



## La décision en situation d'incertitude

Éric Marsden

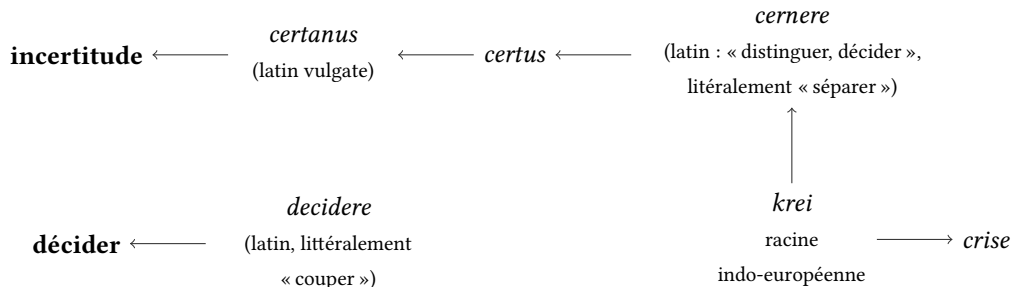
<[eric.marsden@FonCSI.org](mailto:eric.marsden@FonCSI.org)>

juillet 2016



Installation "Politicians discussing global warming" de I. Cordal, Berlin

# Étymologie



- ▷ *incertitude* et *décision* ont la même étymologie et sont étroitement liés
- ▷ prendre une décision implique ne pas posséder la totalité après avoir coupé  
→ sentiment de perte

# Terminologie : risque & incertitude

## Contexte risqué

Les états futurs possibles sont connus.

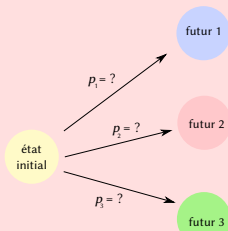
La probabilité de chaque état futur est connue.



## Contexte incertain

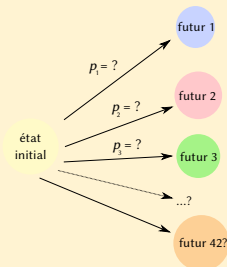
Les états futurs possibles sont connus.

La probabilité de chaque état futur est incertaine.



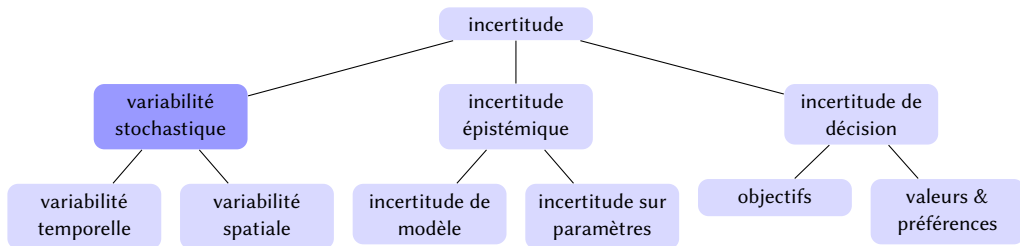
## Incertitude radicale

Les états futurs ne sont pas connus.



*Terminologie développée par les économistes, suivant les travaux de F. Knight [1923]*

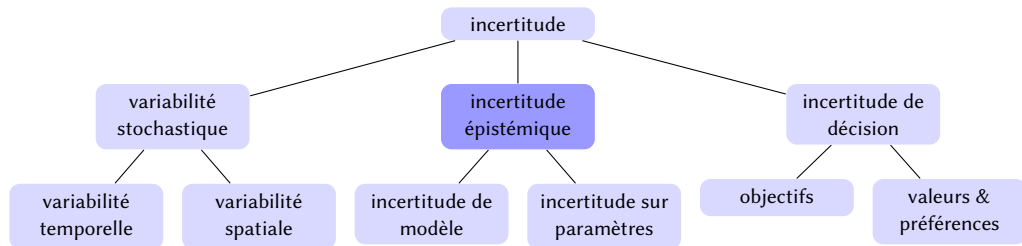
# Types d'incertitude



## ▷ Incertitude aléatoire

- liée à la variabilité d'une population ou d'une propriété physique
- irréductible
- exemple : vitesse du vent à l'aéroport de Toulouse dans 100 jours

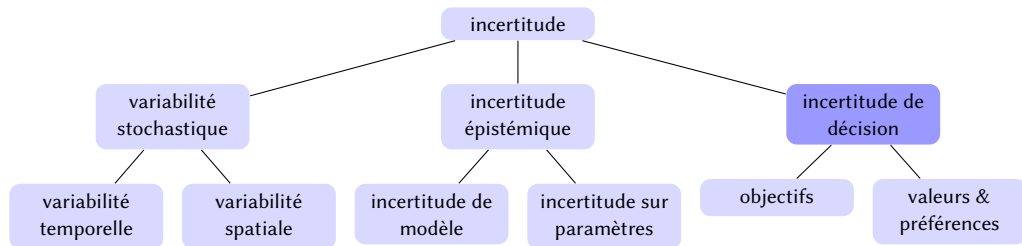
# Types d'incertitude



## ▷ Incertitude épistémique

- liée à un **manque de connaissance** sur un paramètre
- incertitude de modèle : manque de confiance que son modèle mathématique représente « correctement » le problème
- incertitude de paramètre : connaissances scientifiques insuffisantes pour déterminer la vraie valeur
- de façon générale, peut être réduite en investissant

# Types d'incertitude



## ▷ Incertitude de décision

- présence d'ambiguïté ou de controverses sur la manière de quantifier, ou de comparer des objectifs sociaux
- quelles métriques pour le risque, quels critères d'acceptabilité ?
- comment agréger l'utilité des individus ?
- comment escompter les bénéfices ultérieurs contre des bénéfices immédiats ?

# Contextes des décisions

## Modèle classique

### Objectifs connus et partagés

Décideur vise une information complète et la certitude

Critères pour évaluer les alternatives sont connus

Décideur est rationnel et utilise la raison

Modèle normatif : comment le décideur devrait agir pour atteindre une décision optimale



# Contextes des décisions

## Modèle classique

### Objectifs connus et partagés

Décideur vise une information complète et la certitude

Critères pour évaluer les alternatives sont connues

Décideur est rationnel et utilise la raison

Modèle normatif : comment le décideur devrait agir pour atteindre une décision optimale

## Modèle administratif

Rationalité limitée et **satisficing** : choisir la première alternative qui répond à certains critères minimaux

Décisions non-programmées, contextes incertains et ambigus

Objectifs vagues/contradictaires, absence de consensus entre décideurs

La recherche d'alternatives est limitée

Modèle descriptif

# Contextes des décisions

## Modèle classique

### Objectifs connus et partagés

Décideur vise une information complète et la certitude

Critères pour évaluer les alternatives sont connus

Décideur est rationnel et utilise la raison

Modèle normatif : comment le décideur devrait agir pour atteindre une décision optimale

## Modèle administratif

Rationalité limitée et **satisficing** : choisir la première alternative qui répond à certains critères minimaux

Décisions non-programmées, contextes incertains et ambigus

Objectifs vagues/contradictaires, absence de consensus entre décideurs

La recherche d'alternatives est limitée

Modèle descriptif

## Modèle politique

Les décisions sont complexes

Les désaccords et conflits sur le problème et les solutions sont fréquents

Coalitions : alliances informelles entre décideurs qui défendent un objectif spécifique

Proche de beaucoup de contextes réels

Utile pour les décisions non-planifiées

*Incertitude & sécurité :  
point de vue classique*

La sécurité est l'absence de pertes de contrôle.

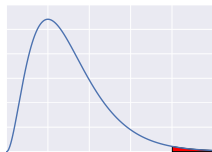
L'incertitude réduit l'efficacité des contrôles, donc nuit à la sécurité.

**Problème** : réduire les incertitudes, en se focalisant sur celles qui ont le plus grand impact sur la capacité de contrôle.



# Incertitude et sécurité : point de vue classique

- ▷ Stratégie : **réduire** l'incertitude :
  - chercher davantage d'informations
  - attendre que la situation s'éclaircisse
- ▷ Analyse de sensibilité pour identifier les paramètres les plus importants
- ▷ Problème spécifique lié à la sécurité : il faut estimer des quantités situées dans les **queues de distribution**
  - quantile, probabilité de dépassement de seuil...
  - les données sont rares
  - théorie des valeurs extrêmes
  - combinaison de données quantitatives et expertise subjective



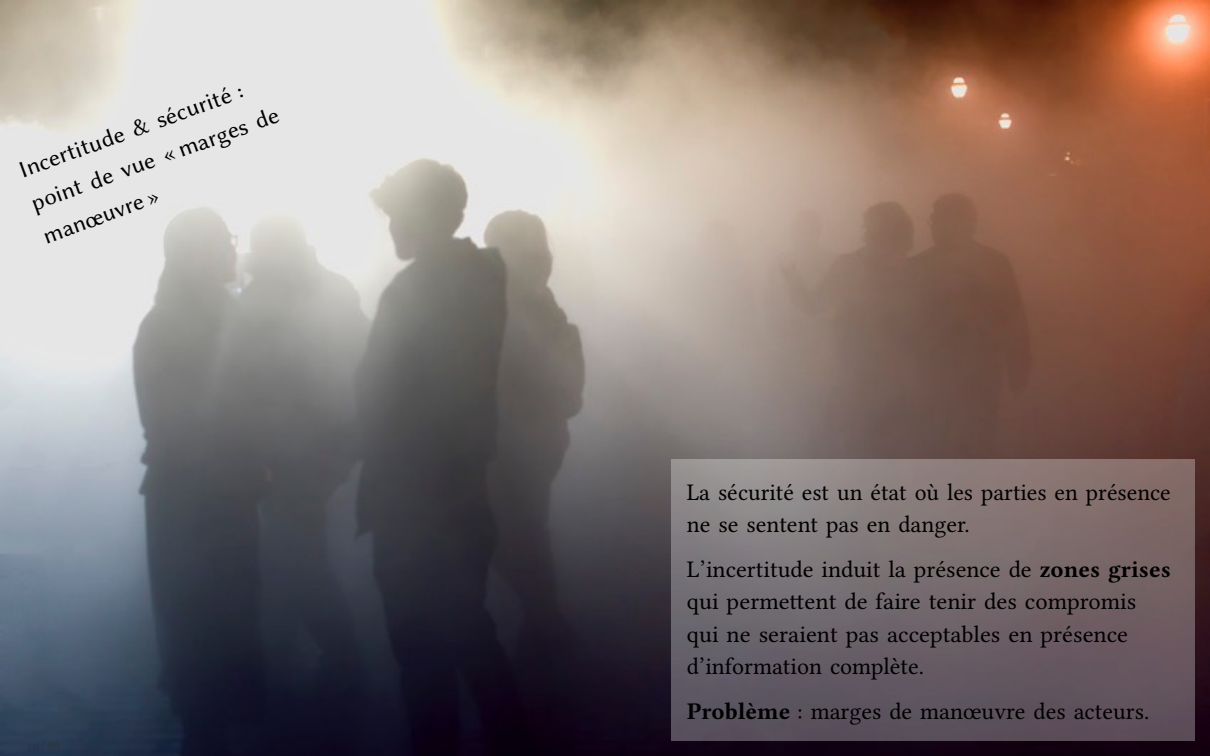
Incertitude & sécurité : point  
de vue « arbitrages »

La sécurité est l'absence de risques  
inacceptables.

Le risque est l'effet de l'incertitude sur  
l'atteinte des objectifs.

**Problème** : s'assurer que la sécurité  
reçoit la place nécessaire dans les  
arbitrages.





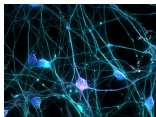
Incertitude & sécurité :  
point de vue « marges de  
manœuvre »

La sécurité est un état où les parties en présence ne se sentent pas en danger.

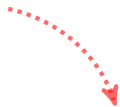
L'incertitude induit la présence de **zones grises** qui permettent de faire tenir des compromis qui ne seraient pas acceptables en présence d'information complète.

**Problème** : marges de manœuvre des acteurs.

# Structure de la présentation



micro-centré



choix  
individuels



comportements  
en groupe



macro-centré

économie  
psychologie  
gestion  
sociologie  
neurosciences

# Théorie classique de la décision

- ▷ Les personnes ont une **aversion au risque** plus ou moins importante
  - préfèrent un gain certain à un gain risqué, même plus élevé
- ▷ Débat sur l'**aversion à l'incertitude** et son lien avec l'aversion au risque
- ▷ Vision normative : la présence d'incertitude ne devrait pas impacter le choix du décideur
- ▷ En pratique : réactions complexes à la présence d'incertitude



# Micro centré

# Réaction du cerveau au risque et à l'incertitude

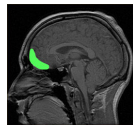
- ▶ L'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (fMRI) permet de visualiser l'activité cérébrale en analysant les **variations du niveau d'oxygène du sang** dans le cerveau
- ▶ Le niveau d'oxygénation du sang est fonction de l'activité neuronale
- ▶ Les propriétés magnétiques du sang (hémoglobine) permettent la captation par des IRM
- ▶ A été utilisé pour analyser les **réponses du cerveau au risque et à l'incertitude**



# Rôle de différentes zones du cerveau

Plusieurs études ont identifié des zones du cerveau qui sont activées lors de la prise de décision en situation risquée :

- ▶ le **striatum**, activé lorsque l'on anticipe un gain futur
- ▶ le **cortex orbitofrontal**, activé dans des activités impliquant l'incertitude
- ▶ le **amygdala**, impliqué dans la reconnaissance des visages et qui pourrait être un module de vigilance



## Traitements expérimentaux : situation risquée

10

10



← choisir →

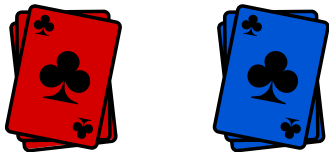
Gain certain de 3€.

Tirer une carte dans une pile composée de 10 cartes rouges et 10 cartes bleus.

Gain (risqué) de 10€ si je choisis la bonne couleur.

## Traitements expérimentaux : situation ambiguë

20



Gain certain de 3€.

← choisir →

Tirer une carte dans une pile composée de 20 cartes, certaines rouges et certaines bleus (proportion inconnue).

Gain (incertain et risqué) de 10€ si je choisis la bonne couleur.

## Traitements expérimentaux : situation risquée

La température maximale à Paris le  
7 septembre 2016 sera supérieure  
à 22°C.

Oui

Non

← choisir →

Gain de 10€ si bonne réponse

Gain certain de 3€.

## Traitements expérimentaux : situation ambiguë

La température maximale à Dushanbe,  
Tadjikistan le 7 septembre 2016 sera  
supérieure à 22°C.

Oui

Non

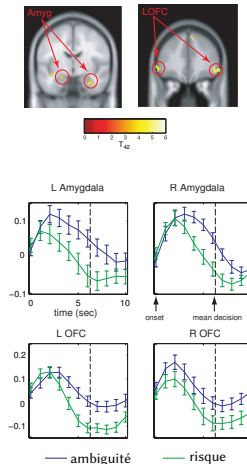
← choisir →

Gain de 10€ si bonne réponse

Gain certain de 3€.

# Risque et ambiguïté activent des zones différentes du cerveau

- ▶ Lorsque risque supérieur à ambiguïté, activité dans le striatum
- ▶ Niveau d'activité dans le striatum est corrélé avec le niveau du gain espéré
  - pas de corrélation constatée dans les zones activées par la présence d'ambiguïté (OFC, amygdales)
- ▶ Suggère que l'ambiguïté réduit le gain espéré des décisions
- ▶ Les différences d'activation temporelle des zones du cerveau suggèrent l'existence de deux systèmes en interaction
  - un module de vigilance/évaluation (amygdales, OFC) qui répond plus rapidement aux stimuli et évalue l'incertitude
  - un système d'anticipation du gain dans le striatum, plus en « aval » du traitement





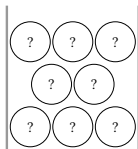
# Travaux en économie expérimentale sur l'ambiguïté

Gain si j'annonce la couleur de la balle avant qu'elle ne soit tirée de l'urne.



situation **risquée**  
(simple)

Gain si j'annonce la couleur de la balle avant qu'elle ne soit tirée (nombre de balles de chaque couleur inconnu).



situation **ambiguë**  
(simple)

Gain si je prévois des événements concernant deux balles (« les deux balles seront de couleur différente »).

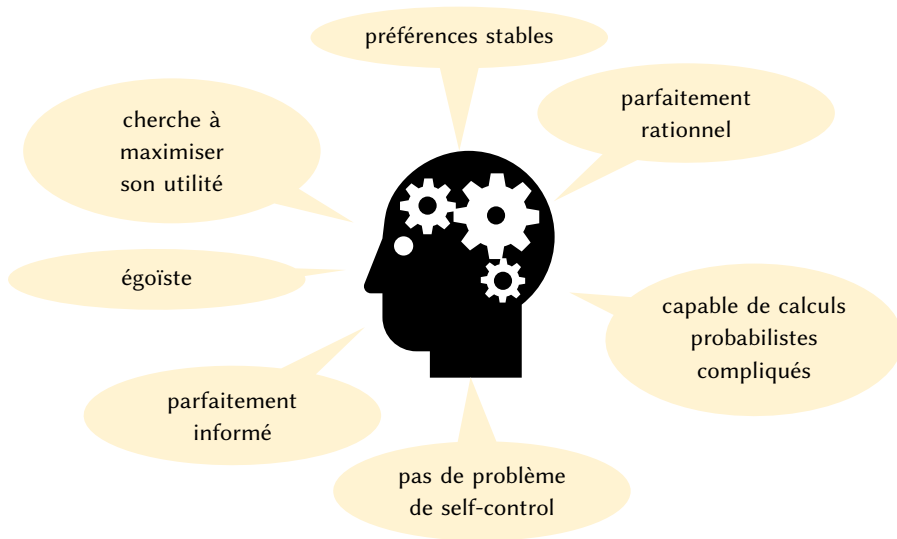


situation **complexe**

# Travaux en économie expérimentale sur l'ambiguïté

- ▷ Les personnes réagissent différemment au risque selon que les situations sont simples ou complexes
- ▷ L'attitude face aux situations risquées complexes est fortement corrélée à l'attitude face à l'ambiguïté
- ▷ Suggère que les attitudes vis-à-vis de l'ambiguïté ne peuvent être caractérisées indépendamment des attitudes vis-à-vis du risque

# Homo economicus



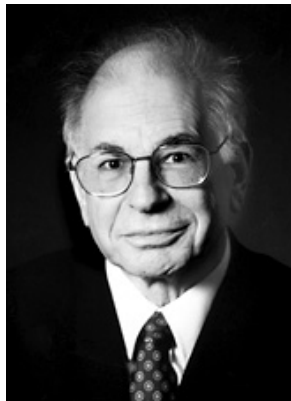
*Le décideur idéal !*

# Développement de l'économie comportementale

Daniel Kahneman, psychologue, Princeton

1967–1996 : travail avec Amos Tversky sur la décision en situation d'incertitude

2002 : prix en sciences économiques de la Sveriges Riksbank, en mémoire d'Alfred Nobel

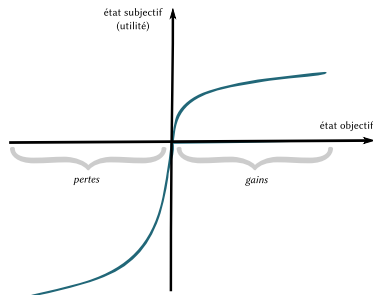


*Première fois que le prix est attribué  
à un non-économiste...*

# Perception non-linéaire des risques

Nous avons tendance à :

- ▷ sur-estimer l'impact de phénomènes à faible probabilité
- ▷ sous-estimer l'impact de phénomènes à probabilité moyenne
- ▷ ne pas estimer probabilité et sévérité de façon indépendante
- ▷ présenter des préférences asymétriques sur les gains et les pertes (théorie des perspectives)

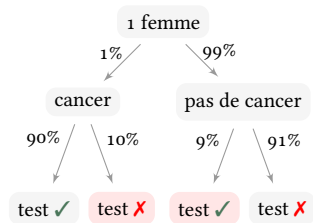


# Difficulté à raisonner de façon Bayésienne

Les gens ne tiennent pas compte des proportions de base d'un caractère pour évaluer sa probabilité d'apparition.

1 femme sur 100 qui prend une mammographie a un cancer du sein. Lors d'une mammographie, 90% des femmes ayant un cancer du sein obtiennent un résultat positif, et 9% des femmes n'ayant pas de cancer du sein ont un « faux positif ».

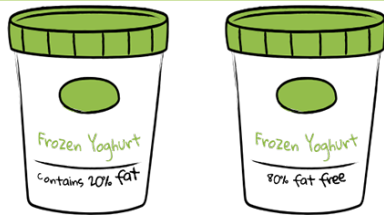
Quelle est la probabilité qu'une femme ayant eu une mammographie positive ait un cancer du sein ?



- ▶ Majorité des médecins : « probabilité entre 70 et 80% »
- ▶ 15% des médecins fournissent la réponse correcte (9.2%)

En anglais : "base rate neglect"

## Biais de cadrage / l'effet de présentation



- ▷ Nos choix dépendent de la manière dont sont présentées les options
- ▷ Exemple : un cadre positif (« épargnera 200 vies ») sera préféré à un cadre négatif (« 400 personnes mourront »), même si les deux situations sont identiques

En anglais : "framing"



**Biais rétrospectif** : les événements paraissent bien plus évidents après coup qu'au moment où l'on prenait la décision.



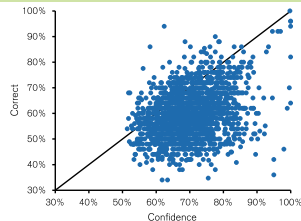


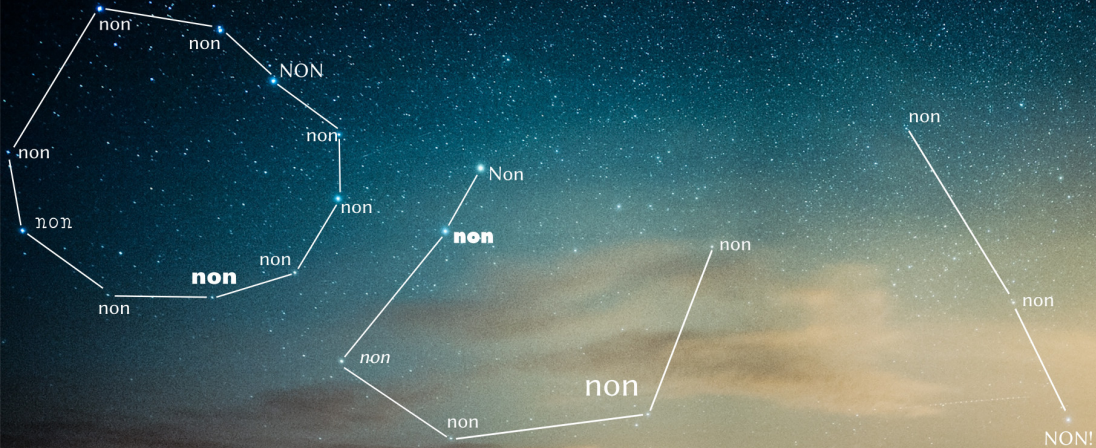
**Biais rétrospectif** : les événements paraissent bien plus évidents après coup qu'au moment où l'on prenait la décision.

*Phénomène impossible à supprimer, même avec la formation*

## Excès de confiance

- ▷ Tendance à penser que nos capacités/connaissances sont plus étendues qu'elles ne le sont en réalité
  - mauvaise calibration des probabilités subjectives
  - exemple : 93% des gens pensent conduire mieux que le conducteur médian [Svenson 1983]
  - exemple : 68% des professeurs à l'Univ. Nebraska s'auto-positionnent parmi le meilleur 25% des enseignants
- ▷ Les experts sont encore plus exposés à ce phénomène que les non-experts
  - biais qui peut être réduit à l'aide de protocoles d'élicitation spécifiques
- ▷ Phénomène lié : **l'illusion de contrôle**
  - exemple : des personnes qui ont pu choisir le numéro de leur billet de loterie ont tendance à le revendre nettement plus cher que ceux à qui ce choix est imposé [Langer 1975]





**Biais de confirmation** : nous interprétons les informations de manière à corroborer nos opinions/hypothèses.

Peut nous faire persévérer dans l'erreur sans tenir compte d'indices qui contredisent notre opinion.

## Biais d'ancrage-ajustement

La première information quantitative fournie biaise nettement notre estimation subjective.

On apporte quelques ajustements au « point d'ancrage » pour tenir compte du contexte présent.



2€

80%



2€60

20%



2€

5%



2€60

80%



5€

15%

## Biais du survivant

Notre tendance à nous focaliser sur les succès et à essayer d'en tirer des conclusions, en oubliant tous les échecs qui ont employé la même stratégie.

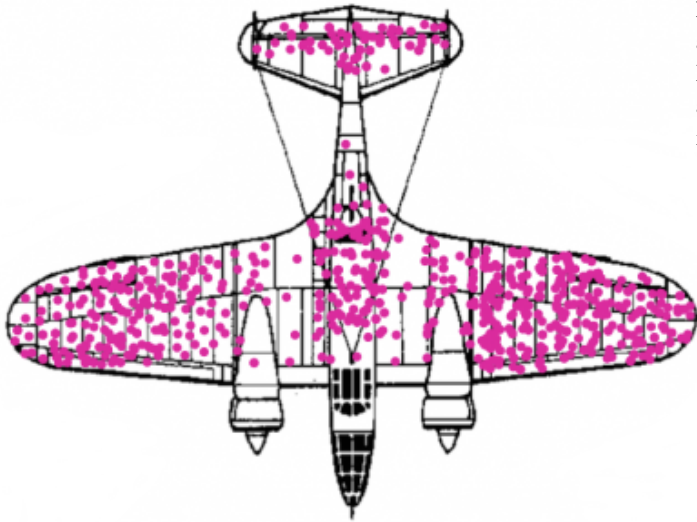
Oublié



Mémorisé



Exemple du biais du survivant : renforcer les ailes des avions revenant de missions pendant la seconde guerre mondiale, car c'est là qu'il y avait le plus d'impacts de balle sur les avions revenant.





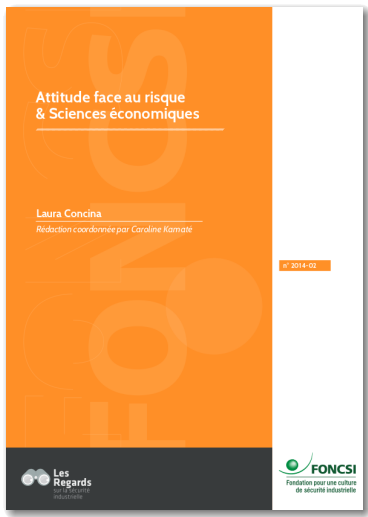
“ Bill Gates et Mark Zuckerberg ont abandonné l'université et sont devenus milliardaires. Je n'ai pas besoin d'un diplôme pour réussir ! ”

# Biais cognitifs

- ▷ **Aversion à la dépossession** : on attribue davantage de valeur à des choses qu'on a reçu en dotation que lorsqu'on ne les possède pas
- ▷ **Aversion à la perte**
  - “*on ne va pas reculer maintenant qu'on est monté si loin sur Everest!*”
  - phénomènes de **spirale d'engagement**
- ▷ **Biais du statu quo** ou résistance au changement
- ▷ **Biais de représentativité** : rattacher la situation à évaluer à une classe déjà connue de situations antérieures similaires
- ▷ **Biais de disponibilité** : évaluer la probabilité d'un événement selon la facilité avec laquelle des exemples nous viennent à l'esprit (informations *saillantes*)



# Pour aller plus loin



 [www.foncsi.org](http://www.foncsi.org)

# Recherche en théorie de la décision

Évolution de la théorie de la décision : un abandon progressif du paradigme classique (utilité espérée)

*Homo economicus est un bon modèle descriptif*

Oui

Parfois

Non

# Recherche en théorie de la décision

Évolution de la théorie de la décision : un abandon progressif du paradigme classique (utilité espérée)

<i>Homo economicus est un bon modèle descriptif</i>		
Oui	Parfois	Non
paradigme classique		

# Recherche en théorie de la décision

Évolution de la théorie de la décision : un abandon progressif du paradigme classique (utilité espérée)

<i>Homo economicus est un bon modèle descriptif</i>		
Oui	Parfois	Non
paradigme classique	rationalité limitée	

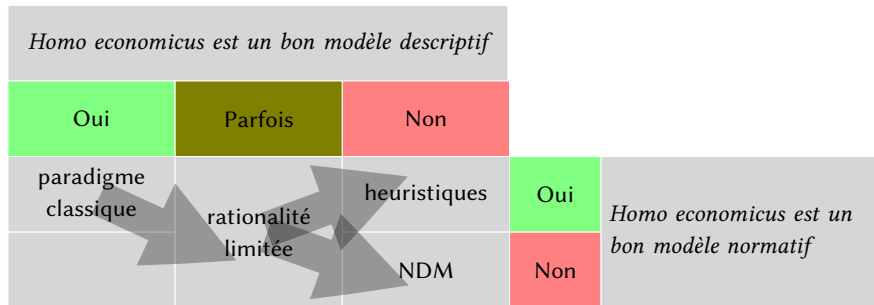
# Recherche en théorie de la décision

Évolution de la théorie de la décision : un abandon progressif du paradigme classique (utilité espérée)

<i>Homo economicus est un bon modèle descriptif</i>				
Oui	Parfois	Non		
paradigme classique	rationalité limitée	heuristiques	Oui	<i>Homo economicus est un bon modèle normatif</i>
		NDM	Non	

# Recherche en théorie de la décision

Évolution de la théorie de la décision : un abandon progressif du paradigme classique (utilité espérée)



# Rationalité limitée [Simon]

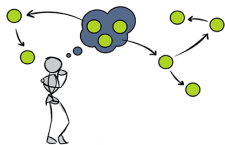
- ▷ Des limites cognitives nous empêchent de faire le choix optimal face à des situations complexes
  - nous ne sommes pas capables d'assimiler et de digérer toute l'information nécessaire
  - nous ne savons pas nécessairement faire les calculs probabilistes nécessaires
- ▷ **Satisficing** : atteindre un seuil de satisfaction, plutôt que processus d'optimisation
- ▷ Suivre une procédure raisonnable plutôt que des calculs complexes
  - rationalité procédurale plutôt que substantive

*Homo economicus est un bon modèle descriptif*

Oui	Parfois	Non		
paradigme classique	rationalité limitée	heuristiques	Oui	<i>Homo economicus est un bon modèle normatif</i>
		NDM	Non	



# Heuristiques



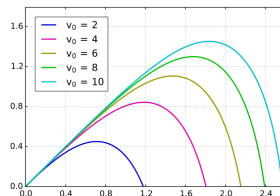
- ▷ Heuristique : procédé cognitif qui permet de porter un **jugement** ou de résoudre un problème, de manière **rapide** et avec une grande **économie de moyens**
  - sans utiliser une démarche analytique basée sur la quantification et le traitement
  
- ▷ Nous aident à émettre des jugements raisonnables en suivant notre **intuition**
  
- ▷ Étymologie : du grec, qui sert à découvrir



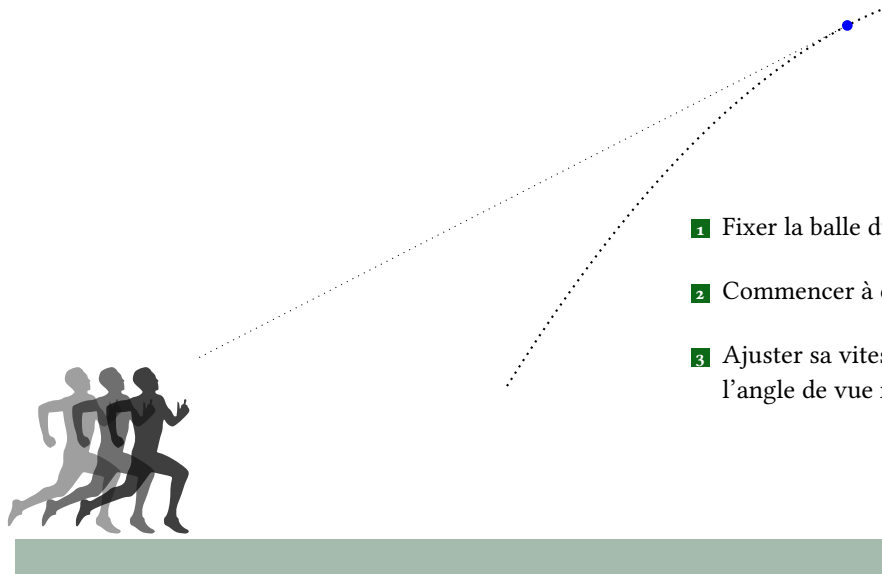
Comment attraper une balle dans les airs ?

# Attraper une balle dans les airs

- 1 Estimer variables initiale
  - distance initiale, angle, vitesse, vitesse du vent, effet
- 2 Calculer la trajectoire
- 3 Se positionner au point de chute



# Heuristique pour attraper une balle



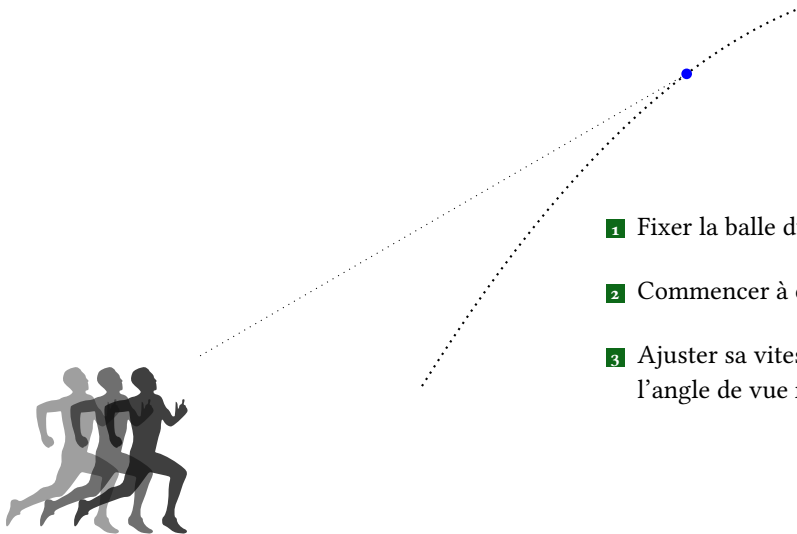
- 1 Fixer la balle du regard
- 2 Commencer à courir
- 3 Ajuster sa vitesse pour que l'angle de vue reste constant

# Heuristique pour attraper une balle



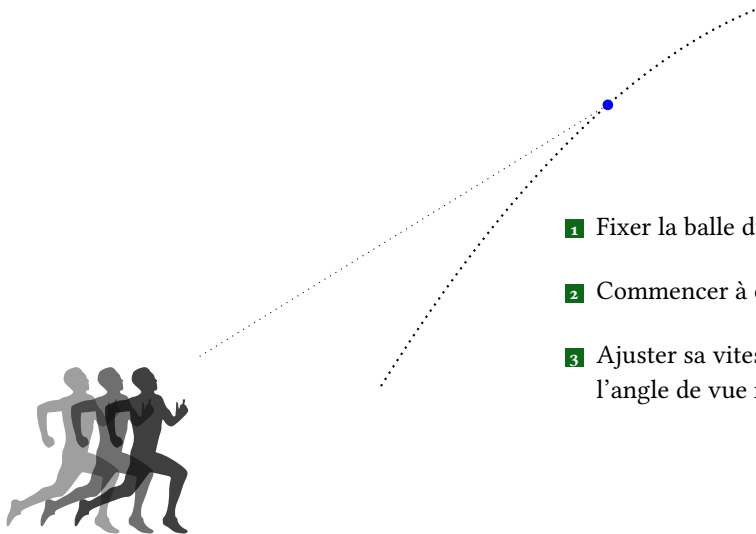
- 1 Fixer la balle du regard
- 2 Commencer à courir
- 3 Ajuster sa vitesse pour que l'angle de vue reste constant

# Heuristique pour attraper une balle



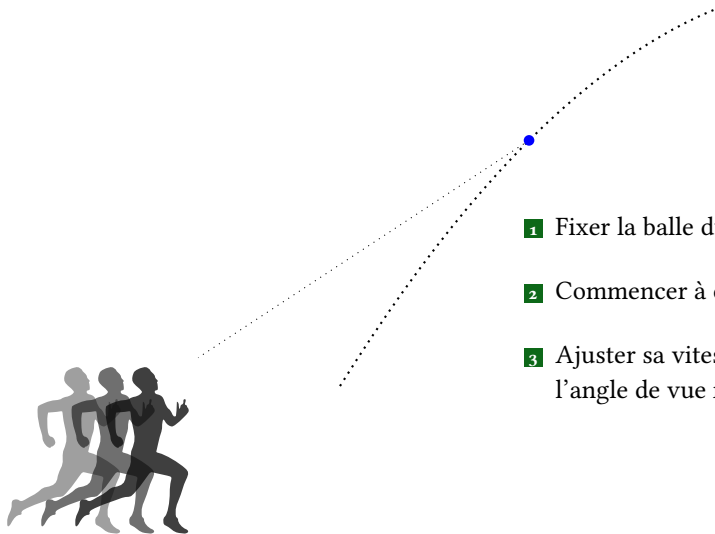
- 1 Fixer la balle du regard
- 2 Commencer à courir
- 3 Ajuster sa vitesse pour que l'angle de vue reste constant

# Heuristique pour attraper une balle



- 1 Fixer la balle du regard
- 2 Commencer à courir
- 3 Ajuster sa vitesse pour que l'angle de vue reste constant

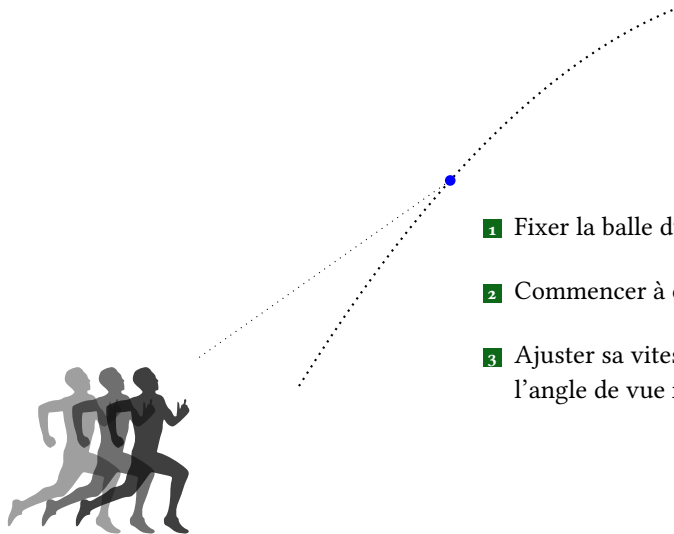
# Heuristique pour attraper une balle



- 1 Fixer la balle du regard
- 2 Commencer à courir
- 3 Ajuster sa vitesse pour que l'angle de vue reste constant

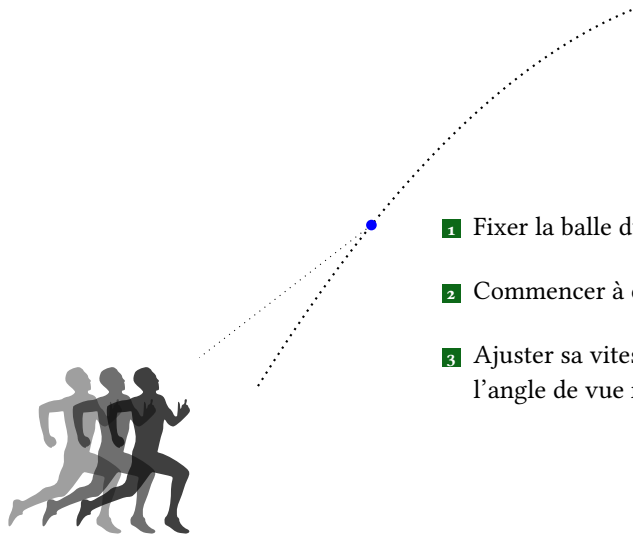


# Heuristique pour attraper une balle



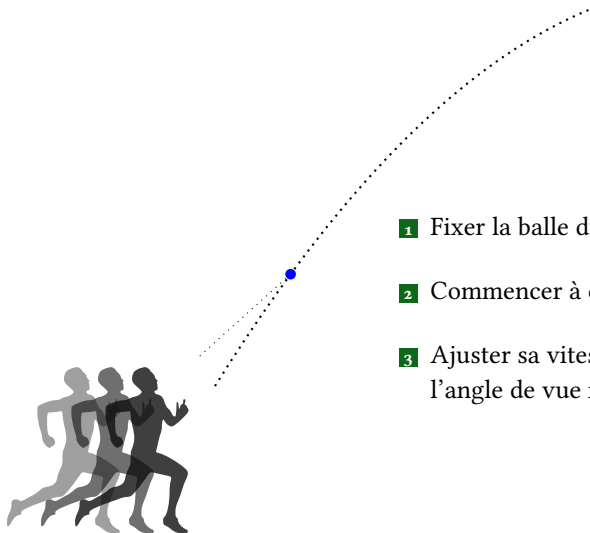
- 1 Fixer la balle du regard
- 2 Commencer à courir
- 3 Ajuster sa vitesse pour que l'angle de vue reste constant

# Heuristique pour attraper une balle



- 1 Fixer la balle du regard
- 2 Commencer à courir
- 3 Ajuster sa vitesse pour que l'angle de vue reste constant

# Heuristique pour attraper une balle



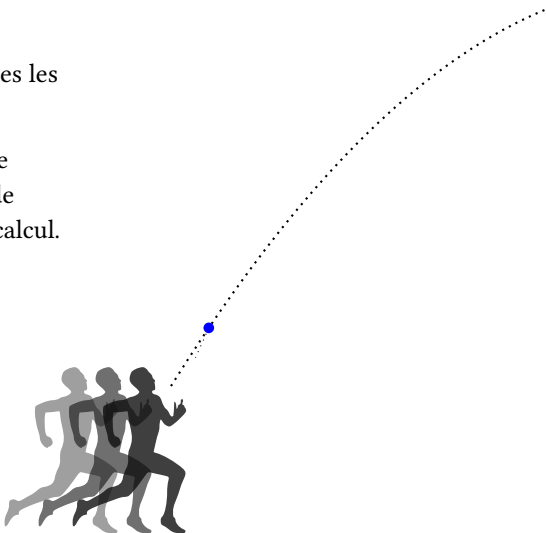
- 1 Fixer la balle du regard
- 2 Commencer à courir
- 3 Ajuster sa vitesse pour que l'angle de vue reste constant

# Heuristique pour attraper une balle

Permet de s'abstraire de toutes les variables causales.

En se focalisant sur une seule variable, on arrive au point de chute de la balle sans aucun calcul.

Les chiens utilisent la même heuristique.

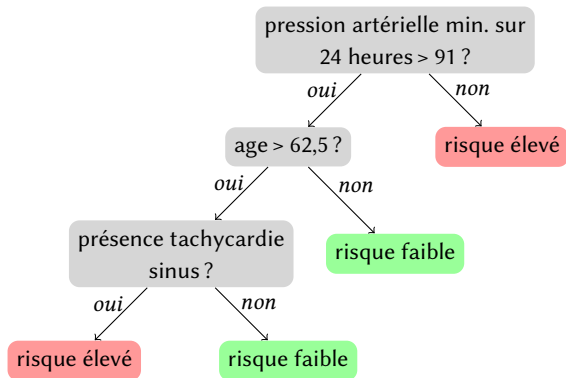


# Les heuristiques d'après G. Gigerenzer



- ▷ Comment les vrais gens prennent-ils de bonnes décisions dans les conditions (peu extraordinaires) de temps limité et informations incomplètes ?
  - analyse des processus de prise de décision « rapides et frugales »
- ▷ On a longtemps supposé que le fait que les gens ignorent certains éléments d'information constitue une forme d'irrationalité
  - « biais décisionnels » ...
- ▷ Hypothèse : pour prendre de bonnes décisions dans un monde incertain, il faut parfois ignorer certaines informations
  - « savoir ce que l'on n'a pas besoin de savoir »
- ▷ Notre cerveau est une boîte à outils adaptative qui contient des heuristiques adaptées à différents types de situations

# Arbre de décision frugal

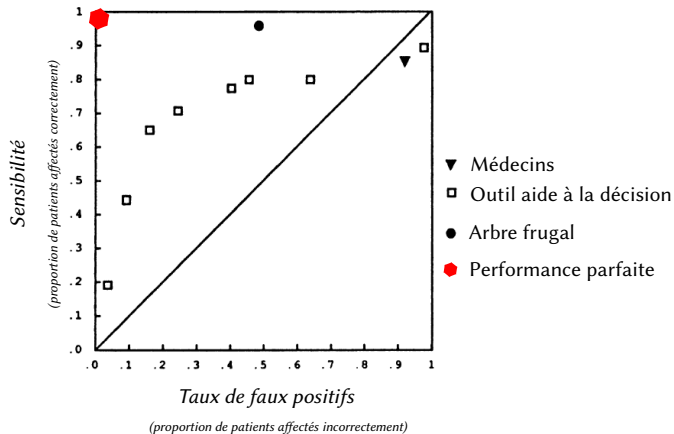


**Rapide** : médecin doit examiner trois questions oui/non, plutôt que traiter 19 variables prédictives

**Frugal** : questions uniquement binaires

Processus **incrémental**, qui peut s'arrêter dès la première question

## Arbre de décision frugal : performance



Courbe comparant performance de l'arbre frugal avec celle de médecins et celle d'un outil d'aide à la décision médicale.

L'arbre frugal donne les meilleurs résultats.

# Heuristiques frugales : questions ouvertes

- ▷ Quelles sont les caractéristiques des systèmes pour lesquels des heuristiques simples donnent de bons résultats ?
- ▷ Les experts peuvent-ils assumer l'utilisation d'heuristiques simples ?
  - prestige : peut sembler diminuer l'importance de l'expertise
  - liability : comment justifier auprès d'un juge qu'on n'a pas intégré tous les éléments d'information disponibles ?



*Homo economicus est un bon modèle descriptif*

Oui

Parfois

Non

paradigme  
classique

rationalité  
limitée

heuristiques

Oui

*Homo economicus est un  
bon modèle normatif*

NDM

Non

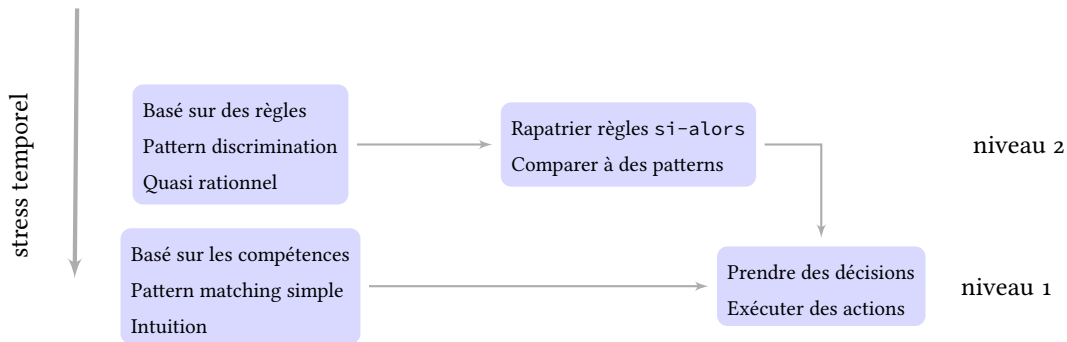
# Naturalistic decision-making

- ▷ Une analyse de la manière dont les **experts** prennent des décisions **en situation**
  - travaux descriptifs, plutôt que normatifs
  - surtout basé sur observation de militaires et de pompiers experts
- ▷ Armée États Unis avait fortement investi sur outils d'aide à la décision et était déçu de leur efficacité
- ▷ Finance recherche du psychologue Gary Klein à partir de 1985
- ▷ Caractéristiques des situations observées : stress, pression temporelle, conditions évolutives, informations ambiguës, objectifs mal définis
  - un contexte assez différent des expériences d'économie comportementale conduites principalement en laboratoire...

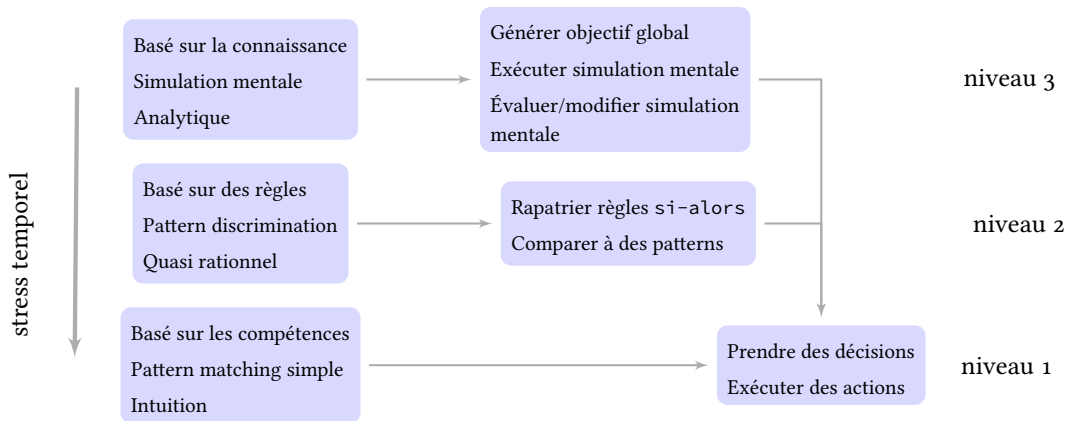
# NDM : trois niveaux de décision



# NDM : trois niveaux de décision



# NDM : trois niveaux de décision



## NDM : observations

- ▷ Les décideurs ne font pas de comparaison entre les choix possibles
  - souvent ils n'estiment pas avoir pris une « décision »
- ▷ Générer rapidement une **première option faisable** en s'appuyant sur la ressemblance avec des situations semblables passées
- ▷ Produire un « script d'action » qui pourrait permettre de résoudre le problème
- ▷ **Simuler le script** mentalement pour identifier d'éventuels risques ou problèmes de mise en œuvre
- ▷ Si cette simulation identifie des lacunes, améliorer le script ou évaluer un script alternatif
- ▷ **Narration** pour aider le décideur à comprendre le déroulement et à le **partager avec coéquipiers**

*« Je ne peux pas l'expliquer ;  
je savais simplement ce  
qu'il fallait faire »*

# Applicabilité de l'approche NDM

- ▷ S'applique bien lorsque :
  - l'environnement permet l'apprentissage (stabilité, feedback disponible)
  - le décideur est expérimenté
  - décideur est sous pression temporelle
  - présence d'incertitude ou de buts mal définis
  
- ▷ S'applique mal lorsque :
  - problèmes à forte combinatoire
  - il est nécessaire de justifier la décision
  - les points de vue de différentes parties prenantes doivent être intégrés
  
- ▷ Les modèles NDM suggèrent une **faible transférabilité** des capacités du « bon décideur » vers d'autres domaines où il n'a pas acquis d'expérience

## Systeme 1



Intuition

Rapide, peu d'effort

Automatique / inconscient

Holistique

Sujet aux biais cognitifs

Rôle : diagnostic de la situation,  
fournir mises à jour

## Systeme 2



Raisonnement

Lent, demande effort et  
concentration

Explicite et conscient

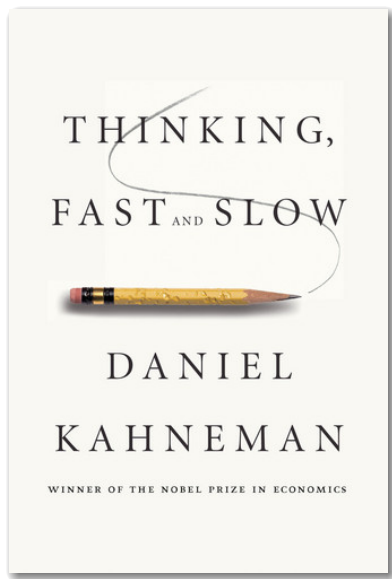
Analytique et contrôlé

Rôle : rechercher information  
manquante, prendre décisions

*Écoles heuristiques/biais & NDM se  
rapprochent...*



## Pour aller plus loin



# Décisions en groupe

# Décisions en groupe et groupthink

- ▷ Les groupes ont tendance à se conformer à un avis médian majoritaire
  - surtout groupes travaillant souvent ensemble qui s'isolent (fort "in-group")
- ▷ Symptômes de ce phénomène :
  - les capacités du groupe sont surestimées
  - stéréotypes négatifs sont mis en avant pour les rivaux extérieurs au groupe
  - les avis divergents deviennent mal perçus
  - autocensure provoqué par la pression vers la conformité
  - illusion de l'unanimité (silence perçu comme impliquant accord)
- ▷ Illustration : invasion ratée de Cuba par exilés soutenus par la CIA (Bay of Pigs, 1961)
  - réaction : Kennedy modifia le processus de développement de décisions pour encourager avis critiques

## Décisions en groupe

- ▷ **Risky-shift** : dans un contexte de groupe, les personnes prennent des décisions plus risquées que lorsqu'elles sont seules
  - comme si la nature partagée du risque le « diluait »
  
- ▷ **Biais de l'information partagée** : un groupe passe davantage d'énergie à discuter des éléments connus de l'ensemble des participants que des éléments connus d'un sous-ensemble
  - certains participants ne disposent donc pas d'une information complète
  
- ▷ **Biais de l'expert** (“curse of knowledge”) : on a du mal à se mettre dans la tête d'une personne qui ne sait pas ce qu'on sait
  - difficulté à comprendre les réactions d'autres membres du groupe
  
- ▷ **Paresse sociale** (“social loafing”) : la tendance à investir moins d'effort lorsqu'on travaille sur une activité partagée

## Réticence à perturber le groupe

### British Midland flight 92 (1989)

Rupture des ailettes sur réacteur gauche du biréacteur 737, fumée qui entre dans la cabine.

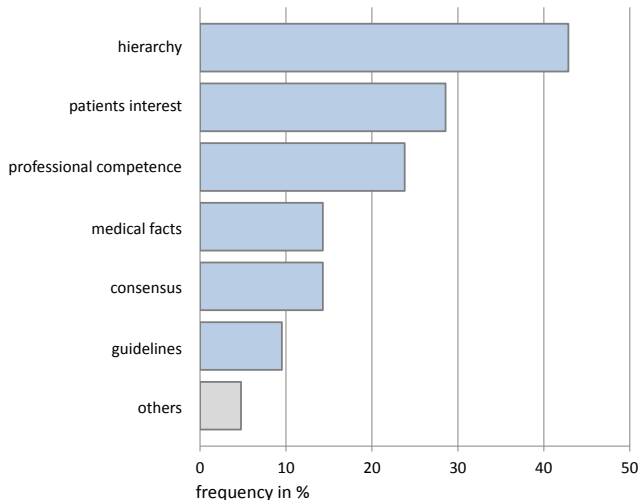
Le capitaine éteint le réacteur droit par erreur, le copilote évoque une confusion mais n'intervient pas.

Les membres d'équipage avaient vu un incendie sur le moteur gauche mais n'ont jamais transmis l'information au cockpit, supposant qu'ils étaient informés et voulant préserver l'autorité des pilotes.

L'appareil s'écrase sur une autoroute, faisant 47 morts.

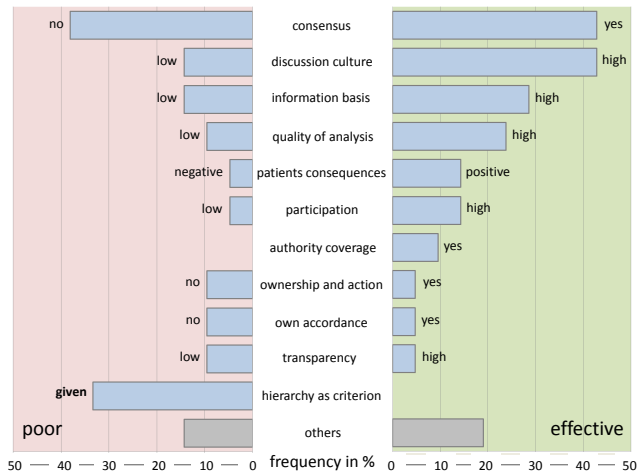
- ▷ Notion de **sécurité psychologique** : les personnes sentent-elles qu'il est acceptable de poser des questions, qu'aucun sujet n'est tabou ?
  - “speak-up behaviour”
- ▷ Effet de la hiérarchie sur la transmission d'information

# Critères de décision : quels facteurs déterminent le choix final ?



*Travaux financés par la FonCSI  
dans secteur médical en  
Allemagne*

# Influences positifs et négatifs



*Travaux financés par la FonCSI  
dans secteur médical en  
Allemagne*

# Implications pratiques



# Quelles stratégies pour réduire les biais décisionnels ?

*Visant les biais de décision individuels*

Prévenir de la  
possibilité d'un biais

Décrire la direction  
d'un biais éventuel

Fournir du feedback  
personnalisé

Formation, coaching,  
feedback intensif

# Quelles stratégies pour réduire les biais décisionnels ?

*Visant les biais de décision individuels*

Prévenir de la  
possibilité d'un biais

**INEFFICACE**

Décrire la direction  
d'un biais éventuel

Fournir du feedback  
personnalisé

Formation, coaching,  
feedback intensif

# Quelles stratégies pour réduire les biais décisionnels ?

*Visant les biais de décision individuels*

Prévenir de la  
possibilité d'un biais

**INEFFICACE**

Décrire la direction  
d'un biais éventuel

**INEFFICACE**

Fournir du feedback  
personnalisé

Formation, coaching,  
feedback intensif

# Quelles stratégies pour réduire les biais décisionnels ?

*Visant les biais de décision  
individuels*

Prévenir de la  
possibilité d'un biais

**INEFFICACE**

Décrire la direction  
d'un biais éventuel

**INEFFICACE**

Fournir du feedback  
personnalisé

**INEFFICACE**

Formation, coaching,  
feedback intensif

# Quelles stratégies pour réduire les biais décisionnels ?

Visant les biais de décision  
individuels

Prévenir de la  
possibilité d'un biais

**INEFFICACE**

Décrire la direction  
d'un biais éventuel

**INEFFICACE**

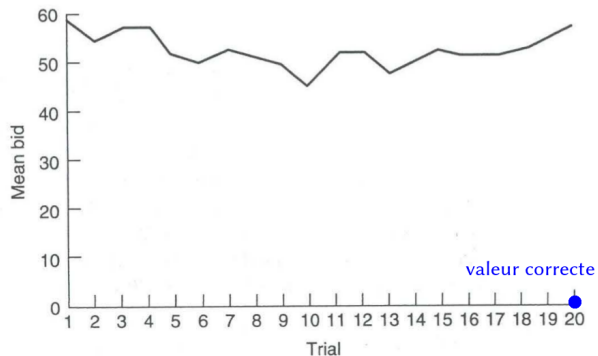
Fournir du feedback  
personnalisé

**INEFFICACE**

Formation, coaching,  
feedback intensif

**AMÉLIORATION  
LIMITÉE**

## L'expérience n'aide pas beaucoup



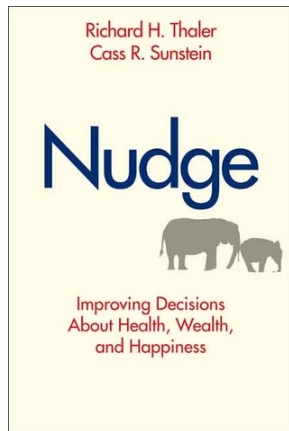
- ▷ Jeu en laboratoire consistant à racheter une entreprise
- ▷ Offre conseillée par la théorie des jeux : 0€
- ▷ Même en répétant le jeu 100 fois, la majorité des décideurs n'apprennent pas de leurs échecs répétés et ne corrigent pas leur biais...

# Interventions basées sur économie comportementale

“Nudge”, ou petit coup de pouce

“ *Toute modification de l'architecture des choix disponibles qui modifie les comportements de façon prévisible sans restreindre les choix des individus ni imposer des incitations financières importantes. Un nudge doit être facile à contourner.*

Changer l'environnement pour que notre “Système 1” fonctionne mieux.




# Interventions basées sur économie comportementale

- ▷ Biais du statu quo : s'assurer que les options par défaut sont pertinentes
  - exemple : épargne retraite aux USA
- ▷ Prendre appui sur l'effet « norme sociale »
  - exemple : informer les gros consommateurs d'énergie de l'écart avec la consommation de leurs voisins
  - efficace aux USA, peu d'effets en France...





A photograph of Brad Pitt as Billy Beane, looking back over his shoulder from a baseball dugout. He is wearing a dark blue jacket. The background shows a green baseball field.

Billy Beane est manager du petit club  
de baseball *Oakland Athletics*

**MONEYBALL**

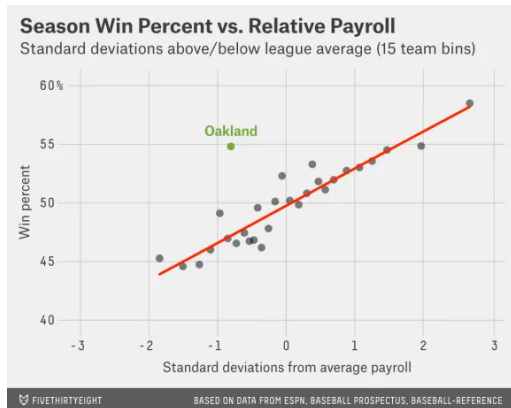




Team	Pitcher	Pitcher's Record	WIN %		RECORD	
			EXPECTED	ACTUAL	EXPECTED	ACTUAL
OAK	2001	$\frac{889^2}{889^2 + 695^2} = \frac{781456}{1197481}$	.6525	.6296	106-56	102-60
OAK	2002	$\frac{819^2}{819^2 + 205^2} = \frac{562076}{1078621}$	.6143	—	99-63	0-0
SEA	2001	$\frac{921^2}{921^2 + 623^2} = \frac{859829}{1262968}$	.6861	.7160	111-51	—
SEA	2002	$\frac{930^2}{930^2 + 620^2} = \frac{722500}{1189900}$	.6097	—	99-63	0-0
SEA	2001	$\frac{897^2}{897^2 + 217^2} = \frac{676096}{1154785}$	.5597	.5869	91-71	—
SEA	2002	$\frac{925^2}{925^2 + 217^2} = \frac{715000}{1210000}$	.6178	—	100-62	—

Il va remplacer l'intuition des experts par l'utilisation de données statistiques sur la performance des joueurs.

# Utilisation de systèmes d'aide à la décision

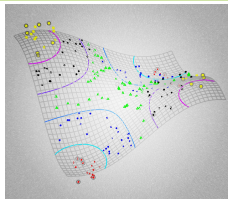


Recherche montre que modèles linéaires simples prédisent mieux que les experts dans plusieurs types de situations

- ▷ décisions médicales bien cadrées
- ▷ jurys d'admission à l'université

# Risques des boîtes noires

- ▷ Développement du “big data” et “machine learning” : de plus en plus de systèmes prédictifs sophistiqués
  - réseaux de neurones de grande taille
- ▷ Ces systèmes peuvent améliorer la performance mais comportent plusieurs risques pour la sécurité :
  - boîtes noires **non auditables**
  - ne permet pas de comprendre son fonctionnement en cas d'enquête accident
  - peuvent être **peu robustes** face à des changements des données d'entrée



# Encourager l'utilisation de procédures standardisées

- ▷ Certains secteurs industriels encouragent les opérateurs à utiliser des processus standardisés pour les décisions opérationnelles
- ▷ Exemple : processus FOR-DEC utilisé dans le secteur avionique
  - autres modèles : DECIDE, NMATE, SAFE



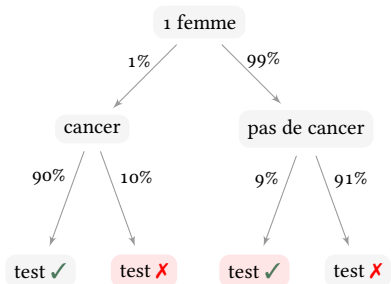
## Décision de “go-around” en aviation

3% de suivi des procédures en cas d’approche non-stabilisée, mais problème qui contribue à  $\approx 50\%$  des accidents.

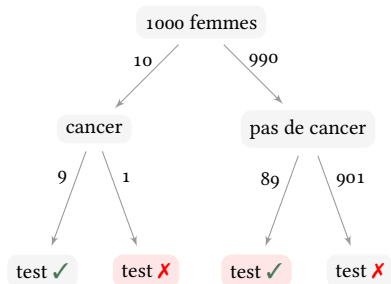


# Présentation graphique de l'information

*probabilités conditionnelles*



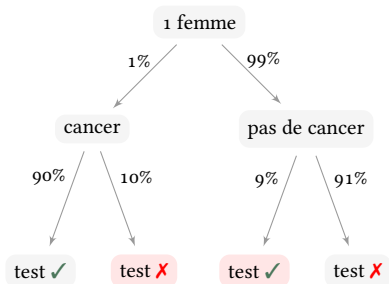
*fréquences «naturelles»*



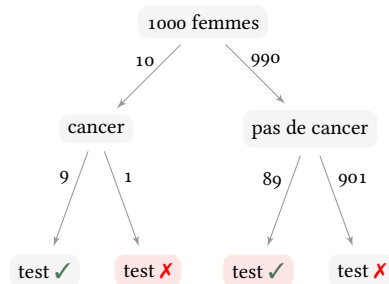


# Présentation graphique de l'information

*probabilités conditionnelles*



*fréquences «naturelles»*

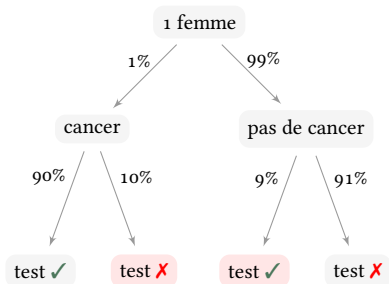


$$p(\text{cancer}|\checkmark) = \frac{0.01 \times 0.9}{0.01 \times 0.9 + 0.99 \times 0.09}$$



# Présentation graphique de l'information

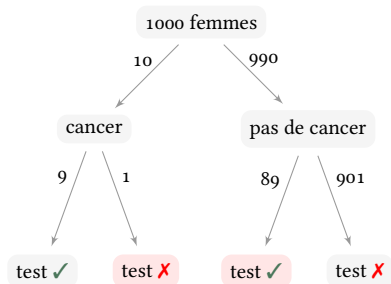
*probabilités conditionnelles*



$$p(\text{cancer}|\checkmark) = \frac{0.01 \times 0.9}{0.01 \times 0.9 + 0.99 \times 0.09}$$



*fréquences «naturelles»*



$$p(\text{cancer}|\checkmark) = \frac{9}{9 + 89}$$



# Assurer une diversité d'avis

- ▷ Notion de « **variété requise** » : s'assurer d'une diversité d'horizons au sein des groupes
  - éviter les « angles morts » liés à l'identité professionnelle des membres de l'équipe [Weick 1995]
- ▷ Favoriser les informations dissonantes et vues contraires
  - assigner un **avocat du diable** pour les décisions importantes
  - formation au *coaching* et à la prise de parole (“speak up”)
  - climat organisationnel : favoriser la sécurité psychologique
  - approche de structuration des discussion des « six chapeaux » pour examiner le problème selon des perspectives multiples



processus



information



intuitions



créativité



bénéfices

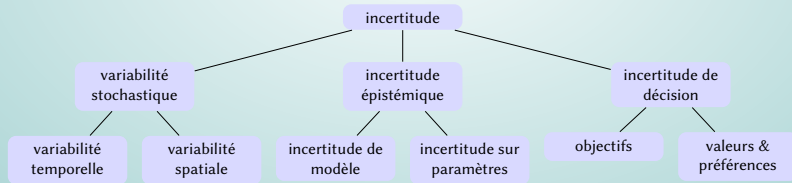


menaces

# Améliorer son imagination en matière de sécurité

- ▷ Techniques pre-mortem ou *Anticipatory Failure Determination* :
  - avant de lancer un projet, faire l'hypothèse que le projet a échoué
  - analyser les raisons de l'échec, les barrières qui ont défailli
  
- ▷ Technique de “red team”
  
- ▷ Stress tests

# Incertitude de décision



# Incertitude de décision

métrique pour décrire un  
risque

- ▷ nombre total de personnes tuées
- ▷ nombre d'années de vie en bonne santé perdues
- ▷ niveau de risque « acceptable »

# Incertitude de décision

métrique pour décrire un risque

mesure statistique qui décrit un risque

- ▷ moyenne
- ▷ médiane
- ▷ mode
- ▷ « pire cas plausible »

# Incertitude de décision

métrique pour décrire un risque

mesure statistique qui décrit un risque

paramètres d'un risque acceptable ou équivalent monétaire

- ▷ valeur d'une vie statistique
- ▷ valeur d'une année en bonne santé (QALY)



# Incertitude de décision

métrique pour décrire un risque

mesure statistique qui décrit un risque

paramètres d'un risque acceptable ou équivalent monétaire

fonction d'utilité pour mesure statistique d'un risque

▷ souvent : fonction d'utilité linéaire

# Incertitude de décision

métrique pour décrire un risque

mesure statistique qui décrit un risque

méthode pour agréger les utilités des individus en bien-être social

paramètres d'un risque acceptable ou équivalent monétaire

fonction d'utilité pour mesure statistique d'un risque

- ▷ utilitarisme : maximiser la somme des bien-être des individus
- ▷ prioritarisme : somme des bien-être, avec une sur-pondération pour individus pauvres

# Incertitude de décision

métrique pour décrire un risque

mesure statistique qui décrit un risque

méthode pour agréger les utilités des individus en bien-être social

paramètres d'un risque acceptable ou équivalent monétaire

fonction d'utilité pour mesure statistique d'un risque

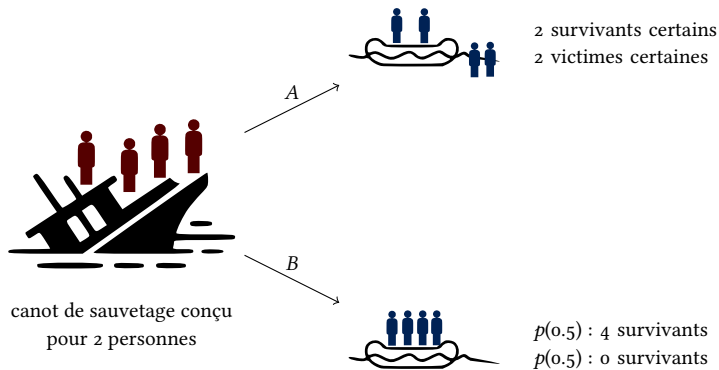
arbitrer entre conséquences immédiates et lointaines

- ▷ une vie aujourd'hui vaut-elle une vie dans 500 ans ?
- ▷ si non, quel taux d'escompte utiliser ?

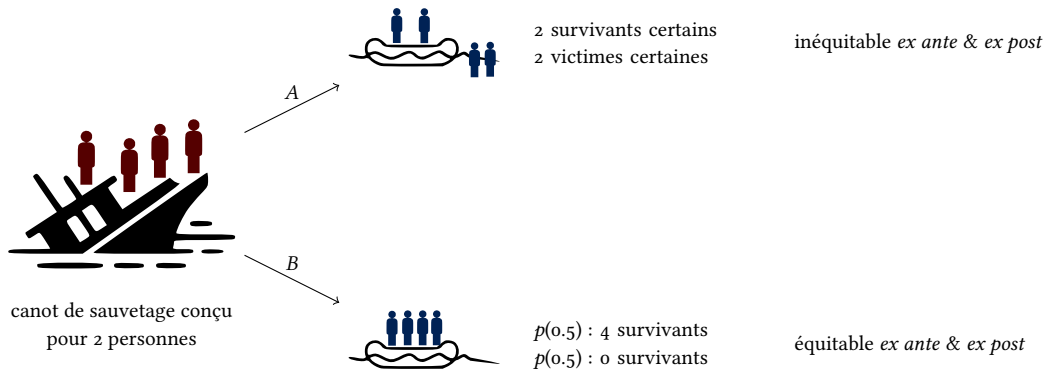
# L'aversion aux catastrophes

- ▷ Les approches classiques de modélisation des risques sont insensibles au degré de regroupement des dommages
  - 10 accidents faisant chacun 10 morts « valent » un accident faisant 1000 morts
- ▷ Il n'est pas certain que les préférences sociales soient compatibles avec cette approche
- ▷ Incertitude sur la manière d'agrèger les risques individuels pour en déduire le risque sociétal

# Canots de sauvetage



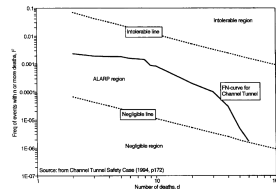
## Canots de sauvetage



*A* et *B* ont le même niveau de risque, mais *B* est plus catastrophique que *A*.  
Quelle option choisir ?

# Aversion aux catastrophes

- ▷ Situations analysées en laboratoire : préférence majoritaire pour le regroupement des décès (à nombre de décès constant)
  - pas d'aversion pour les catastrophes
  - on préfère une loterie où l'on peut réchapper à la catastrophe à une perte certaine, même si la perte certaine est inférieure
- ▷ Analyse de la réglementation dans différents domaines :
  - analyse coût-bénéfices : neutre vis-à-vis des catastrophes
  - critères de risques sociaux (implicites dans les courbes F-N, par exemple) : fonction du secteur industriel




# Aversion aux catastrophes : explications possibles

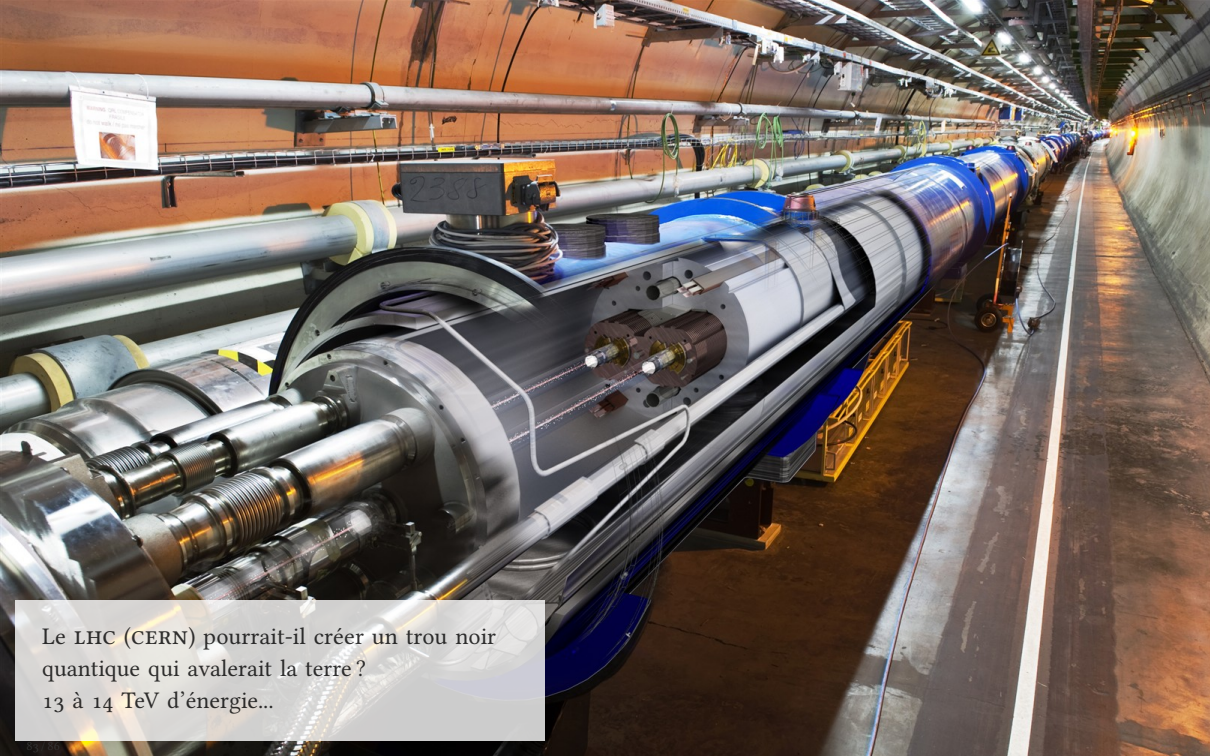
- ▷ L'**aversion à l'inéquité** : les situations catastrophiques sont plus équitables *ex post*
- ▷ Impact des émotions sur la perception des risques
  - peur, degré de contrôle
- ▷ Saliency :
  - 1 rapatrier événements semblables dans sa mémoire
  - 2 comparer le nombre de morts
  - 3 degré de choc est lié à la proportion d'événements dans sa mémoire qui sont moins graves
- ▷ "Psychosocial numbing" : on ne perçoit pas les stimuli de façon linéaire
  - loi de Weber
- ▷ Les catastrophes provoquent des décès statistiques, les petits accidents des décès identifiés



# Pour aller plus loin



 [www.foncsi.org](http://www.foncsi.org)



Le LHC (CERN) pourrait-il créer un trou noir  
quantique qui avalerait la terre ?  
13 à 14 TeV d'énergie...

## Faire “sans” l’incertitude



- ▷ Controverse en 2008 : les physiciens peuvent-ils risquer l’existence de la terre ?
  - conflits d’intérêt marqués chez tous les experts
  - degré de maîtrise des concepteurs mis en doute par de nombreux accidents au démarrage de l’unité (2007 : explosion d’un électroaimant, 2008 : 53 électroaimants détruits, 6 tonnes d’hélium relâchés...)

“

*[W]e are dumbfounded that we missed some very simple balance of forces. Not only was it missed in the engineering design but also in the four engineering reviews carried out between 1998 and 2002 before launching the construction of the magnets.*

*— Directeur du Fermilab, constructeur des aimants*

- ▷ Comment prendre des décisions lorsque les conséquences possibles sont si impactantes ?

# Crédits images

- ▶ Couverture : installation “Follow the leaders” de I. Cordal, Berlin, 2011
- ▶ Neurones (transparent 11) : UCI research via <https://flic.kr/p/oMoMUW>, licence CC BY-NC
- ▶ Trou noir (transparent 11) : Phil Plait via <https://flic.kr/p/5Ug775>, licence CC BY-NC-SA
- ▶ Étoiles (transparent 30) : Carl Jones via <https://flic.kr/p/dJtXDP>, licence CC BY-NC-ND
- ▶ Cerveau (transparent 54) : Wikimedia Commons, domaine public
- ▶ Hyperplane (transparent 85) : Javi via <https://flic.kr/p/ej8Vgi>, licence BY SA
- ▶ LHC (transparent 86) : propriété CERN, reproduction autorisée

# Merci de votre attention !

Support disponible sur [slideshare.net/EricMarsden1](https://www.slideshare.net/EricMarsden1)

Suivez la FonCSI sur Twitter : @LaFonCSI

Cette présentation est diffusée selon les termes de la licence *Attribution – Partage dans les Mêmes Conditions* du Creative Commons.

