



# **Cindyniques ou Sciences du danger**

Thierry Verdel

**2007**

## **Histoire du danger**

### **Premier âge : L'homme jugule le mauvais sort par des sacrifices (humains).**

Menacés en 310 avant J.-C. par Agathocle, tyran venu de Syracuse, les Carthaginois choisirent “deux cents enfants des familles les plus considérées et les sacrifièrent au nom de l'Etat à Ba'al Hammon, grand dieu du Ciel, afin d'échapper à l'invasion” Diodore de Sicile.

### **Deuxième âge : L'homme prie pour apaiser la colère de Dieu**

“entre 1585 et 1631, à Barcelone, on processionna plus de six cents fois à l'occasion de soixante-quatre sécheresses, quatre-vingts fois contre sept attaques de la peste ...” Jean Delumeau, 1989.

### **Troisième âge : L'homme se déclare responsable des dangers**

A la suite du tremblement de terre de Lisbonne en 1755, Voltaire et Rousseau s'opposent :

Pour Voltaire, la nature est responsable :

“la nature est muette, on l'interroge en vain. Il faut avouer, le mal est sur la terre”

Pour Rousseau, il fallait construire la ville autrement ou ailleurs :

“Serait-ce donc à dire que la nature doit être soumise à nos Lois et que, pour lui interdire un tremblement de terre en quelque lieu, nous n'avons qu'à y bâtir une ville ?”

## A l'origine des réflexions...

### Des catastrophes naturelles :

Lisbonne (1755)

Tremblement de terre  
100 000 victimes en quelques secondes

San Francisco (1906)

Tremblement de terre  
1 Milliard de \$

Andhra Pradesh (Inde - 1977)

Cyclone  
10 000 morts, 230 000 têtes de bétails tuées

Dhaka (Bangladesh - 1991)

Cyclone  
140 000 morts et 140 000 blessés  
800 000 logements détruits

Caraïbes (1989)

Ouragan Hugo  
4,3 Milliards de \$

Nevado del Ruiz (Colombie - 1985)

Eruption volcanique  
25 000 morts

Pinatubo (1991)

Eruption volcanique  
300 morts, 20 000 personnes évacuées

Ile de Okushiri (1993)

Tremblement de terre et Tsunamis  
50 blessés, mais beaucoup de problèmes

Rio de Janeiro (1966,1967,1988)

Fortes pluies, glissements de terrains  
Au total : 1 089 morts, 95 000 sans abris

Kobé ( Japon - 1995)

Tremblement de terre  
5 500 morts, 100 000 maisons détruites  
plus de 300 incendies

### Des catastrophes industrielles :

Flixborough (1er juin 1974)

Explosion d'un nuage de gaz (260 km au Nord de Londres)

28 morts, 36 + 53 blessés, 2450 maisons touchées

Seveso (10 juillet 1976)

Fuite de dioxine (Banlieue de Milan)  
200 blessés, 700 personnes évacuées

Amoco Cadiz (16 mars 1978)

Marée noire (Bretagne)  
230 000 tonnes de pétrole déversés  
coût ≈ 1 milliard de francs

Three Mile Island (28 mars 1979)

Début de fusion du coeur (Pennsylvanie)  
1400-1500 journalistes

Mississauga, Toronto (1979)

Déraillement d'un convoi ferroviaire transportant des produits dangereux.

240 000 personnes transférées en 24 heures

Tchernobyl (26 avril 1986)

Fusion du coeur  
31 décès immédiats, 200 personnes gravement irradiées,  
135000 personnes évacuées, 2 millions de terres agricoles contaminées, 1 million de personnes mises sous contrôle médical, 5 400 000 personnes protégées contre l'iode.

Challenger (28 janvier 1986)

Explosion après une fuite du gaz à travers un joint  
7 morts

Bhopal (3 décembre 1984)

Nuage de méthylisocyanate  
323 morts, 260000 blessés dont 9000 handicapés permanents. En 92 : 3000 morts, 75000 handicapés permanents, 2,7 Milliards de Francs

Piper Alpha (7 juillet 1988)

Explosions, incendie, perte de la plate-forme.  
166 morts

## La Crise de SEVESO, d'après Patrick LAGADEC

Si J est le jour de l'accident, le calendrier de l'impuissance s'établit comme suit :

- J + 1 L'industriel laisse entendre qu'un produit entrant dans la composition d'un « herbicide » a été relâché et qu'il convient de prendre quelques précautions. S'appuyant sur le fait que le directeur technique de Givaudan (société-mère) avait immédiatement fait l'hypothèse de la formation de dioxine, un avocat de la partie civile parlera d' « hypocrisie criminelle » à propos de cette simple mise en garde.
- J + 3 Les autorités sanitaires écrivent aux maires de Meda et de Seveso : « d'après les enquêtes effectuées, aucun danger pour les personnes habitant dans les zones environnantes de l'usine n'est à redouter ».
- J + 12 La préfecture se veut rassurante : « il n'existe en ce moment aucun nuage de gaz toxique ».
- J + 13 La préfecture insiste : « d'autres mesures d'hygiène ne doivent pas être considérées comme nécessaires ou urgentes ».
- J + 13 A la télévision, le directeur régional de la Santé affirme : « tout est sous contrôle »
- J + 13 Le directeur des Recherches médicales (G. Reggiani) du groupe industriel responsable (Foffman-La-Roche) déclare : « la situation est très grave, il faut des mesures draconiennes, il faut enlever 20 cm de terre, enterrer l'usine, détruire les maisons ».
- J + 14 Réponse du directeur régional de la Santé : « ce personnage a été parachuté parmi nous ; personne ne l'attendait et personne n'attendait des déclarations de cette gravité. A ma connaissance, il n'en résulte pas qu'il soit un porte-parole officiel de la maison et aujourd'hui je demanderai à quel titre il parle. Je l'ai placé tout de suite face à la gravité de ce qu'il dit. J'ai l'impression que ce personnage est entrain de bluffer. Et ce monsieur devra rendre compte de ses déclarations ».
- J + 14 Mais le Dr Reggiani reçoit une reconnaissance officielle de la part de son employeur. Changement de décor. Communiqué officiel : « 179 personnes devront abandonner leur maison dans les 24 heures ».

# Vocabulaire du Risque

## **Danger**

Situation susceptible d'engendrer des évènements indésirables.

## **Risque**

Mesure du niveau de danger, fonction de la probabilité d'occurrence de l'évènement indésirable et des conséquences (gravité) de cet évènement.

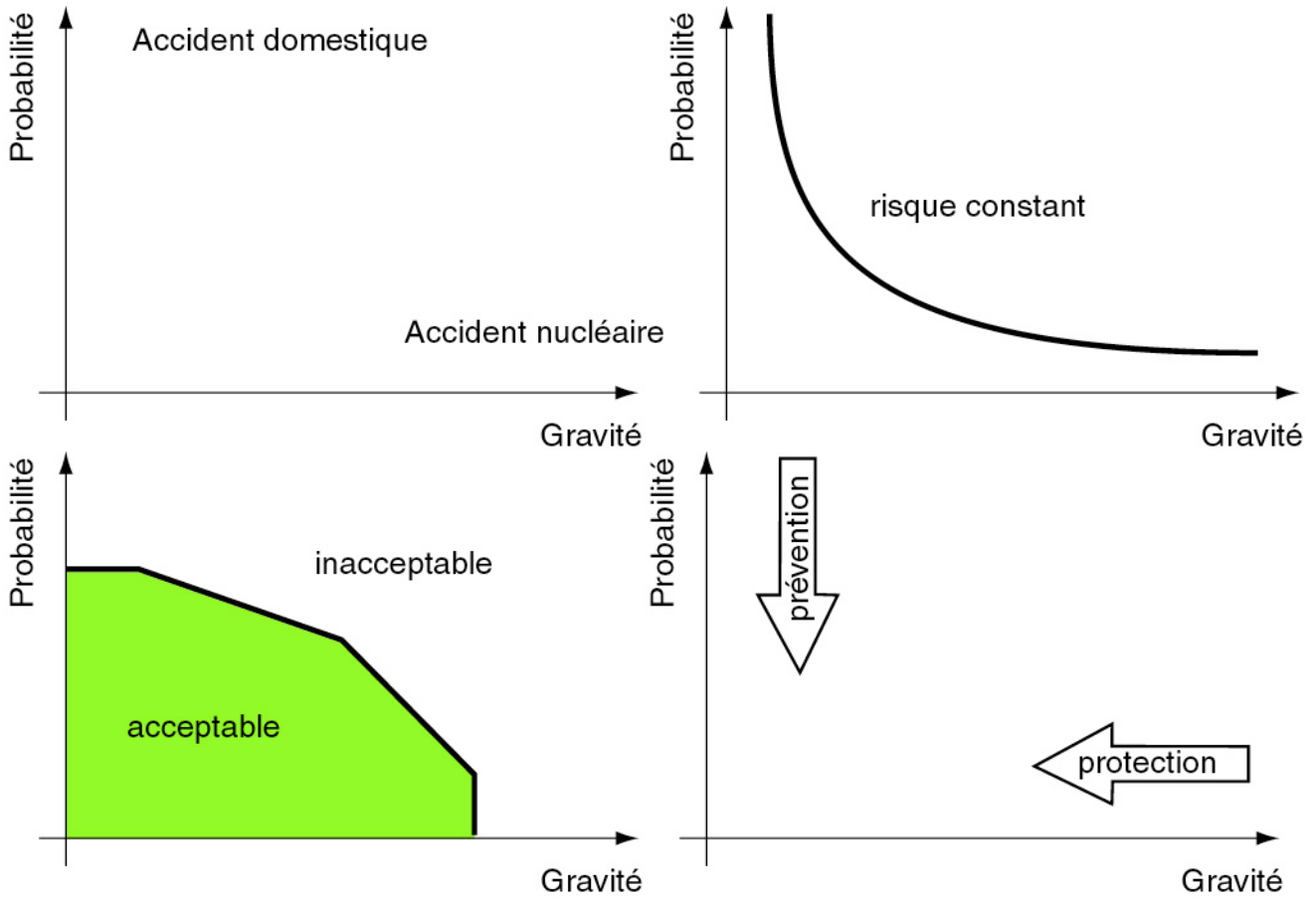
## **Sécurité**

- Absence de circonstances susceptibles de conduire à des dégâts humains ou mat. (USA).
- Ensemble des actions destinées à assurer la protection des personnes et des biens contre les dangers, nuisances ou gênes susceptibles d'être provoquées par les installations ou lors du transport de matières dangereuses (UE).
- Protection contre les évènements fortuits (sinistres, catastrophes naturelles) et secours aux personnes et aux biens affectés par ces évènements (sécurité civile) (Mdl).

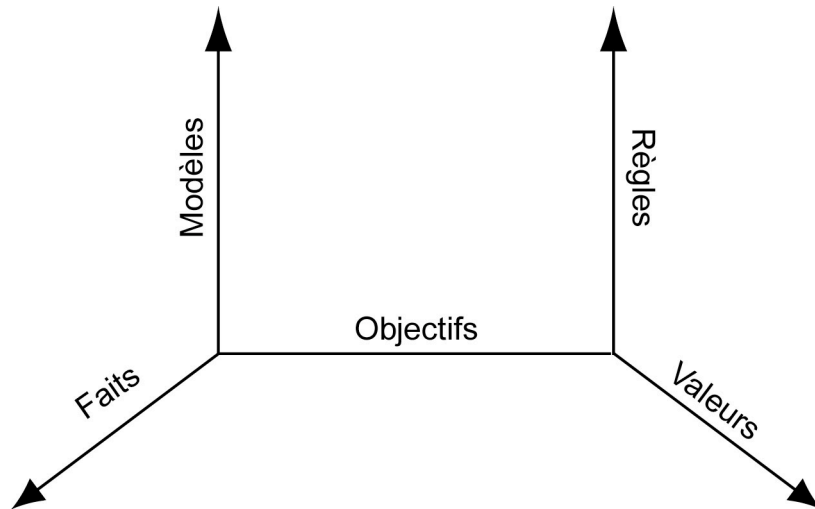
## **Sûreté**

- L'ensemble des mesures à prendre dans les installations ou lors du transport de matières dangereuse en vue d'éviter les accidents et de minimiser leurs effets (UE)
- Ordre public, protection contre la malveillance (police, gendarmerie) (Mdl).

## Espace du danger



## Hyperespace du danger



# Déficits Systémiques Cindynogènes

(d'après Kervern & Rubise, L'Archipel du Danger, Edition Economica, 1991)

## Déficits culturels :

DSC 1 *Culture d'infaillibilité :*

Nous sommes surs du succès. Ce système est garanti contre toute défaillance.

DSC 2 *Culture de simplisme :*

Notre affaire n'est pas complexe. Nous rejetons l'idée de système. Ça marche sans méthodes complexes.

DSC 3 *Culture de non-communication :*

On ne peut vivre en remettant en question certaines vérités évidentes de notre métier. La hiérarchie de notre entreprise supporte mal la remise en question des pratiques techniques. On discute peu entre nous des opérations pratiques. Le personnel parle Hindi, l'équipage le portugais, les passagers norvégiens.

DSC 4 *Culture nombriliste :*

Nous sommes les leaders et nous économisons pas mal de temps du fait que nous n'allons pas voir ailleurs ce qui se passe. Nous avons toujours été les premiers à percevoir les problèmes de notre profession. Nous sommes certains du retard de nos concurrents en matière de sécurité.

## Déficits organisationnels :

DSC 5 *Subordination des fonctions de gestion du risque aux fonctions de production ou à d'autres fonctions de gestion créatrices de risques :*

Le responsable de la sécurité n'est qu'un collaborateur parmi d'autres du responsable de production. On ne va tout de même pas réduire les prérogatives du chef de production ou lui compliquer la tâche. On crève sous les fonctionnels, ce n'est pas le moment d'en inventer un autre. D'accord, il y a des risques, mais ce n'est pas pour semer le désordre dans nos structures.

DSC 6 *Dilution des responsabilités. Non explication des tâches de gestion des risques. Non affectation des tâches à des responsables désignés :*

Nous avons testé tout formalisme dans notre organisation, chacun peut s'exprimer avec spontanéité. Les gens sont adultes et savent parfaitement ce qu'ils doivent faire sans qu'il soit utile de le leur rappeler.

## Déficits managériaux :

DSC 7 *Absence d'un système de retour d'expérience :*

Maintien de pratiques considérées comme dangereuses dans d'autres établissements ou organisations. Pas d'attention aux signes précurseurs apparaissant dans la même profession. Pas d'exploitation systématiques des faits concernant les dysfonctionnements survenus mondialement dans le même domaine technique.

DSC 8 *Absence d'une méthode cindynique dans l'organisation :*

Dans ce secteur, il faut reconnaître qu'il n'y avait pas manuel ou d'instruction écrite par la direction.

DSC 9 *Absence d'un programme de formation aux cindyniques adapté à chaque catégorie de personnel :*

Les gens des ateliers ont été pris au dépourvu et ont commis des erreurs qui ont aggravé les choses.

DSC 10 *Absence de planification des situations de crise :*

Quand on a entendu ce bruit épouvantable, tout le monde s'est mis à courir dans toutes les directions.

## Risque de mort

*Pour un individu en bonne santé, âgé d'une trentaine d'années*

<b>CAUSE</b>	<b>Occasions de mourir par personne et par an</b>
Toutes causes confondues	9,0 e -3
Maladie de cœur	3,4 e -3
Cancer	1,6 e -3
Accident du travail	1,5 e -4
Tous accidents confondus	4,8 e -4
Véhicules automobiles	2,1 e -4
Homicides	9,3 e -5
Chutes	7,4 e -5
Etouffements	3,7 e -5
Brûlures	3,0 e -5
Empoisonnement par liquide	1,7 e -5
Suffocation (objets avalés)	1,3 e -5
Accidents d'armes et de sports	1,1 e -5
Trains	9,0 e -6
Aviation civile	8,0 e -6
Transport maritime	7,8 e -6
Empoisonnement par gaz	7,7 e -6
Bateau de plaisance	6,6 e -6
Foudre	4,1 e -7
Typhon	4,1 e -7
Tornade	4,1 e -7
Morsure	2,2 e -7

## Le Risque Technologique Majeur

*« L'accident majeur est un évènement tel qu'une émission, un incendie ou une explosion de caractère majeur, en relation avec un développement incontrôlé d'une activité industrielle, entraînant un danger grave, immédiat ou différé, pour l'homme, à l'intérieur ou à l'extérieur de l'établissement et/ou pour l'environnement, en mettant en jeu une ou plusieurs substances dangereuses » Directive SEVESO du 24 juin 1982 (UE).*

Le caractère majeur n'est défini que par les conséquences. Il peut résulter :

- du nombre de pertes humaines
- de la gravité et de la durée des dommages créés à l'environnement
- de ses impacts psychologiques, économiques ou politiques

Cette définition sous-entend les postulats suivants :

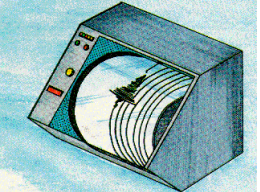
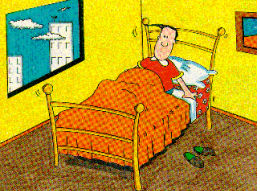
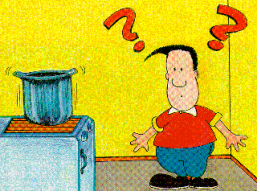
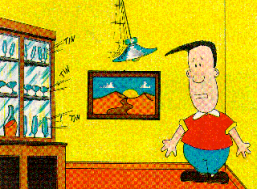




- quoique majeur, le risque technologique reste "mineur" en comparaison des conséquences de la crise économique, de conflits armés, des accidents de la route, du cancer, de la tabagie, de l'alcoolisme ...
- il est possible, mais il est hors de question de supprimer le recours à toute technologie dangereuse.

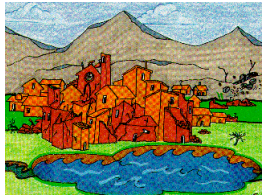
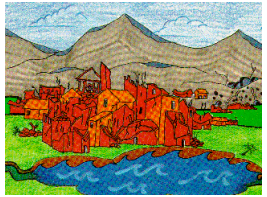
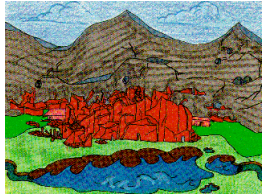

## Echelle Internationale des événements nucléaires

<b>7</b>	Accident majeur Tchernobyl (URSS, 1986)
<b>6</b>	Accident grave
<b>5</b>	Accident entraînant des risques hors site Windscale (Royaume Uni, 1957) ; Three Miles Island (USA, 1979)
<b>4</b>	Accident affectant principalement l'installation Saint Laurent (France, 1980)
<b>3</b>	Incident grave Vandellos (Espagne, 1989)
<b>2</b>	Incident
<b>1</b>	Anomalie

# ECHELLE MACROSISMIQUE EUROPEENNE (EMS 98)

(utilisée par le Bureau Central Sismologique Français depuis le 1er janvier 2000)

<p><b>I</b></p>	<p><b>Non ressenti</b></p> <p>Non ressenti, même dans les circonstances les plus favorables</p>	
<p><b>II</b></p>	<p><b>A peine ressenti</b></p> <p>La vibration n'est ressentie que par quelques personnes au repos, en particulier dans les étages supérieurs des bâtiments.</p>	
<p><b>III</b></p>	<p><b>Faibles secousses</b></p> <p>Une faible vibration est ressentie à l'intérieur par quelques personnes. Des personnes au repos ressentent un balancement ou un léger tremblement.</p>	
<p><b>IV</b></p>	<p><b>Largement observé</b></p> <p>Le séisme est ressenti à l'intérieur par de nombreuses personnes et par un très petit nombre dehors. Quelques personnes sont réveillées. L'amplitude des vibrations reste modérée. Les fenêtres, les portes et la vaisselle vibrent. Les objets suspendus se balancent.</p>	
<p><b>V</b></p>	<p><b>Fortes secousses</b></p> <p>Le séisme est ressenti à l'intérieur par la plupart des personnes et par un petit nombre dehors. Les personnes endormies se réveillent. Quelques personnes sortent en courant. Les bâtiments entrent en vibrations. Les objets suspendus oscillent fortement. La vaisselle, les verres tintent. La vibration est forte. Quelques objets lourds et instables se renversent. Les portes et les fenêtres s'ouvrent ou se ferment.</p>	
<p><b>VI</b></p>	<p><b>Légers dégâts</b></p> <p>Ressenti par la plupart des personnes à l'intérieur et par beaucoup dehors. De nombreuses personnes sont effrayées dans les bâtiments et courent vers les sorties. Les objets tombent. De légers dégâts apparaissent dans les bâtiments ordinaires : petites fissures dans les plâtres, chute de petits morceaux de plâtre ...</p>	
<p><b>VII</b></p>	<p><b>Dégâts</b></p> <p>La plupart des personnes sont effrayées et courent vers les sorties. Les meubles sont déplacés et de nombreux objets tombent des étagères. Un grand nombre de bâtiments ordinaires sont endommagés : petites fissures dans les plâtres, chute partielle de cheminées ...</p>	
<p><b>VIII</b></p>	<p><b>Dégâts importants</b></p> <p>Du mobilier peut être renversé. De nombreux bâtiments ordinaires sont endommagés : chutes de cheminées, larges fissures dans les murs et un petit nombre de bâtiments peuvent s'effondrer partiellement.</p>	

<p><b>IX</b></p>	<p><b>Destructions de bâtiments</b></p> <p>Des monuments sont renversés. Destruction partielle de nombreux bâtiments ordinaires. Quelques bâtiments s'effondrent.</p>	
<p><b>X</b></p>	<p><b>Nombreuses destructions</b></p> <p>De nombreuses constructions s'effondrent.</p>	
<p><b>XI</b></p>	<p><b>Destructions généralisées</b></p> <p>La plupart des constructions s'effondrent.</p>	
<p><b>XII</b></p>	<p><b>Destruction totale</b></p> <p>Les constructions, à l'air libre ou en sous-sol, sont toutes fortement endommagées ou détruites.</p>	

*Adapté du résumé utilisé par le British Geological Survey (résumé original : Grünthal, G., (ed.), (1998). "European Macroseismic Scale 1998", Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie Volume 15, Luxembourg). URL : <http://eost.u-strasbg.fr/bcsf/ems98.html>*

# Echelle européenne de gravité des accidents industriels d'après le BARPI

(<http://www.aria.environnement.gouv.fr>)

Critères de description des conséquences	Niveau de gravité					
	1	2	3	4	5	6
<b>Quantité de matières dangereuses</b>						
Quantité Q de substance effectivement perdue ou rejeté par rapport au seuil « SEVESO »	Q < 0.1%	0,1 ≤ Q < 1%	1 ≤ Q < 10%	10% ≤ Q < 100%	de 1 à 10 fois le seuil	≥ 10 fois le seuil
Quantité Q de substance explosive ayant effectivement participé à l'explosion (en équivalent TNT)	Q < 0.1t	0,1 ≤ Q < 1t	1 ≤ Q < 5t	5 ≤ Q < 50t	50 ≤ Q < 500t	Q ≥ 500t
<b>Conséquences humaines et sociales</b>						
Nombre total de morts dont :	-	1	2 – 5	6 – 19	20 – 49	≥ 50
- employés	-	1	2 – 5	6 – 19	20 – 49	≥ 50
- sauveteurs extérieurs	-	-	1	2 – 5	6 – 19	≥ 20
- personnes du Public	-	-	-	1	2 – 5	≥ 6
Nombre total de blessés avec hospitalisation de durée ≥ 24 h dont :	1	2 – 5	6 – 19	20 – 49	50 – 199	≥ 200
- employés	1	2 – 5	6 – 19	20 – 49	50 – 199	≥ 200
- sauveteurs extérieurs	1	2 – 5	6 – 19	20 – 49	50 – 199	≥ 200
- personnes du Public	-	-	1 – 5	6 – 19	20 – 49	≥ 50
Nombre total de blessés légers soignés sur place ou avec hospitalisation de durée <24h dont :	1 – 5	6 – 19	20 – 49	50 – 199	200 – 999	≥ 1000
- employés	1 – 5	6 – 19	20 – 49	50 – 199	200 – 999	≥ 1000
- sauveteurs extérieurs	1 – 5	6 – 19	20 – 49	50 – 199	200 – 999	≥ 1000
- personnes du Public	-	1 – 5	6 – 19	20 – 49	50 – 199	≥ 200
Nombre de tiers sans abris ou dans l'incapacité de travailler en raison de dommages matériels à des bâtiments hors établissement	-	1 – 5	6 – 19	20 – 99	100 – 499	≥ 500
Nombre N des riverains évacués ou confinés chez eux pendant plus de 2 heures x nbre d'heures.	-	N < 500	500 ≤ N < 5000	5000 ≤ N < 50000	50000 ≤ N < 500000	N ≥ 500000
Nombre N de personnes privées d'eau potable, électricité, gaz, téléphone, transports publics pendant plus de 2 heures x nbre d'heures.	-	N < 1000	1000 ≤ N < 10000	10000 ≤ N < 1000000	100000 ≤ N < 1 million	N ≥ 1 million
Nombre N de personnes devant faire l'objet d'une surveillance médicale prolongée (≥ 3 mois après l'accident)	-	N < 10	10 ≤ N < 50	50 ≤ N < 200	200 ≤ N < 1000	N ≥ 1000
<b>Conséquences environnementales</b>						
Quantité d'animaux sauvages tués, blessés ou rendus impropres à la consommation humaine (en tonnes)	Q < 0.1	0,1 ≤ Q < 1	1 ≤ Q < 10	10 ≤ Q < 50	50 ≤ Q < 200	Q ≥ 200
Proportion P d'espèces animales ou végétales rares ou protégées détruites (ou éliminées par dommage au biotope) dans la zone accidentée	P < 0.1%	0,1 ≤ P < 0,5%	0,5 ≤ P < 2%	2 ≤ P < 10%	10 ≤ P < 50%	P ≥ 50%
Volume V d'eau polluée (m³)	V < 1000	1000 ≤ V < 10000	10000 ≤ V < 100000	100000 ≤ V < 1 Million	1 Million ≤ V < 10 Millions	V ≥ 10 Millions
Surface S de sol ou de nappe d'eau souterraine nécessitant un nettoyage ou une décontamination spécifique (ha)	0,1 ≤ S < 0,5	0,5 ≤ S < 2	2 ≤ S < 10	10 ≤ S < 50	50 ≤ S < 200	S ≥ 200
Longueur L de berge ou de voie d'eau nécessitant un nettoyage ou une décontamination spécifique (km)	0,1 ≤ L < 0,5	0,5 ≤ L < 2	2 ≤ L < 10	10 ≤ L < 50	50 ≤ L < 200	L ≥ 200
<b>Conséquences économiques</b>						
Dommages matériels dans l'établissement (exprimées en valeur C de référence 1993), M€	0,1 ≤ C < 0,5	0,5 ≤ C < 2	2 ≤ C < 10	10 ≤ C < 50	50 ≤ C < 200	C ≥ 200
Pertes de production de l'établissement (exprimées en valeur C de référence 1993), M€	0,1 ≤ C < 0,5	0,5 ≤ C < 2	2 ≤ C < 10	10 ≤ C < 50	50 ≤ C < 200	C ≥ 200
Dommages aux propriétés ou pertes de production hors de l'établissement (exprimés en valeur C de référence 1993), M€	-	0,05 ≤ C < 0,1	0,1 ≤ C < 0,5	0,5 ≤ C < 2	2 ≤ C < 10	C ≥ 10

## Quelle est la gravité des accidents industriels suivants ?

1) L'accident survenu le 16 Juillet 1993 chez METALEUROPE à Noyelles-Godault (62) a provoqué peu de dégâts matériels, essentiellement limités à la colonne de raffinage en cause. Il n'y a pas eu de conséquences sur le public ou l'environnement. En revanche, son bilan humain fut très lourd (10 morts et 1 blessé grave parmi les employés).

2) L'explosion de la raffinerie TOTAL à la Mède (13), le 9 Novembre 1992 a entraîné la mort de 6 employés. Les dégâts matériels dans l'établissement ont été évalués à plus de 2 Milliards de F. La masse d'hydrocarbure ayant réagi est estimée à 5 t d'équivalent TNT.

3) Le nuage toxique qui s'est développé le 26 Juillet 1993 au dessus de la ville de Richmond, en Californie, a été généré par une fuite de près de 50 t de trioxyde de soufre, dont le seuil d'application "Seveso" est de 100 t. Environ 6250 personnes incommodées ont dû subir un examen médical. Seules 7 personnes ont finalement été hospitalisées.

4) L'explosion du silo à céréales de FLORELLE (Belgique) a tué 5 employés et a causé l'hospitalisation de 3 autres employés. Les dommages et pertes de production ont été estimés à 50 MFB.

5) L'explosion du 30 mars 1994 a ravagé la chaufferie Climadef à Courbevoie (Paris-La-Défense) et s'est traduite par la destruction quasi-totale des équipements. Le montant des dommages matériels est estimé à 300-400 MF. Le souffle de l'explosion a fait d'importants dégâts externes ; la destruction ou l'endommagement de plusieurs bâtiments d'habitation a causé la mort d'une fillette et des blessures de gravité variée à 60 personnes résidant à proximité. Environ 600 personnes travaillant dans des bâtiments de bureau voisin ont été mises en chômage technique.