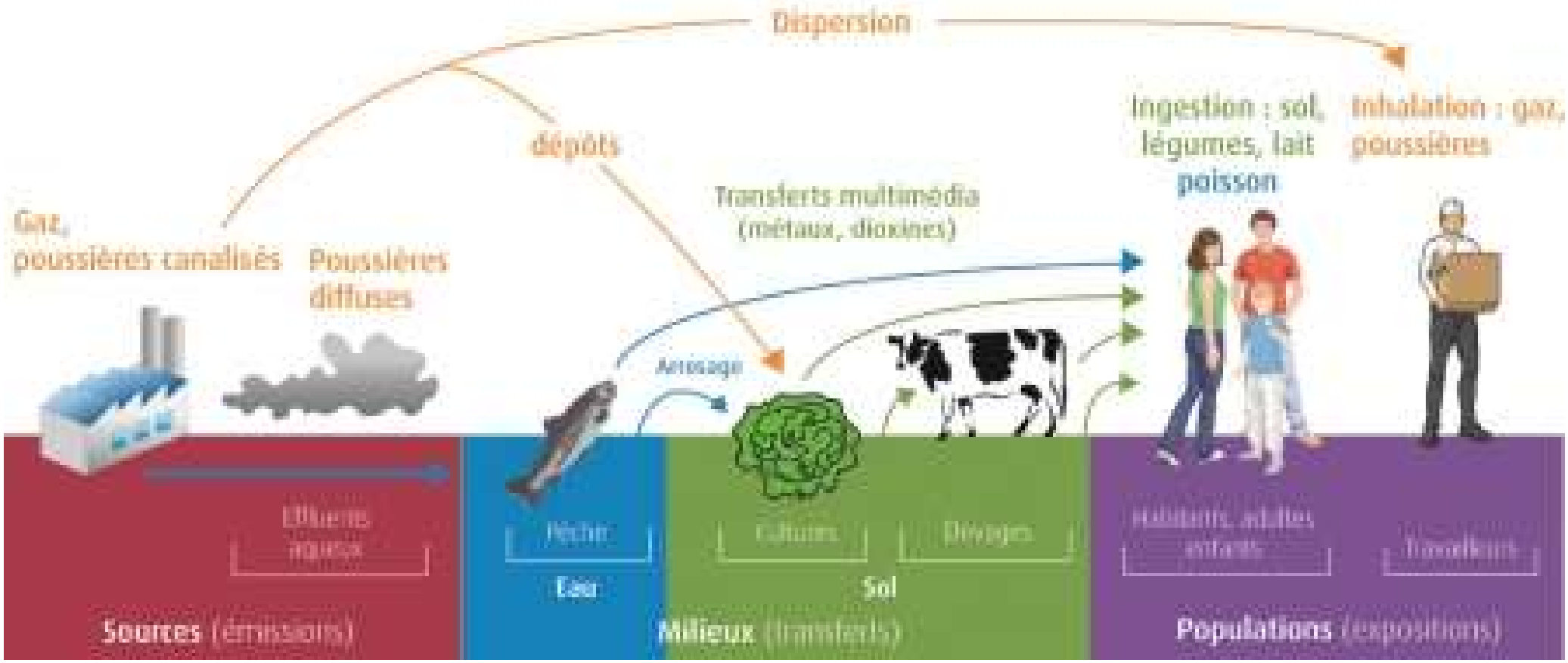
- Pollutions en cascade :
  - accidentelle
  - chronique
  - historique
- P. historique a pour origine une P. chronique ou accidentelle.
- P. historique est souvent la plus coûteuse
- => Etude des Risques Sanitaires et Etude d'Impact

- Malheureusement les risques sanitaires sont difficiles à apprécier :
  - Accord sur les relations doses – effets
  - Pertinence des données statistiques
  - Liens de causalité
  - Effets synergiques
- Approches possibles :
  - Empiriques à partir du REX
  - Semi quantitative
  - (quantitatives..)

Les fuites toxiques dans l'environnement

- Incendie Sandoz, Bâle 1986
- Eaux de ruissellement incendie :
  - Feu d'un entrepôt 1250t (45 00 m², h=10 m)
  - herbicides, huiles, solvants, palettes…
- Effets :
  - Grave pollution du Rhin
  - 130 M€ de dégâts

Les fuites toxiques dans l'environnement



Le risque « professionnel »

Sécurité et santé au travail

LES risques professionnels

- Risque industriel :
  - Explosion, incendie, fuite toxique
- Risque environnemental :
  - Pollutions
  - Impact sanitaire
- Sécurité & santé au travail :
  - chutes
  - TMS
  - RPS
  - Risque chimique
  - Risque ATEX
  - Environnements spécifiques
- Le risque « produit »
  - Atteinte directe ou indirecte à l'utilisateur final

https://www.youtube.com/watch?v=7JOCEAP-EqU&list=PLiXHXP_ftiS8GUfuVSxW6_utNVkb681rw&index=2&t=771s

LES risques professionnels : bilan

Accidents du travail et de trajet

Les données de sinistralité de l'année 2022 font apparaître, par rapport à l'année 2021, en nombre de sinistres :

PLUS DE **19 MILLIONS** Salariés couverts

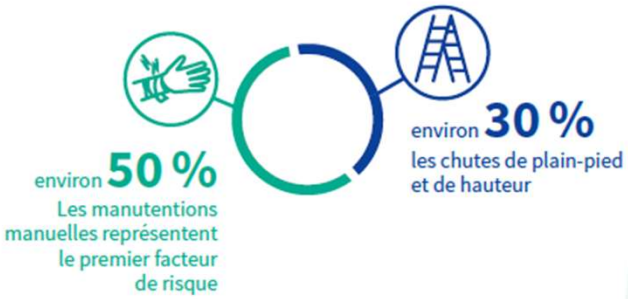
PLUS DE **2 MILLIONS** Établissements assurés

564 189 accidents du travail, soit une diminution de 6,7 %

89 483 accidents de trajet, en stagnation (+0,2 %)

En accidents du travail, des secteurs et des risques identiques aux années précédentes

Les accidents du travail (AT) surviennent majoritairement au sein des activités de la santé, du nettoyage et du travail temporaire (29 % des AT en 2022), de l'alimentation (17 %), du transport (15 %) et du BTP (14 %).



En 2022, les données font état de 738 accidents mortels reconnus, ce qui est comparable à 2019. Plus de la moitié (57 %) de ces décès sont les conséquences de malaises, et 13 % d'accidents routiers. Les décès, en 2022, concernent notamment les secteurs du BTP et des transports, à plus de 20 % chacun.

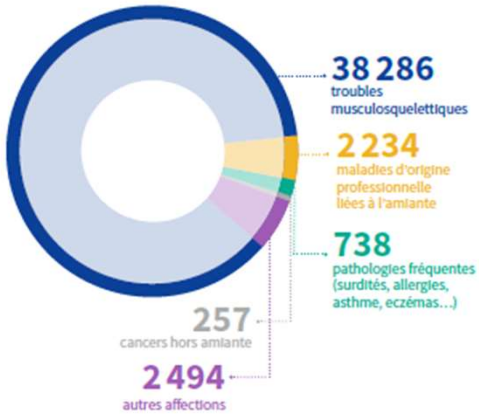
Maladies professionnelles

une diminution de **6,4 %** par rapport à 2021

44 217 en 2022 Maladies professionnelles

Le nombre de maladies professionnelles reconnues diminue d'un peu plus de 3000 cas par rapport à 2021, ansi que le nombre de victimes, qui diminue également d'environ 1 200.

Les principales pathologies reconnues comme maladies professionnelles en 2022



La reconnaissance du Covid-19 en maladie professionnelle – tableau 100

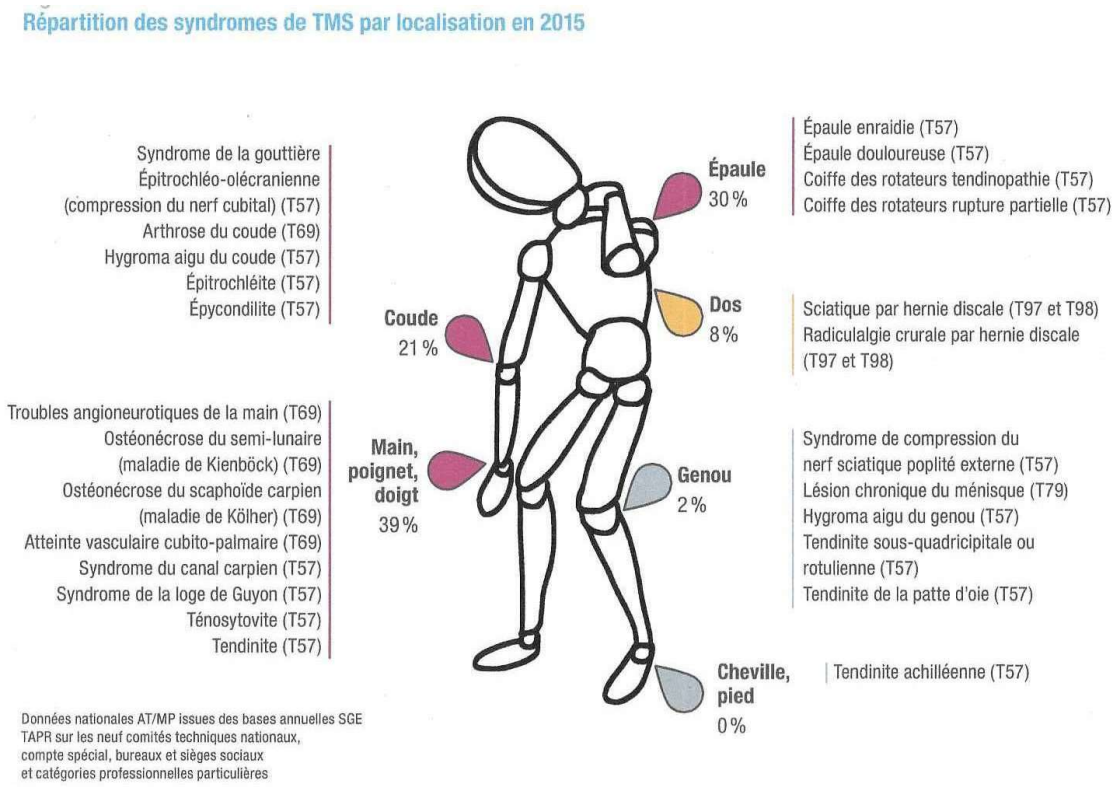
En 2022, 644 dossiers complets ont été déposés auprès des caisses primaires d'assurance maladie et CGSS. 548 dossiers ont été reconnus en maladie professionnelle, dont 321 après passage devant le comité d'experts national.

Au sein de cette dernière catégorie, **1 814 maladies professionnelles relèvent de maladies psychiques** (16 % de plus qu'en 2021). Pour être reconnues, ces maladies professionnelles ont fait l'objet d'un avis favorable des comités d'experts médicaux saisis sur ces demandes.

Cette hausse s'explique par une augmentation, entre 2021 et 2022, de la reconnaissance au titre de maladies professionnelles des dépressions (+17 %), des troubles anxieux (+14 %) et des états de stress post-traumatiques (+11 %). Les risques psychosociaux sont également pris en charge en accidents du travail, puisqu'ils sont reconnus à hauteur d'environ 12 000 dossiers par an.

Les Troubles Musculo Squelettiques

- Principale cause d'IP.
- Recouvrent un large éventail de pathologies touchant les tissus mous à la périphérie des articulations. Ils résultent d'un déséquilibre entre les capacités fonctionnelles des personnes et les sollicitations qui apparaissent dans un contexte de travail notamment sans possibilité de récupération suffisante.
- On peut y intégrer les vibrations (engins de manutention et outils)



Les Troubles Musculo Squelettiques

Les TMS résultent principalement d'une combinaison de plusieurs facteurs de risques :

- Facteurs biomécaniques tels que répétitivité des gestes, efforts excessifs, postures et angles articulaires extrêmes ; l'exposition au froid ou aux vibrations constitue un facteur aggravant,
- Facteurs organisationnels, liés à l'organisation et à l'environnement de travail (possibilité de contrôle, clarté de la tâche, relations interpersonnelles…),
- Facteurs psychosociaux - la façon dont le travail est perçu par les salariés- tels que l'insatisfaction au regard d'un travail monotone, la tension engendrée par la pression du temps, le manque de reconnaissance, le vécu de relations sociales dégradées ou de l'insécurité de l'emploi.

LES RISQUES SELON
LES SECTEURS D'ACTIVITÉ
167 000
lombalgies*
RISQUES FAIBLES
MODÉRÉS
IMPORTANTS
FORTS
dans l'administration, les banques et les assurances
dans la métallurgie, la chimie et le commerce (non alimentaire)
dans l'agroalimentaire, les transports et les industries de l'énergie
dans le bâtiment et les travaux publics
* En 2015.
Part des lombalgies en hausse dans les accidents du travail
13,2 %
2005
16,9 %
2010
19,1 %
2015
SOURCE : ASSURANCE MALADIE

Les chutes…

- Près de la moitié des accidents de travail (avec AT).
- On distingue :
  - « Les chutes de plain-pied sont des glissades, trébuchements, faux-pas et autres pertes d'équilibre sur une surface plane. Sont considérées ici comme surfaces planes les surfaces ne présentant aucune rupture de niveau ou bien des ruptures de niveau réduites (trottoir, petites marches, plan incliné, etc.). » => fractures, entorses, contusions,…
  - « Les chutes en hauteur qui peuvent survenir depuis : des toitures, charpentes, terrasses de bâtiments… des moyens d'accès à des zones en surélévation : échelles, escaliers, passerelles…des pylônes ou d'autres équipements de travail (échafaudage, camion citerne…). Le travail à proximité d'une tranchée, d'une fouille ou d'une falaise, bien que n'étant pas à proprement parler un travail en hauteur, présente les mêmes risques. => plus grave que la situation précédente

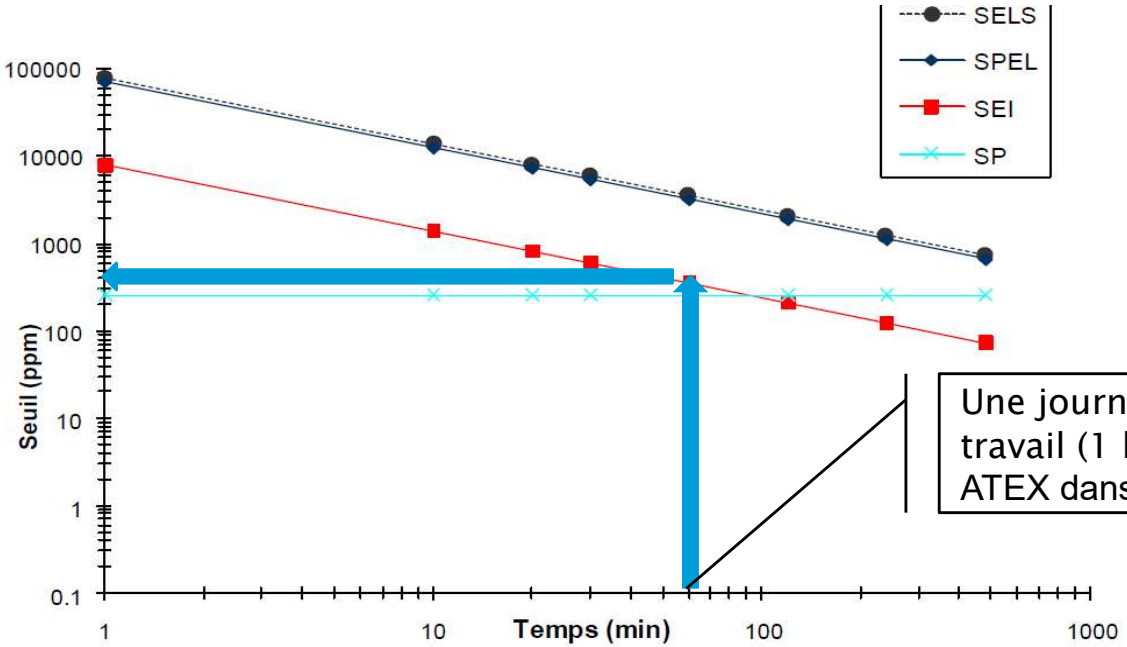
Le risque « chimique »

- Toutes les substances chimiques ne sont pas néfastes pour la santé mais toutes doivent être répertoriées (REACH, CLP, FDS).
- Les substances doivent être évaluées pour le risque :
  - Toxique (ingestion, peau, inhalation)
  - Irritant (peau, œil)
  - Sensibilisant (poumon, peau)
  - Mutagène
  - Cancérogène
  - Reprotoxique
  - Toxicité spécifique (organes cibles)

REACH
REGISTRATION, EVALUATION AND AUTHORISATION OF CHEMICALS

Le risque « chimique »

Concentration	Temps (min.)							
	1	10	20	30	60	120	240	480
Seuil des effets létaux significatifs – SELS • mg/m³ • ppm	140 576* 78 098*	24 604 13 669	14 560 8 089	10 712 5 951	6 338 3 521	3 751 2 084	2 219 1 233	1 314 730
Seuil des premiers effets létaux – SPEL • mg/m³ • ppm	129 071* 71 706*	22 590 12 550	13 365 7 425	9 837 5 465	5 819 3 233	3 443 1 913	2 038 1 132	1 206 670
Seuil des effets irréversibles – SEI • mg/m³ • ppm	14 341 7 967	2 510 1 394	1 485 825	1 093 607	647 359	383 213	226 126	134 74
Seuil des effets réversibles – SER • mg/m³ • ppm	ND ND	ND ND	ND ND	ND ND	ND ND	ND ND	ND ND	ND ND

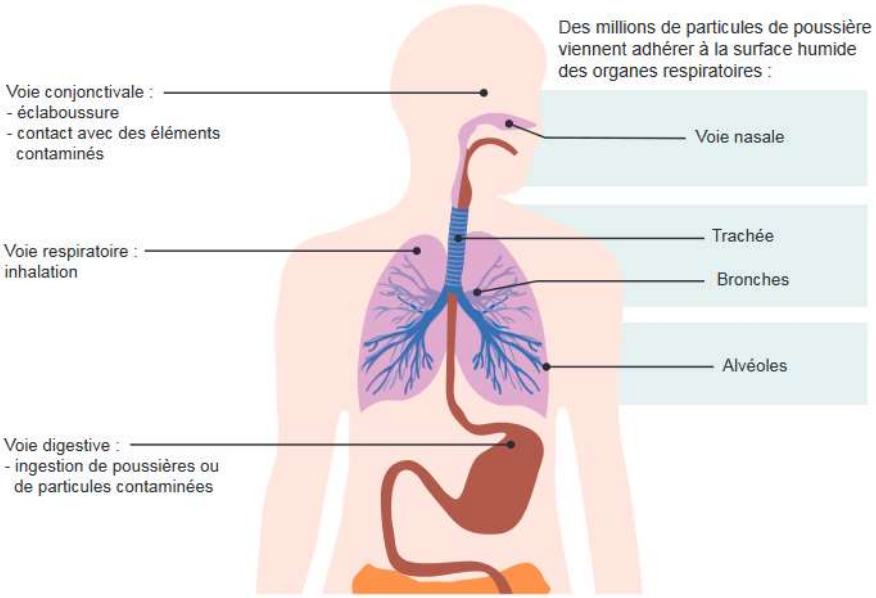


Une journée de travail (1 heure avec ATEX dans le process)

- Seuils MP :
  - VLEP (valeur limite d'exposition professionnel (8h)
  - VME : valeur maximale d'exposition (VLEP x 4)

Le risque « chimique » : poussières

Voies de pénétration



Respiratoire, nasale, alvéolaire

Taille des poussières	Effets
De 10 à 100 microns	Aussi appelées « poussières totales », ces poussières sont retenues au niveau des fosses nasales.
De 5 à 10 microns	Poussières qui pénètrent dans la trachée, les bronches puis les bronchioles. Elles peuvent être crachées ou avalées dans l'œsophage ; mais si l'empoussiérage est trop élevé, elles iront jusqu'aux alvéoles.
0,5 micron	Poussières très fines qui se déposent dans les alvéoles pulmonaires.

Différentes natures de poussières

Organiques

- **Origine végétale :** farines, coton, céréales, sucres, bois, pollens, moisissures, pigments...
- **Origine animale :** acariens, déjections d'oiseaux, cuir, fourrures...

Minérales

Silice, amiante, fer, zinc, cobalt, étain, plomb, poudres décolorantes...

Ces poussières peuvent contenir des substances sensibilisantes, toxiques, microbiennes, fongiques selon leur provenance.

Les effets sur la santé

La quantité de poussières et la nature des particules en cause influent sur la gravité des lésions.

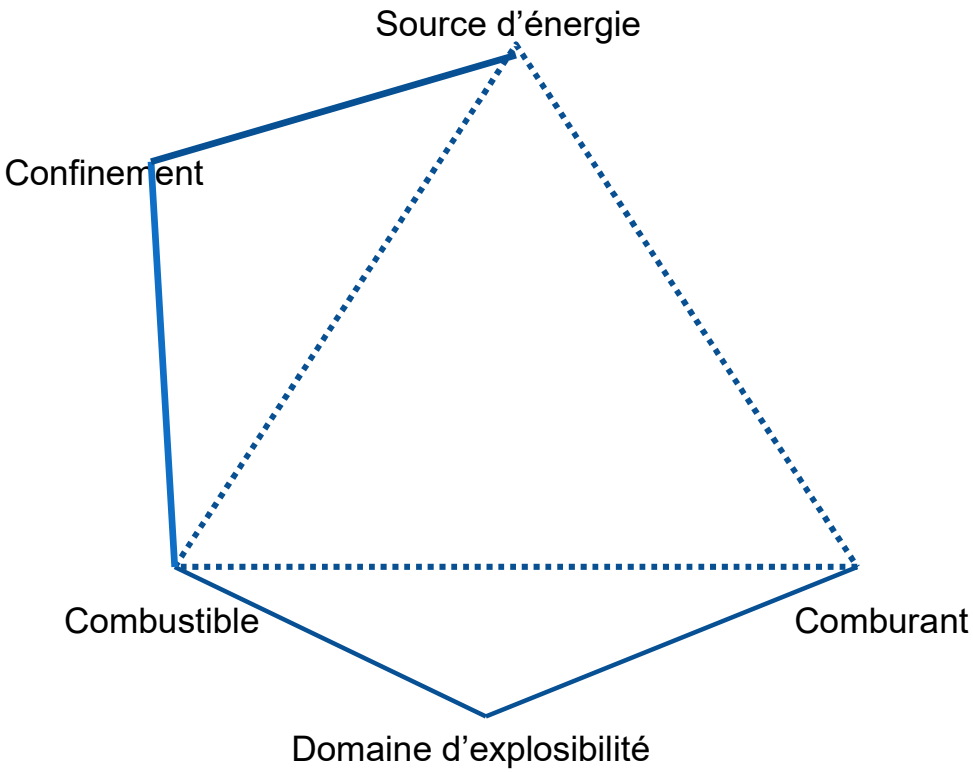
- **Irritations :** toux, rhinite, sinusite, gêne respiratoire (toutes les poussières même sans toxicité particulière).
- **Allergies :** asthme (farines, acariens, pollens...), eczéma (nickel, bois).
- **Cancers :** pulmonaire pour l'amiante, nasal pour le bois (cancer de l'ethmoïde).
- **Pneumoconioses :** poussières de silice ou de fer.
- **Toxicités :** certaines particules passent dans le sang et peuvent alors affecter le cerveau, les reins et d'autres organes (toxicité des poussières de plomb, de mercure, de béryllium...).

L'effort physique augmente le rythme de la respiration et donc la quantité de poussières inhalées.

Le risque chimique : limites

- La question des risques induits par les mélanges de substances reste difficile :
  - si les substances sont compatibles entre elles comment déterminer le profil de risque du mélange ?
  - si elles sont susceptibles d'être incompatibles (elles peuvent réagir entre elles). Comment évaluer l'incompatibilité et les effets, ex :
    - formation d'un composé instable (explosif)
    - dégagement d'un produit inflammable
    - dégagement d'un produit toxique
    - dégagement d'un produit irritant
    - Endommagement des contenants par augmentation de température ou corrosion
    - …
- Enfin, les substances peuvent être inflammables et engendrer un risque collectif spécifique : ATEX

Le risque « ATEX »



- Statistiques (2000)
  - 0,04% des accidents mais :
  - 0,10% des accidents graves
  - 0,21% des incapacités permanentes
  - 0,27% des décès

- **Potentialité de devenir un accident industriel…**

Le risque « ATEX »

- Blaye (1997) : de l'explosion locale à la catastrophe

Explosion de poussière dans un silo à grain

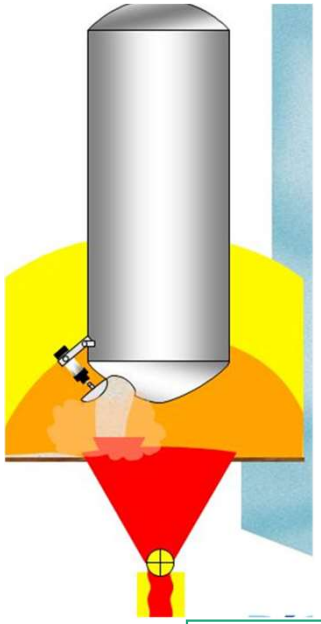
11 morts

Le risque « ATEX »

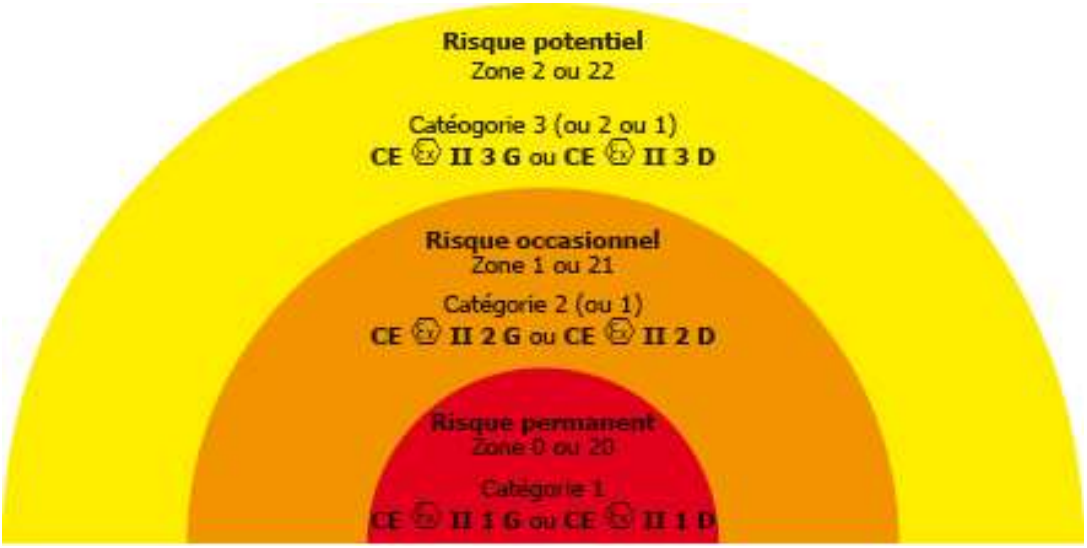
- Directive 1994/9/CE exigences pour les appareils et les systèmes de protection
  - (destinée aux constructeurs – libre circulation)
  - En France : Décret du 30/04/02

- Directive 1999/92/CE prescriptions minimales pour protéger les travailleurs
  - (destinée aux utilisateurs)
  - En France : Décrets du 24/12/02 +arrêtés du 8/07/03 & 28/07/03

Probabilité d'un ATEX	Haute	Moyenne et faible	Très faible	improbe
Durée de présence	>1000heures /an	10<heures/ an<1000	1<heures /an <10	<1 heure
Définition	Emplacement ou une atmosphère explosive est présente en permanence ou pendant de longues périodes ou fréquemment	Emplacement ou une atmosphère explosive st susceptible de se présenter occasionnell-- ement normal.	Emplacement ou une atmosphère explosive n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal, ou si elle se présente néanmoins, n'est que de courte durée (fonctionnement	Emplacement non dangereux
Zone	20	21	22	hors zone



Classe	Température maximale de surface
T6	85 °C
T5	100 °C
T4	135 °C
T3	200 °C
T2	300 °C
T1	450 °C

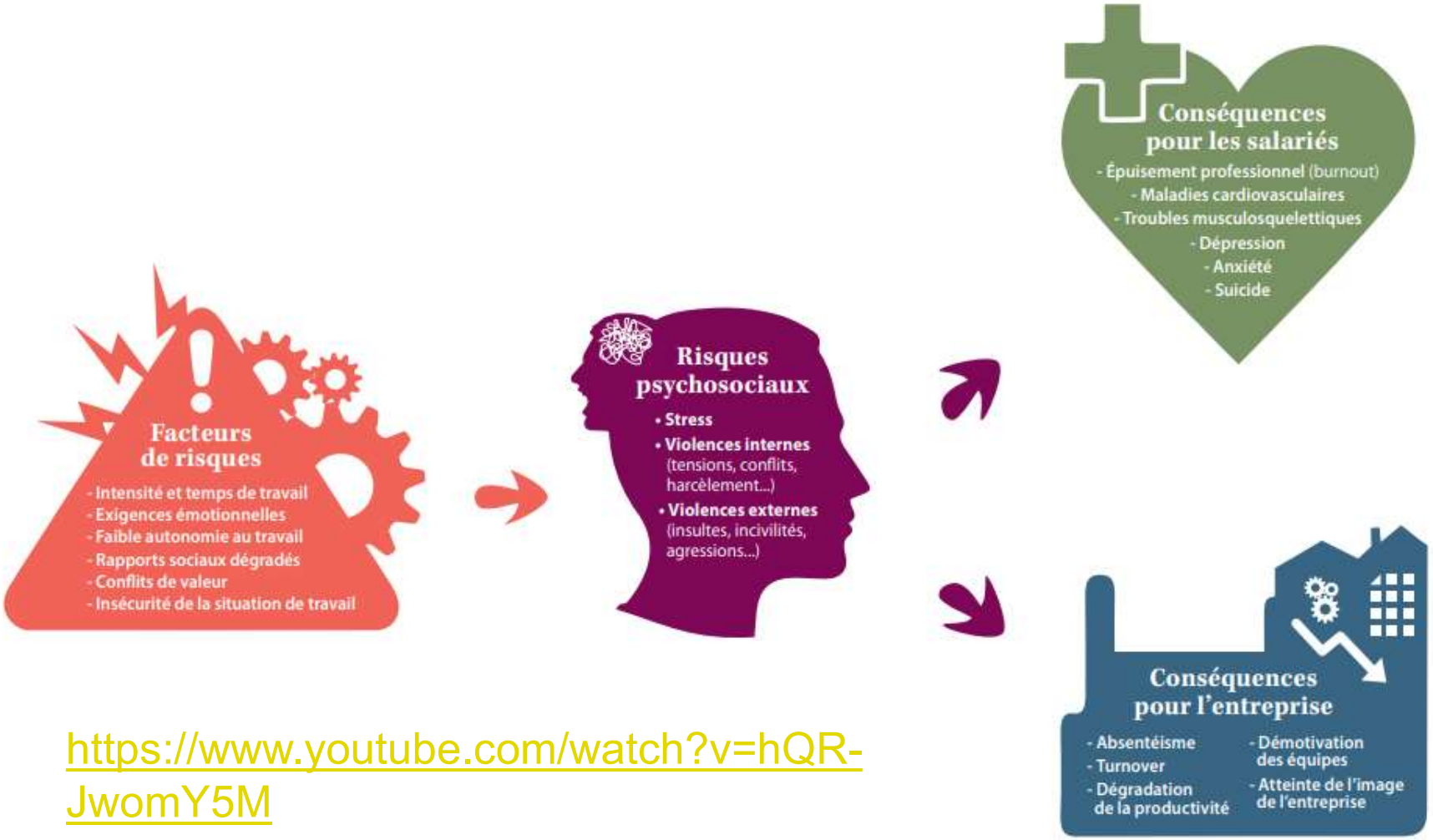


Tx<f(Tnuage, Tauto échauf)

Exemple matériel EEX II 1 D T5

- IID type d'atmosphère (groupe IID, D comme Dust)
- 1 catégorie
- T5 température max de l'enveloppe

Les Risques Psycho Sociaux



https://www.youtube.com/watch?v=hQR-JwomY5M

Les Risques Psycho Sociaux

utc Formation

Les « environnements spéciaux »

- **Chaleur** :
  - « Fatigue, sueurs, nausées, maux de tête, vertiges, crampes… Ces symptômes courants liés à la chaleur peuvent être précurseurs de troubles plus importants, voire mortels : déshydratation, coup de chaleur »
  - « La chaleur **augmente les risques d'accidents** car elle induit une baisse de la vigilance et une augmentation des temps de réaction. La transpiration peut rendre les mains glissantes ou gêner la vue »
- **Froid** :
  - « Fatigue accrue, perte de dextérité… Le froid peut provoquer des accidents (glissades, perte de dextérité…). Les effets sur la santé peuvent aller des simples engourdissements jusqu'aux gelures. L'effet d'ordre général le plus sérieux est l'hypothermie. Ses conséquences peuvent s'avérer dramatiques : troubles de la conscience, coma, décès »
  - « Le travail au froid augmente également les risques de troubles musculo-squelettiques »

Les « environnements spéciaux »

- **Espaces confinés** :
  - « Les risques générés par une atmosphère appauvrie en oxygène, toxique ou explosive sont bien réels, et s'ajoutent à d'autres risques graves comme ceux de chute de hauteur ou de noyade »
- Le travail en **horaires atypiques** engendre des risques pour la santé. Les mécanismes sont différents selon les horaires pratiqués. Par exemple, pour le travail de nuit les effets sont liés à une désynchronisation de l'horloge biologique associés à une dette de sommeil. Bien que moins étudiés, les autres horaires atypiques semblent avoir des effets liés à la dette de sommeil et à des problématiques de surcharge horaire et à des décalages des rythmes de vie.
- **Travailleur isolé** : Travailler de façon isolée, c'est réaliser seul une tâche dans un environnement de travail où l'on ne peut être vu ou entendu directement par d'autres personnes, et où la probabilité de visite est faible.

Le risque « produit »

Santé des consommateurs – image - …

Un exemple typique : Lidl Juin 2011

- Intoxication grave de jeunes enfants (mi juin 2011)
- Recherche de l'origine : Steaks de la société SEB (140 salariés)
- Chute de 70% de son CA (fin juin)
- Rupture de contrat avec Lidl (60% du CA) (mi août)
- Liquidation judiciaire (début novembre)

Un exemple typique : Lidl Juin 2011

Enquête

- 50 à 60 fournisseurs différents pour trouver le meilleur prix
- Plan de maitrise sanitaire (PMS) impose contrôle systématique de E.Coli O157H7
- Changement unilatéral du PMS, contrôle aléatoire
- Libération des lots avant d'avoir les résultats

(steak pas suffisamment cuit et donné à un jeune enfant (< 2ans) => lésions neurologiques réduction de motricité de 80% et limitations des facultés intellectuelles)

Procès (2017)

- Deux accusés : le gérant et le responsable qualité et hygiène (décédé)
- Condamnation à 3 ans dont 1 avec sursis, + 50 k€ responsabilité particulière de gérant « influant » + interdiction d'exercer une responsabilité dans le domaine
- + différentes indemnisations au titre de la RC

Evénement redouté		Risque direct
Contamination lors de la fabrication d'un produit alimentaire	→	Intoxication alimentaire de clients, provoquant des décès

Risques indirects :

- rappel des produits
- arrêt de la production => chômage technique (=> grève)
- perte d'image de marque =>
  - perte de clientèle
  - déréférencement
  - interdiction d'exportation
  - déstabilisation du personnel (démission, difficulté d'embauche,…)
  - coût de campagne publicitaire
- perte financière => faillite ou rachat de l'entreprise
- impact sur l'ensemble du marché (y compris les concurrents)

Quels dangers ?

- Dangers encourus par le consommateur (pas ceux de l'opérateur) ≠ non-qualité
- Les dangers :
  - Biologiques : bactéries (E-coli,…), levures/moisissures, virus, prions, parasites
  - Chimiques : pesticides, résidus vétérinaires, métaux lourds, dioxines, toxiques naturels (ricine, digitaline,…), allergènes, mycotoxines
  - Physiques : débris de verre, métal, plastiques, bois, insectes,…