

UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE COMPIÈGNE

UTC

Maitrise des Risques

Cours 4 : construction du risque
et choix des méthodes d'analyse des risques

UV TS01

Resp : christophe.proust@utc.fr

donnons un sens à l'innovation



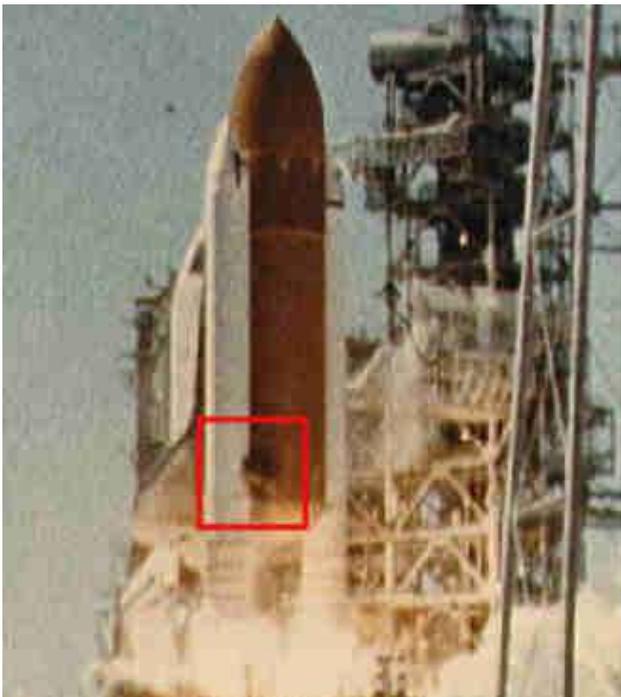
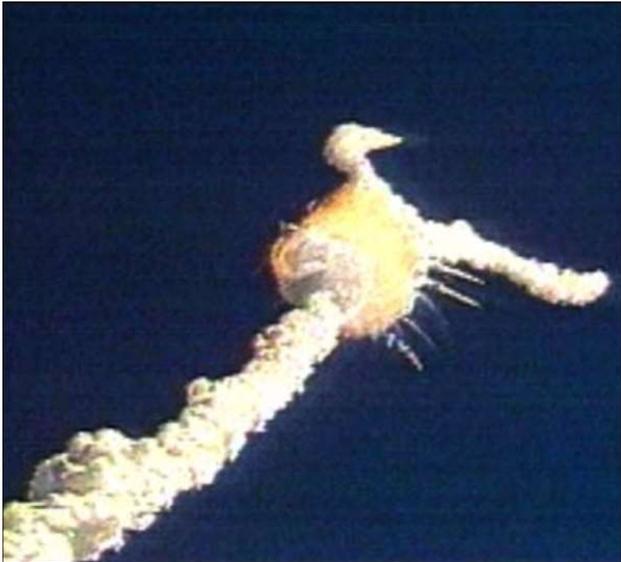
L'accident de Challenger

...pour « visualiser » les biais de perception

28 janvier 1986



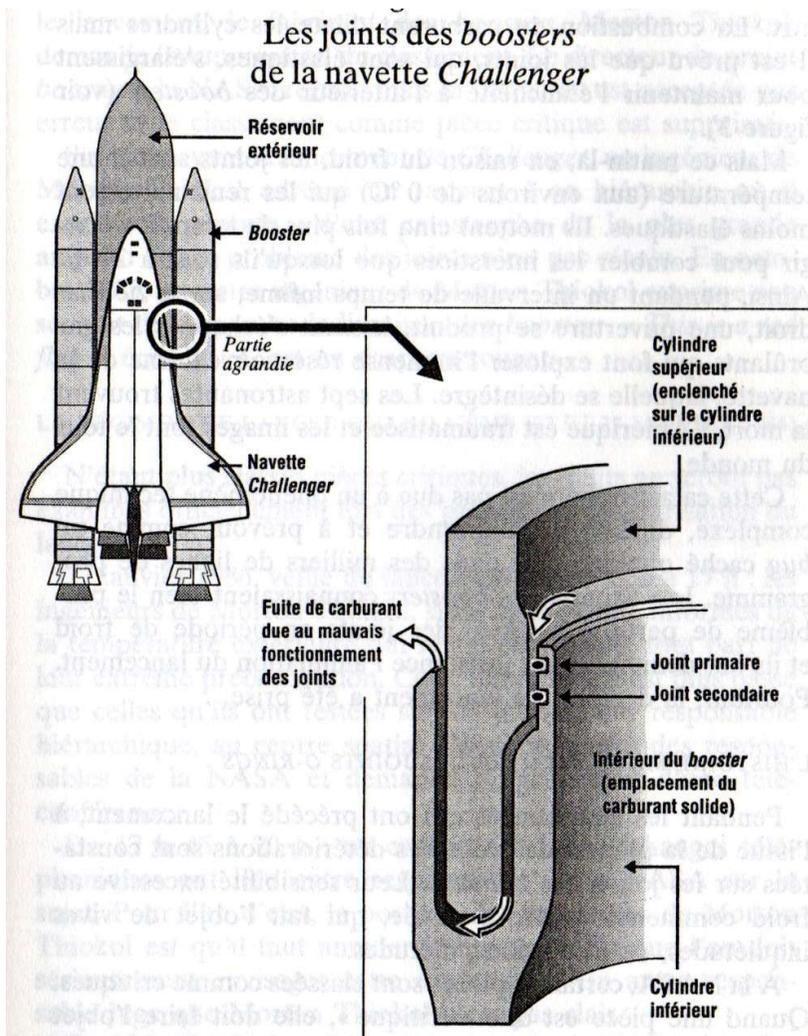
L'accident du 28 janvier 1986



- Les enjeux du lancement sont très importants (politique pour les USA, légitimité pour la NASA)
- La culture initiale de la NASA (aéronautique=sécurité) concurrencée :
 - Bureaucratie
 - Culture coût-délai
- Fuite de gaz chauds qui détruisent le réservoir

Explosion : 7 morts et drame national

La raison très vite identifiée



- La Floride connaît des températures exceptionnellement froide (-13°C la nuit)
- Joints lors du lancement sont à 0°C (perte d'élasticité)
- La dilatation n'est pas totalement compensée => **fuite**

- Il y a déjà eu des incidents (7/24 lancements)
- Des craintes ont été exprimées concernant les joints
- Ils ont été classés « pièces critiques » puis ont perdu ce statut au cours du temps suite à une « dérive »
- 2 ingénieurs de Morton Thiokol ont fait des rapports alarmants

Enquête

14 h 30 – 17 h: les ingénieurs de MT s'alarment de la température ($< T^{\circ}$ des tests)

Leur hiérarchie contacte la NASA pour téléconférence

17 h 45 – 20 h: débats interne à la NASA

20 h 45 – 22 h: téléconférence entre responsables (échange d'informations)

22 h 30 – 23 h: suspension, discussions internes MT : il y a une marge de sécurité car il y a 2 joints!

« enlèves ton chapeau d'ingénieur et mets ta casquette de manager »

Mais au Centre Spatial, le représentant de MT s'oppose au lancement, réponse de la NASA : « les joints ne sont pas critiques »

23 h – 23 h 15: reprise téléconférence, un dirigeant de MT valide lancement, ses ingénieurs refusent de signer.

23 h 15 – 23 h 30: responsable MT s'étonne et annonce « ne pas vouloir s'expliquer devant une commission d'enquête »

Plus aucune discussion concernant les joints malgré une nouvelle baisse de la température pendant la nuit

11 h 38 : lancement et explosion de la Navette

Pourquoi ces résistances ?

Biais cognitifs

- Le « calculateur amoral » : « Ou ça passe et nous serons des héros comme l'équipage, ou ça casse et nous trouverons bien un moyen d'échapper aux conséquences »
- La « normalisation de la déviance » : modifications progressives des règles en respectant les principes fondamentaux de l'organisation (Diane Vaughan 1996)
- La « souricière cognitive » (Christian Morel 2002)

Différences de perception

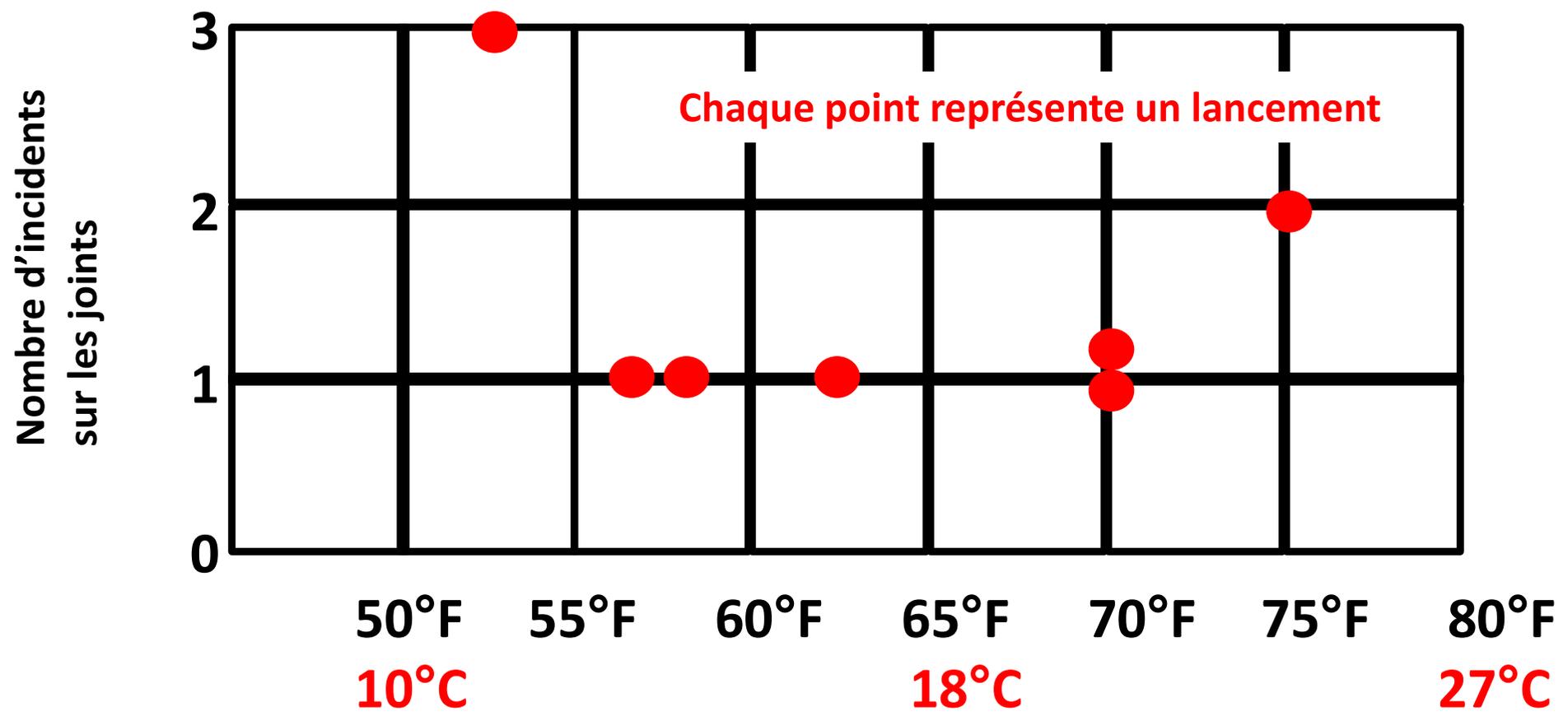
- P (perte de la navette) compris entre :
 - 1/100 (ingénieurs terrain)
 - 1/100.000 (management) soit 1 échec en 300 ans en lançant une navette chaque jour !!!
- Estimation calculée à partir du REX :
 - Sur 2900 vols, il y a eu 121 échecs (1/25) dont beaucoup d'erreurs précoces (1/50)
 - En tenant compte des procédures « améliorées » (1/100)

Cet écart rend l'argumentation très difficile

- Position possible des « managers »
 - Les défaillances observées ont été maîtrisées et sont donc autant de preuves de la robustesse de la Navette
 - Les 24 lancements réussis sont la confirmation de la fiabilité de la Navette
 - => c'est aux pessimistes d'apporter des preuves pour justifier leurs craintes

Y avait-il une possibilité ?

Les ingénieurs et managers se sont représenté les relations température-mauvais fonctionnement des joints en considérant uniquement les lancements avec incident.



Température des joints



De la « perception » du risque à son « acceptabilité »

Réconcilier les points de vue ?
Managers-employés-public-experts-..

L'individu comme référence ?

France métropolitaine, 2019 :

- 612.000 décès pour 67.000.000 habitants

$$P_{\text{mort}} = 9,1 \cdot 10^{-3} \text{ /an}$$

- 83% des décès chez plus 65 ans (18,8% population)

$$P_{\text{mort}}(<65\text{ans}) = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ /an}$$

- Dont par accident

$$P_{\text{mort-acc}} = 3,4 \cdot 10^{-4} \text{ /an}$$

Causes :

- Maladies diverses 94%
 - Usuelles : 92%
 - Professionnelles : 2%
- Accidents : 4,5%
 - Vie privée : 4,3 %
 - Professionnels : 0,2 % dont la moitié lors de trajets)
- Autres : 1,5%



... très dépendant du mode de vie....

Accidents mortels pour 10⁸ heures d'exposition au risque

RISQUES LIÉS À DES ACTIVITÉS INDUSTRIELLES-PROFESSIONNELLES:

. jockeys	50 000
. boxeurs professionnels	7 000
. équipages d'avion	250
. bâtiments - construction	67
. mines de charbon	40
. pêche	35
. sidérurgie	8
. industrie en général (Gde Bretagne)	4
. industrie chimique.	<u>3,5</u>

AUTRES RISQUES:

. alpinisme	4 000
. canoë	1 000
. moto	660
. cyclomoteur	260
. voyage en avion	240
. bicyclette	96
. voyage en voiture	57
. voyage en train	5
. cancer du poumon* (moyenne)	5
. au domicile	3
. voyage en autobus	3
. grippe*	2
. heurt par véhicule automobile	1
. leucémie*	0,8
. contraceptifs oraux	0,2
. empoisonnement accidentel par l'aspirine*	0,02
. morsure venimeuse*	0,002
. foudre*	0,001
. explosion d'un récipient sous pression* (aux U.S.A. risque pour le public et non pour le personnel)	0,0006
. transport de produit dangereux*(essence, etc.)	0,0005
. chute d'un avion*	0,0002

..et de l'expérience personnelle !

ORDRE DE PERCEPTION DES RISQUES.

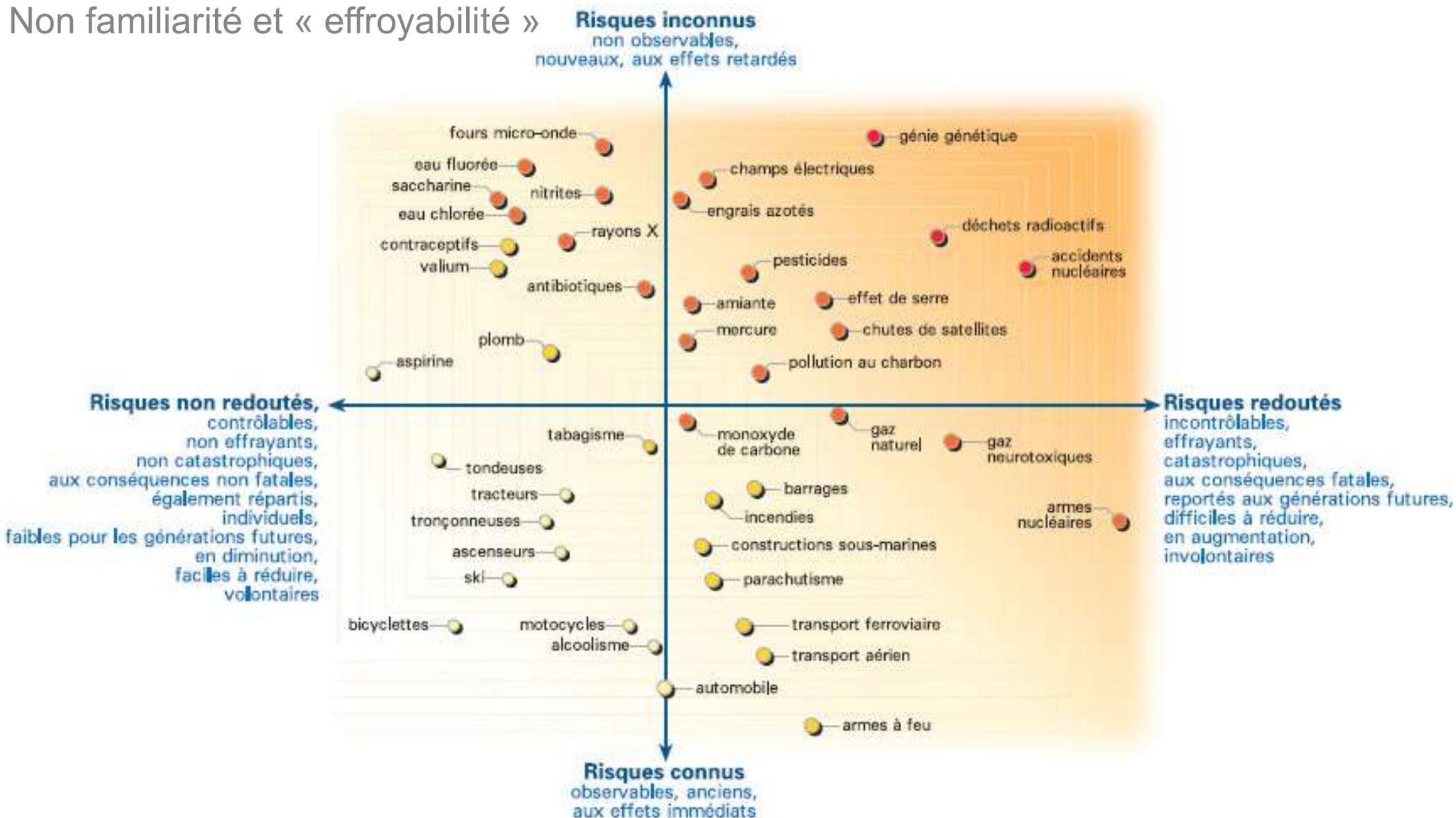
Activité/technologie	ligue féministe	étudiants	club masculin	experts
énergie nucléaire	1	1	8	20
véhicules à moteurs	2	5	3	1
armes à feu (poing)	3	2	1	4
fumer	4	3	4	2
cyclomoteurs	5	6	2	6
boissons alcoolisées	6	7	5	3
aviation privée	7	15	11	12
travail des policiers	8	8	7	17
pesticides	9	4	15	8

Etude faites par des étudiants en sociologie
(début des années 80)

Guère d'autre choix que : communiquer pour (in)former le public et l'amener à faire des choix rationnels !

Les éléments du jugement du « public »

Non familiarité et « effroyabilité »

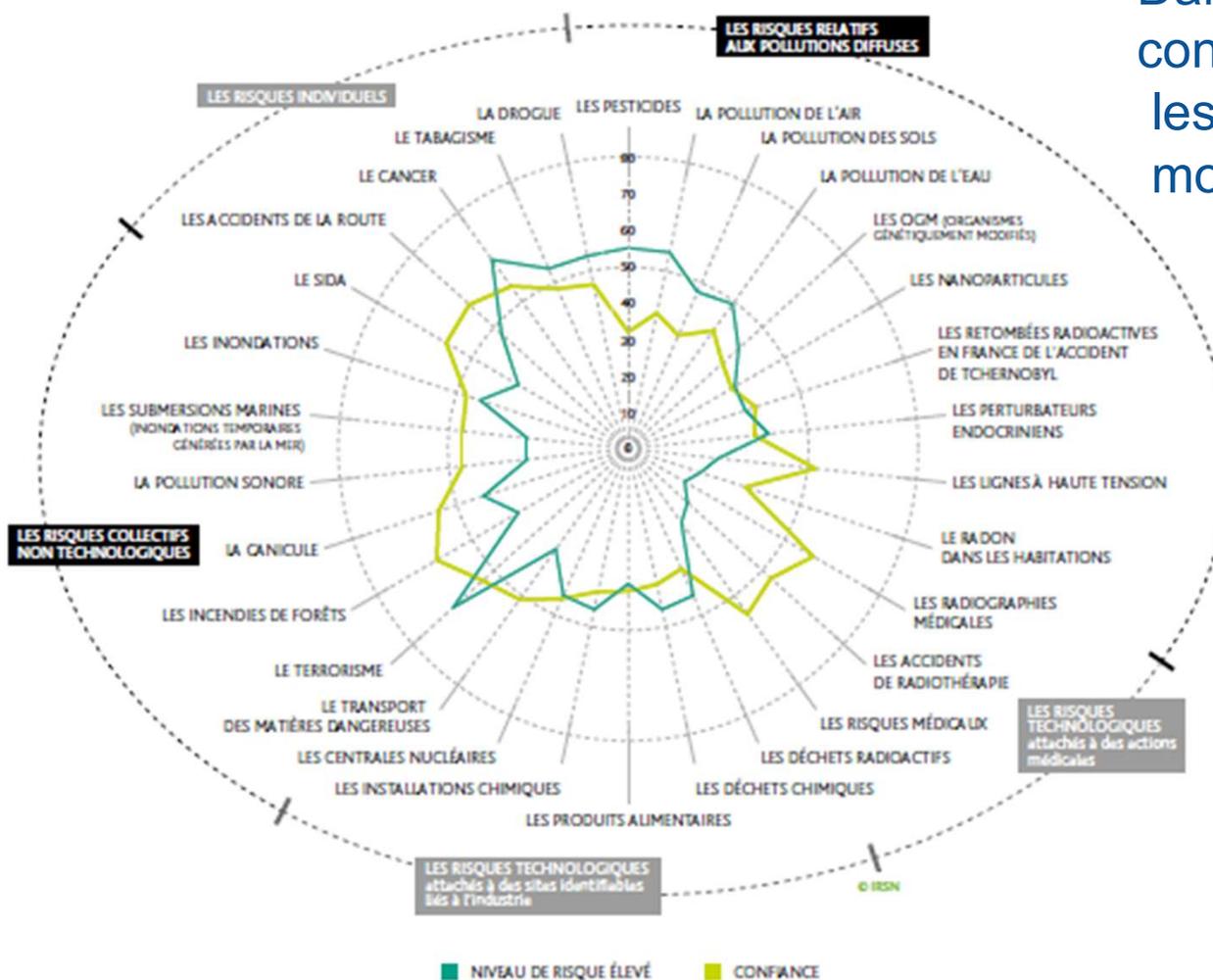


Les éléments du jugement du « public »

Couverture médiatique

NOVEMBRE / DÉCEMBRE
2019

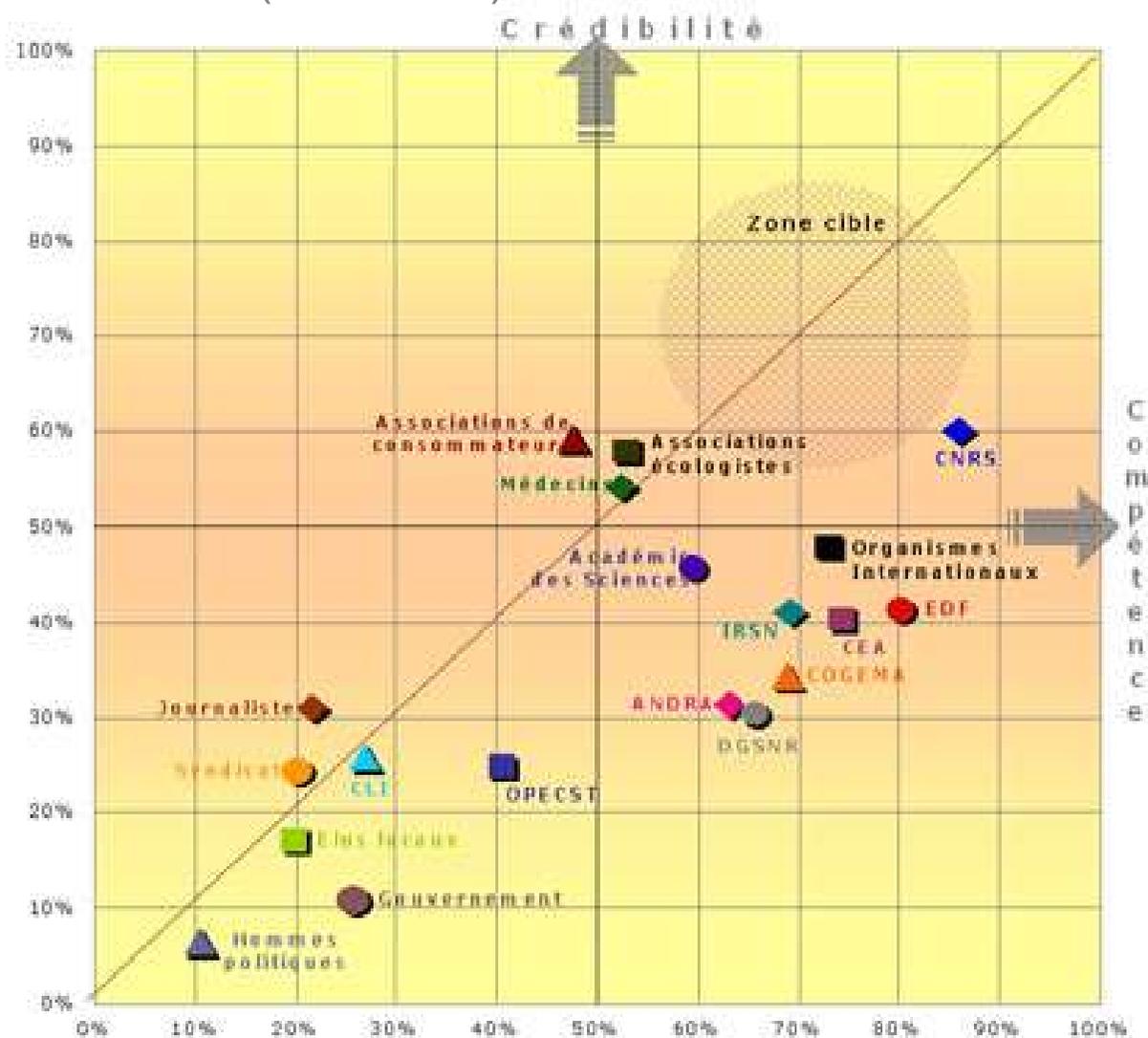
Dans chacun des domaines suivants, considérez-vous que les risques pour les Français en général sont...élevés, moyens, faibles ?



Avez-vous confiance dans les autorités françaises pour leurs actions de protection des personnes dans les domaines suivants ?

Les éléments du jugement du « public »

La position des intervenants (confiance)



Les « experts » sont ils plus « rationnels »

Premier groupe :

- Brancher un appareil électrique près d'un point d'eau (72%)

Deuxième groupe :

- Fumer (57%)
- Vivre à proximité d'un stockage de déchets chimiques (54%)
- Boire de l'alcool pendant la journée (54%)
- Passer souvent des radiographies (52%)
- Travailler en hauteur (51%)

Troisième groupe :

- Utiliser des produits radioactifs (44%)
- Utiliser des produits chimiques (43%)
- Préparer et conditionner des sources radioactives (41%)
- Travailler à proximité d'une usine chimique ou de retraitement du combustible (39%)
- Vivre à proximité d'un centre de stockage de déchets radioactifs (37%)
- Travailler dans une mine d'uranium (36%)

Deux visions à conjuguer ?

Le public

- L'individu comme référence
- Raisonne selon les informations publiques (couverture médiatique)
- Et des « a priori » culturels :
 - Confiance dans les intervenants
 - La peur de l'inconnu?

Les « experts »

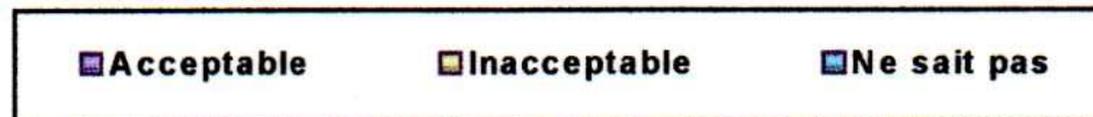
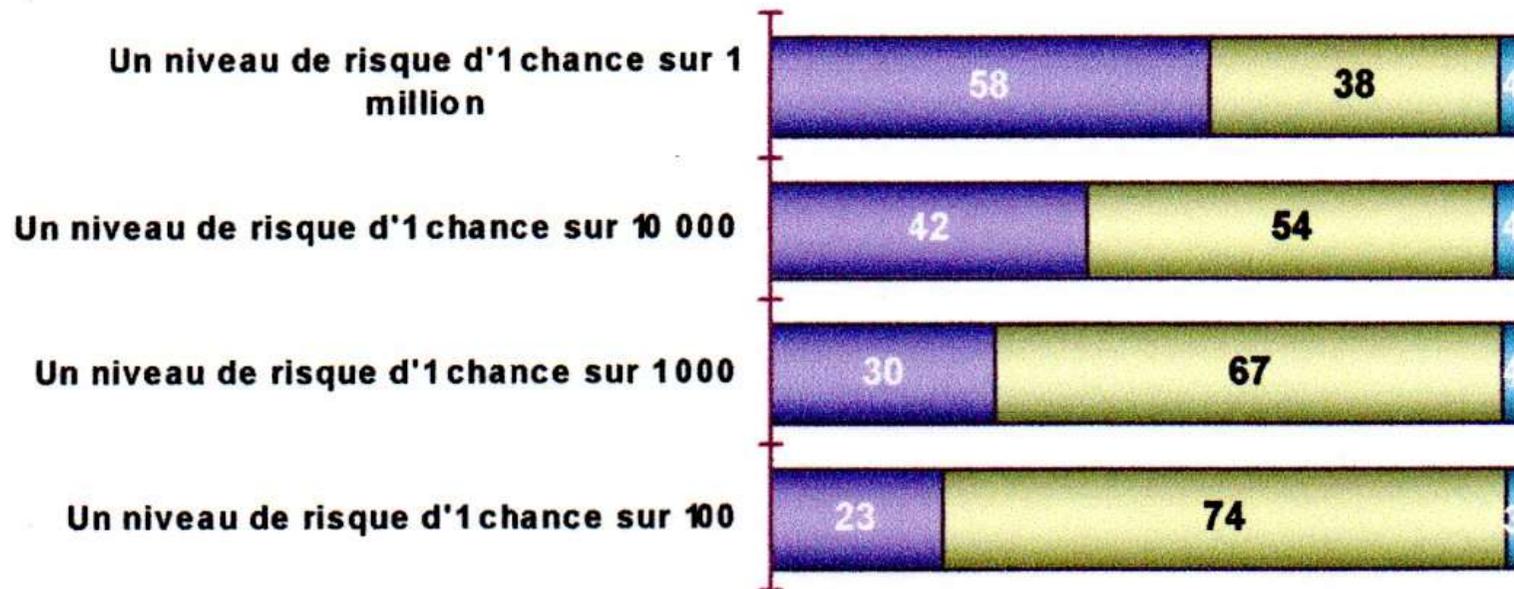
- Sont plus proches des données statistiques et peuvent raisonner sur des populations
- Avec un fort marquage du champ d'expertise (tendance à surestimer la fréquence de faits connus)

⇒ **Arbitrage (des pouvoirs publics parfois) pour définir une « acceptabilité » des risques entre les acteurs (publics, industriels, experts)**

Critères pour le « public »

Consentement individuel

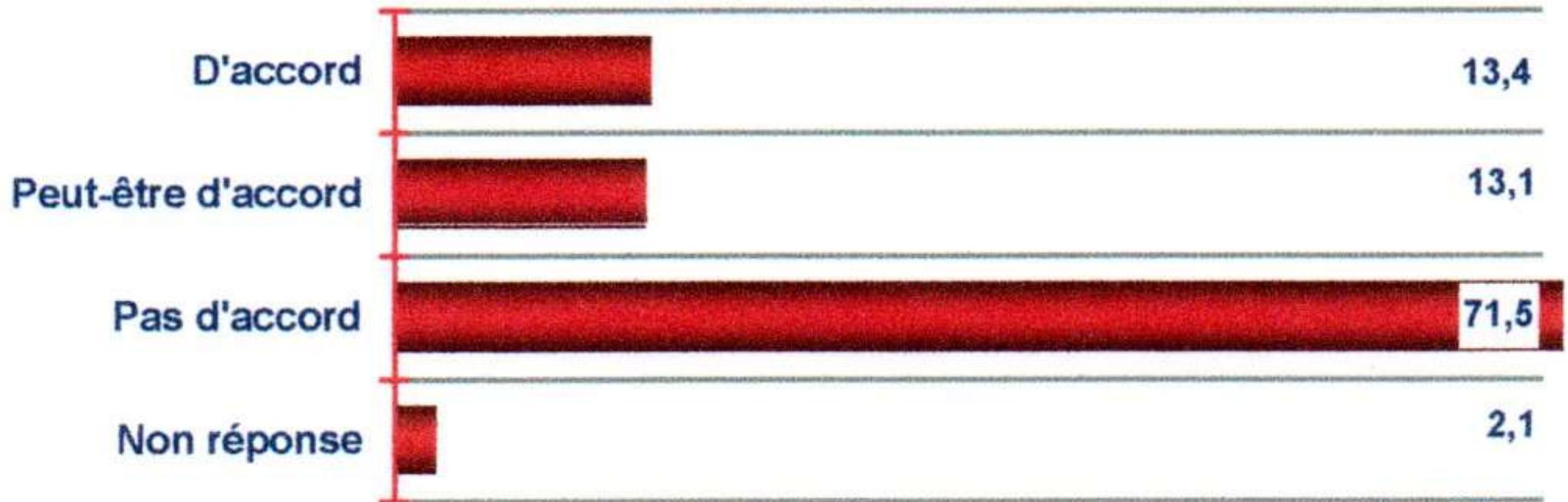
« Imaginez que vous deviez pratiquer une activité dans laquelle vous pouvez avoir un accident mortel dans l'année (ex: conduite automobile). Jugez vous les niveaux de risques suivants acceptables ou inacceptables? »



Critères pour le « public »

Mais avec la ceinture et les bretelles

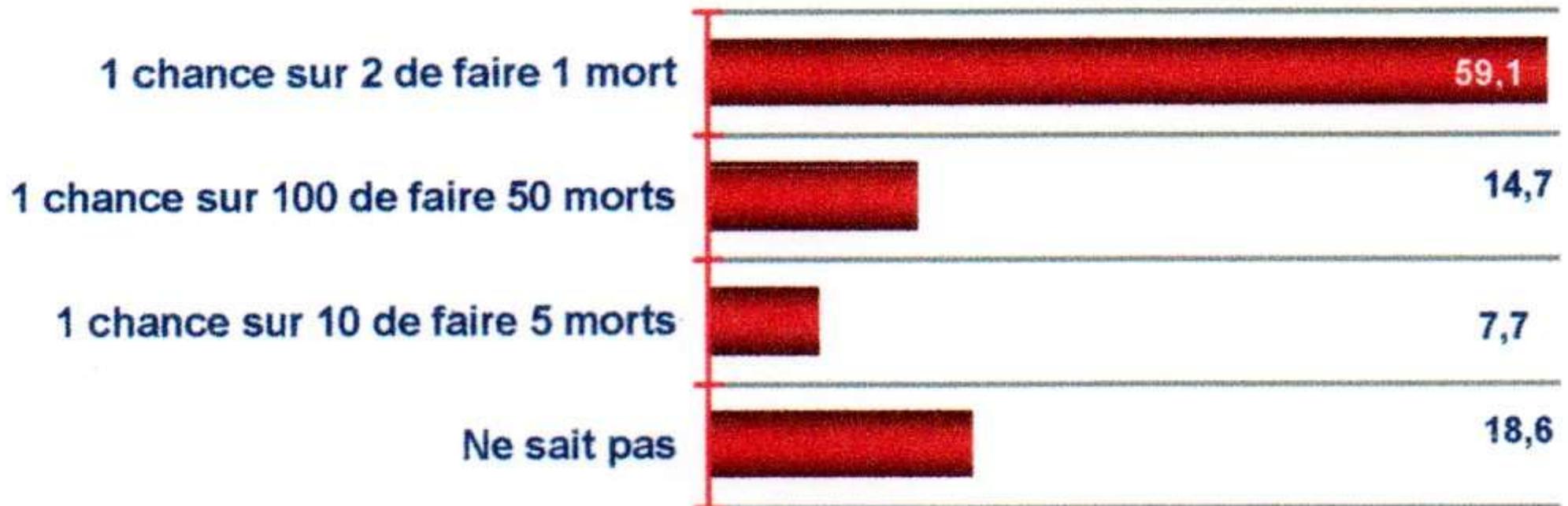
« Il est inutile de s'occuper des accidents qui ont une chance sur un million d'arriver chaque année. »



Critères pour le « public »

Sensibilité au risque individuel plus grande (que pour le collectif)

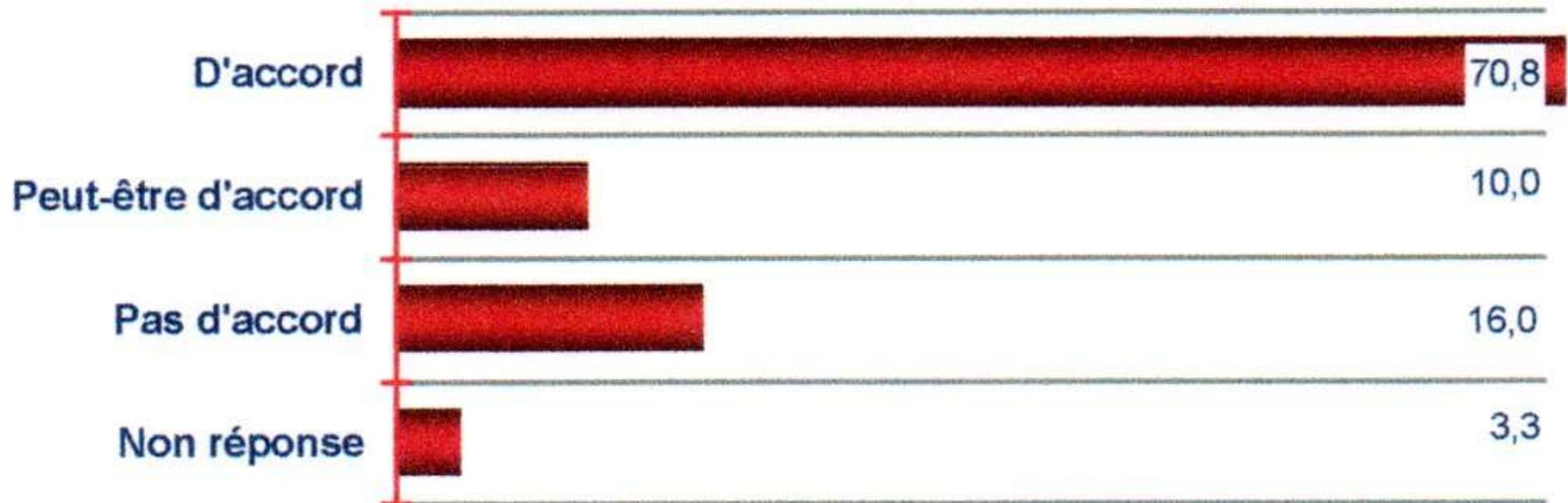
« Si vous deviez prendre des mesures de sécurité, quelle situation traitez vous d'abord ? L'accident ayant : »



Critères pour le « public »

La sécurité à tout prix

« Les considérations économiques ne devraient pas intervenir en matière de sécurité. »



Mise en pratique dans l'entreprise

Position des acteurs

- **Expert:** approche statistique (« scientifique ») précédente
- **Personnel :**
 - Manager=> l'efficience (ALARP)
 - Cadre=> l'erreur de l'opérateur
 - Opérateur=> l'organisation du travail ou les moyens (selon la bonne ou mauvaise intégration)

Expérience et culture

- Plus expérimenté => plus confiant
- Arbitrage effort/ risque (fonction de l'expérience)
- Fatalisme / déni du risque pour s'en protéger

Nécessité d'associer le « risque réel » et le « risque perçu » pour élaborer les règles et les consignes

=> Participation des opérateurs à leur élaboration



Les autorités comme arbitre entre les cultures, le public et le bien commun

Définition de « critères de criticité »

Le risque est une construction

Concilier :

- l'approche du public et celle des experts et plus généralement l'approche des différents partenaires
- l'exigence de sécurité absolue / le coût-opérabilité de la sécurité

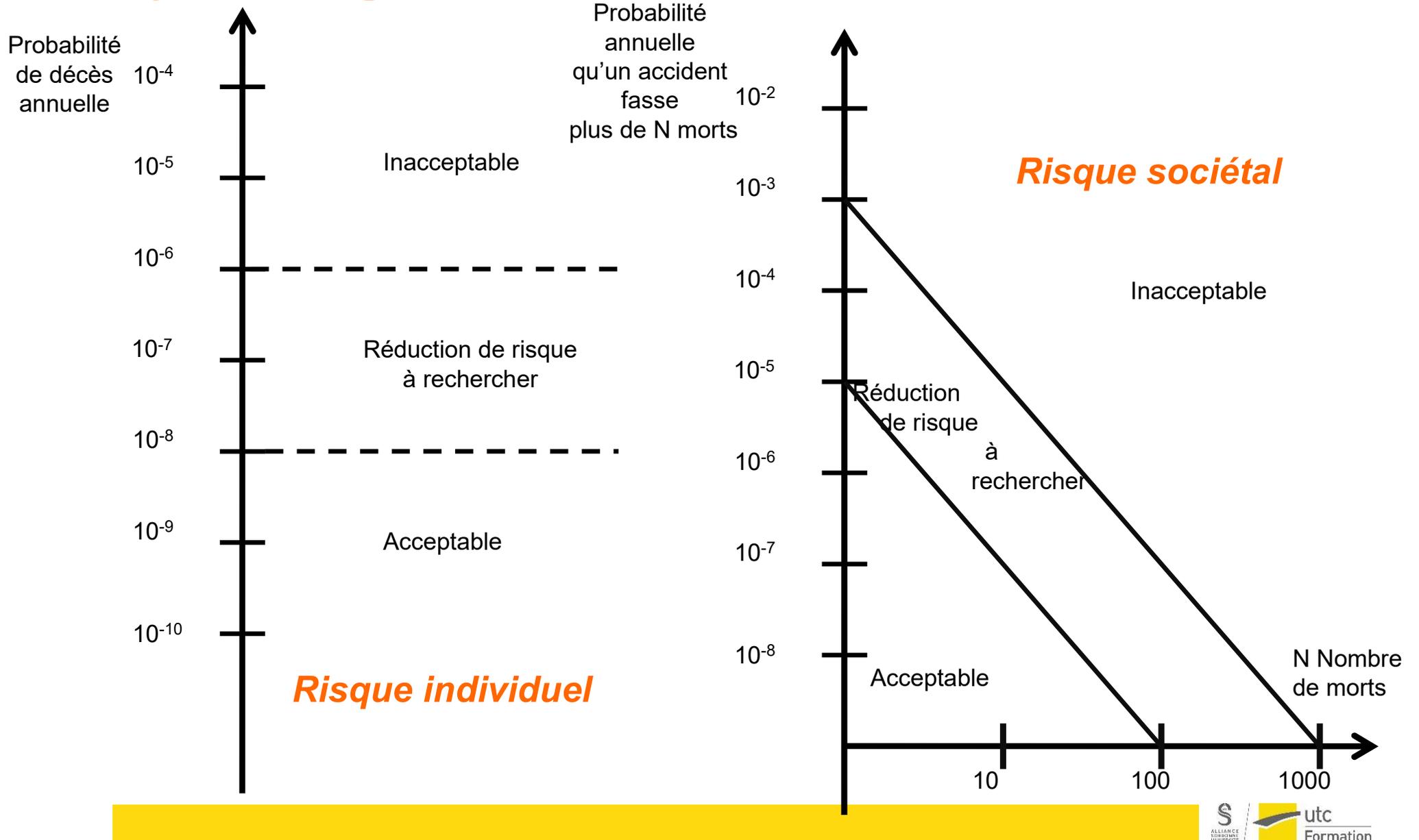
Conséquences :

- Selon la nature et le rôle des partenaires les critères d'acceptabilité peuvent varier
- Les méthodes d'analyse des risques peuvent varier selon :
 - la culture des partenaires
 - les enjeux à protéger

Les éléments pris en compte

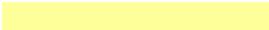
1. Dans la plupart des pays développés le risque est calculé en tenant compte de la fréquence et de la gravité avec des modalités différentes :
 - Méthode quantitative (QRA) pour les pays plutôt anglo saxons (USA, GB, ND,...)
 - Méthode semi quantitative : Fr, B, D,..
2. Les critères individuels et collectifs sont pondérés différemment (cf discussion précédente) mais il semble que « l'étalon » est le risque individuel :
 - $P_{\text{décès}}$ par accident dans la vie courante $10^{-4}/\text{an}$ (et $P_{\text{blessures}}$ au moins 100 fois plus grand)
 - pondéré plus ou moins fortement selon que le risque est subi (voisins $\times 10^{-2}$?) ou accepté (personnel de l'entreprise $\times 10^{-1}$).
3. Le coût des mesures de maîtrise des risques est pris en compte parfois de manière très quantitative (méthode ALARP par exemple)

Pays anglo saxons (ex ND)



En France => risque « industriel »

Gravité sur les personnes	Probabilité d'occurrence des accidents potentiels				
	E	D	C	B	A
V. Désastreux	11, 12, 13, 14,				
IV. Catastrophique					
III. Important	7	1			
II. Sérieux	5, 6, 8, 9, 10,	2, 3			
I. Modéré	4				

 MMR RANG 1

 MMR RANG 2

 NON (sans distinction de rang)

En France => risque « industriel »

Type d'appréciation	Classe de probabilité				
	E	D	C	B	A
Qualitative <i>(les définitions entre guillemets ne sont valables que si le nombre d'installations et le retour d'expérience sont suffisants)</i>	« Évènement possible mais extrêmement peu probable » : <i>n'est pas impossible au vu des connaissances actuelles, mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années -installations.</i>	« Évènement très improbable » : <i>s'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité.</i>	« Évènement improbable » : <i>un évènement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité.</i>	« Évènement probable » : <i>s'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation.</i>	« Évènement courant » : <i>s'est produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation malgré d'éventuelles mesures correctives.</i>
Semi-quantitative	Cette échelle est intermédiaire entre les échelles qualitative et quantitative et permet de tenir compte des mesures de maîtrise des risques mises en place, conformément à l'article 4 du présent arrêté.				
Quantitative <i>(par unité et par an)</i>	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	

En France => risque « industriel »

RELATIVE À L'ÉCHELLE D'APPRÉCIATION DE LA GRAVITÉ
DES CONSÉQUENCES HUMAINES D'UN ACCIDENT À L'EXTÉRIEUR DES INSTALLATIONS

NIVEAU DE GRAVITÉ des conséquences	ZONE DÉLIMITÉE PAR LE SEUIL des effets létaux significatifs	ZONE DÉLIMITÉE PAR LE SEUIL des effets létaux	ZONE DÉLIMITÉE PAR LE SEUIL des effets irréversibles sur la vie humaine
Désastreux.	Plus de 10 personnes exposées (1).	Plus de 100 personnes exposées.	Plus de 1 000 personnes exposées.
Catastrophique.	Moins de 10 personnes exposées.	Entre 10 et 100 personnes.	Entre 100 et 1 000 personnes exposées.
Important.	Au plus 1 personne exposée.	Entre 1 et 10 personnes exposées.	Entre 10 et 100 personnes exposées.
Sérieux.	Aucune personne exposée.	Au plus 1 personne exposée.	Moins de 10 personnes exposées.
Modéré.	Pas de zone de létalité hors de l'établissement		Présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à « une personne ».

En France => risque « professionnel »

COTATION DE LA CRITICITE		
FREQUENCE	GRAVITE	CRITICITE
Quelle est la fréquence d'exposition au risque?	<p>Très grave : Arrêt > 30 jours <i>Ex : Maladie professionnelle avec lésions irréversibles; électrocution, brûlure au 3^{ème} degré, insomnie, suicide, décès</i> 16</p> <p>Grave : Arrêt entre 8 et 30 jours <i>Ex : Entorse immobilisante, fracture immobilisante, maladie professionnelle (soins possibles), électrisation, brûlure au 2^{ème} degré, dépression, spasmophilie, tétanie</i> 8</p> <p>Moyenne : Arrêt < 8 jours <i>Ex : Entorse, fracture, douleur musculaire, brûlure au 1^{er} degré, troubles du sommeil, angoisse, phobie</i> 4</p> <p>Faible : Pas d'arrêt de travail <i>Ex : Coupure, bleu/bosse, fatigue, irritation cutanée, gêne respiratoire, crainte, doute, incertitude, anxiété, nervosité</i> 2</p>	<p>FREQUENCE</p> <p>X</p> <p>GRAVITE</p>
<p>Très fréquente : arrive plusieurs fois dans la journée 16</p> <p>Fréquente : arrive plusieurs fois par semaine ou 1 fois tous les jours 8</p> <p>Occasionnelle : arrive plusieurs fois par mois 4</p> <p>Rare : arrive quelques fois dans l'année 2</p>		

COTATION DU NIVEAU DE RISQUE = croisement du chiffre de la criticité avec le chiffre du niveau de protection

256							
128							
64							
32							
16							
8							
4							
CRITICITE							
	NIVEAU DE PROTECTION	0	1	2	3	4	6

Risque très faible à faible	Risque pouvant être traité à long terme : Ces risques sont considérés comme faibles. Aucune mesure supplémentaire n'est nécessaire autre que celle de s'assurer que les mesures de contrôle demeurent en place.
Risque modéré	Risque à traiter à moyen terme : Les mesures de réduction des risques doivent être mises en œuvre à moyen terme. Il faut s'assurer que ces mesures demeurent en place.
Risque élevé à très élevé	Risque à traiter et à surveiller en priorité : Des mesures visant à réduire le risque doivent être mises en œuvre en priorité. Il faut s'assurer que ces mesures demeurent en place.

En France => risque « professionnel »

Le cas particulier du risque ATEX :

- Conséquences humaines dramatiques le plus souvent:
- Décès ou IP (« très grave ») sans pouvoir y échapper
- Collectif (au-delà de l'opérateur)
- Dégâts sévères aux infrastructures
- Peut dégénérer en risque industriel

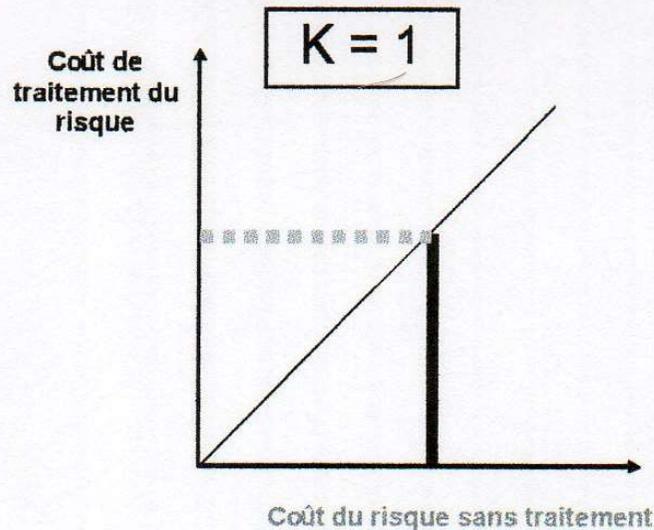
Gravité potentielle + grande d'un facteur 10 (ou plus) avec une « maitrisabilité » par EPI nulle => limiter la probabilité d'explosion :

- Identifier les lieux de présence de l'ATEX et sa probabilité de présence (pour une zone 2 moins de 10h/an soit une **fréquence annuelle de l'ordre de 10^{-3}**)
- Dans ces lieux choisir des matériels de sécurité (en zone 2 : matériels pas capables d'enflammer l'ATEX hors pannes soit une **probabilité de dysfonctionnement dangereux de 10^{-2}**)

Le concept ALARP

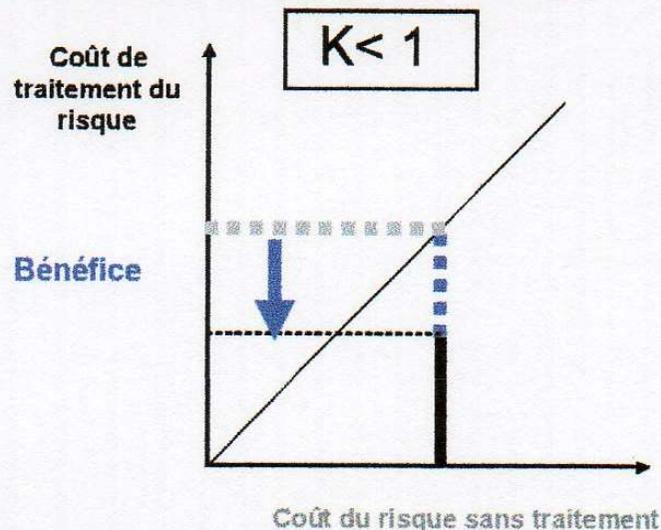
Coût des actions équilibré

Coût de traitement du risque
=
Coût du risque sans traitement



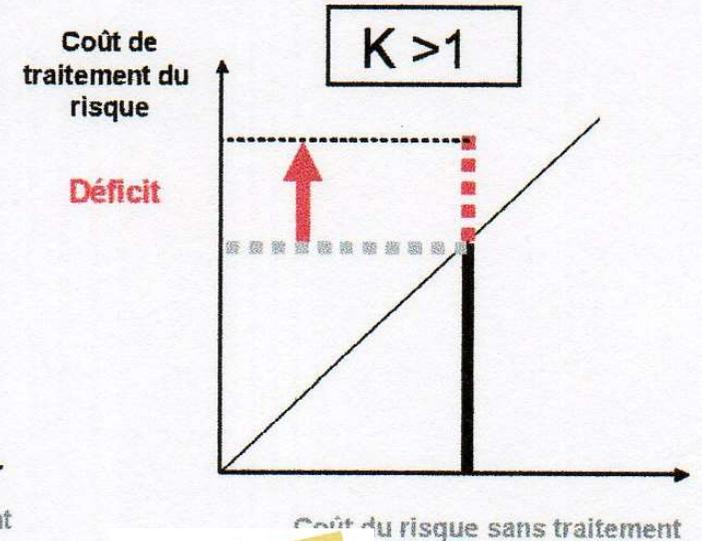
Coût des actions bénéficiaire

Coût de traitement du risque
<
Coût du risque sans traitement



Coût des actions déficitaire

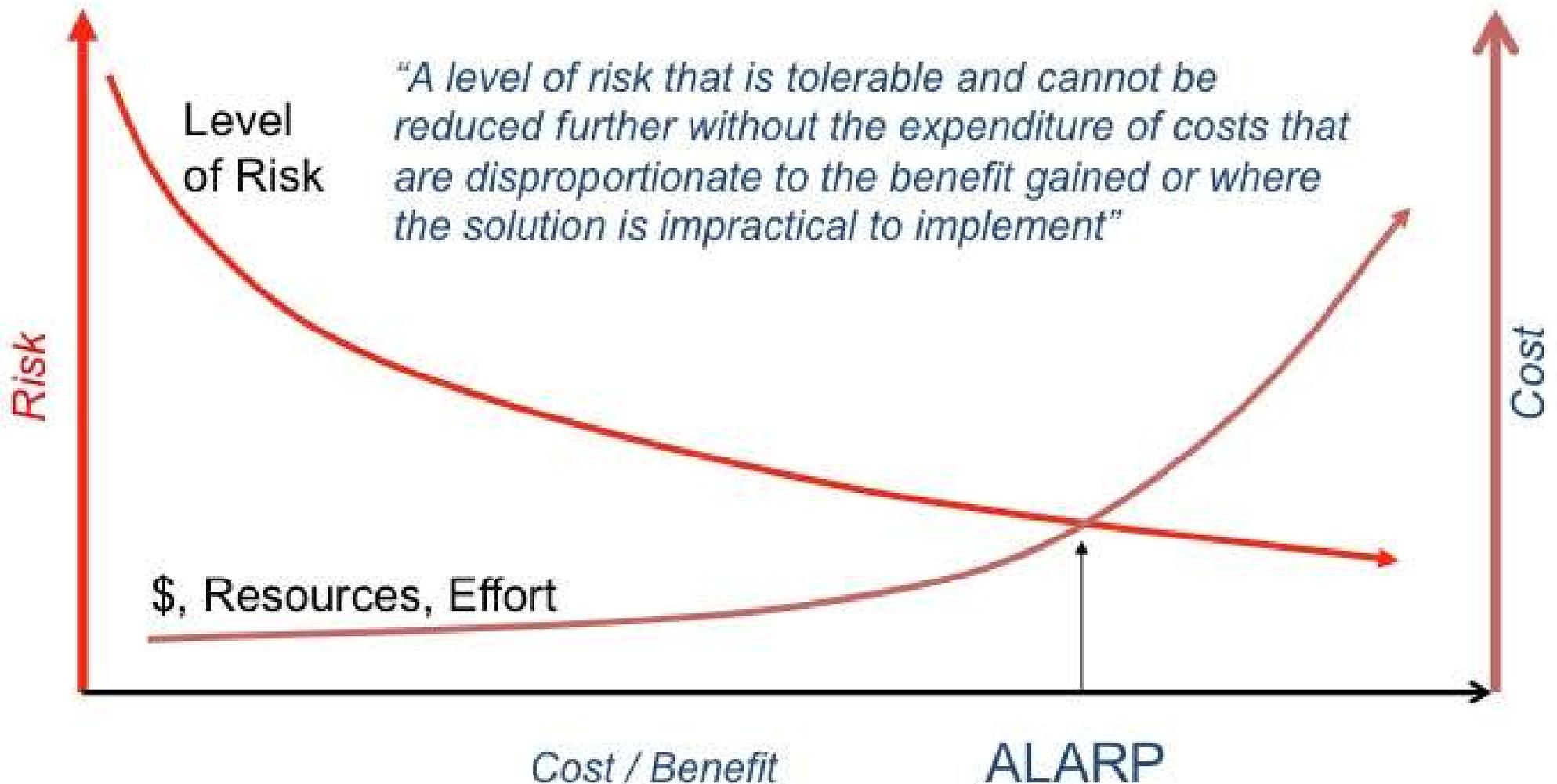
Coût de traitement du risque
>
Coût du risque sans traitement



A retenir ...

Le concept ALARP

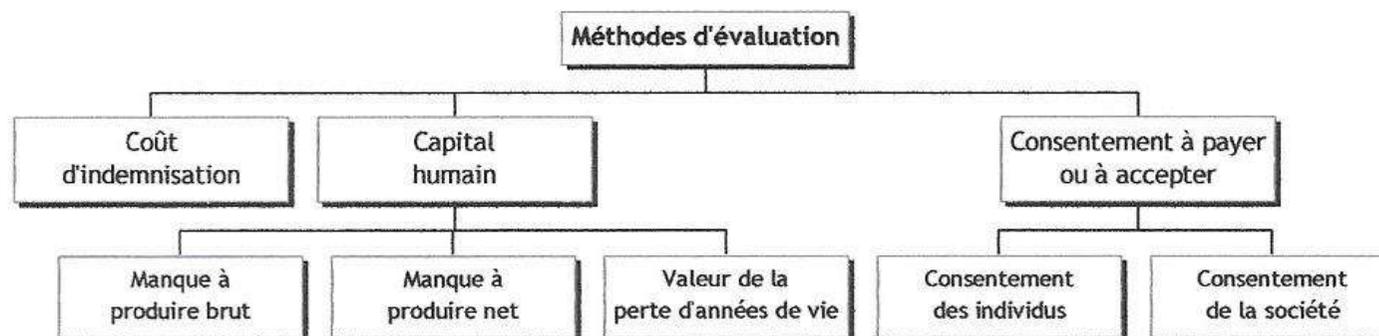
« As Low As Reasonably Practicable »



Le concept ALARP

- Nécessité de chiffrer le coût de la vie humaine...
- 650 k€ (1994) puis 1,5 M€ (2001) puis 3M€ (2013)
- Approches :
 - technocratique
 - indemnitaire (Justice & assurance)

Méthodes d'évaluation des coûts des accidents



Le concept ALARP

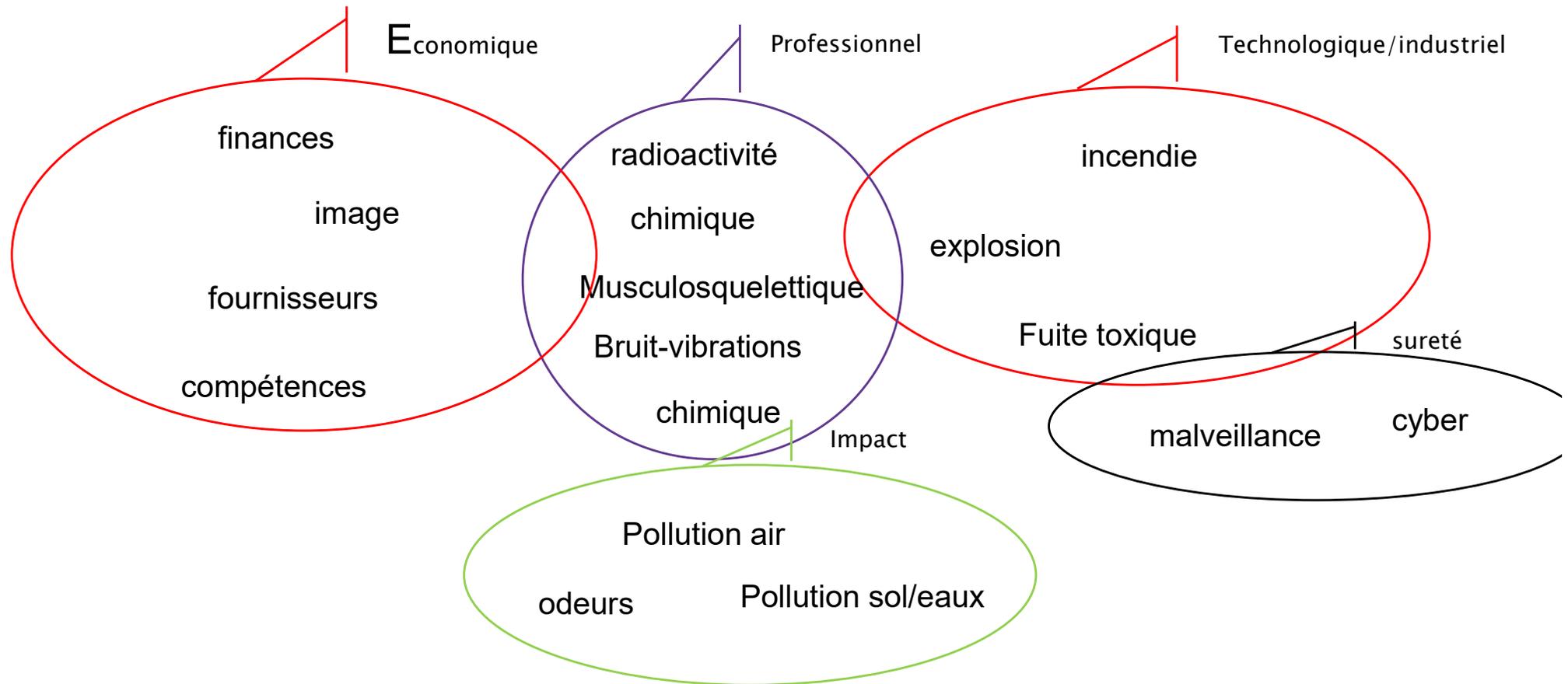
https://www.google.com/search?q=le+concept+ALARP&safe=active&client=firefox-b-e&sca_esv=3b736228b17ed96f&channel=entpr&udm=7&biw=1536&bih=731&ei=pz3ZZ93vIrLUkdUPt4bI0Ag&ved=0ahUKEwid35ioqZOMAxUyaqQEHTdDGYoQ4dUDCBA&uact=5&oq=le+concept+ALARP&gs_lp=EhZnd3Mtd2I6LW1vZGVsZXNzLXZpZGVvIhBsZSBjb25jZXB0IEFMQVJQMgUQIRigATIFECEYoAEyBRAhGJ8FMgUQIRifBTIFECEYnwUyBRAhGJ8FSlooULMFWMMkcAF4AJABAJgBjgGgAfoNqgEEMTAuN7gBA8gBAPgBAZgCEaAC0w3CAgUQABjvBclCCBAAGIAEGKIEwgIIEAAYogQYiQXCAGoQABiABBhDGloFwgIIEAAYgAQYsQMYgwHCAggQABiABBixA8ICDhAAGIAEGLDGIMBGloFwgIFEAAygATCAgcQABiABBgKwgIIEAAYFhgKGB7CAgcQIRigARgKmAMAiAYBkgcDOC45oAezXbIHazcuObgHyQ0&scient=gws-wiz-modeless-video#fpstate=ive&vld=cid:88b876b5,vid:irLmmFWpPpw,st:0



Les choix de méthodes en fonction des « partenaires » et des « enjeux »

C'est-à-dire des publics concernés et
des conséquences potentielles

D'où des « sphères » du risque



Avec des méthodes préférées

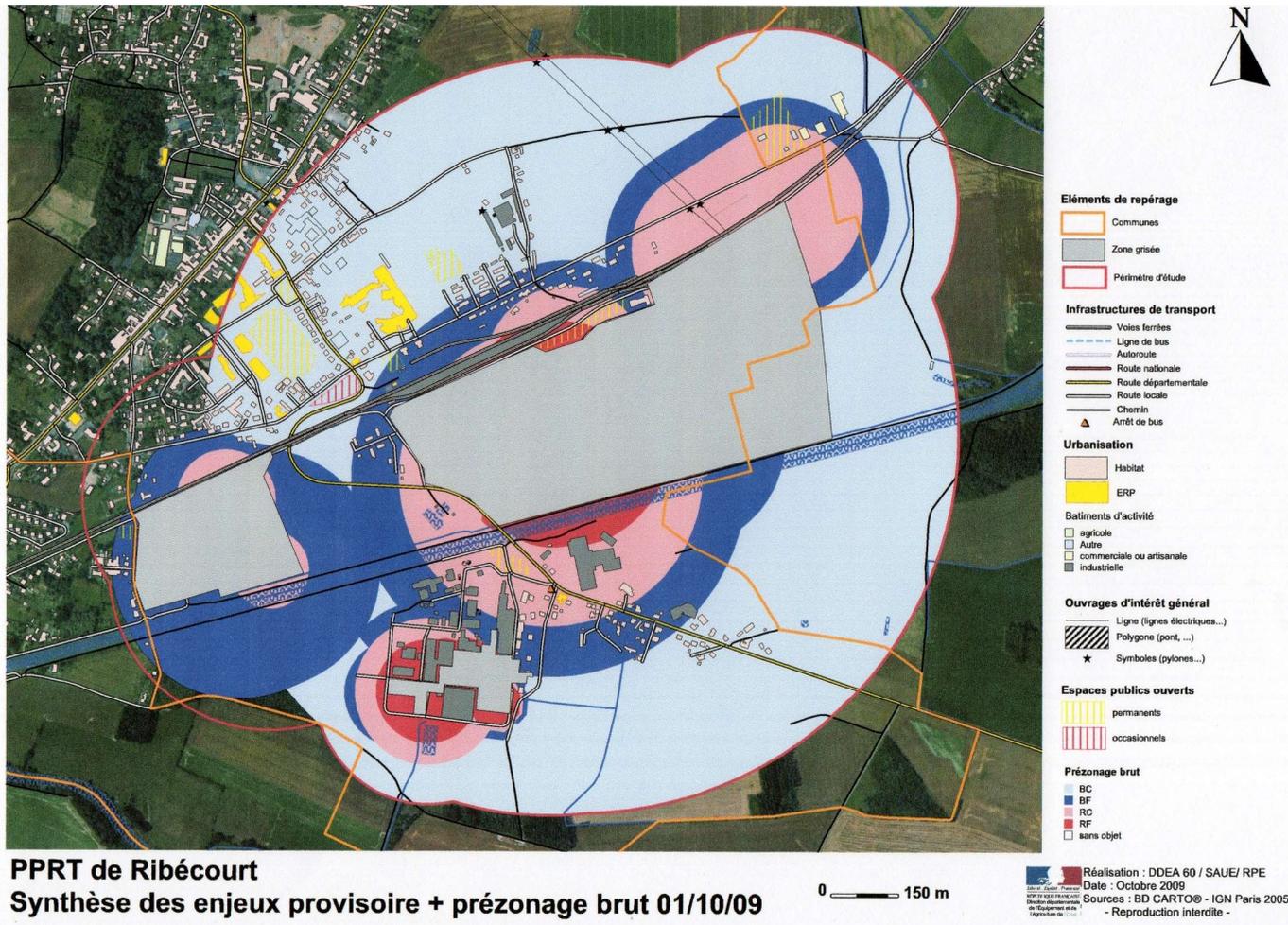
- La « sureté » ➤ Menace + « Résilience »
- Le risque industriel ➤ APR/REX + Études des Risques et des Dangers
- Le risque procédé(/produit) ➤ HAZOP/AMDEC/Arbres + Etude des Risques « procédés
- L'impact environnemental ➤ Cartographie + Evaluation et Remédiation
- Le risque « économique » ➤ Cartographie + Plan de Continuité d'Activité
- Le risque professionnel ➤ APD + Evaluation du Risque Professionnel (EvRP)



Limites de toutes ces méthodes

Formalisme - loi de Murphy– culture ?

APR pour les EDD et les PPRT...



PPRT de Ribécourt
Synthèse des enjeux provisoire + prézonage brut 01/10/09

- Enjeux très forts :
 - Déroulé assez formel
 - *Peu* d'inventivité
 - Données publiées reconnues
 - ...

« Purple book » du TNO

Probabilité générique pour :	Fréquence par an
Fatigue corrosion d'une canalisation fixe de quelques mètres ou d'un réservoir	10^{-4}
Fuite sur vanne, pompe, soupape	10^{-3}
Défaut de branchement installation gaz sous pression	10^{-4}
Erreur de manipulation d'un personnel entraîné	10^{-2}
Erreur sur une procédure unitaire habituelle	10^{-3}

RELATIVE À L'ÉCHELLE D'APPRÉCIATION DE LA GRAVITÉ
DES CONSÉQUENCES HUMAINES D'UN ACCIDENT À L'EXTÉRIEUR DES INSTALLATIONS

NIVEAU DE GRAVITÉ des conséquences	ZONE DÉLIMITÉE PAR LE SEUIL des effets létaux significatifs	ZONE DÉLIMITÉE PAR LE SEUIL des effets létaux	ZONE DÉLIMITÉE PAR LE SEUIL des effets irréversibles sur la vie humaine
Désastreux.	Plus de 10 personnes exposées (1).	Plus de 100 personnes exposées.	Plus de 1 000 personnes exposées.
Catastrophique.	Moins de 10 personnes exposées.	Entre 10 et 100 personnes.	Entre 100 et 1 000 personnes exposées.
Important.	Au plus 1 personne exposée.	Entre 1 et 10 personnes exposées.	Entre 10 et 100 personnes exposées.
Sérieux.	Aucune personne exposée.	Au plus 1 personne exposée.	Moins de 10 personnes exposées.
Modéré.	Pas de zone de létalité hors de l'établissement		Présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à « une personne ».

Echelle de gravité pour PPRT

Grille de criticité

Gravité sur les personnes	Probabilité d'occurrence des accidents potentiels				
	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}
5 : Désastreux	Orange	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
4 : Catastrophique	Jaune	Orange	Rouge	Rouge	Rouge
3 : Important	Jaune	Jaune	Orange	Rouge	Rouge
2 : Sérieux	Vert	Vert	Jaune	Orange	Rouge
1 : Modéré	Vert	Vert	Vert	Vert	Jaune

Satisfaisant
MMR Rang 1
MMR Rang 2
NON

ERC	Evènement initiateur (EI)	Causes	Phénomène dangereux	Fréquence (/an)	Intensité	Barrières	Niveau de confiance (NC)	Estimation nouvelle fréquence	Estimation nouvelle intensité	Estimation nouvelle criticité
ERC 1 Fuite de charbon en feu	Fuite au niveau des parois du réacteur	Choc puissant (10-4) : choc d'un chariot qui réapprovisionnerait en CaCO3 ou charbon ?	Incendie, (effets dominos selon milieu)	1,00E-02	3 voire 4 si effets domino	Choix et entretien d'un sol dénué de combustible autour du réacteur dans un rayon à définir : sol bitumé ou de pierre	3	1,00E-05	2 voire 3 si effet domino	MMR Rang 1
		Malveillance (10-4)				hydrants (bornes incendies) proches à disposition des pompiers (système de protection)	1			
	Fuite au piquage de la sonde de température du réacteur	Problème de conception (10-2) Choc (10-2) Vieillessement (10-4) Mauvaise manipulation (10 ⁻²)								
ERC 2 Sortie de fumées 'riches' en SO ₂	Débit de CaCO3 insuffisant		Vanne CaCO3 fermée (10-3)	Pollution	1,00E-02	2	capteur de SO2 en sortie du réacteur régulant débit de CaCO3 (10-1)	1	1,00E-05	1
		Vanne CaCO3 mal choisie (10-3)	Pluies acides (peu probable de par les débits utilisés)	capteur de niveau du réservoir de CaCO3 commandant l'arrêt d'envoi de charbon (10-1)			1			
		Choc								
		Défaillance de la vis sans fin amenant le CaCO3 (10-3)								
		Vieillessement (10-4)								
Faute de l'opérateur (non-remplissage de CaCO3) (10-3*365=>10-2)	Procédure de vérification et étalonnage des sondes (notamment capteur SO2)	1								
ERC 3 : Fumées en sortie du réacteur trop riches en Nox	Disfonctionnement du système de refroidissement	Serait à étudier séparément (hors de notre périmètre d'étude)	Pollution	1,00E-02	2	Choix d'un traitement en aval des Nox suffisamment efficace même dans ce cas	2	1,00E-04	2	Satisfaisant
ERC 4 Trop d'imbrûlés (fumées riches en CO)	Débit de comburant insuffisant	Fuite sur vanne (10-3)	Pollution importante	1,00E-02	2	Débitmètre à l'alimentation en comburant du réacteur	2	1,00E-06	2	Satisfaisant
		Fuite sur canalisation O2 (10-4)								
		Fuite au piquage du débitmètre (10-3)								
		Défaillance sonde CO régulant débit comburant (10-2)								
		Fuite canalisation recyclage fumées (10-4)								
	Mauvaise répartition de O2 ou charbon dans le réacteur	Mauvais dimensionnement (10-2) Encrassement de la grille du lit (10-2)				Maintenance de la grille	2			

TROP formalisée ? =>

Des méthodes
« normalisées » :

- plus précises sur le « calcul » du risque
- peu opérantes pour l'identification des risques

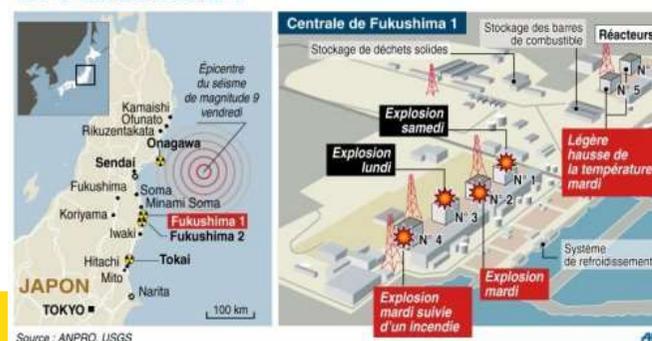


« L'impensable était possible »

« Les contrôleurs ont vérifié la conformité sur le plan réglementaire, et tout était correct. »



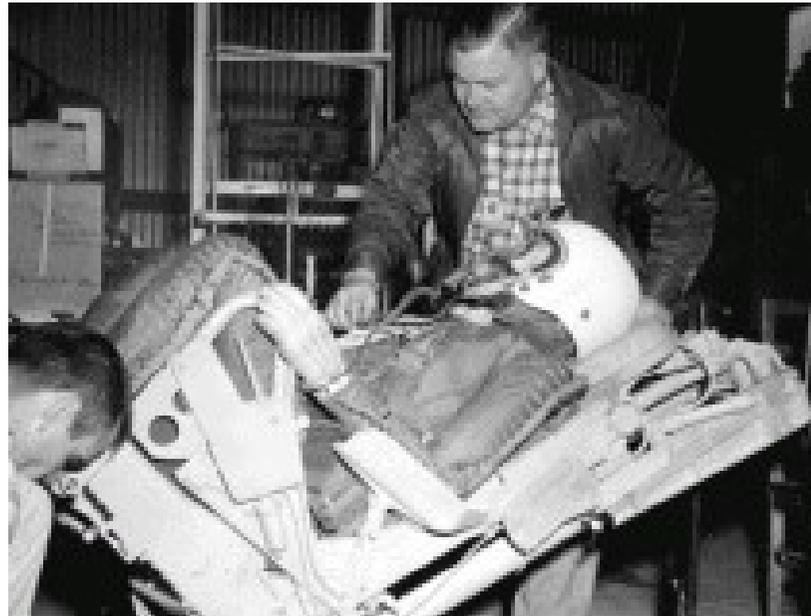
Nouvelles explosions à la centrale nucléaire de Fukushima 1



« C'est hors dimensionnement »
ou c'est la « loi de Murphy »

Lois de Murphy ?

1-Tout ce qui peut aller mal, ira mal



2-« S'il y a plus d'une façon de faire quelque chose, et que l'une d'elles conduit à un désastre, alors il y aura quelqu'un pour le faire de cette façon. »

Faut-il et peut-on y faire qqchose?

Méthodes de plus en plus formelles (Hazop quantifiée, APR générique,...)

Pour autant

Nouvelles technologies doublement exposées

- Potentialité de nouveaux risques
- Acceptabilité non établie



Construction de notre savoir :



Contre-exemple : « la dinde inductiviste »



Bertrand Russell « Problème de la philosophie »

Induire une loi de multiples observations

(« je suis nourrie tous les jours à 9 h »)

Et la tenir pour établie

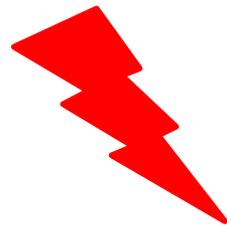
(« je serai nourrie tous les jours à 9 h »)

Expose à de graves déconvenues

(la veille de Noël !)

Pour éviter cela : le challenge

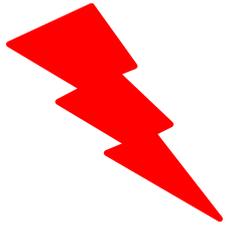
Fait contradictoire

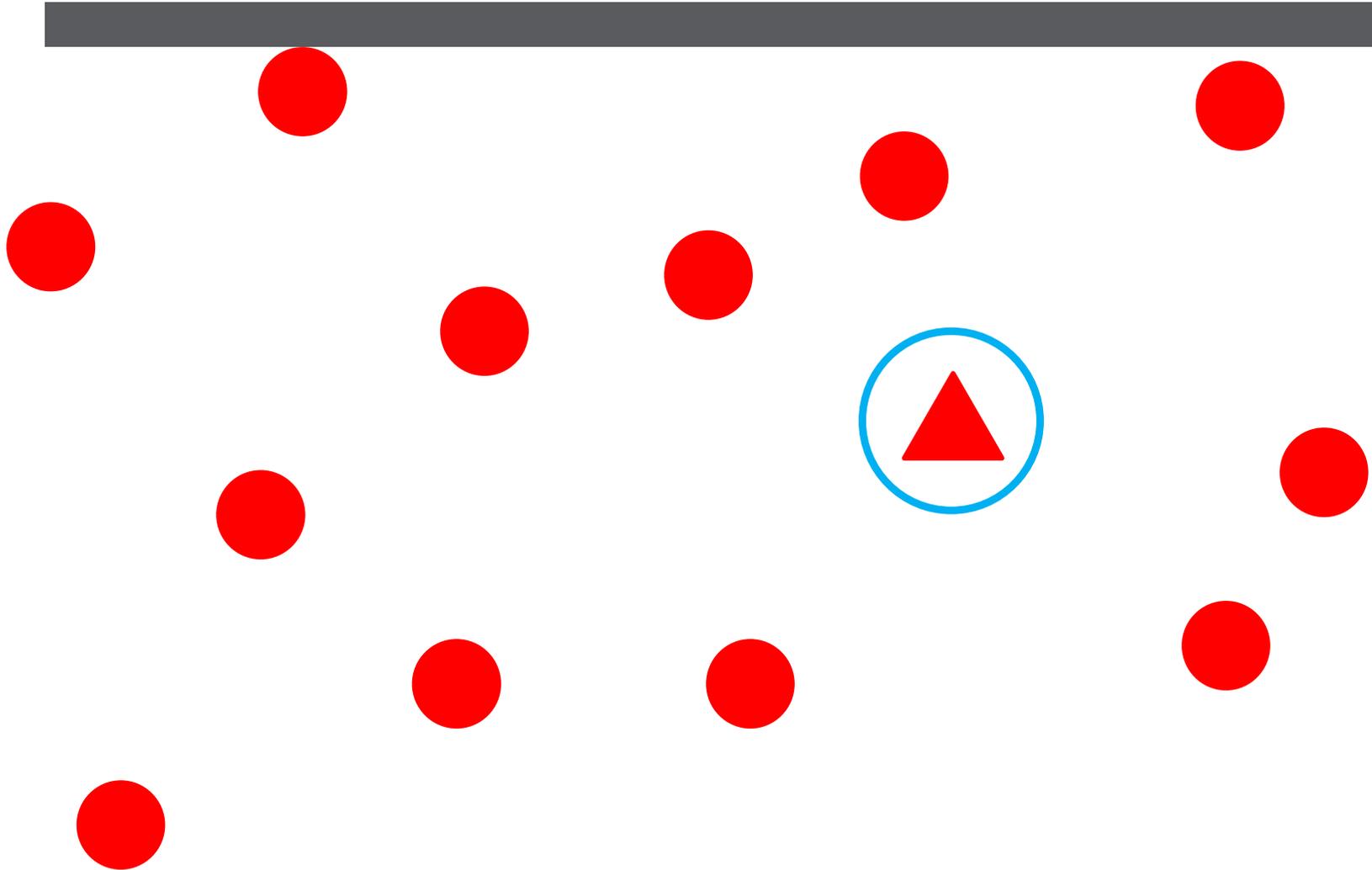


« falsificationisme » de Karl Popper
contexte de découverte vs contexte de justification »

L'Abduction de Charles S. Peirce

Fait surprenant

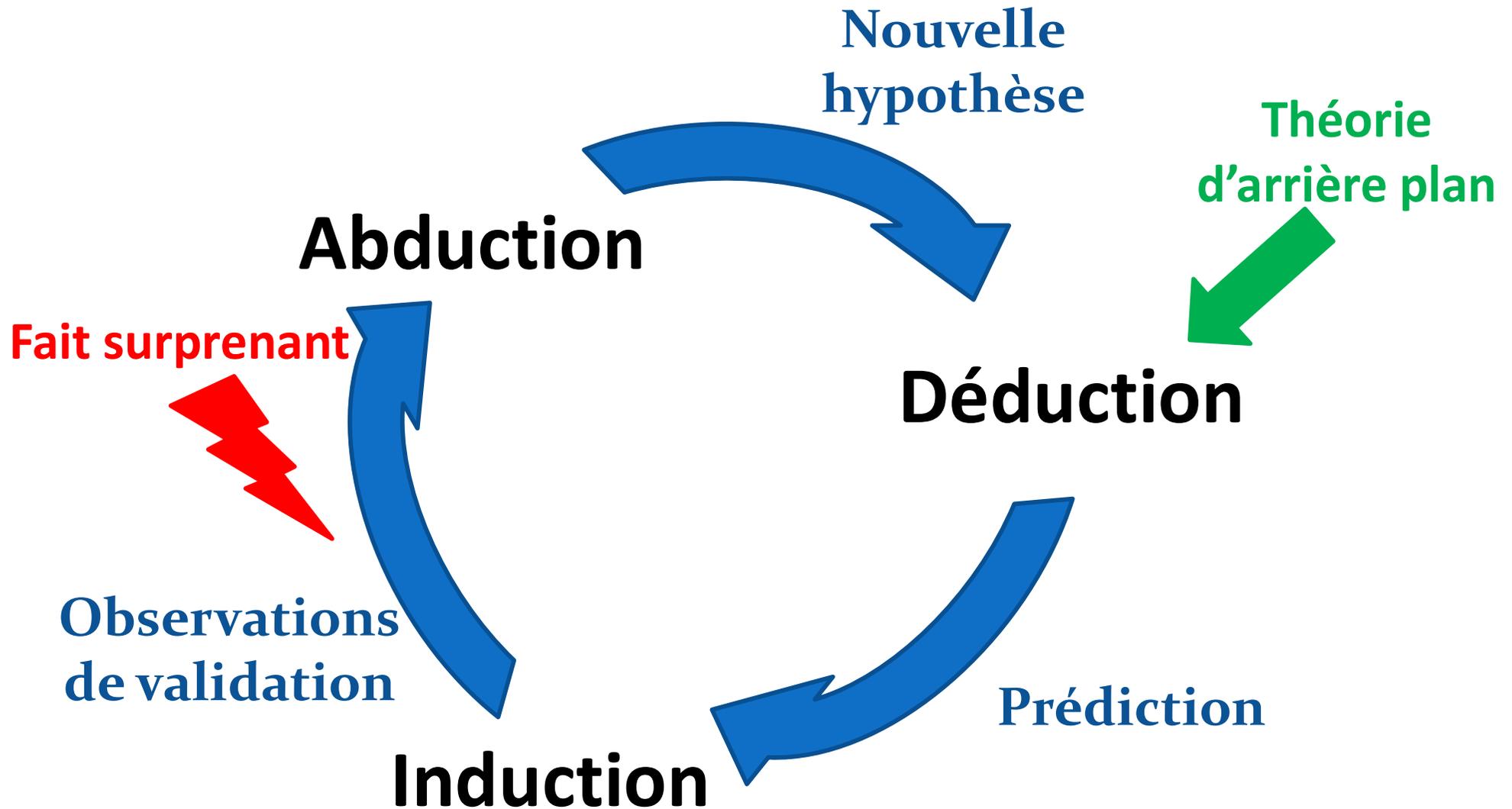




Induction : « tous les points sont rouges »

**Abduction : pointer une singularité et bâtir
une hypothèse explicative**

L'horlogerie de la découverte...



...mais pas que : Le paradigme de l'indice (Carlo Ginzburg)

- Giovanni Morelli, Sherlock Holmes, Sigmund Freud
 - Le détail, le déchet qui révèle une réalité profonde
 - Le diagnostic médical sur la base du symptôme
- L'art cynégétique du chasseur
 - La construction du récit sur des traces
 - La **sérendipité**

Abduction – Sérendipité - Imagination

- **Abduction** : émettre une hypothèse explicative plausible à un événement surprenant
- **Sérendipité** : faire une découverte sans l'avoir cherchée (mais en faisant preuve de sagacité : mettre en cohérence différentes observations)
- **L'imagination** : « Elle décompose toute la création, et, avec les matériaux amassés et disposés suivant des règles dont on ne peut trouver l'origine que dans le plus profond de l'âme, elle crée un monde nouveau, elle produit la sensation du neuf. »

=> Imaginer un réel (passé ou futur) auquel on n'avait jusque là pas accès

Baudelaire « Salon de 1859 »

Exemples : le roman policier

Les plans de Bruce-Partigton :

- Un cadavre vidé de son sang au bord de la voie
- Pas de trace de sang dans les wagons
- Pas de ticket dans ses poches
- Un aiguillage



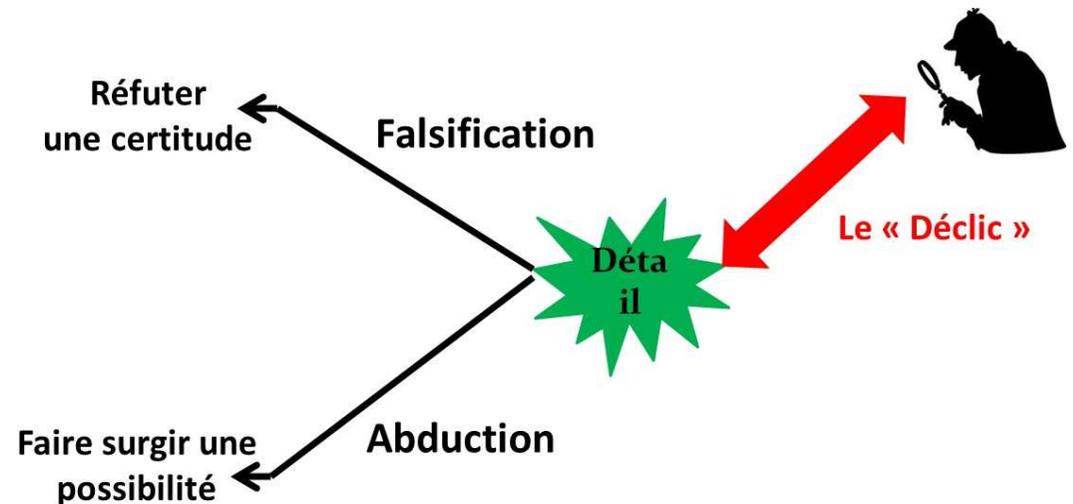
La méthode de Sherlock Holmes

- des observations minutieuses ,
- un savoir hétéroclite mais bien structuré (coupures d'articles judicieusement classées, études monographiques sur les cendres des cigares, la forme des oreilles,.....)
- sans jamais s'enfermer dans une théorie préétablie

Le moment venu, une information surprenante va tout cristalliser permettant de résoudre l'énigme.

S. Holmes modèle pour les experts

- Connaissances organisées et stockées en mémoire sous forme abstraite et allégée
- Capacité à établir des comparaisons avec de nouvelles observations (=> détecter les incongruités)
- Guider les recherches nécessaires pour aboutir à une compréhension globale



Et pour vous ?

- Une attitude « critique », ne pas se contenter :
 - d'une simple répétition du passé
 - d'une simple extrapolation du passé
- Lutter contre la « facilité », éviter :
 - le cloisonnement,
 - la réduction du réel à quelques critères
- Être « aux aguets », être attentif :
 - aux anomalies, aux signaux faibles,
 - au contexte (et aux changements de contexte)

Ne pas hésiter à prendre des éléments du passé pour les recomposer et bâtir un nouveau scénario

Exemple

Explosion d'ammonitrates hors norme :

- La doxa : un ammonitrate contaminé par des matières organiques, un confinement, une énergie d'initiation importante
- 2 accidents de camions conduisant à des incendies importants provoquant une explosion (AN fond à 170° C, à 260° C sensibilité de la nitroglycérine !)
Phénomène d'auto confinement ?

Abduction => Procédures d'usages modifiées



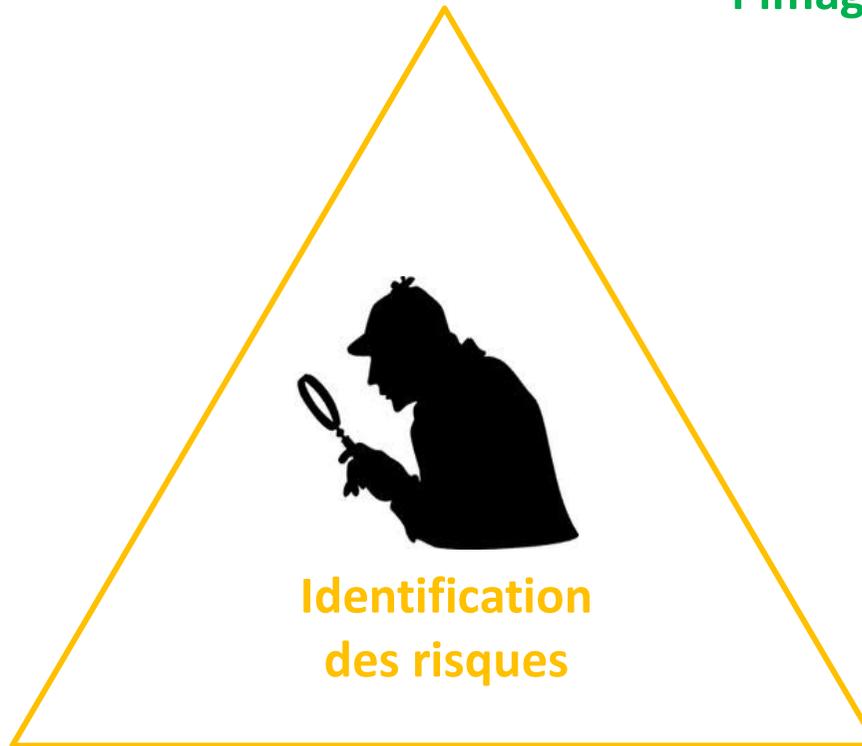
Conclusion

La maîtrise des risques ne se limite pas à la mise en œuvre de méthodes et de procédures, au respect de normes.

Il faut être curieux, attentif et imaginatif

Méthodes

- Structurée => recherche systématique
- **Souple** => solliciter l'imagination



**Attention
au détail**

**« Grenier
cérébral »**

- Réfuter une certitude
- Entrevoir un autre possible

- Rangé => on trouve ce que l'on cherche
- **Fluide** => analogie, sérendipité