

Heuristiques et biais dans le jugement

I Système 1 vs
Système 2

Qu'est-ce que c'est ?

- Heuristique : une règle simple, rapide, que les gens vont utiliser sans y penser pour former un jugement ou prendre une décision
- Avantage des heuristiques : la rapidité. Elles mobilisent le système 1 de Kahneman plutôt que le système 2
- Désavantage : dans la plupart des circonstances écologiquement pertinentes, ces règles fonctionnent correctement ; mais dans de nombreuses situations complexes, elles conduisent à de mauvais raisonnements et donc à des croyances fausses

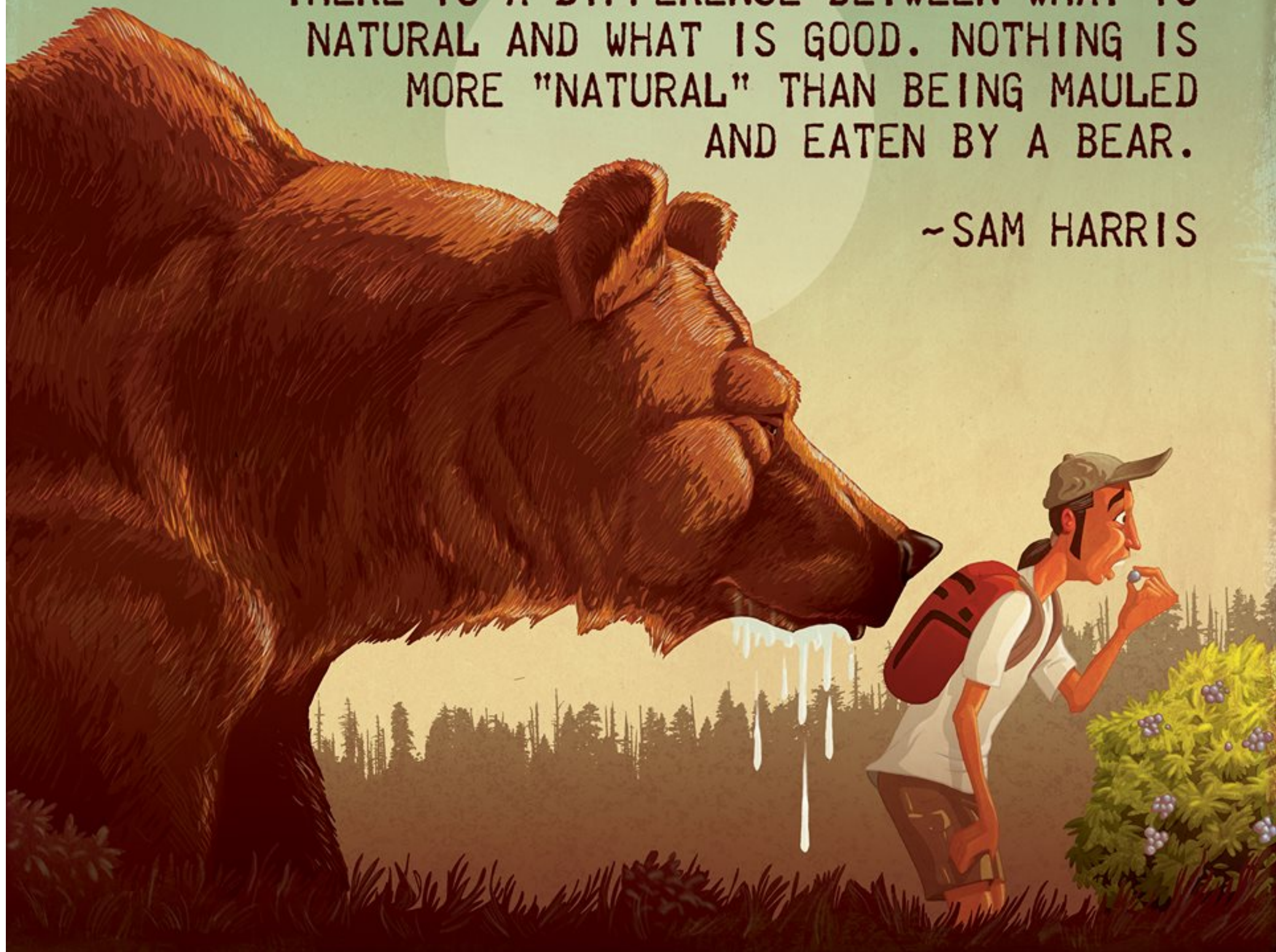
Les heuristiques et le sophisme naturaliste

- Nos heuristiques de raisonnement ont été sélectionnées au cours de l'histoire de l'espèce
 - Elles sont « naturelles » en ce sens
- Mais peut-on dire que si X est naturel, alors X est bon ou X est rationnel ?
 - Ex : Un enfant naît, naturellement, d'un père et d'une mère ; donc, il est bon qu'un enfant ait un père et une mère



WE MUST CONTINUALLY REMIND OURSELVES THAT
THERE IS A DIFFERENCE BETWEEN WHAT IS
NATURAL AND WHAT IS GOOD. NOTHING IS
MORE "NATURAL" THAN BEING MAULED
AND EATEN BY A BEAR.

~SAM HARRIS



- Les heuristiques se sont souvent révélées efficaces dans les contextes écologiques dans lesquels vivaient nos ancêtres ;
- Mais cela n'implique pas qu'elles soient rationnelles !

Un exemple

- Considérons l'heuristique suivante, l'heuristique *Nutella* :

Manger préférentiellement les aliments qui procurent du plaisir quand on les mange

- Il s'agit d'une heuristique « naturelle » : nos ancêtres chasseurs-cueilleurs avaient de gros besoins énergétiques, d'où notre attirance pour les aliments très denses en calories
- Mais nous n'avons plus les mêmes besoins puisque notre mode de vie à complètement changé à partir du Néolithique ! Du coup suivre cette heuristique est une excellente méthode pour mourir jeune.
- Vivez en revanche comme un chasseur-cueilleur, en pratiquant un sport aérobic 20h / semaine et vous pourrez manger autant de chocolat et de glaces à la crème que vous voudrez tout en restant en bonne santé

MEAT,
SWEETS,
CHEESE &
PROCESSED
FOODS
Limit



EGGS,
FISH &
FAT-FREE
DAIRY
Less than half of calories



SEEDS, NUTS
& AVOCADOS
10-40% of calories

WHOLE GRAINS
& POTATOES
20% or less of calories



FRUITS
*10-40% of
calories*



BEANS/
LEGUMES
10-40% of calories



VEGETABLES*
1/2 RAW AND 1/2 COOKED
30-60% of calories



*Excludes white potatoes. Focus is on green vegetables

- Ceux parmi nos ancêtres qui ont, suite à des mutations, acquis une forte attirance pour la nourriture dense en calories ont survécu
- En ce sens, l'heuristique s'est révélée efficace dans le passé de notre espèce
- Mais aujourd'hui, elle a des effets désastreux
 - Il s'agit même sans doute du problème de santé publique N°1 dans les pays riches

Conclusion 1

- Le problème n'est pas que des heuristiques existent — l'homme est un animal, il appartient à une espèce qui a évolué pendant des millénaires et ces heuristiques sont l'héritage de cette évolution ;
- Mais des raisonnements ou des jugements irrationnels ont lieu lorsqu'on utilise le système 1 alors que le système 2 serait approprié ;
- Ainsi, si l'on désire vivre longtemps et en bonne santé, l'heuristique *Nutella* doit être évitée, ce qui veut dire qu'il faut guider ses choix alimentaires par des choix réfléchis, pouvoir résister à ses envies alimentaires, etc.

- Utiliser le système 1 à la place du système 2 crée ce que Kahneman appelle des biais
- Penser de manière critique est difficile, car il est difficile de prendre conscience de ses biais et de les surmonter
- Cela demande de prendre le contrôle de sa pensée, en mobilisant ce que les psychologues appellent le contrôle exécutif, localisé dans le cortex préfrontal.

Plan du cours

- Les effets de priming (amorçage) et de halo
- Le biais de confirmation

Avertissement

- La théorie des heuristiques et des biais a fait l'objet de nombreuses critiques.
- On lui reproche en particulier souvent de n'être **pas assez systématique**, et de déboucher sur des listes interminables de biais.
- Néanmoins, il est tellement centrale aujourd'hui qu'elle me paraît incontournable : même si vous êtes sceptique, il faut de toutes façons la connaître !

II Effet d'amorçage, effet de halo

Une machine à associer les idées

- Comme Hume le remarquait déjà, notre cerveau construit des associations entre les concepts, les images, les émotions.
- Considérez ainsi le stimulus suivant :

Bananes

Vomir

- Il s'agit d'une association surprenante, que vous n'aviez peut-être jamais rencontrée auparavant dans votre vie
- Notez que votre esprit répond automatiquement, rapidement, sans effort et sans que vous puissiez y faire quoique ce soit ... mais pourtant de façon notable : vous avez certainement ressenti une sensation de dégoût plus ou moins forte pour les bananes
- Rassurez vous : cette association ne va pas perdurer (du moins pas trop longtemps)

- De façon automatique, votre esprit cherche à intégrer les deux informations
- Notez qu'il considère l'information comme "vraie" par défaut — l'esprit part du principe que si quelque chose a été dit, cette chose est vraie
- Il crée donc une nouvelle association entre les informations, et cette association constitue un nouveau lien entre l'image d'une banane et une réaction émotionnelle de dégoût

Les effets de "priming"

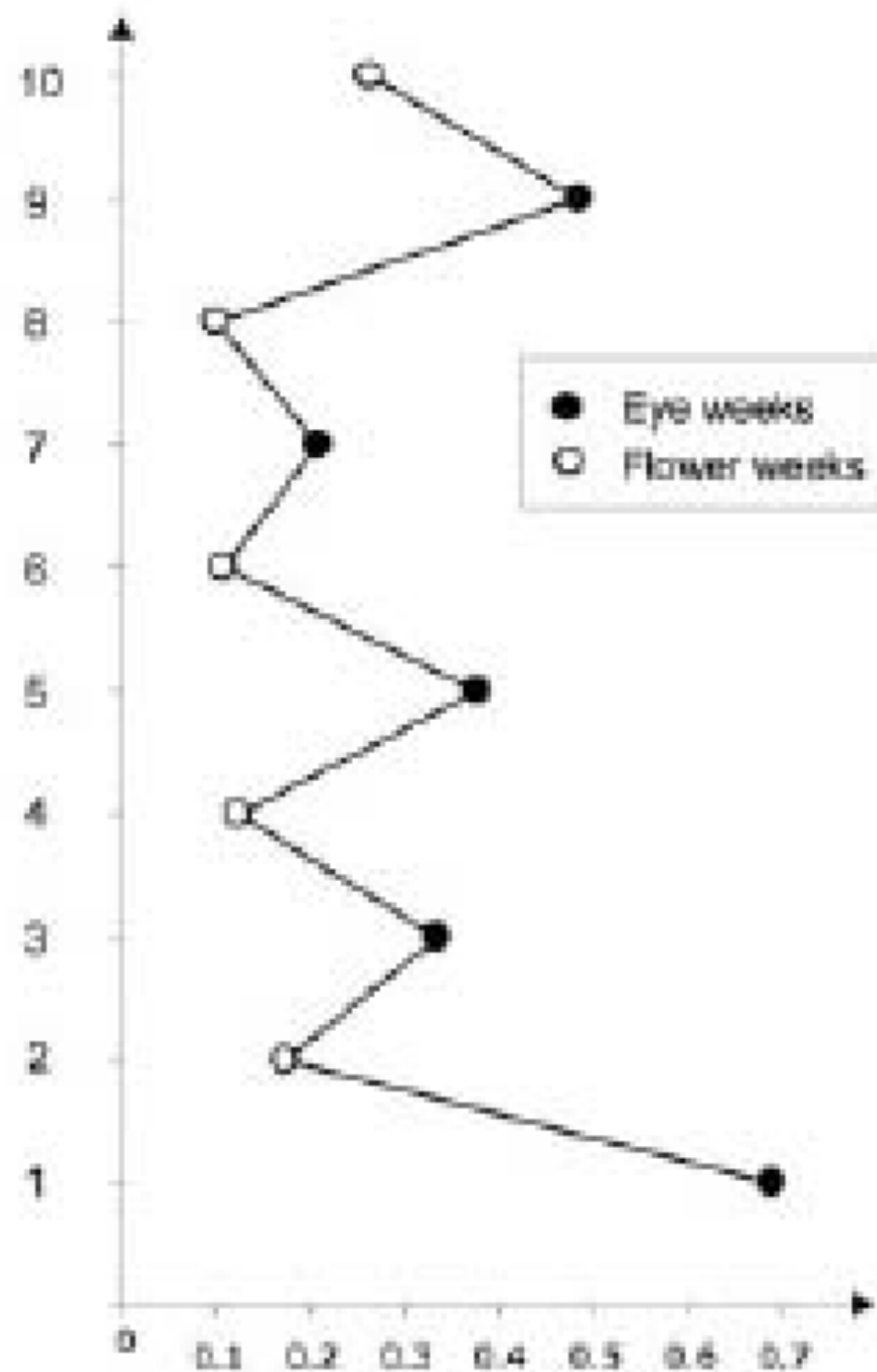
- Ces associations sont involontaires et elles peuvent avoir lieu de manière inconsciente
- En psychologie, on appelle cela les effets de "priming" (ou d'amorçage)
- On peut influencer le jugement d'une personne, ou ses décisions, par des effets inconscients de priming

Exemple

- Dans la salle des profs d'une université, une boîte permet de recueillir l'argent correspondant aux capsules de café ou aux sachets de thé
- Il n'y a pas de contrôle, simplement une liste de prix, et chacun donne librement en fonction de cette liste
- Lors d'une expérience, on affiche les différentes images suivantes au-dessus de la boîte, sans donner d'explication
- Le graphique indique la variation des dons en fonction des images

Image

Time (weeks)



L'effet de halo

- Si une personne est agréable, si elle vous ressemble, qu'elle est bien habillée, physiquement plaisante, vous allez avoir tendance à la trouver crédible
- Une étude a montré par exemple que les femmes bien maquillées (c'est-à-dire maquillées, mais pas trop non plus) étaient systématiquement perçues comme plus compétentes que les femmes n'utilisant pas de maquillage
 - « Makeup your mind: The impact of styling on perceived competence and warmth of female leaders ». (Klatt J, Eimler SC, Krämer NC, 2016)

Le test d'association implicite et le racisme implicite

- Méthode expérimentale permettant de mesurer les associations entre représentations mentales inconscientes.
- Elle est notamment utilisée afin d'estimer les stéréotypes racistes des personnes, même lorsque celles-ci rejettent les idées racistes du point de vue des croyances explicites.
- Le mieux est d'essayer : <https://implicit.harvard.edu/implicit/france/>

Conclusion 2

- En raison des effets d'amorçage et de halo, nous pouvons être manipulé.es
- Nos jugements sont souvent en partie déterminés par des facteurs qui n'ont aucune pertinence
- Attention aux émotions, aux conditions environnantes, à l'effet halo

III Facilité de traitement et biais de confirmation

Pourquoi il faut se méfier de la facilité

- Le système cognitif privilégie les informations simples, faciles à traiter, c'est-à-dire dont la compréhension demande le moins d'effort
- Il établit donc un lien entre facilité de traitement et vérité : mais comme vous le savez, ce lien n'existe tout simplement pas
- Ce n'est pas parce qu'une information est plus simple dans un contexte donnée qu'elle est vraie

Substituer une question à une autre

- Une heuristique simple que notre esprit utilise pour résoudre les problèmes est la suivante :
 - face à une question difficile qui me demanderait une longue réflexion et des données peu accessibles, lui substituer une question plus simple à laquelle je peux répondre immédiatement et facilement
- Quelques exemples :

- Serais-je heureux dans le futur --> est-ce que je me sens bien maintenant ?
- Cette personne fera-t-elle un bon président --> cette personne a-t-elle l'air agréable et compétente ?
- Comment faudrait-il punir ce criminel en étant juste et rationnel ? --> quel degré de colère est-ce que je ressens maintenant pour ce criminel ?
- Le Président sera-t-il populaire dans deux ans ? --> le Président est-il populaire maintenant ?

- On sait qu'il est difficile d'avoir de bonnes évaluations dans les cours difficiles (par exemple en logique formelle)
 - cela peut sembler étrange car ces cours sont souvent les plus utiles
- Mais c'est exactement ce qu'on peut prédire dans la théorie des heuristiques : plus un cours est difficile, plus il demande d'efforts, moins l'expérience est agréable
 - un cours sur le sens de la vie sera souvent mieux noté que le meilleur cours de logique du monde ! Car personne n'aime tellement faire des efforts.
- Notez que la question posée n'est pas de savoir si l'étudiant(e) aime la logique, mais si le cours est bon ou pas — la réponse est alors assez systématiquement irrationnelle

Conclusion 3

- Nous avons tendance à vouloir remplacer les questions compliquées par des questions complètement différentes, mais plus simples à comprendre et auxquelles il est facile de répondre
- Cela nous amène à des jugements irrationnels

Le biais en faveur de la confirmation

- Etant donné un jugement, nous pouvons ou bien chercher à montrer qu'il est vrai, ou bien chercher à montrer qu'il est faux
- Mais notre esprit privilégie systématiquement la première méthode.
- Nous présupposons que nous avons raison par défaut, et nous cherchons des confirmations, en étant souvent aveugles aux données qui infirment nos hypothèses

Un exemple

- Supposons que je discute avec mon ami Renaud de la dangerosité des vaccins
 - de mon côté, je ne trouve aucune donnée très convaincante prouvant que les vaccins sont dangereux
 - mais Renaud revient vers moi avec un très grand nombre de données, plus convaincu que jamais
- En regardant son moteur de recherche, je m'aperçois qu'il a tapé la question suivante : « pourquoi les vaccins sont ils dangereux ? »

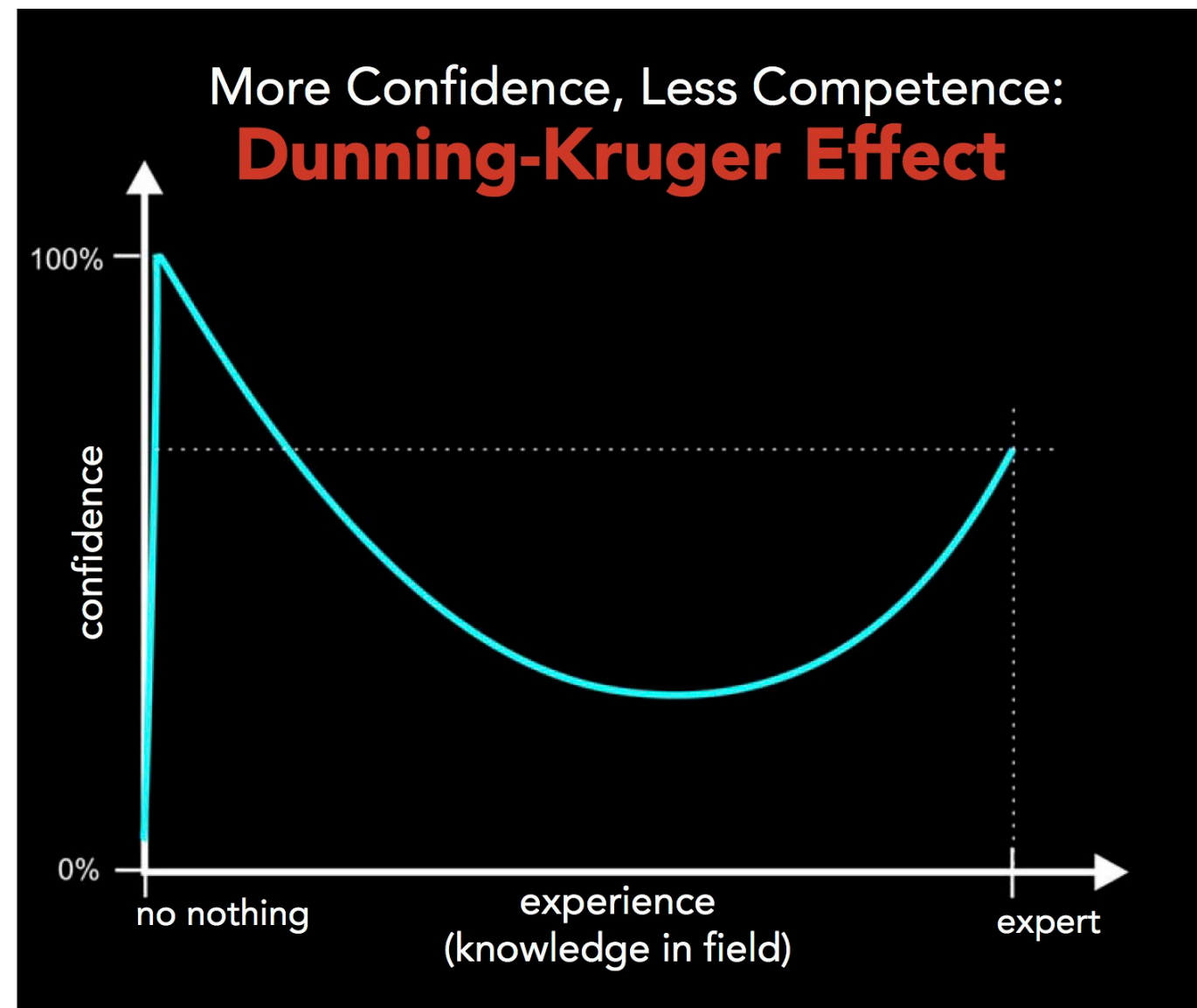
- Il a remplacé la question :
 - X est-il dangereux ?
- par :
 - pourquoi X est-il dangereux ?
- Ce qui présuppose en fait le problème déjà résolu.
- Ici, le biais de confirmation conduit à une pétition de principe — et c'est très souvent le cas !

L'effet de Dunning-Kruger

- Cas particulier du biais de confirmation qui nous conduit à surestimer nos capacités

Justin Kruger et David Dunning, « Unskilled and Unaware of It: How Difficulties in Recognizing One's Own Incompetence Lead to Inflated Self-Assessments », *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 77, no 6, 1999

- Plus l'on est incompétent, plus l'on a confiance en sa propre compétence !
- L'article décrit le cas fascinant (et hilarant) de McArthur Wheeler



Le cas de McArthur Wheeler

- En 1995 il braque deux banques à Pittsburgh à visage découvert ...
- ... qu'il avait recouvert de jus de citron, dont il pensait qu'il fonctionnait comme une encre invisible.
- A noter qu'il avait procédé à un test de sa « découverte » qu'il avait considéré comme réussi.



La confiance excessive (overconfidence bias)

- Paradoxalement, nous sommes d'autant plus confiant dans nos croyances que nous n'y réfléchissons pas et que nous ne cherchons pas quelles sont les raisons que nous avons d'y adhérer !
- Supposez que je fasse évaluer mon cours. Si je veux que les notes soient meilleures, j'ai intérêt à demander aux étudiants de faire une liste des points faibles à améliorer.
- En effet ... ce n'est pas si facile d'améliorer un cours lorsqu'on y réfléchit : les évaluateurs les plus négatifs a priori auront du mal à établir la liste, et évalueront du coup le cours plus positivement.

- A cause de ce biais, il y a souvent un gros écart entre ce que nous croyons savoir et ce que nous savons
- Exemples :
- une enquête a montré que 84% des Français estiment être des amants supérieurs à la moyenne
- 93% des étudiants américains pensent conduire mieux que la moyenne
- 68% des membres du corps enseignant de l'université du Nebraska estiment faire partie des 25% les meilleurs

L'effet d'endowment (aversion à la dépossession)

- Nous accordons une valeur irrationnelle à ce qui nous appartient, à ce en quoi nous avons investi
- C'est ce qui explique que l'on se sépare difficilement de tout un tas de choses inutiles
- Que l'on a du mal à renoncer à une entreprise dans laquelle on a investi ou à un bien qu'on a acheté
- Supposons que vous ayez payé 1500 euros une bouteille de Montrachet, et que le vin soit oxydé
 - Est-il facile de vider la bouteille dans l'évier ?
 - Même question si vous avez payé la bouteille 5 euros
- NB : si vous êtes rationnelle vous devez vider la bouteille dans l'évier sans le moindre remord

- Un cas intéressant de l'effet d'endowment : la croyance religieuse
- Les croyances religieuses des autres nous semblent souvent arbitraires et ridicules — normal, il s'agit des croyances **des autres** !
 - Pour un cas célèbre Cf. le culte du cargo en Mélanésie, en particulier sur l'île de Tanna
- Mais on devrait appliquer exactement les mêmes critères de rationalité à nos croyances qu'à celles des autres ;
- ... ce que l'on ne fait en général pas.

Le biais rétrospectif (Hindsight)

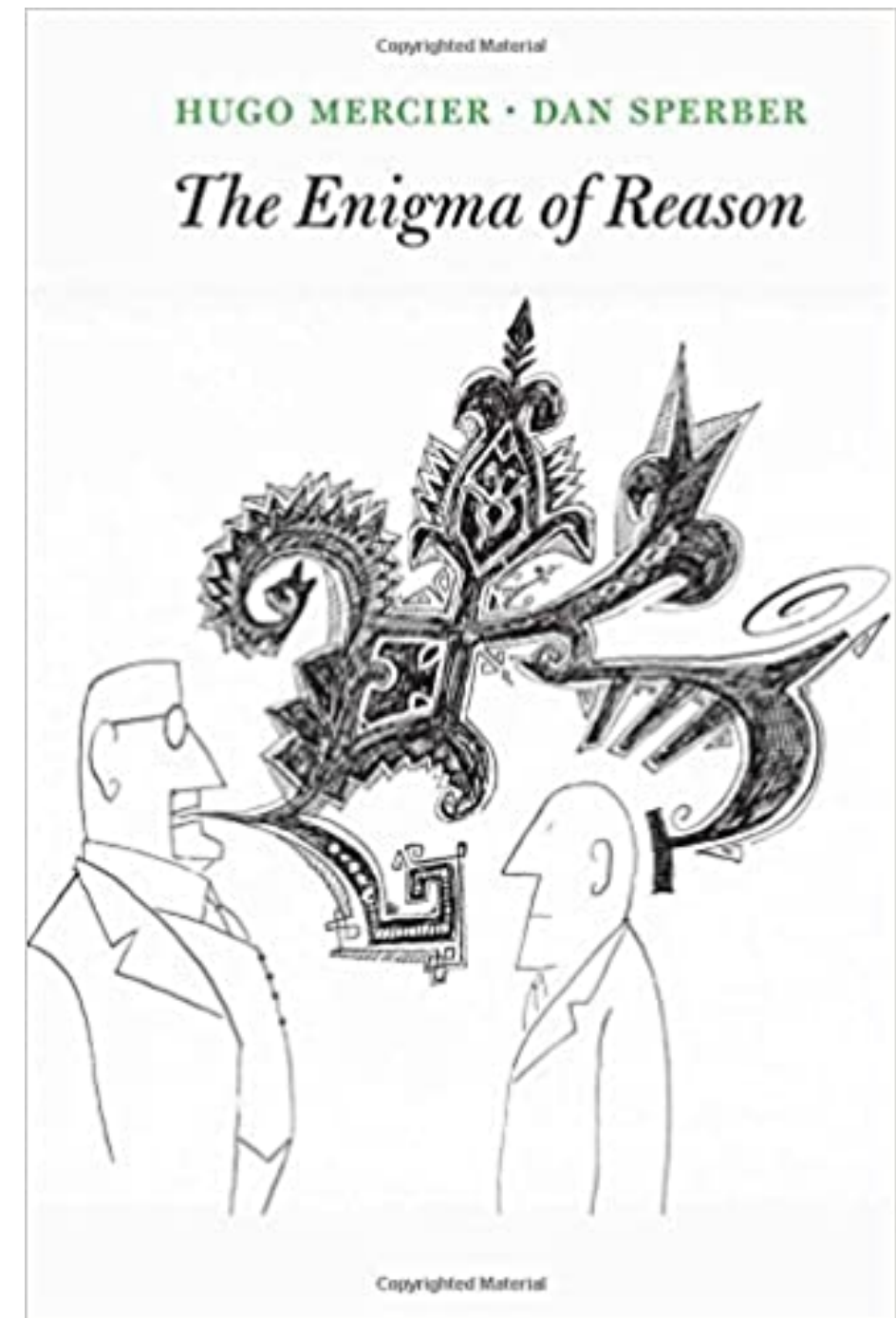
- Lorsqu'un événement a eu lieu, il est assez facile de le prévoir puisqu'il a eu lieu
- Ainsi, je peux facilement prédire aujourd'hui que Donald Trump sera Président des EU
- De cette facilité, on déduit souvent (complètement à tort !) qu'il était aussi très facile de prédire l'événement avant qu'il ait lieu.

Conclusion 4

- Nous avons tendance à être complètement aveugles aux données qui contredisent nos croyances, et à surestimer nos compétences comme nos capacités prédictives
- Cette tendance est aggravée par le phénomène des « chambres d'écho » : au travers des réseaux sociaux, nous sommes entourés d'ami(e)s qui souvent partagent nos opinions
- Cela ne fait qu'amplifier le biais de confirmation, car on considère à tort que nos croyances sont largement partagées et que cela les confirme.

Pour aller plus loin

- Le caractère irrationnel du biais de confirmation a récemment été questionné par certains auteurs, en particulier Mercier et Sperber.
- L'idée est que le biais de confirmation est rationnel du point de vue **argumentatif**.
- Discussion récente d'un de nos anciens étudiants dans Synthese, Matthias Michel : <https://philpapers.org/rec/MICCBW>



IV Biaïis liés à la perspective

WYSIATI

- « What you see is all there is »
- Cela signifie que le système 1 part systématiquement de l'information disponible, qu'il privilégie les données accessibles immédiatement dans un contexte, et même celles qui sont les plus faciles à traiter
- D'où quelques conséquences

Effet d'ancrage

- Nous avons tendance à utiliser l'information disponible, et encore plus l'information facilement disponible
- Nous privilégions, dans nos raisonnements, l'information accessible dans notre mémoire de travail, par exemple l'information que l'on vient juste de nous fournir
- Un exemple :

- Dans une expérience effectuée par Dan Ariely, on demande aux sujets d'écrire les deux derniers chiffres de leur numéro de sécurité sociale, par exemple 35 ;
- On convertit le chiffre en dollars, et on leur demande s'ils seraient prêt à payer un tel prix pour une bouteille de vin ;
- Puis on leur demande combien ils seraient prêts à payer pour la bouteille en question.
- On observe que le prix que les gens sont prêts à payer varie en fonction du chiffre initial, quoique celui-ci soit totalement arbitraire.

- D'où la méthode de marketing suivante : comment convaincre des clients d'acheter un vin à 40 euros, sachant que souvent ils n'ont guère de notions sur la qualité des vins ?
- En le mettant à côté d'un autre à 150 euros.
- En raison de l'effet d'ancrage, le premier vin paraîtra une bonne affaire à la plupart des clients.
- L'effet d'ancrage est très difficile à éviter, même lorsqu'il semble évident :

- Dans une étude, on demande aux étudiants de deux groupes :
 - de répondre à la question de savoir si le Mahatma Gandhi est mort:
 1. avant 9 ans (groupe 1)
 2. après 140 ans (groupe 2)
 - puis les étudiants de chaque groupe évaluent à quel âge il est mort
 - Quoique l'effet d'ancrage paraisse ici particulièrement irrationnel, on peut l'observer : les étudiants du second groupe donnent une réponse bien plus élevée (67 vs 50).

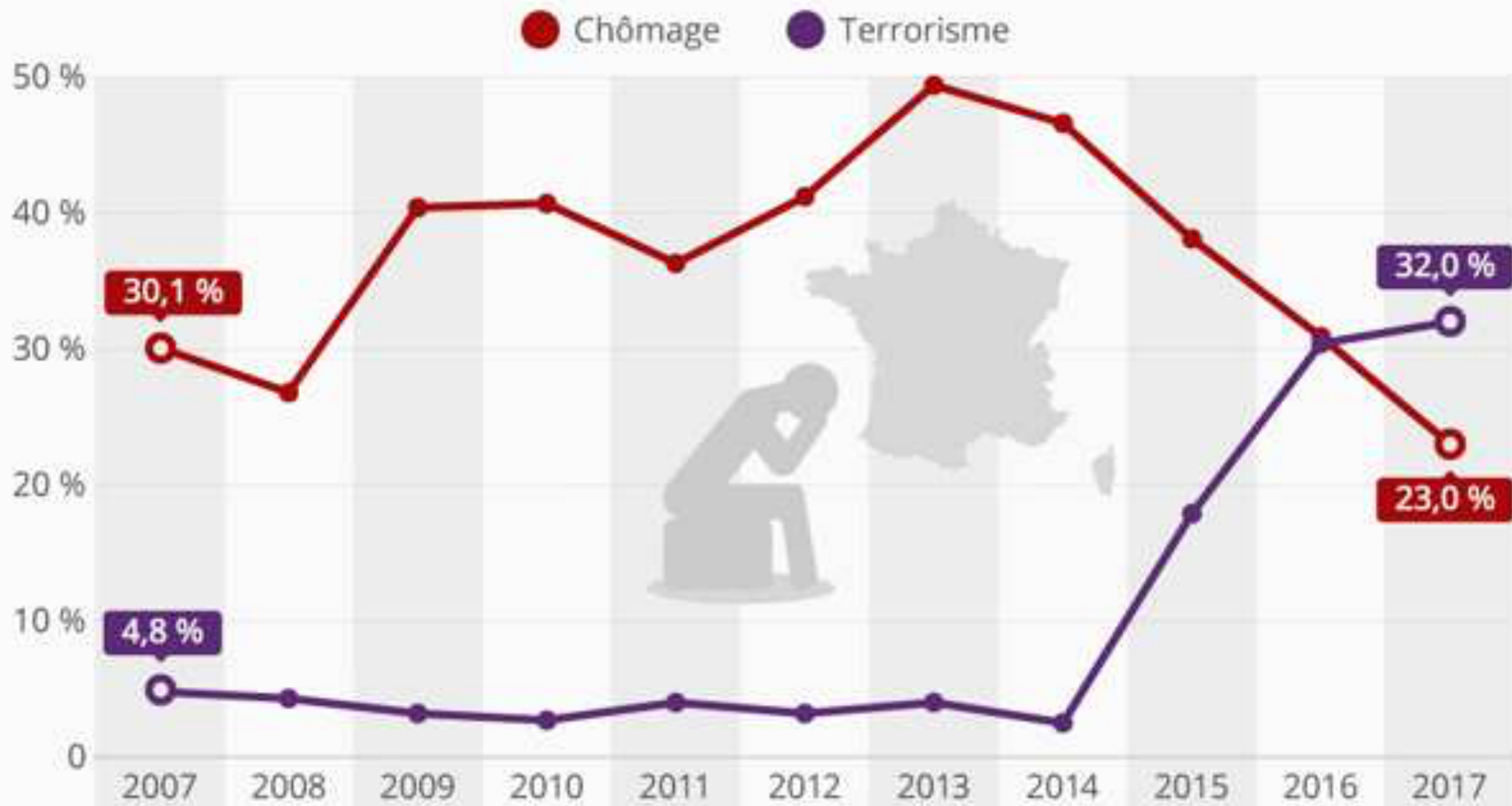
- Nous avons tendance à privilégier l'information dont nous disposons, souvent anecdotique, en restant aveugle à la masse de données qui (peut-être) la contredise.
 - Exemple : fumer n'est sans doute pas si dangereux qu'on le dit. Mon grand-père fumait plus d'un paquet par jour, et il a vécu jusqu'à 90 ans.
- Cela n'a aucune pertinence ... mais comme l'information est disponible, elle prend une importance démesurée.
- Nous accordons une importance démesurée aux informations frappantes, chargées émotionnellement.

Un exemple

- Qu'est-ce qui fait le plus peur, mourir dans un attentat terroriste, ou mourir d'une chute dans sa baignoire ou d'un autre accident domestique ?
- Depuis 1982, les attentats terroristes ont fait 297 victimes en France — ce qui est horrible bien entendu.
- Or, il y a environ 20 000 décès / an en France causés par des accidents domestiques
- Pour un.e Français.e, il est environ 250 fois plus probable de mourir d'un accident domestique que d'un acte terroriste (sur les trois dernières années).

Le terrorisme, première préoccupation des Français

% de Français considérant les problèmes suivants comme les plus préoccupants*



Les biais liés à la disponibilité de l'information

- Nous accordons trop d'importance aux événements saillants, surprenants, ainsi qu'à notre propre point de vue (par opposition à celui des autres)
- Exemple : une enquête a demandé aux partenaires dans un foyer d'évaluer leurs contribution aux tâches domestiques, en %. Ensuite on additionne. Comme vous l'avez deviné, on obtient des chiffres bien supérieurs à 100%.
- Pourquoi ? Parce que chacun se souvient surtout de ce qu'il fait. Lorsque vous descendez le sac poubelle, vous vous en souvenez ; mais si c'est votre époux (ou votre femme), cela va nettement moins vous marquer !

Le biais du survivant

- Nous avons tendance à considérablement surestimer nos chances de succès dans une entreprise compliquée. Pourquoi ?
- Parce que le succès est plus visible que l'échec. Par définition, on ne voit que les livres publiés, par ceux qui n'ont jamais été édités ; de même, nous parlons beaucoup des acteurs riches et célèbres, jamais de ceux (bien plus nombreux !) qui ne font pas grand chose de leur vie

Conclusion 5

- Méfions nous de nos intuitions, de nos convictions les plus immédiatement disponibles ;
- Souvent, elles proviennent d'un effet d'ancrage qui nous conduit à nous reposer entièrement sur une information ... simplement parce qu'elle est facilement accessible à notre système cognitif.
- Mais ce qui est facilement accessible n'est pas toujours vrai, ni même pertinent.

Illustration

- Cf l'enquête Ipsos « The perils of perception » <https://perils.ipsos.com/index.html>
- Cette enquête montre que la perception des citoyens concernant l'évolution de très nombreux indicateurs est **grossièrement erronée**
- Les gens croient que « c'était mieux avant », car ils ont tendance à ne tenir compte (i) que ce qui va mal et (ii) uniquement dans la période proche, les malheurs passés n'ayant plus guère de pertinence.

V Biais liés aux
probabilités et à la
dynamique des croyances

Degrés de croyances

- La croyance n'est pas seulement une affaire de tout ou rien, on peut adhérer à une proposition selon un certain degré : un degré de croyance
- Nous pourrions ordonner nos croyances selon leurs degrés :



- Exemple :
 1. En février j'aurai fini l'article que je suis en train d'écrire et je l'aurai soumis à une revue ;
 2. Vendredi je participerai à une réunion via Moodle ;
 3. Je porte une veste.
- Quoique je ne puisse pas quantifier exactement les probabilités correspondant à ces degrés de croyances, je peux sans aucun doute classer les croyances selon ces probabilités.

La dynamique des croyances

- Or, ces degrés se modifient lorsqu'on acquiert de nouvelles informations.
- Supposons par exemple que j'apprenne aujourd'hui que Moodle sera en maintenance vendredi : dans ce cas, mon degré de croyance dans la proposition qu'il y aura une réunion via Moodle va fortement diminuer !
- Mais comment ? Comment le degré de croyance va-t-il être modifié ?

Le théorème de Bayes

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)}$$

- $P(A)$ = probabilité initiale (ou antécédante, ou a priori) de l'hypothèse
- $P(A/B)$ = la probabilité finale, c'est-à-dire la nouvelle probabilité qu'on doit attribuer à A pour tenir compte des données B
- Lorsque $P(A/B) > P(A)$, on dit que les données B confirment l'hypothèse
- Lorsque $P(A/B) < P(A)$, on dit que les données B infirment l'hypothèse

- Nous n'utilisons bien sûr pas consciemment et explicitement la règle de Bayes lorsque nous révisons nos croyances — ne serait-ce que parce que nous n'attribuons pas de valeurs numériques exactes aux degrés de croyances ;
- Néanmoins, un agent devrait réviser ses croyances d'une manière qui soit au moins une approximation de cette règle.
- Or plusieurs biais rendent cela difficile :

L'ignorance du taux de base

- Nous avons tendance à ne même pas prêter attention à la probabilité a priori, ou taux de base ;
- Or la règle de Bayes montre bien que la probabilité finale de la croyance révisée dépend du taux de base !
- D'où de nombreuses erreurs.

La négligence du taux de base : illustration

- Mark est mince, il porte des lunettes, il est allemand et il adore écouter la musique de Mozart.
- Qu'elle est la proposition la plus probable :
 1. Mark enseigne la littérature à Francfort
 2. Mark est chauffeur de poids-lourds

- Si vous avez (comme la plupart des gens) irrésistiblement pensé que 1 est plus crédible, vous êtes victime du biais d'ignorance du taux de base
- Ici le point crucial est simple : si on réfléchit un peu, on voit qu'il y a beaucoup plus (mais vraiment beaucoup beaucoup plus) de chauffeurs routiers en Allemagne que de professeurs de littérature à Francfort
- Du coup, même si les goûts musicaux de Mark font plus penser à ceux d'un professeur, il est très probable qu'il soit chauffeur routier

Oublier les faux positifs

- En présence d'une nouvelle information — par exemple d'une preuve empirique O d'un certain phénomène H — on parle de faux positif à propos de la possibilité suivante : O sachant non H ;
- La probabilité d'un faux positif s'écrit donc : $P(O/\text{non } H)$.

Fiabilité d'une preuve et faux positifs : le cas des miracles

- Supposons qu'une preuve, présentée comme un témoignage, soit fiable au sens où elle exclut les faux négatifs : si l'événement que la preuve vise à prouver a bien eu lieu, alors forcément le témoignage est correct ;
- Un exemple frappant : les témoignages portant sur les miracles.



- Voir apparaître la Vierge, ce n'est pas rien !
- On peut donc imaginer que si Bernadette a bien vu apparaître la Vierge, alors elle va témoigner qu'elle a vu apparaître la Vierge.
- Autrement dit : $P(O/H) = 1$
- Dans ce cas de figure, on considère que la preuve est parfaitement fiable au sens où il n'y a pas de faux négatifs : lorsqu'on voit la vierge, on rapporte qu'on a vu la vierge (il est sans doute rare qu'on voit la vierge mais qu'on le garde pour soi !).

- En un sens le témoignage de Bernadette Soubirous est donc fiable à 100% ! C'est comme un test médical qui ne laisserait échapper aucun malade.
- Faut-il cependant la croire, i.e. réviser nos croyances massivement en faveur de l'hypothèse H selon laquelle la Vierge est bien apparue ?
- Et bien non, car il faut aussi tenir compte de l'existence des faux positifs !

- Un faux positif ici, c'est un faux témoignage ;
- Une situation dans laquelle quelqu'un prétend avoir vu la Vierge, même si celle-ci n'est en fait pas apparue.
- La probabilité est donc : $P(O / \text{non } H)$ — c'est comme un test qui est positif lorsque vous n'avez en fait pas la maladie, d'où l'expression « faux positif ».

Miracles et faux positifs

- Si la vierge n'est en fait pas apparue à Bernadette, quelle est la probabilité qu'elle ait **malgré tout** témoigné de son apparition ?
- Cette probabilité est clairement non-nulle, et même sans doute assez élevée : on sait que les faux témoignages abondent, et ceci quel que soit le domaine.

Fiabilité d'une preuve et révision de la croyance

- Mais supposons même qu'on considère Bernadette comme en général très fiable, qu'on lui accorde une fiabilité de 99%.
- Cela revient à dire que $P(O / \text{non } H) = 1\%$: en général, lorsque quelqu'un semblable à Bernadette donne un témoignage, c'est un faux témoignage uniquement dans 1 cas sur 100.
- Doit-on pour autant conclure que la Vierge est apparue ?

- Non, car il ne faut pas oublier le taux de base !
- Supposons que le taux de base soit $1 / 100\,000\,000$ (c'est déjà beaucoup !)
- Donc sur $100\,000\,000$ de cas, la Vierge apparaît une fois :
 - Lorsqu'elle apparaît, la personne à laquelle elle apparaît témoigne qu'elle est apparue ;
 - Mais lorsqu'elle n'apparaît pas, dans 1% de cas la personne témoigne qu'elle est apparue
 - Soit ici : $1\,000\,000$ de faux positifs
- La probabilité finale de l'apparition de la Vierge est donc : $1 / 1\,000\,000$ (en gros).
- C'est mieux qu'au départ mais le miracle reste très très improbable.

David Hume et les miracles

Des hypothèses extraordinaires nécessitent des preuves extraordinaires :

David Hume : « That no testimony is sufficient to establish a miracle, unless the testimony be of such a kind, that its falsehood would be more miraculous, than the fact, which it endeavours to establish » (« Of Miracles »).

Conclusion 6

- Il faut réviser nos croyances en tenant compte (i) du taux de base (ii) de l'existence de faux positifs ;
- Un témoignage individuel a très rarement une grande valeur de preuve ; seule l'accumulation de témoignages concordants doit nous amener à réviser nos croyances lorsque la probabilité a priori d'une hypothèse est faible.
 - si une probabilité a priori est élevée en revanche on peut accorder plus de poids à un témoignage.
- **Moins une hypothèse est probable, plus les preuves doivent être fiables et nombreuses.**