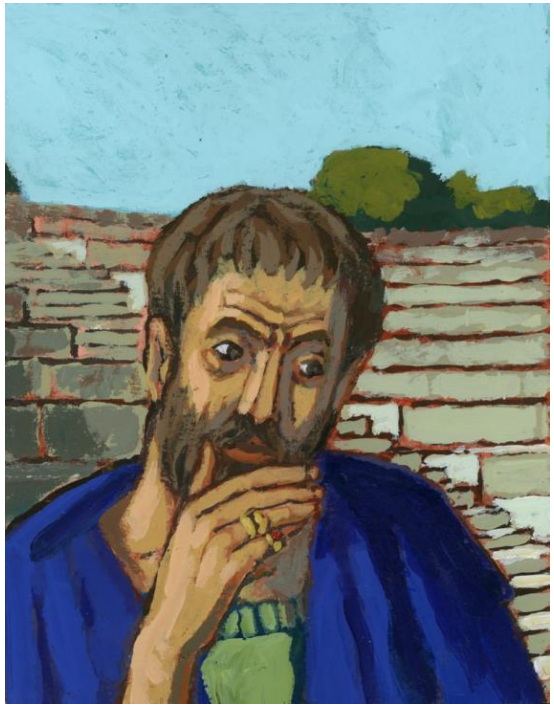
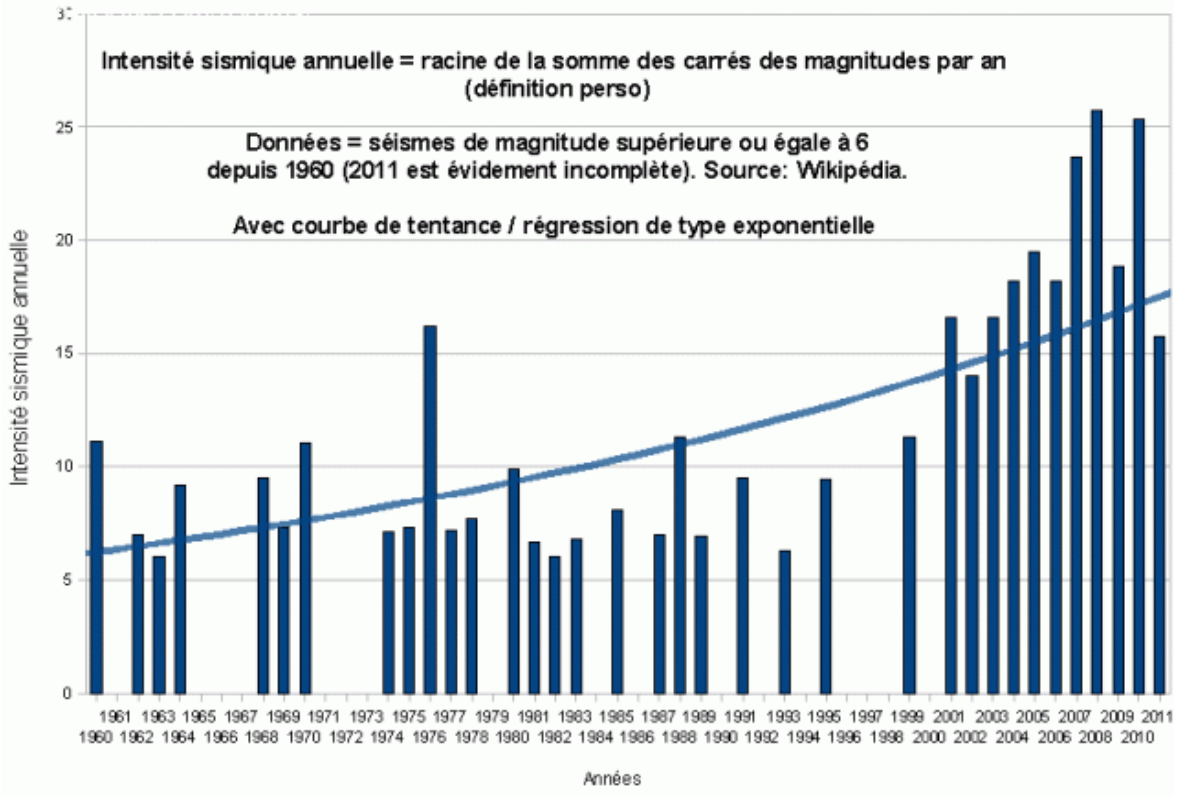
Regards croisés sur le risque sismique

Michel Juffé & Eric Chojnacki

Aristote -384 -322



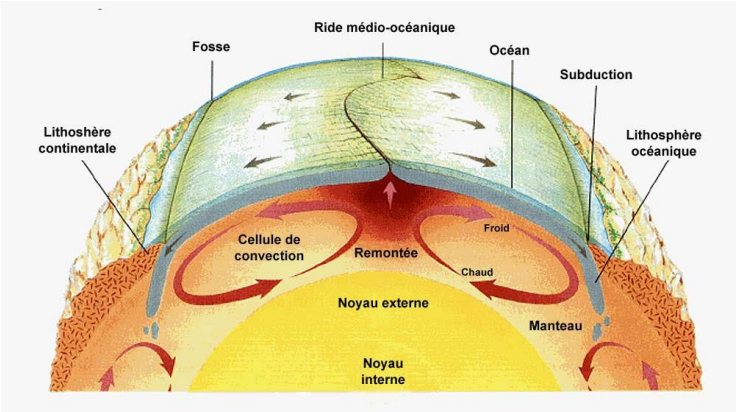


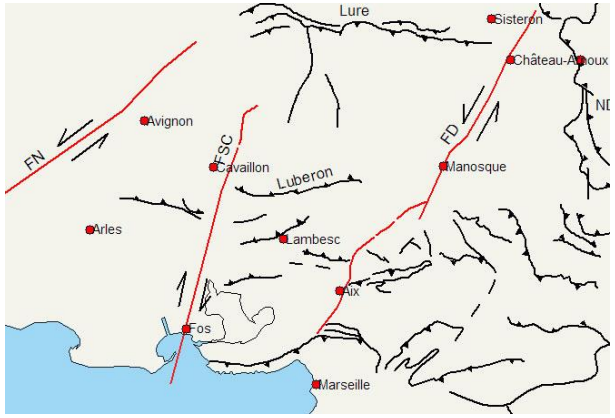
Aristote établit sa théorie pneumatique dans laquelle le *pneuma* (souffle) serait la cause des séismes

« There are three kinds of lies: lies, damned lies, and statistics » **Leonard Courtney**
British politician, President of the Royal Statistical Society

Le risque sismique – les aspects physiques = aléa + vulnérabilité

Aléa : combinaison de phénomènes physiques à différentes échelles



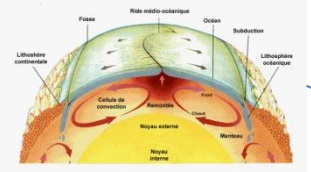


Vulnérabilité : sensibilité de populations et de territoires exposés à un aléa

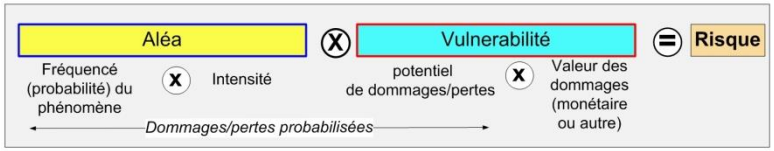
La vision « physique » : dans quelle mesure peut-on modéliser le risque ?

L'approche « mécaniste » propre aux sciences de la nature.

On parle ici d'un enchainement de causes et d'effets , reliés par des lois universelles.



Contexte des risques naturels



Contexte industriel général

Risque = Evènement * vraisemblance

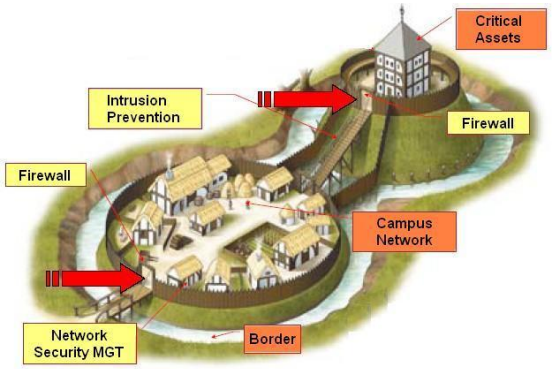
La quantification se veut technique et rigoureuse, elle n'échappe cependant pas à une part de choix :

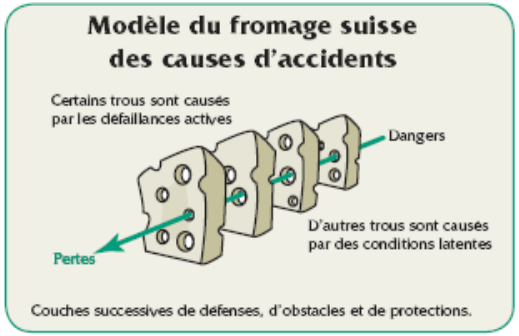
phase 1 : Décomposition
2 : Quantification
3 : Recomposition

phase -1 : Décomposition du risque

Risque = Evènement * vraisemblance

Méthode déterministe ou « évènement centré » : modèle de défense en profondeur





Les lignes de défense doivent être suffisantes pour bloquer toute attaque

Evènements indésirables : un maillon représente la résistance du système à l'événement.

La sécurité d'un système est mesurée par sa résistance à l'évènement « maximal »

Le « pire » événement est il de nature à briser la sécurité du système ?

Comment évaluer le caractère « conservatif » de l'événement maximal ?

En général, il est impossible de démontrer le conservatisme : « le risque zéro n'existe pas ».

phase -1 : Décomposition du risque

Tchernobyl - M Gorbatchev :
« Les experts nucléaires m'avaient affirmé qu'une centrale nucléaire était aussi sure qu'un samovar, et que l'on pouvait en construire une sur la place rouge ».

Des événements réputés moins graves s'avèrent au final plus graves du fait de leur enchainement.

Une autre vision du risque

Risque = évènement * **vraisemblance**

Succès remarquable dans l'aéronautique : « If anything can go wrong, it will » Edward A. Murphy

Méthode probabiliste ou « aléa centré » : dépasser le modèle « maillon faible »

Une décomposition plus fine des événements, une recomposition multiplicative de la sûreté

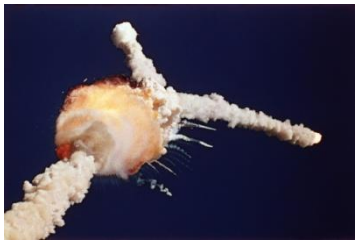
0,99*0,99*….*0,99 -> 0

Décomposition à relier avec la confusion entre percentile (instantané) et période de retour (durée).

Des échecs cependant :

NASA Prior 10-4/lancement 2 échecs sur 135 lancements

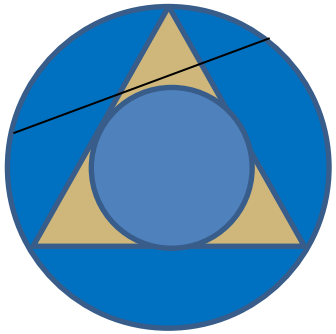
Nucléaire : 10^{-6}/réacteur an 2 observés et 0,01 attendu



phase -1 : Décomposition du risque

Risque = Evènement * **Aléa**

Comment évaluer l'aléa ?



Mesurer un « événement » n'est pas une notion intrinsèque : imaginer les possibles ou fixer l'algèbre d'événements

Une autre vision , l'approche économique Risque : Coût de l'accident / Coût de la protection

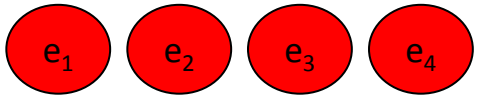
Exemple : la centrale du Blayais en 1999

Phase -2 : Quantification

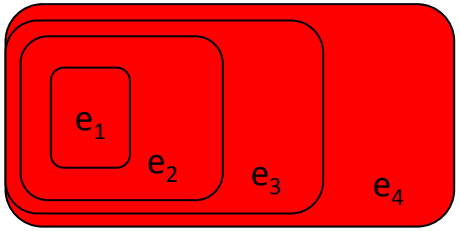
Les modèles quantitatifs de connaissance : comment fixer des valeurs ?
Sources d'informations : mesures, données historiques, modèles sismiques, experts ….

Collecte d'informations

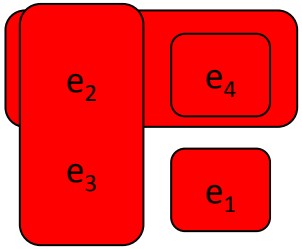
Une succession de mesure



Une même source



Des informations hétérogènes

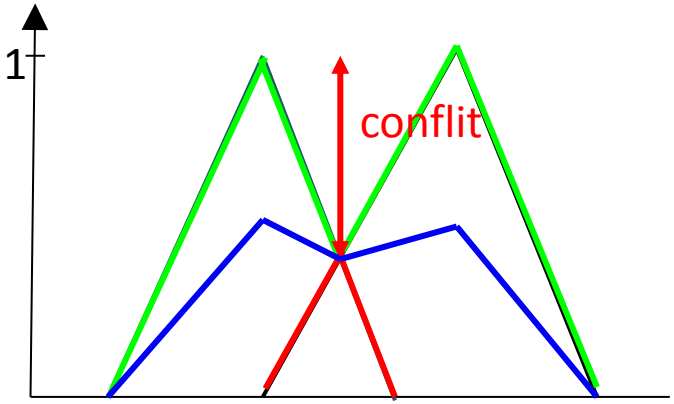


Séismes historiques :

Antibes	1387	magnitude 7
Comté Nice	1494	magnitude 8
Manosque	1509	magnitude 8
Comté Nice	1564	magnitude 8
Comté Nice	1613	magnitude 8
Comté Nice	1644	magnitude 8
Lambesc	1909	magnitude 6

Estimation du séisme millénal

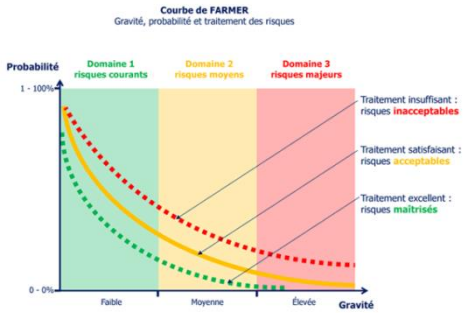
Synthèse d'informations



Phase 3 Recomposition : vers une appréciation globale

Risque = (fréquence , gravité)

Objectif = attribuer un niveau de risque : faible, modéré, inacceptable.



Matrice de criticité					
FREQUENCE	4	4	16	36	64
	3	3	12	27	48
	2	2	8	18	32
	1	1	4	9	16
		1	2	3	4
		GRAVITE			

Imaginons :

- trois situations à risque :R1 = (F^-, G^+) , R2 = (F , G) ; R3 = (F^+, G^-)
- trois acteurs : A : R1 > R2 > R3 ; B : R2 > R3 > R1 et C : R3 > R1 > R2
- Majorité : R1>R2 car A et C le disent, R2>R3 car A et B le disent, R3 > R1 car B et C le disent.

Conclusion : un indice unique (une couleur) ne peut rendre compte de cette complexité

Solution : proposer plusieurs indices de risque, voie adoptée par INERIS sur les substances chimiques

Le risque sismique – les aspects sociaux

Des vies à sauver, des populations à rassurer, des exactions à éviter (pillages, intrusions, voyeurisme, etc.)des hébergements à prévoir, des réseaux à reconstruire, une confiance à rétablir… une coordination des actions.

Le facteur humain, l’organisation politique et territoriale, la solidarité ….

La vision « physique » du risque n’est-elle pas la partie émergée de l’iceberg ?

Peut-on inventer des mécanismes d'intégration des diverses approches ?

L'approche « mécaniste » propre aux sciences exactes.
réduire au maximum l'incertitude et l'arbitraire,
lois universelles, principes rationnels,
l'approche « sociale » n'est pas opérationnelle

L'approche « psychosociologique » propre aux sciences humaines.
Incertitude est déterminante tant sur les données que les mécanismes,(irréversibilité des processus),
pluralité des modes de rationalités,
L'approche mécaniste est un leurre

Quelques exemples « typiques » de différences

la causalité a-t-elle un sens (une direction) :
soleil & coq,
poule & œuf, tension & intensité
banquier & parapluie (Keynes)

L'importance du processus, des irréversibilités (singularités historiques)
expérience de Polya

La pluralité des modes de rationalité

Peut-on inventer des mécanismes d'intégration des diverses approches ?

Analyser les interactions systèmes physiques, biologiques et sociologiques
Créer des concepts « monde ouvert » cf. intelligence artificielle
Des modèles à l'instar du vivant « stables et innovants »
Raisonner en même temps sur plusieurs échelles (de l'atome à l'ensemble de la biosphère), plusieurs temporalités, plusieurs points de vue… en ménageant la pluralité des futurs possibles;
Au lieu de « changer de modèle » (économique, social, etc.) accepter la pluralité des modes de développement sans hégémonie d'un « modèle » (socio-diversité)

L’évaluation du risque « rare à conséquences graves »

Risque = relation (exposition, danger) : Evaluation du risque & incertitudes
(modèle formel du risque objet A : les questions , relation R et un objet B : les déterminants du risque)

incertitudes « numériques » : aléatoires & épistémiques -> quantification B ?
incertitudes « pratiques » : effet escompté – effet souhaité de nos actions -> détermination de R ?
incertitudes « axio-téléologiques » : les principes et les finalités de nos actions -> détermination de A R B ?

« L'esprit scientifique nous interdit d'avoir une opinion sur des questions que nous ne comprenons pas, sur des questions que nous ne savons pas formuler clairement. Avant tout, il faut savoir poser des problèmes. Et quoi qu'on dise, **dans la vie scientifique, les problèmes ne se posent pas d'eux-mêmes** ». G. Bachelard

Dans quelle mesure, « l’après Fukushima » nous amène à nous réinterroger sur les problèmes du risque :

- l’Intégration des différentes sources d’information,
- la représentation du risque comme les modes communs,
- la responsabilisation du risque,
- les facteurs de résilience.