

« Les critères d'acceptabilité en
sécurité et sûreté des structures »

Spécification des objectifs de fiabilité

Alaa Chateauneuf

Professeur à l'Université Blaise Pascal
Institut Pascal, Polytech Clermont-Ferrand



**Gare
Montparnasse,
22/10/1895
Photo Viollet**



Sommaire

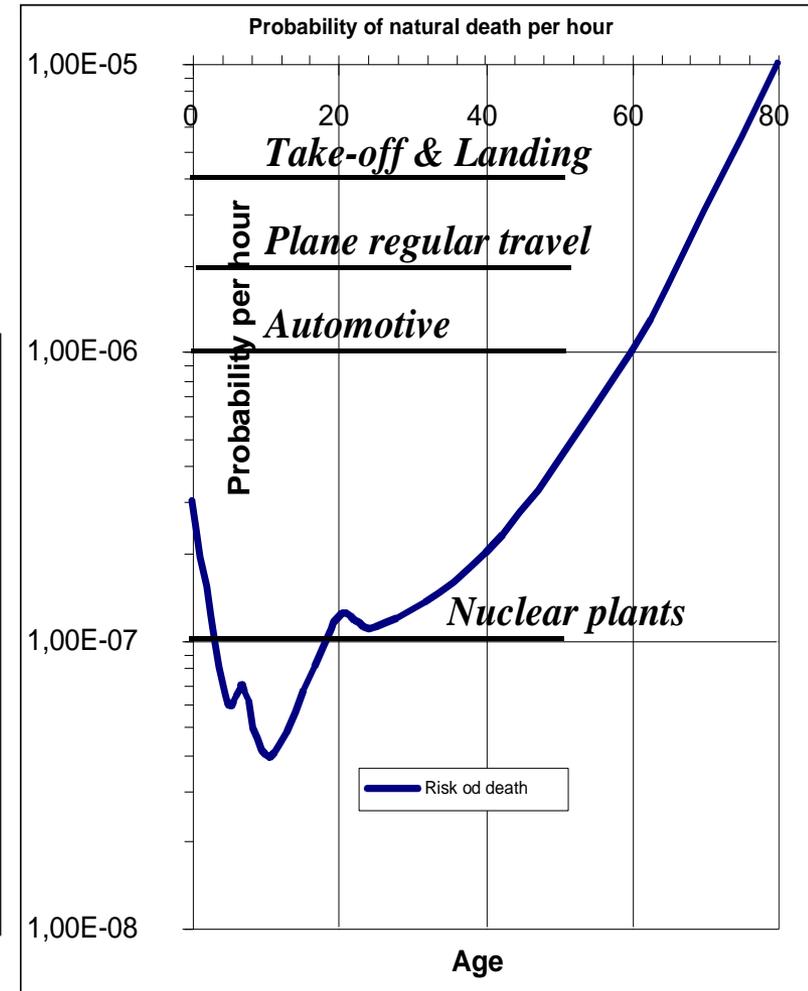
- **Acceptabilité du risque**
- **Fiabilité cible**
- **Structures existantes**
- **Structures nouvelles**
- **Conclusion**

Acceptabilité du risque

Risque \equiv (Probabilité ; Conséquences)

Selected risks in society

Activity	Approximate death rate ($\times 10^9$ deaths/hour exposure)	Typical exposure (h/year)	Typical risk of death ($\times 10^6$ /year rounded)
Alpine climbing	30000-40000	50	1500-2000
Boating	1500	80	120
Swimming	3500	50	170
Cigarette smoking	2500	400	1000
Air travel	1200	20	24
Car travel	700	300	200
Construction work	70-200	2200	150-440
Manufacturing	20	2000	40
Building fires	1-3	8000	8-24
Structural failures	0.02	6000	0.1



Facteurs influant sur l'objectif

- **Exhaustivité de la description** du système et de son environnement: **TOUS les aléas, scénarios, conséquences et phases du système.**
- **Type de l'approche** : composant ou système, période de référence
- **Cadre de spécification** : systèmes nouveaux ou existants
- **Niveau de modélisation des incertitudes** : Qualitative, SRA ou QRA
- **Nature de la défaillance** : instantanée, progressive, conditionnelle, réversible,
- **Types de conséquences** : matérielles, humaines, médiatiques, ponctuelles, durables, etc.
- **Efforts nécessaires pour la réduction du risque**
- **Respect du principe de précaution**

1- Méthodes implicites

Principe : comparaison aux codes et règlements existants ou étude des structures actuelles considérées acceptables (Normes ISO).

Génie Civil et offshore : le niveau cible est déterminé par le niveau implicite de sécurité en conception (fiabilité intrinsèques des anciens règlements).

Aéronautique et ferroviaire : recensement des fréquences de défaillance pour chaque scénario (fiabilité opérationnelle).

Evolution du règlement : des distributions probabilistes standardisées sont à utiliser pour garantir l'équivalence.

Exemples :

Génie Civil : 10^{-4}

API (offshore) : 4×10^{-4}

Structures Marines (navires) : 8×10^{-4} à 1.3×10^{-4}

2- Jugement d'experts sur l'acceptabilité du risque

Principe : acceptabilité du risque à travers l'expérience liée aux niveaux acceptables des taux de mortalité, des dommages à l'environnement et des pertes économiques

Probabilité	Attitude de la société
10^{-3}	Inacceptable pour la société
10^{-4}	Dépense publique pour réduire le risque
10^{-5}	Reconnu mais considéré rare
10^{-6}	Insignifiant pour la majorité des gens

Exemple : $P_f \leq 0,01 N^{-2} / an$

ALARP : $10^{-5} - 10^{-4} / an$.
« Aussi faible que raisonnablement possible »

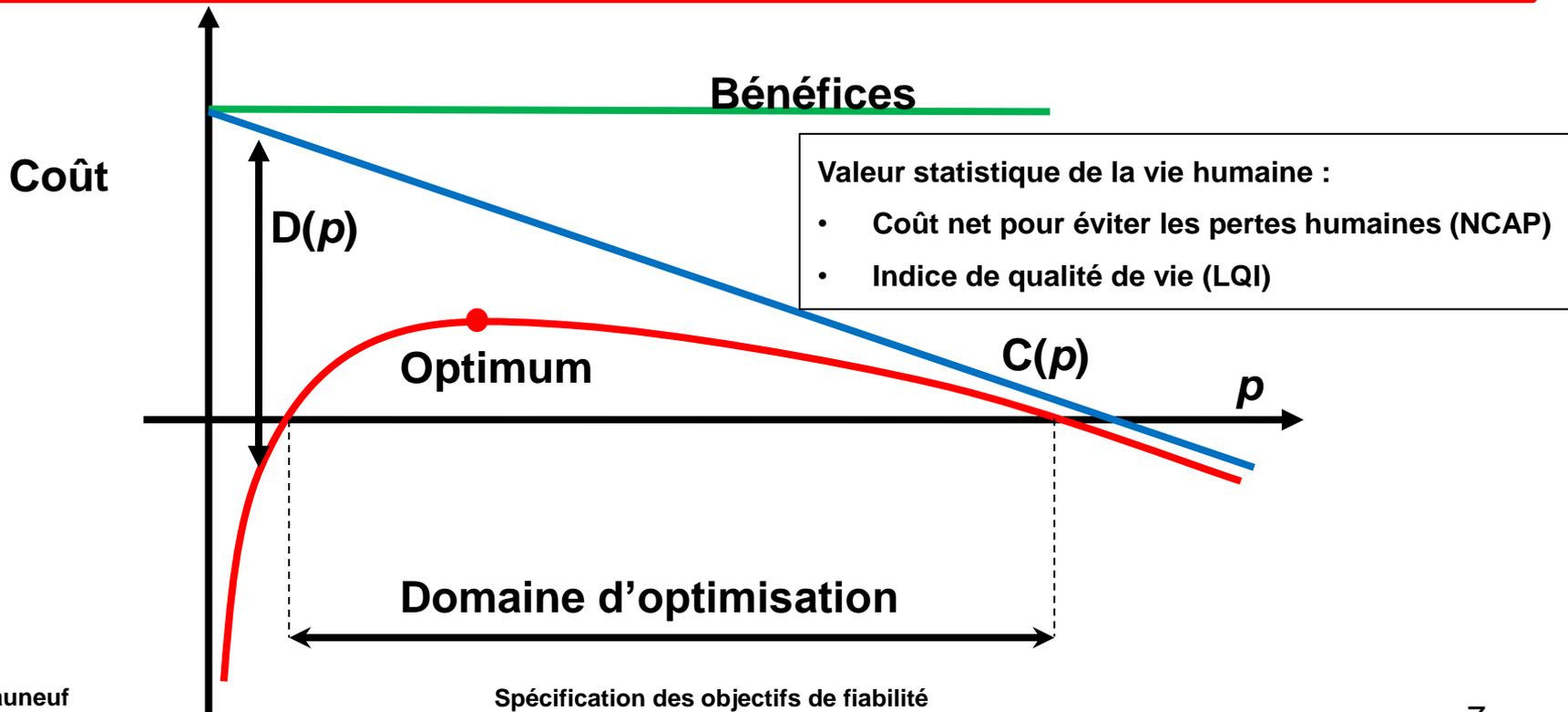
Risque de base : $10^{-4} / an$
« La grandeur du risque de décès qu'il est impossible d'éviter au cours de la vie dans notre société »

Recommandations ISO, JCSS, CSA

Optimisation de l'utilité

Principe : maximisation de l'utilité du système par la considération de l'ensemble des coûts engagés.

$$[Gain] = [Bénéfices] - [Coût initial] - [Coût de maintenance] - [Coût de défaillance]$$



Structures existantes

Les **méthodes implicites** ou par **jugement d'experts** semblent appropriées.

Il faut prendre en compte :

- la durée de vie **restante** pour fixer l'objectif
- les mécanismes de **dégradation** mis en jeu
- le niveau de connaissance de **l'état réel**

Nouveaux systèmes

Le challenge est particulièrement important lorsqu'il s'agit d'un nouveau concept ou d'une nouvelle disposition de la structure, puisqu'il n'y pas de référence pour la calibration.

Le choix de l'objectif de fiabilité peut se faire par :

1. **Acceptation** d'une valeur raisonnable pour les nouveaux systèmes, sans a priori historique
2. **Calibration** des niveaux de fiabilité dans les règlements actuels pour des systèmes similaires.
3. Pour les systèmes où la défaillance engendre des pertes économiques seulement, choix de l'objectif par **optimisation du coût total** sur la durée de vie.

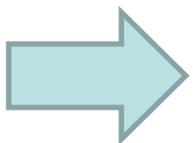
Situations critiques mais courantes

- **Événements rares/ Conséquences catastrophiques**
 - Invalidité de la loi des grands nombres
 - Situation de « fin de jeu »
 - Pertes de vie individuelles ou collectives
- **Événements fréquents/ Coûts indirects**
 - Pertes non monétaires (pollution, image de marque,..)
 - Effets d'amplification
 - Pondération de la probabilité (Paradoxe d'Allais)

Conclusion

Etant donné la sensibilité au choix du modèle, les méthodes adoptées ne peuvent pas être choisies indépendamment des modèles de fiabilité utilisés dans l'analyse du système.

Lorsque la défaillance implique des pertes en vies humaines, l'objectif de fiabilité ne doit pas être confié aux pratiques individuelles de l'ingénieur pour définir le processus de décision.



Besoin d'une approche robuste/multicritère

Références

- [1] ESReDA, “SRA into SRA” – Structural Reliability Analyses into System Risk Assessment », Editor: Ardillon E., DNV, 2009.
- [2] Skjong, R., Ronold, K.O. Societal Indicators And Risk Acceptance, 1488, Proc. 17th Int. Conference on Offshore Mechanic and Artic Engineering, ASME, 1998.
- [3] Rackwitz R. Optimization and risk acceptability based on the Life Quality Index. Structural Safety, 24, pp. 297–331, 2002