

Unil

UNIL | Université de Lausanne



Franco Taroni

*Faculté de droit, des sciences criminelles et d'administration publique,
Université de Lausanne*

Résoudre (ensemble) des problèmes dans l'incertain

Centre International de Criminologie Comparée, Université de Montréal

| le savoir vivant |

De quoi va-t-on discuter?

Quelles sont les exigences pour résoudre un problème de manière cohérente?

Pouvons-nous résoudre des problèmes agissant ensemble?



Maîtriser
l'incertitude


Défis de l'interprétation



Evaluer des observations représente une discipline **fondamentale** pour tout laboratoire ou institution.

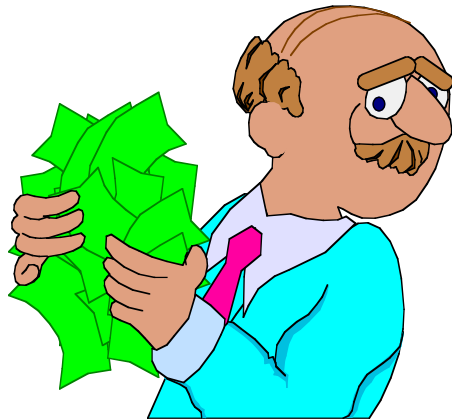
Intuition ne représente pas une bonne guide.

L'interprétation et la transmission des observations représentent des domaines de fort **intérêt**.



Les contraintes dans nos domaines

Des contraintes pratiques: temporelles, de ressource, de budget, de priorité, influence de paramètres circonstanciels.



L'information est limitée et incomplète: de ce fait des conclusions catégoriques sont impossibles.



Le contexte pratique: demandes et attentes

De plus en plus des réquêtes détaillées, moins de tolérance (p.e., de la part de patients, tribunaux, media)

Influence certaine sur le processus de décision du destinataire de l'information

Nécessité pratique de (1) qualifier/quantifier l'incertitude, (b) d'évaluer les résultats de manière critique, (c) de démontrer transparence, bases scientifiques et principes pour les procédures d'inférence

Garantir une pertinence et une cohérence

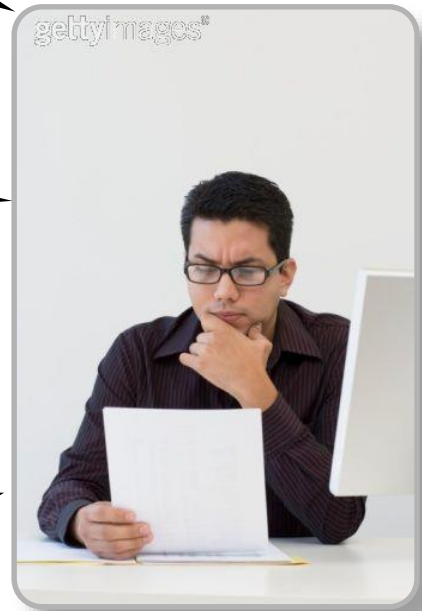


Le problème: comment les scientifiques peuvent ...

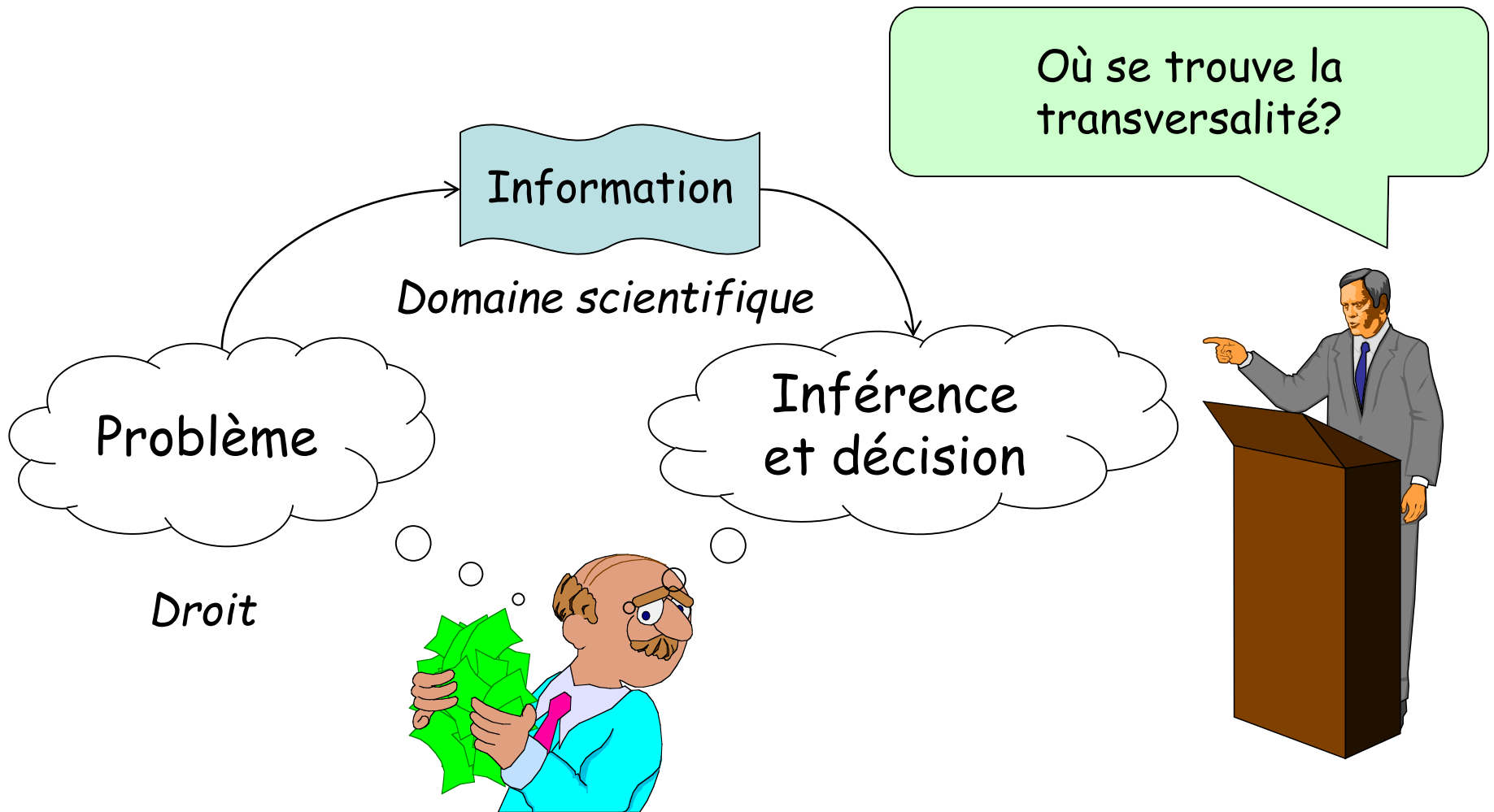
... offrir une contribution constructive dans des procédures évaluatives qui peuvent se définir 'rationnelles'?

... spécifier, articuler et évaluer des incertitudes?

... aider le destinataire de l'information à introduire les résultats dans un tout cohérent et donc offrir une assistance dans un cas donné?



Transversalité et collaboration



Un premier exemple

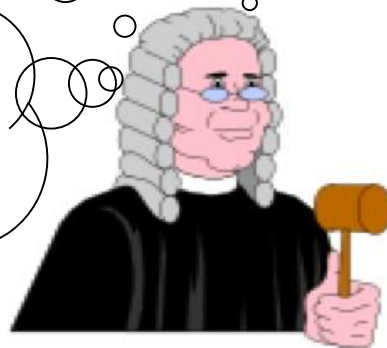
Un problème en droit civil ou pénal

Profils
génétiques

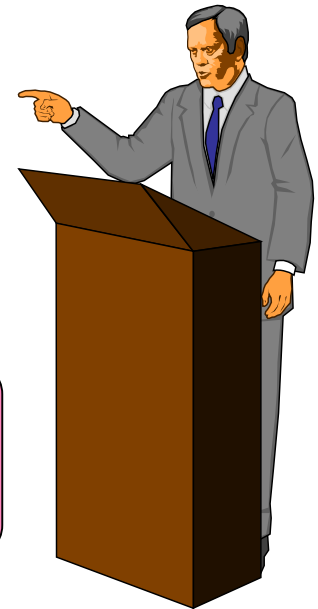
Est-ce que
M.X est la
source de
cette trace?

Inférence
et décision

Est-ce que
M.X est le
père génétique
de l'enfant Y?



Sur la base de cette
information, quelle est ma
décision? Est-il le père ou
non?



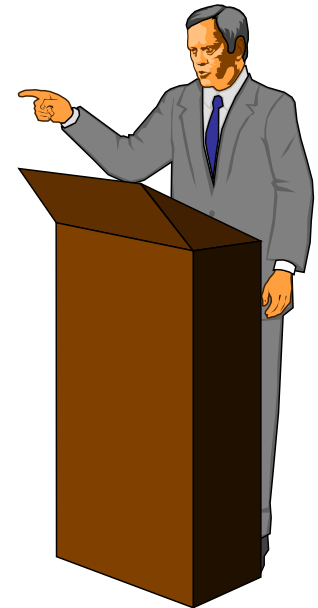
Un deuxième exemple

Un problème en droit de l'immigration

Informations médicales

Est-ce que cette personne est majeure?

Inférence et décision



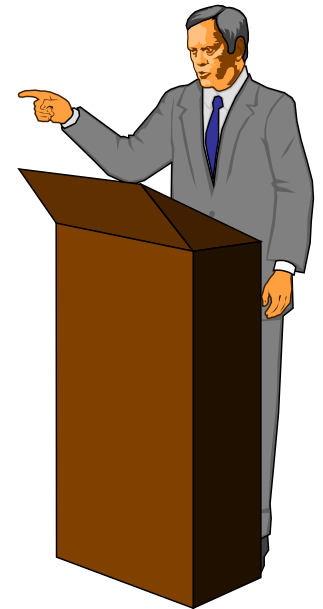
Un troisième exemple

Un problème en droit de la circulation routière

Résultats toxicologiques

Est-ce que M.X. est sous l'effet de substances illégales?

Inférence et décision



La théorie des probabilités est-elle une référence pour nos pratiques?

C'est réaliste et praticable

Concepts normatifs qui permettent des actions en assurant la cohérence.

Des modèles probabilistes sont utilisés dans plusieurs domaines scientifiques et humaines (p.e., les prévisions météo, l'économie et la finance, le diagnostic médical, l'analyse du risque, les applications militaires, l'intelligence artificielle).



Inter-disciplinarité

Premier souci: la théorie des probabilités pour un événement unique?

Premier souci: la théorie des probabilités pour un événement unique?



Quelle est la probabilité que les Canadiens de Montréal vont gagner le championnat?

Premier souci: la théorie des probabilités pour un événement unique?

Événements aléatoires?

Est-il raisonnable d'en calculer la probabilité?



Définition fréquentiste
(épreuves identiques)

Définition classique
(cas favorables/cas possibles)

Premier souci: la théorie des probabilités pour un événement unique?

Quelle est la probabilité que les Canadiens de Montréal gagnent?



Combien es-tu disposé à parier par rapport à combien tu pourrais gagner?

Combien es-tu disposé à parier sur les Canadiens de Montréal par rapport à combien pourrais-tu gagner?

$$Pr(\text{Canadiens de Montréal}) = \frac{\text{pari sur les Canadiens}}{\text{gain attendu}}$$

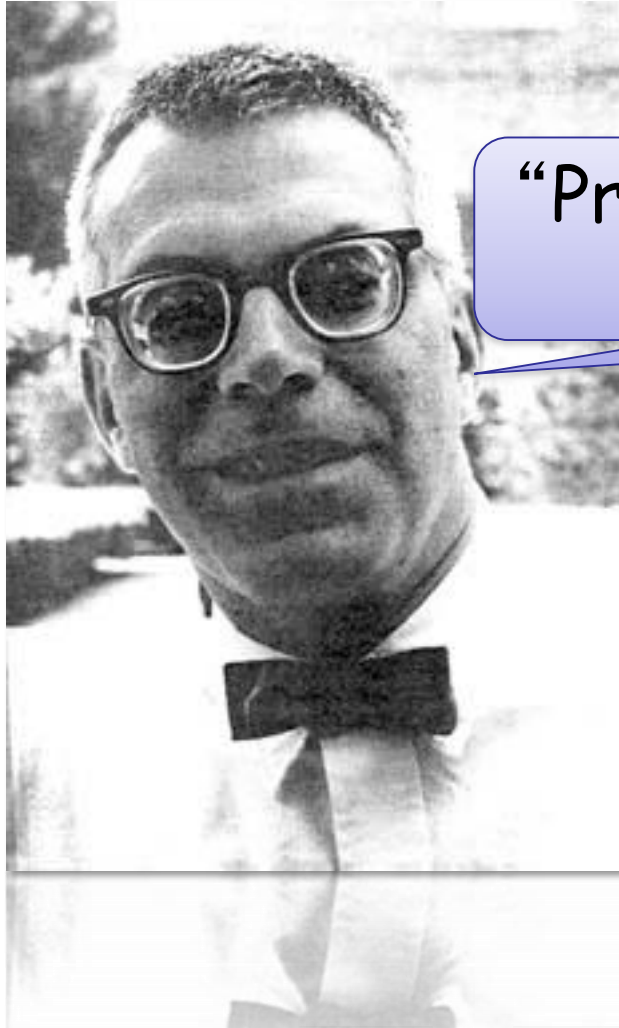


Ces constatations nous disent deux choses importantes sur les probabilités

La probabilité est **subjective**

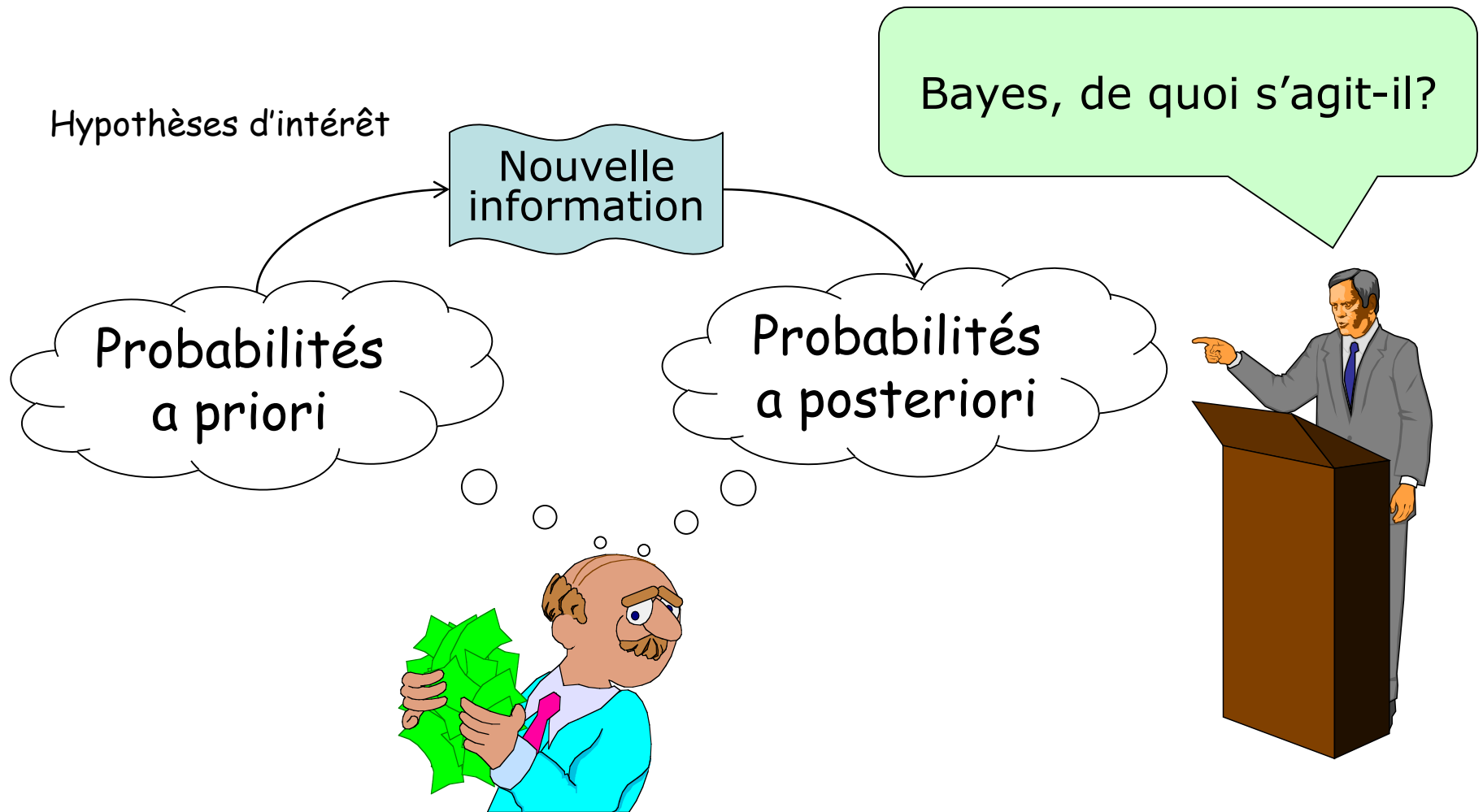
Votre probabilité dépend de votre connaissance (le cas, les données).
Elle est **conditionnelle**.

... la probabilité exprime le degré de croyance d'une personne sur la réalisation d'un événement.



“Probabilities are states of mind,
not states of nature”

L'approche Bayésienne

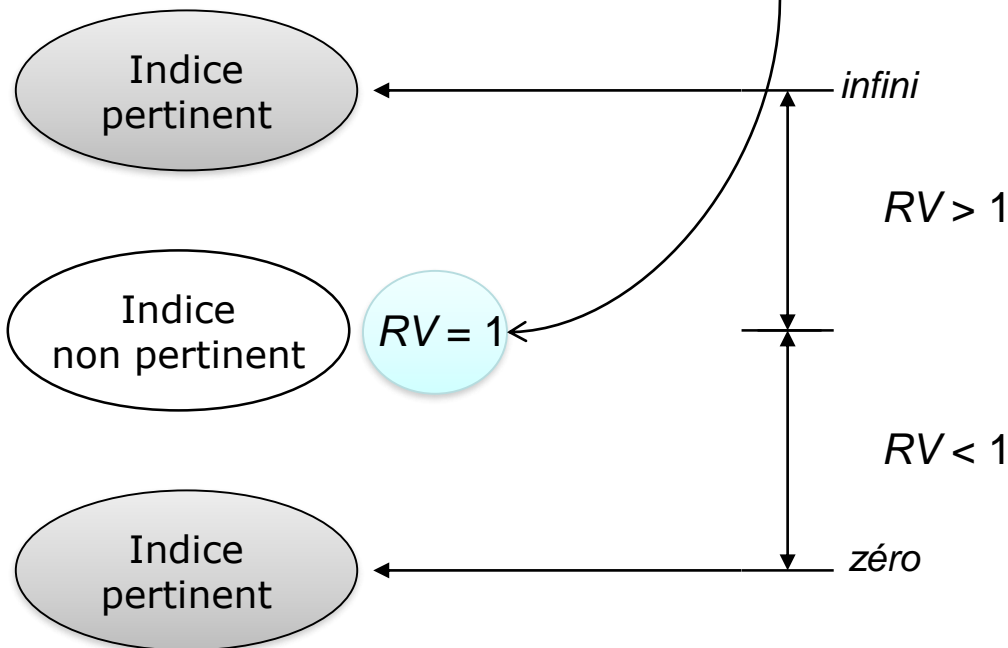


La théorie de Bayes

Croyances initiales

$$\frac{\Pr(H_1 | I)}{\Pr(H_2 | I)} \times \frac{\Pr(E | I, H_1)}{\Pr(E | I, H_2)} = \frac{\Pr(H_1 | E, I)}{\Pr(H_2 | E, I)}$$

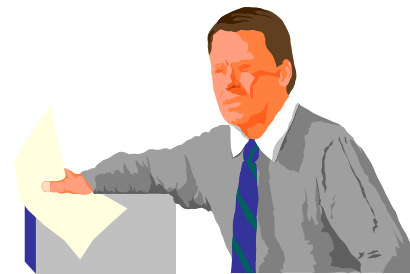
Croyances finales



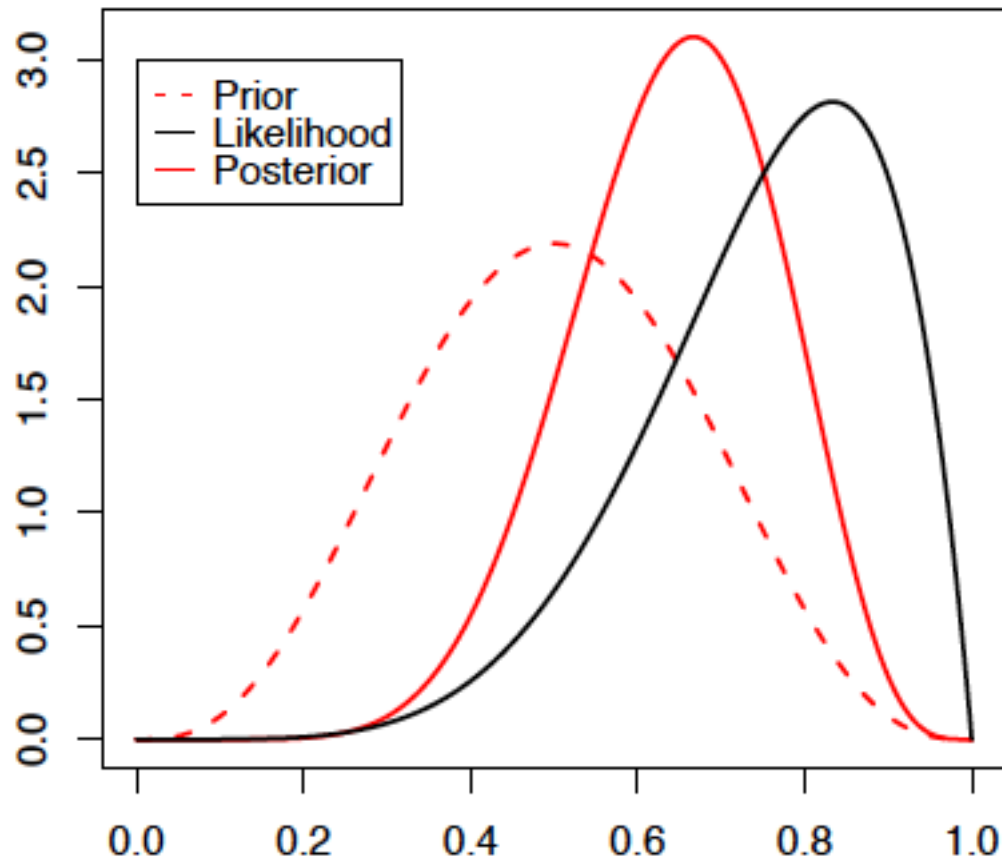
Vers H_1

Vers H_2

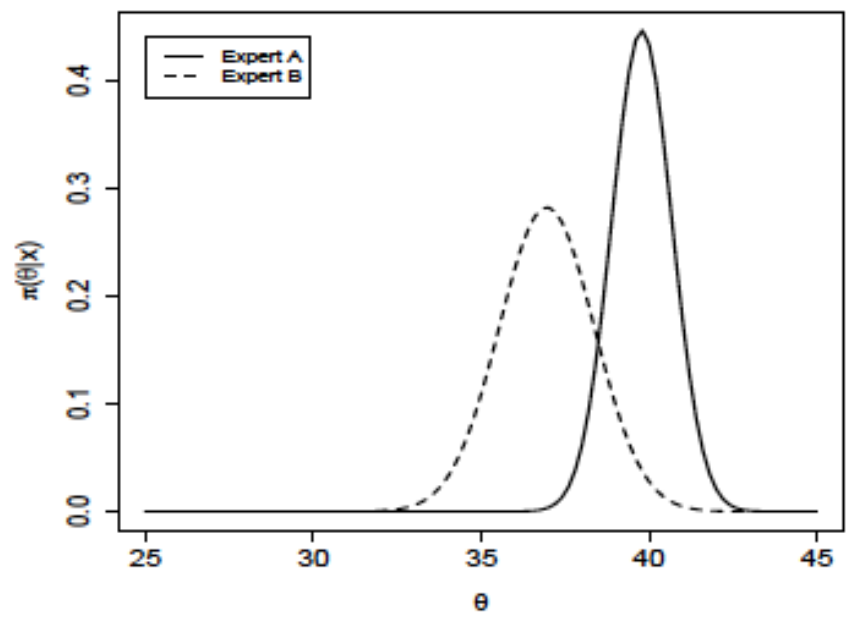
De combien je me déplace dans une direction ou une autre?



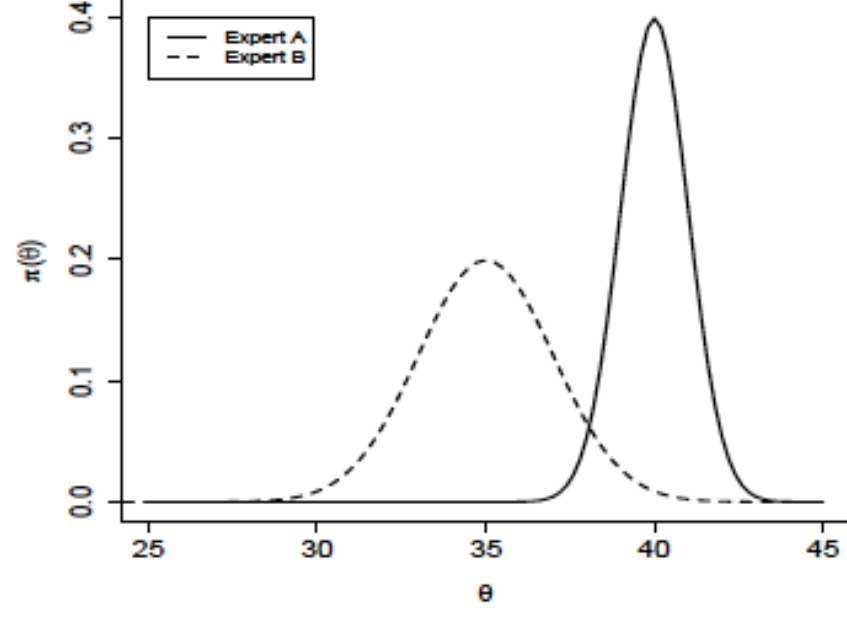
Deuxième souci: la probabilité n'est pas égale pour tout le monde



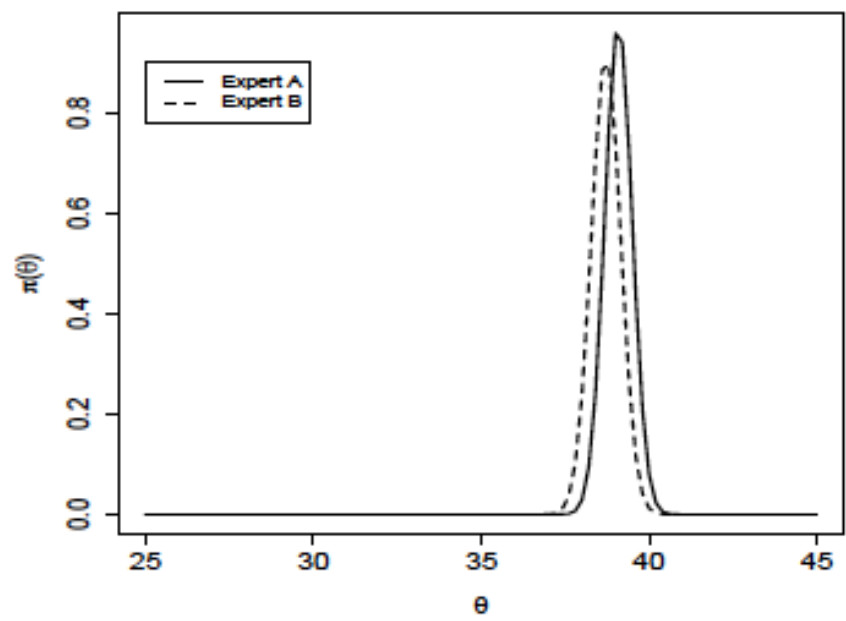
n=1 , sample mean =38.9



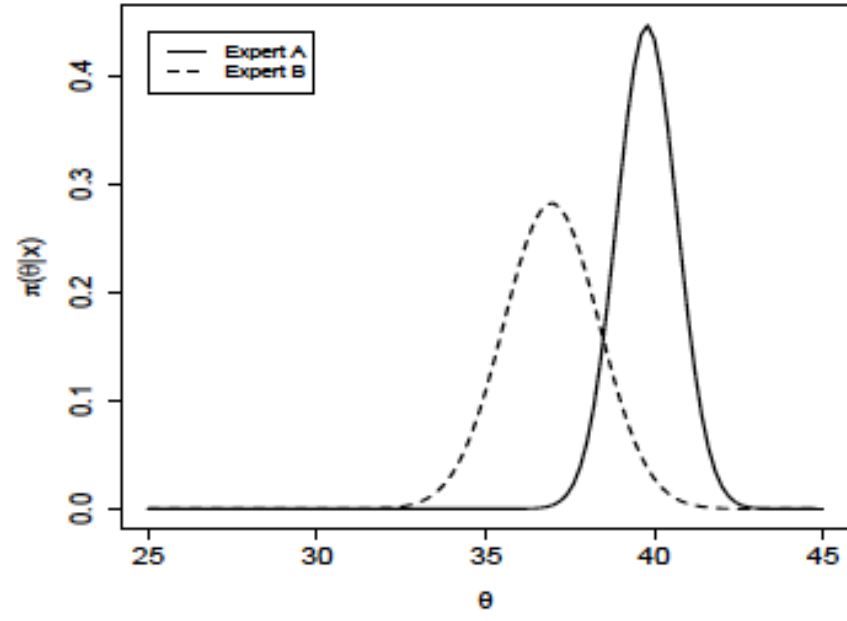
n=1 , sample mean =38.9



n=20 , sample mean =38.9



n=20 , sample mean =38.9



... et l'expert, dans tout ça? Le rapport de vraisemblance



Procureur

Hypothèse 1

Hypothèse 2

Résultats
des analyses

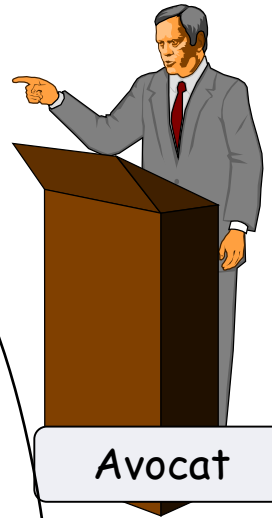
1

Probabilité des résultats si
l'hypothèse 1 est vraie

3

Valeur de l'indice =

Probabilité des résultats si
l'hypothèse 2 est vraie



Avocat

2

La valeur de l'indice

Il y a trois questions fondamentales:

1 Quelle est la probabilité d'observer ces résultats si l'hypothèse 1 est vraie?

2 Quelle est la probabilité d'observer ces résultats si l'hypothèse 2 est vraie?

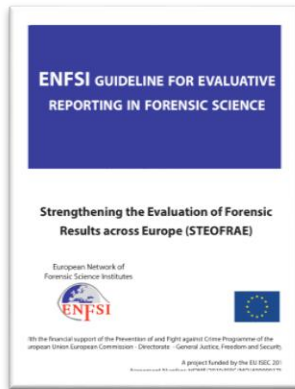
3 Conditionné à quelle des deux hypothèses l'indice est plus probable ... avec la première ou la deuxième des hypothèses?

Valeur de l'indice =

3



La valeur de l'indice



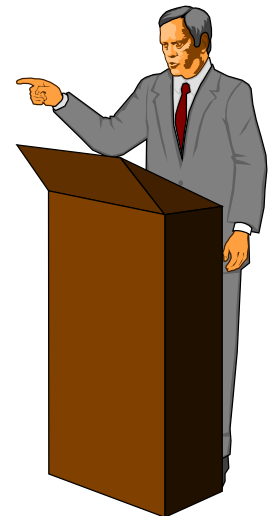
Elément clé du 'standard'

Rapport de vraisemblance (likelihood ratio)

=

Probabilité des résultats si l'hypothèse 1 est vraie

Probabilité des résultats si l'hypothèse 2 est vraie



On se focalise sur la probabilité des résultats et non sur la probabilité des hypothèses

Caractéristiques

équilibré

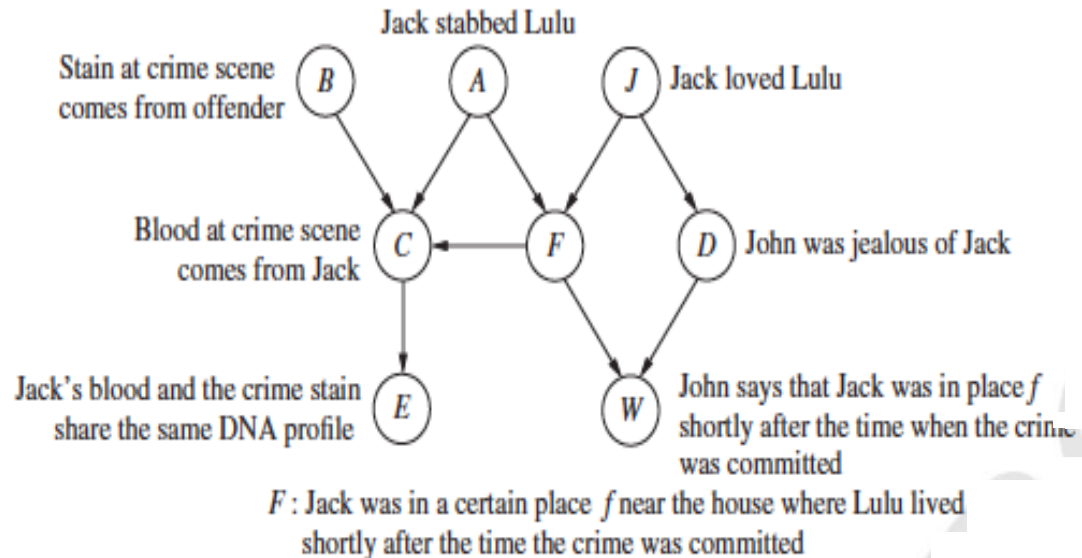
transparent

flexible

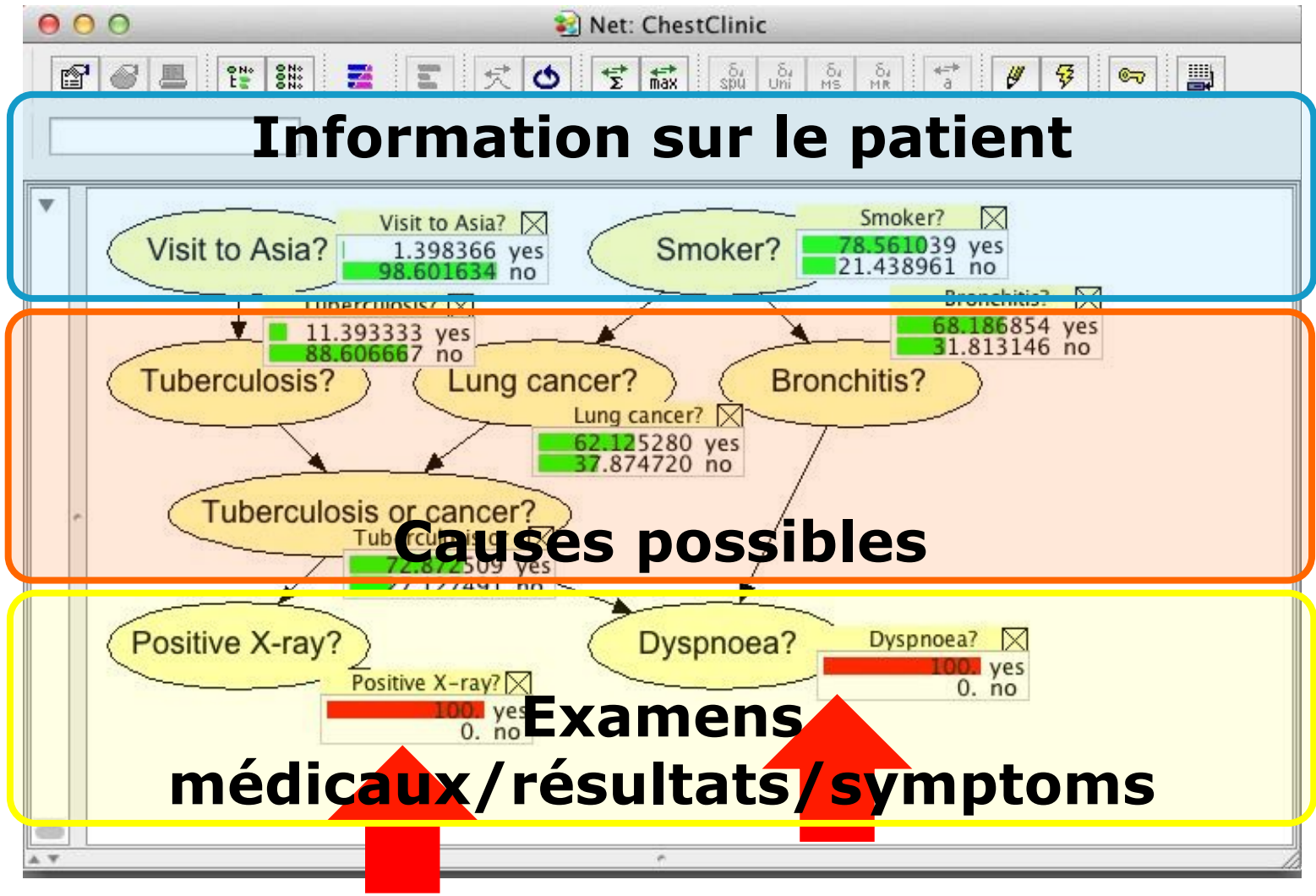
contextualisé

Troisième souci: plusieurs informations ... pour faire de l'inférence

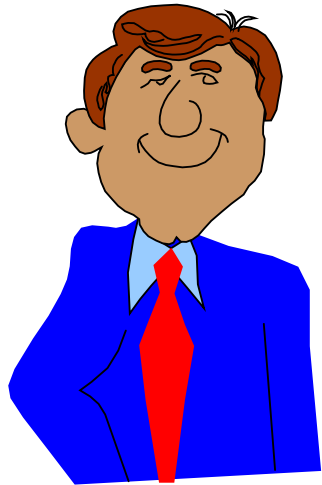
Un Réseau Bayésien est un modèle graphique probabiliste représentant plusieurs **variables** (graphiquement décrites par des cercles) et leurs **relations de dépendance probabiliste** (graphiquement décrites par des flèches)



Exemple: diagnostic médical



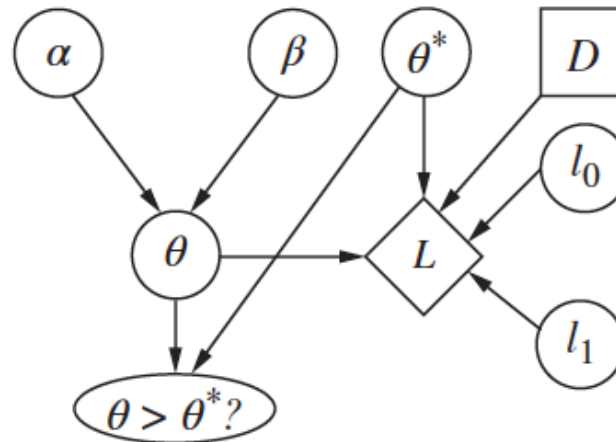
Inférence et décision



Le **Bayesianisme** n'est pas uniquement une **théorie du raisonnement** qui a pour but de donner des règles d'inférence dont les prémisses sont incertaines et qui repose sur une modélisation de l'incertitude qui passe par l'attribution de probabilité aux hypothèses que l'on envisage, mais il possède également une **composante 'opérationnelle'** dans le sens que l'attribution de probabilités se combine avec le **calcul de l'utilité des conséquences des actions possibles**. Le raisonnement Bayésien propose de choisir l'action (prendre la décision) qui offre la plus grande probabilité d'obtenir le résultat qui satisfait le plus nos préférences.

Troisième souci: plusieurs informations ... pour prendre des décisions

Un Réseau Bayésien est un modèle graphique probabiliste représentant plusieurs variables, leurs relations de dépendance probabiliste, les **décisions possibles** (graphiquement décrites par des carrés) et les **préférences** des conséquences de nos actions en situation d'incertitude.



Conclusion: les défis dans les applications

Le raisonnement
probabiliste



La difficulté ne réside pas
dans le concept, mais dans les
'real world' problèmes sur
lesquelles on doit travailler.

Il faut pouvoir exercer un
contrôle critique sur toute
inférence et décision
importantes qui concernent les
problèmes qui nous touchent.

La disponibilité d'instruments
puissants de raisonnement
représente un problème
essentiel de démocratie.





**Merci beaucoup
de votre
attention.**

