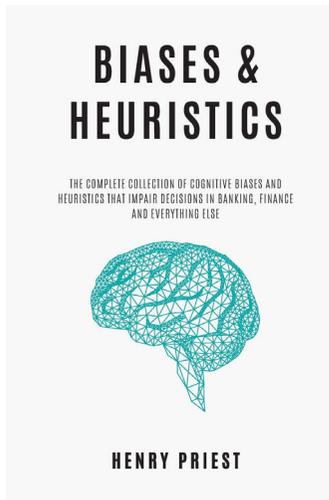


Traitement de l'information financière



1

Traitement de l'information financière

- Cognition et perception
- Systèmes cognitifs et probabilité
- Reconnaître l'aléatoire : biais de représentativité
- Suites aléatoires : gambler's fallacy, hot hands fallacy
- Dissonance cognitive
- Biais rétrospectif (narrative fallacies)
- Biais de confirmation
- Bases biologiques
- Corrélation et causalité (éléments introductifs à compléter)

2

Rappels sur l'aléatoire

- Ce qui est calculable ou déterminé par une règle, un algorithme est non aléatoire.
 - Exemple : une relation de récurrence
 - L'aléatoire ne peut pas être construit
 - « Pas de loi effective de production »
 - (petite) infinité de nombres calculables
 - Ils sont dénombrables
 - probabilité nulle qu'une suite binaire soit déterminée par une règle
 - Les suites non-aléatoires forment un ensemble plus grand
 - Non dénombrable
 - Mais à nouveau de probabilité (mesure) nulle
 - L'aléatoire est donc la norme, pas l'exception
 - Dieu aime jouer aux dés ...

3

Rappels sur l'aléatoire

- On ne peut pas construire, mais on peut définir des suites (binaires) aléatoires
 - Par exemple, les suites Omega de Chaitin
 - Il y en a beaucoup (une infinité dénombrable) ...
- Il n'y a pas de test statistique permettant de savoir si une suite est aléatoire
 - Pour tout test statistique, on peut trouver une suite non aléatoire qui le passe avec succès ...
 - Dans l'approche « moderne », il faut une infinité de tests pour montrer que la suite est aléatoire (Martin-Löf)
 - Quid de la pratique ?!
 - Toute sous-suite finie d'une suite quelconque (éventuellement non aléatoire) est aussi une sous-suite d'une suite aléatoire

4

Rappels sur l'aléatoire

- Il n'y a pas de test statistique permettant de savoir si une suite est aléatoire
 - *Inférence Classique (Neyman Pearson) : on teste des implications de l'hypothèse nulle*
 - Par exemple : nullité des autocorrélations
 - Donc, pas l'hypothèse nulle
 - *Implications aussi vérifiées sous l'hypothèse alternative*
 - *Hypothèse alternative mal spécifiée : un grand nombre des possibilités de suites non aléatoires*
 - *Calcul du risque de seconde espèce ?*
- On peut facilement « mettre en échec » les tests usuels
 - *Faire passer pour de l'aléatoire ce qui ne l'est pas et vice-versa*

5

Rappels sur l'aléatoire

- Aléatoire et théorie bayésienne de la confirmation (TBC)
 - *TBC fonctionne (dans une certaine mesure) dans le monde animal*
 - *Pas du tout avec la finance (et/ou les suites aléatoires)*
 - *Si suite aléatoire, une longue série de hausses n'augmente pas du tout l'hypothèse d'une tendance haussière.*
- Problème méthodologique et déontologique
 - *Nombre de résultats empiriques en finance apparaissent aujourd'hui comme de potentiels « fake »*

6

Biais cognitifs : comment reconnaître l'aléatoire ?

00111000110010000100	01000101001100010100
00100010001000000001	11101001100011110100
00110010101100001111	01110100011000110111
11001100010101100100	10001001011011011100
10001000000011111001	01100100010010000100

Quelle est la **suite de nombres** qui peut être considérée comme **aléatoire** et quelle est celle qui provient d'un humain d'intelligence moyenne qui cherche à reproduire l'aléatoire ?

7

Student 1:

THHHTHTTTTHTTHTTTTHHTHTTHT
HHHTHTHHHTTTHHTTTTHTTTHTH
TTHHTTTTTTTTHTHHHHHTHTHTH
THTHTHHHHHTHTTTTTHTTTHHTH

Student 2:

HTTHTTHTHHTTHTHTTTHHTTHTT
HTTHHHTTHTTHTHTHTHTTHTTHTH
THTHTHTHHHTTHTHTHTHTHTTTT
HTHHTHTHTHTHTTHTHTTHTTHTT

Reconnaître le hasard: On demande à deux étudiants de jouer à pile ou face (H Heads T Tails)

Est-ce que les étudiants ont vraiment lancé des pièces ?

Comment savoir si l'un des deux a « triché » ?

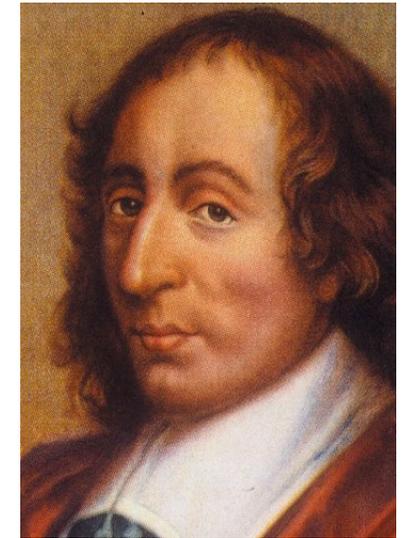
Voir plus loin dans ces transparents pour répondre presque immédiatement à cette question.

8

Cognition et perception

« Nous supposons que tous les hommes conçoivent et sentent de la même sorte les objets qui se présentent à eux : mais nous le supposons bien gratuitement ; car nous n'en avons aucune preuve. Je vois bien qu'on applique les mêmes mots dans les mêmes occasions et que toutes les fois que deux hommes voient, par exemple, de la neige, ils expriment tous deux la vue de ce même objet par les mêmes mots, en disant l'un et l'autre qu'elle est blanche : et de cette conformité d'application on tire une puissante conjecture d'une conformité d'idée ; mais cela n'est pas absolument convainquant, quoiqu'il y ait bien à parier pour l'affirmative. »

*Pensées de M. Pascal sur la religion
et sur quelques autres sujets,
Qui ont été trouvées après sa mort
parmi ses papiers. Nouvelle édition augmentée
de plusieurs pensées du même auteur,
Paris, 1678, p. 318-319.*



9

10

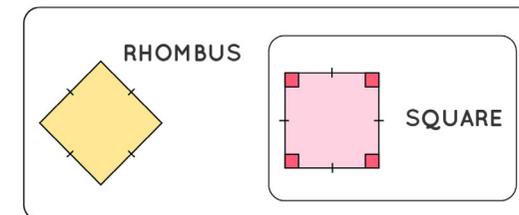
Perception, cognition et biais cognitifs

- Un des intérêts de l'analyse des biais cognitifs est de montrer que la perception est un processus de traitement de l'information
- Ce qui est perçu par nos sens, par exemple la vision, est traité, analysé par notre cerveau
- En fonction d'apprentissages (mécanisme bayésien)
 - *C'est ce qui permet de reconnaître une forme, un visage, un « pattern » (motif)*
 - *≠ réalisme naïf*
- Cela dépend de la manière dont les choses nous apparaissent (encodage)
- Quid des motifs boursiers ?

11

Cognition et perception

- Le mode de présentation de la forme influe sur notre perception et la caractérisation de la forme

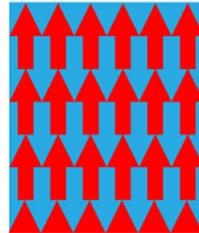


- La forme de gauche est perçue comme un losange, alors que celle de droite comme un carré
 - *Les deux sont pourtant identiques*
 - *On repère d'abord soit les égalités entre les côtés, soit les angles droits*

12

Cognition et perception

- Notre cerveau ne peut reconstruire qu'une image et pas une superposition d'images (d'états)



- Vase ou deux visages en miroir ?
- Flèches montantes ou descendantes ?

13

Cognition et perception

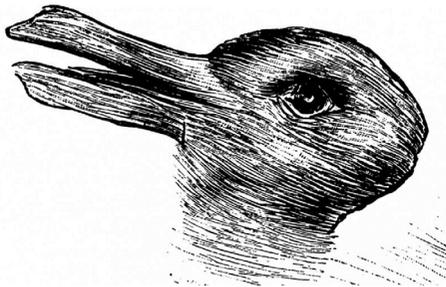
- Jeune fille ou vieille femme ?



14

Cognition et perception

- Reprenons la célèbre image du canard lapin de Jastrow

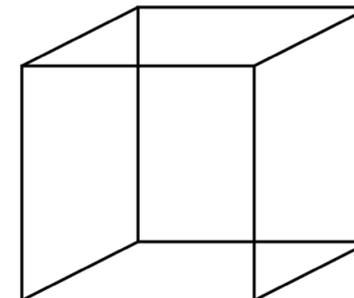


- Croit-on ce que l'on voit, ou voit-on ce que l'on croit ? »
 - « Il nous est également possible de voir l'illustration une fois comme telle chose, une autre fois comme telle autre chose. — Nous l'interprétons donc, et nous la voyons comme nous l'interprétons ».
 - Wittgenstein, Investigations Philosophiques

15

Cognition et perception

- Cubes de Necker : perception multistable

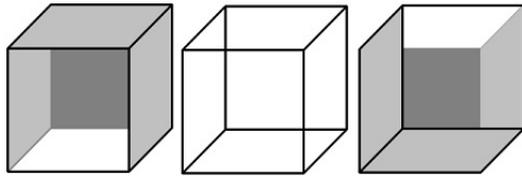


- En regardant le cube, on voit une alternance entre deux points de vue
- L'oscillation ne peut être contrôlée par la volonté

16

Cognition et perception

- Cube de Necker : les deux visions possibles

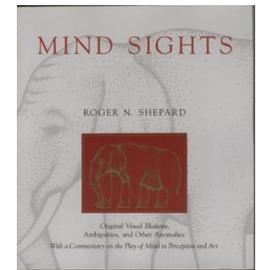
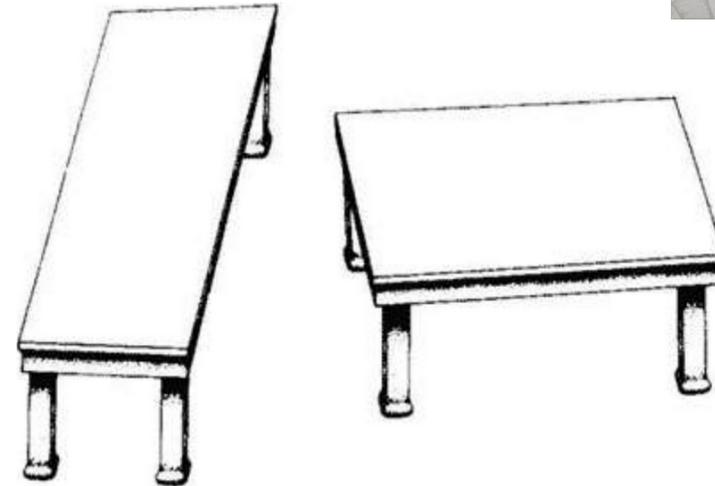


- Cette superposition des deux états illustre l'aléatoire
 - *Etat de cohérence d'une particule qui n'est pas en interaction avec un dispositif d'observation (expérimental)*
 - *La pièce non encore lancée est en puissance pile ou face*
 - *A nouveau le problème des futurs contingents d'Aristote*
 - *Pas de bivalence entre pile et face (pile **ou bien** face)*

17

Cognition et perception

- Deux tables (R. N. Shepard (1990), Mind Sights)



18

Cognition et perception

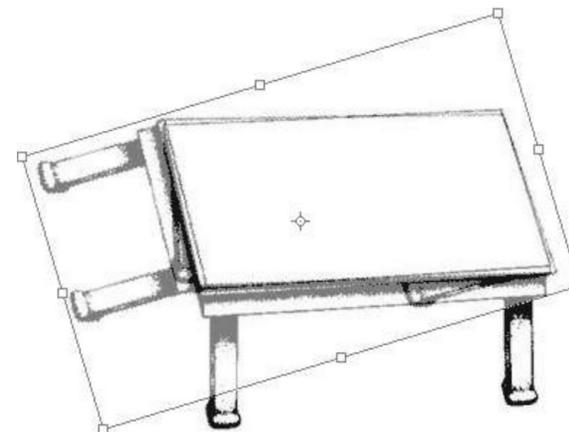
- Nous voyons la table de gauche plus longue et étroite que celle de droite
 - *Une estimation moyenne est que*
 - La table de gauche est trois fois plus longue que large
 - Celle de droite est une fois et demi plus longue que large
 - *En fait, les dimensions des deux tables sont identiques*
 - Biais visuel
 - Il ne suffit pas de voir pour croire ...
 - *Il s'agit d'une erreur de jugement*
 - Celui qui la commet est pourtant persuadé qu'il a raison
 - Dès des raisonnements statistiques et de prise de risque sont en jeu, ce type de biais est fréquent

19

Cognition et perception

- Deux tables (R. N. Shepard (1990), Mind Sights)

L'incrédulité de Saint Thomas



Parce que tu m'as vu, tu as cru. Heureux ceux qui n'ont pas vu, et qui ont cru !

Jean 20, 29

20

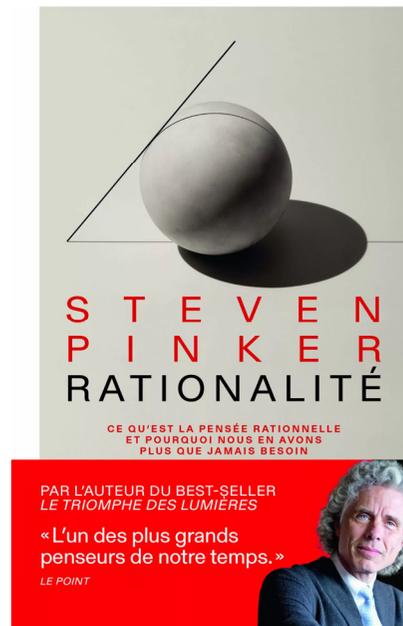
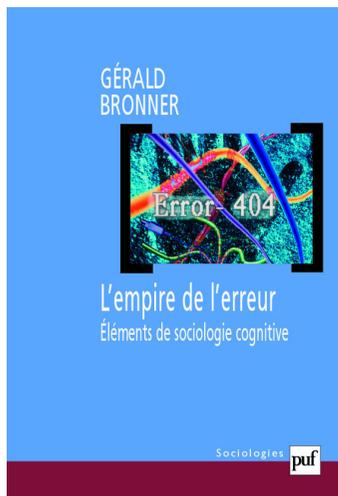
Systeme(s) cognitif(s) et probabilités

21

Systeme cognitif et appréhension de l'aléatoire

- Quand il s'agit de prendre des décisions financières
 - Acheter ou vendre des actions pour tenter de battre le marché
 - Choisir des titres financiers pour constituer un portefeuille
 - Décider ou pas de couvrir un risque de change
- D'analyser les performances financières d'une entreprise
 - A partir d'indicateurs financiers et comptables
 - En fonction des avis des analystes financiers
 - De l'état d'esprit des investisseurs
- On doit analyser de grandes quantités d'information qualitative ou quantitative
 - Donc à faire des prévisions, des évaluations, des inférences, des raisonnements
 - Procédons-nous de manière rationnelle ? Biais cognitifs ?

22

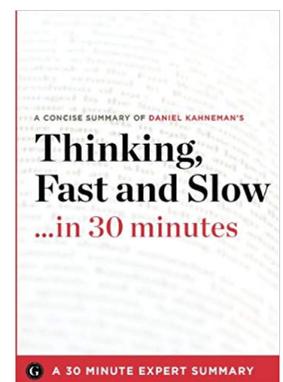
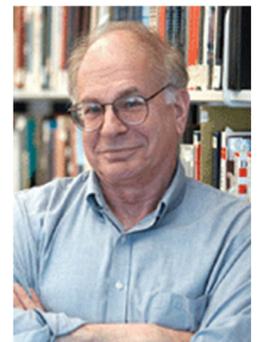


Ouvrages complétant utilement celui de Daniel Kahneman. Sans être porté spécifiquement sur la finance, le livre de Pinker s'y applique directement. L'ouvrage cité de Bronner porte plus spécifiquement sur les erreurs de raisonnement

23

Biais cognitifs

- Des biais cognitifs ont été mis en évidence par les psychologues et les économistes
 - Finance comportementale
- Daniel Kahneman étudie les mécanismes cognitifs et les constructions déformées du passé et de l'avenir
 - Biais de reconstruction, biais d'optimisme
- Examine la prise de décision financière en faisant le lien entre psychologie, microéconomie et développement du capitalisme
 - **Part III Overconfidence**
 - **Part IV Choices**



24

Biais cognitifs

- Mise en perspective de la théorie de l'utilité espérée
 - *De Von Neumann et Morgenstern*
 - *Cadre standard de la théorie microéconomique pour les décisions d'investissement*
- Et de ses limites en matière de gestion des risques
 - *Aversion aux pertes*
 - *Cadrage en gros plan*
 - *Concepts très utiles pour tout décideur financier*



25

Biais cognitifs

- Pour que des biais aboutissent à une inefficience informationnelle, il faut qu'ils soient systématiques
 - *Tout le monde se trompe et se trompe dans le même sens*
 - *Différencier biais et bruit*
 - *Aspect intersubjectif (non spécifique à un individu)*
 - *Soit des défauts de raisonnement dans l'analyse des données financières partagés par tout le monde*
 - Kahneman et Tversky, psychologues cognitivistes et économistes
 - *Soit des illusions collectives, dont l'analyse relève de la psychologie sociale*
 - Effet autocinétique : Un point lumineux fixe, dans le noir, peut paraître en mouvement. Illusion d'optique bien connue
 - Muzaref Sherif (1935) : Lorsque les participants sont plusieurs dans la salle, on observe une convergence des réponses (mimétisme d'opinion).

26

Biais cognitifs

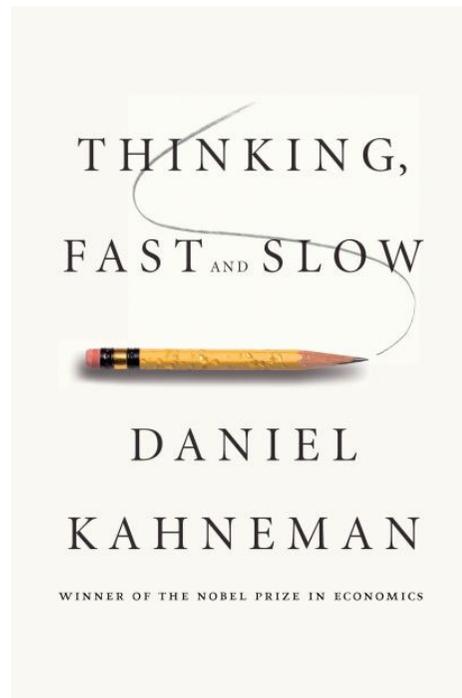
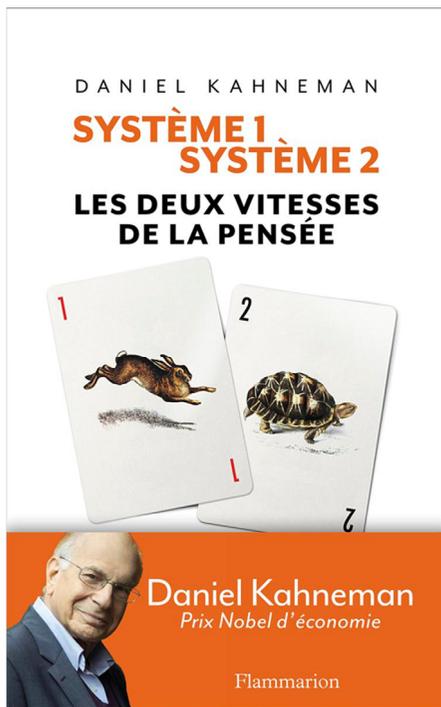
- La finance implique l'utilisation d'un formalisme mathématique et probabiliste.
- Décisions financières externes à l'entreprise (sphère financière, achats de titres) ou internes (investissement, désinvestissement) sont plutôt le fait d'experts.
 - *Directeurs financiers, membres de conseils d'administration, analystes financiers, gestionnaires de fonds, ...*
- La majorité de ces experts se réfèrent à la théorie financière standard
 - *(Méda) et ses extensions : théorie de l'agence appliquée à la structure financière optimale, à la distribution de dividendes, coûts de l'autofinancement vs financement externe*

27

Biais cognitifs

- Problèmes liés à la mise en œuvre des modèles : grand degré de latitude sur Bêtas, primes de risque, portefeuille de référence.
 - *Mélange d'approches rétrospectives et prospectives*
 - *Basées sur les historiques de données (data-driven) et sur des dires d'experts (approches subjectives ou épistémiques)*
- Comment les experts en finance traitent-ils des données ?
 - *Approche « rule-based », systématique, documentée, peu subjective*
 - *Approches plus individuelles, laissant plus de place à la subjectivité d'un expert (ou d'un petit groupe d'experts)*
- Développement des techniques de trading algorithmique
 - *Purement data-driven et basées sur l'induction*

28

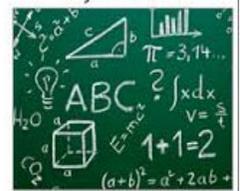


29

Système 1



Système 2



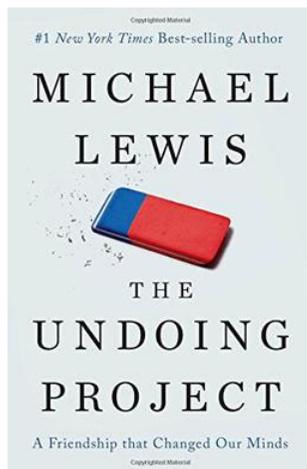
Bias cognitifs

■ Les deux systèmes cognitifs

- *Système automatique ou système 1*
 - Intuitif, instinctif
- *Système réfléchitif ou système 2*
 - Rationnel

Système automatique	Système réfléchitif
Non contrôlé	Contrôlé
Sans effort	Exige des efforts
Associatif	Déductif
Rapide	Lent
Inconscient	Conscient
Exprime un talent	Applique des règles

30



31

Retour sur l'application des probabilités à l'analyse de situations réelles

Votre frère vous annonce que sa nouvelle amie est une artiste qui adore la poésie. Est-il plus probable qu'elle ait étudié la littérature chinoise ou les Sciences de Gestion ?

32

Systemes 1 et 2 et opinions probables

- $C = \{\text{artiste qui adore la poésie}\}$
- $A = \{\text{études de littérature chinoise}\}$
- $B = \{\text{études de Sciences de Gestion}\}$
- Un heuristique est un procédure qui permet d'abouti en un temps limité à des solutions acceptables.
- Le système 1 automatique et rapide fonctionne par heuristiques
- Dans l'exemple précédent, la plupart répondent spontanément qu'il est plus probable qu'une artiste qui adore la poésie a fait des études de littérature chinoise
- Soit : $P(A|C) > P(B|C)$

33

Systemes 1 et 2 et opinions probables

- Ecrivons formellement ce que signifie $P(A|C) > P(B|C)$
 - $P(A|C) > P(B|C) \Leftrightarrow P(A \cap C) > P(B \cap C)$
 - $\Leftrightarrow P(C|A) \times P(A) > P(C|B) \times P(B)$
 - **Supposons $P(C|A) > P(C|B)$, disons $P(C|A) = 0,1$ et $P(C|B) = 0,05$.**
 - $2 \times$ plus probable que quelqu'un qui étudie la littérature chinoise adore la poésie que quelqu'un qui étudie la finance.
 - **Mais $P(B) \gg P(A)$, disons $P(B) = 200 \times P(A)$.**
 - $200 \times$ plus d'étudiants en gestion qu'en littérature chinoise
 - **Dans ce cas $\frac{P(B|C)}{P(A|C)} = 100$!**
 - $100 \times$ plus probable que l'amie de votre frère fasse de la gestion
- Le système déductif 2 amène à une réponse réaliste, mais est lent et fatigant au contraire du système intuitif 1

34

Retour sur l'application des probabilités à l'analyse de situations réelles

Linda is 31 years old, single, outspoken (franche), and very bright. She majored in philosophy. As a student, she was deeply concerned with issues of discrimination and social justice, and also participated in anti-nuclear demonstrations.

Which is more probable?

1. Linda is a bank teller (caissière).
2. Linda is a bank teller and is active in the feminist movement.

Tiré de Tversky et Kahneman

35

Systemes 1 et 2 et opinions probables

- Le cas Linda est également intéressant, car la grande majorité des répondants (jusqu'à 89% choisissent B) comme la réponse la plus probable (plausible ?)
- $A = \{\text{Linda is a bank teller}\}$
- $B = \{\text{Linda is a bank teller and is active in the feminist movement}\}$
- Comme $B \subset A$, $P(B) < P(A)$.
- On peut même penser que $P(B) \ll P(A)$.
- A nouveau, le système 1 est mis en défaut. Développer le système 2 nécessite des efforts, mais encore faut-il avoir conscience du problème

36

Système 1 : associatif, intuitif, rapide, automatique et sans effort

En contrepartie d'un effort, il faut une « récompense » : système de récompense (dopamine) en neurosciences, contrats « incitatifs » en économie (bonus). C'est la « carotte », qui permet par exemple d'améliorer les capacités prédictives et d'accélérer l'apprentissage d'un individu (« renforcement », machine learning)



37

Dans la **théorie de l'agence**, l'effort effectué par un dirigeant (gérant de portefeuille) mandaté par un actionnaire (investisseur) pour choisir les meilleurs investissements est **coûteux**.

Il faut faire appel au système 2 (lent, fastidieux, ...)

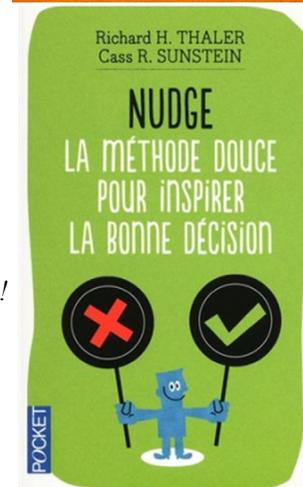
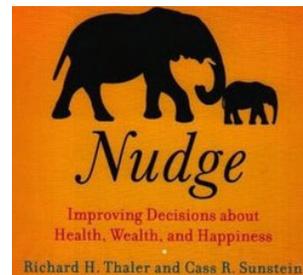
Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure: Jensen & Meckling (1976)

Incitations monétaires positives ou négatives (« punition », « joie mauvaise », mais aussi valeurs éthiques, normes sociales : Voir transparents finance et confiance

38

Est-il utile de manipuler le système 1 ?

- Nudge, la méthode douce pour inspirer la bonne décision
 - Nudge: Improving Decisions About Health, Wealth, and Happiness
 - Thaler et Sunstein ont contribué à populariser la finance comportementale auprès des gestionnaires
 - Behavioral finance
 - Pour Thaler et Sunstein, il est trop difficile d'apprendre aux épargnants à raisonner correctement.
 - Ils recommandent de les manipuler pour leur bien !
 - Lire en priorité la partie 2 : l'argent
 - 6 Demain, j'épargnerai plus
 - 7 L'investisseur candide
 - 8 Le crédit : la bouteille à l'encre



40

Reconnaître l'aléatoire ? Biais de représentativité

41

Comment reconnaître l'aléatoire ? Exercice

- 1) Lancer 4 fois une pièce : pile codé 1, face codée 0
- 1 bis) Utiliser 4 fois le générateur alea() d'Excel. Si alea() $>$ 0,5, on code 1,0 sinon
- 2) On cherche à simuler mentalement une suite aléatoire de 4 bits
- 3) On décide de choisir 4 nombres parmi 0 ou 1
 - *Décision : non aléatoire*
 - *Avez-vous suivi une règle ? Délibérément ? Le savez-vous ?*
- 4) On prend son nom de famille (les 4 premiers caractères), on code 1 une consonne, 0 une voyelle
 - *On suit une règle*
- Montrer votre résultat (dans le désordre)à votre voisin

42

Comment reconnaître l'aléatoire ? Exercice

- Montrer votre résultat (dans le désordre) à votre voisin
- 1) A-t-il bien deviné ?
 - *Sait-il distinguer l'aléatoire du non aléatoire (règle)*

43

Comment reconnaître l'aléatoire ? Exercice

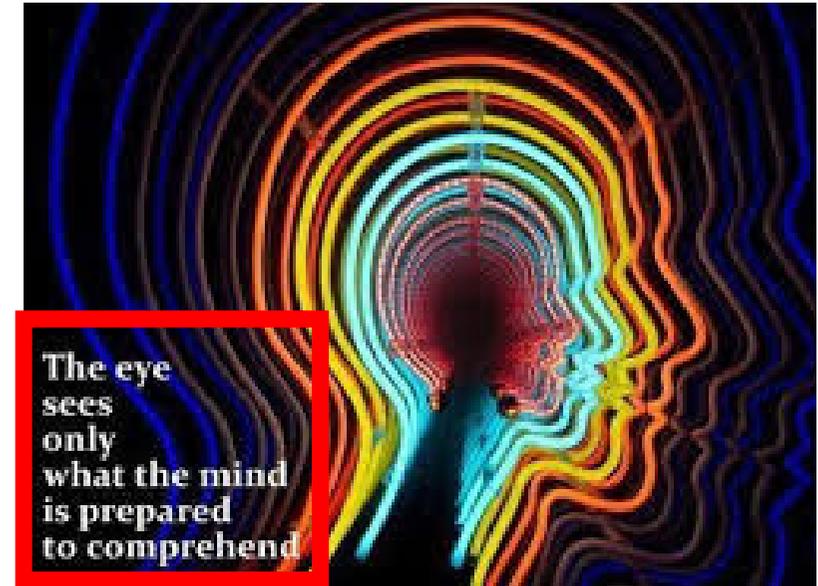
- Montrer votre résultat (dans le désordre) à votre voisin
- 1) A-t-il bien deviné ?
 - *Sait-il distinguer l'aléatoire du non aléatoire (règle)*
- 2) La question est-elle bien formulée ?
 - *Réponse : ...*

44

Biais cognitifs : comment reconnaître l'aléatoire ?

- L'appréhension cognitive de l'aléatoire n'est pas naturelle et demande un « effort » et une éducation de l'esprit (Kahneman)
 - Recherche de causalités a posteriori donnant l'illusion de liens de cause à effet (narrative fallacy)
 - Le « système 1 » du cerveau humain est une « machine interprétative » (jumping to conclusions)
- Exemples de biais cognitifs courants
 - On suppose que les rentabilités boursières suivent une marche aléatoire
 - À la date courante, le « hit » prend la valeur 1 si la rentabilité est positive, 0 sinon.
 - Une chronique boursière va alors induire une suite de valeurs 101101

45



46

Biais cognitifs : comment reconnaître l'aléatoire ?

- Si l'hypothèse de marche aléatoire est vérifiée, alors les valeurs successives de 0 ou de 1 sont indépendantes et la probabilité d'obtenir la valeur 0 ou 1 est $\frac{1}{2}$
 - Comme dans un jeu de pile ou face
- Considérons maintenant les suites de valeurs suivantes
 - 11111111 (le marché boursier est haussier à toutes les dates)
 - 10101010 (les hausses compensent les baisses afin qu'il y ait autant de hausses que de baisses)
 - 11110000 (le marché suit d'abord une tendance haussière régulière et se retourne)
 - 10110011 (le marché évolue de manière erratique avec une tendance à la hausse).
- Quelles sont les évolutions qui vous semblent typiques d'un marché aléatoire et celles qui ne le sont pas ? Quelles sont les évolutions les plus probables, les moins probables ?

47

Comment reconnaître l'aléatoire : biais de représentativité

- Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Science.
- Si l'on considère un tirage de pièces (H Heads, T Tails)
- La suite H-T-H-T-T-H est considérée comme plus probable que H-H-H-T-T-T qui n'apparaît pas comme aléatoire.
- Et comme plus probable également que H-H-H-H--H, qui ne semble pas associée à l'équiprobabilité.
- Ceci est lié à l'idée que les propriétés d'une suite doivent se retrouver dans tout petit échantillon, supposé « représentatif » (**biais de représentativité**)

48

Comment reconnaître l'aléatoire ? Biais de représentativité

00111000110010000100	01000101001100010100
00100010001000000001	11101001100011110100
00110010101100001111	01110100011000110111
11001100010101100100	10001001011011011100
10001000000011111001	01100100010010000100

Quelle est la **suite de nombres** qui peut être considérée comme **aléatoire** et quelle est celle qui provient d'un humain d'intelligence moyenne qui cherche à reproduire l'aléatoire ?

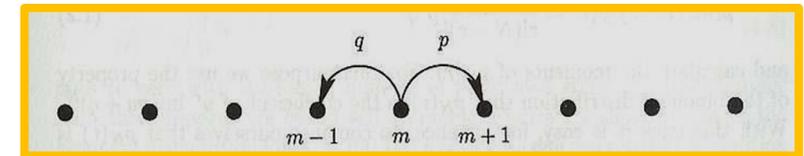
Réponse : un humain « moyen » va tendre à sous-estimer l'occurrence des longues chaînes de 0 et de 1 (biais de représentativité) par rapport à un générateur aléatoire.

On peut quantifier les capacités cognitives en matière aléatoire selon deux dimensions « logical depth » (Bennett) et la complexité algorithmique (Kolmogorov – Chaitin) : <http://www.complexitycalculator.com>

49

Marches aléatoires

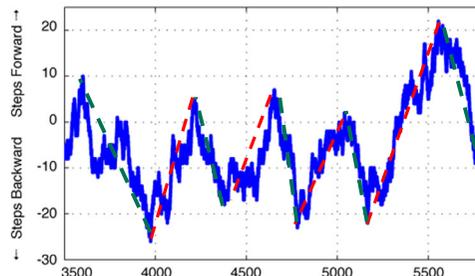
- En pratique, on ne saute jamais un échelon de cotation.
- On peut donc soit passer de l'échelon de cotation m à l'échelon de cotation $m + 1$ avec une probabilité p
- Et de l'échelon de cotation m à l'échelon de cotation $m - 1$ avec une probabilité $q = 1 - p$
- Si $p = q = \frac{1}{2}$, un marché efficient est similaire à un jeu de pile ou face « non biaisé »



50

Marches aléatoires

- Évolution de la richesse en jouant à pile ou face (gain de +/- un euro) : simulation de 6000 lancers

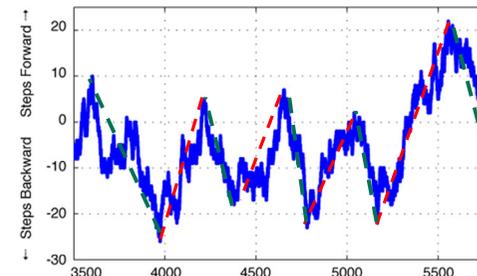


- Les « tendances » sont liées à des « agglomérations » normales de hausses ou de baisses (attention au biais de représentativité)
- Les régularités observées **a posteriori** n'ont aucun caractère prédictif

51

Marches aléatoires

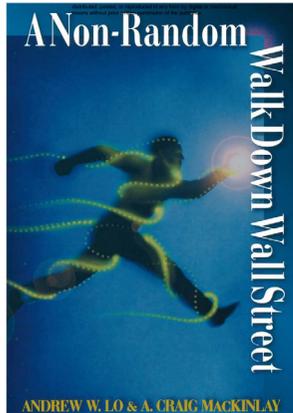
- Le graphique de gauche montre l'évolution de la richesse en jouant à pile ou face (gain de +/- un euro) : **marche aléatoire**



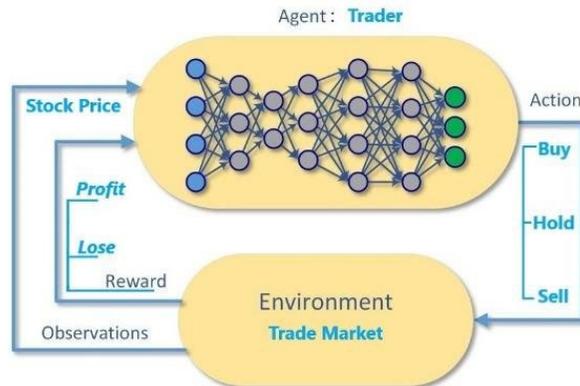
- Le graphique de droite représente l'évolution de la richesse d'un actionnaire américain entre 2007 et 2013
- Si l'hypothèse de marche aléatoire est valide
- On remarque les similitudes entre les deux graphiques

52

Analyse chartiste et marche aléatoire



A Non-Random Walk Down Wall Street
Lo & MacKinlay



Reinforcement learning
(Apprentissage par renforcement)
Une bonne prédiction va être associée à une « récompense », une mauvaise à une « punition ». L'algorithme est calibré pour maximiser la récompense.

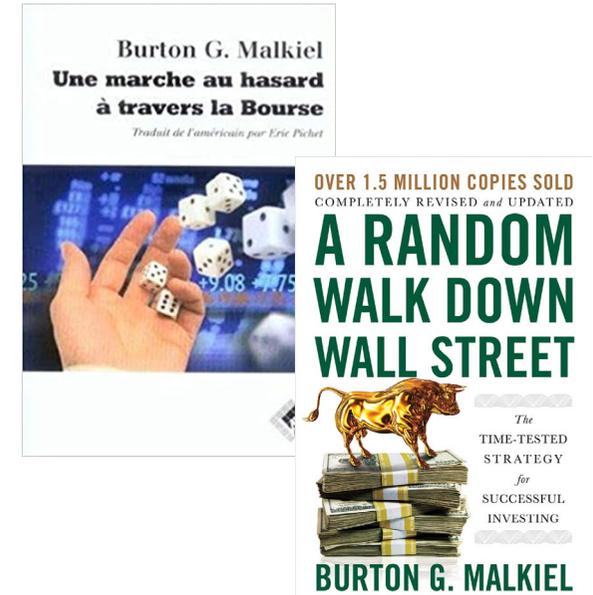
53

Analyse chartiste et marche aléatoire



Burton Malkiel est l'un de ceux, qui ont popularisé l'idée d'utiliser des « marches aléatoires » pour représenter l'évolution des cours des actions.

https://en.wikipedia.org/wiki/Burton_Malkiel



<https://www.youtube.com/watch?v=HrYUOtCTHuk&list=RDHrYUOtCTHuk>

<https://www.youtube.com/watch?v=HLJCEP83QTM&list=RDHrYUOtCTHuk&index=3>

https://www.youtube.com/watch?v=3oACFpS_t1Q

54

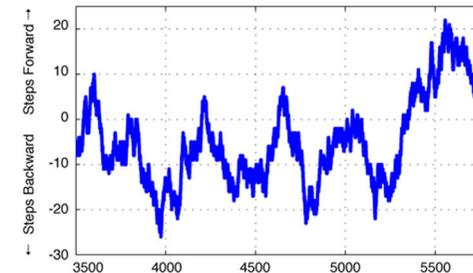
Analyse chartiste et marche aléatoire

- A l'opposé de la théorie de la marche aléatoire, **signal** dans les rentabilités que l'on peut extraire du « bruit de fond »
 - *Même si le rapport signal / bruit est très faible*
 - *“The starting point for any study of technical analysis is the recognition that prices evolve in a nonlinear fashion over time and that the nonlinearities contain certain regularities or **patterns**”*
 - *The presence of geometric shapes in historical price charts is often in the eyes of the beholder. In this paper, we propose a systematic and automatic approach to technical pattern recognition*
 - Lo, Mamaysky & Wang (2000). Foundations of technical analysis: Computational algorithms, statistical inference, and empirical implementation. *The journal of finance*.
 - *Les auteurs précédents ont eu l'intuition des méthodologies de reconnaissance des motifs*

55

Analyse chartiste et marche aléatoire

- Malkiel montra à un chartiste ce graphique (marche aléatoire)
- Le chartiste lui dit immédiatement d'acheter l'action



- Le concept de marche aléatoire remonte au trader Jules Regnault (1863) et à Louis Bachelier (1900 – Théorie de la spéculation). C'est Paul Cootner (1964) qui a su reconnaître les mérites oubliés de Bachelier.
- Il faut aussi mentionner l'école de probabilités de Strasbourg et notamment Paul-André Meyer qui avait compris beaucoup de choses aux marchés financiers, à la théorie de l'information et à la spéculation, sans parler officiellement de finance.

56

Marches aléatoires



- Eugene Fama définit une marche aléatoire comme une évolution des prix des actifs financiers telle que les incréments de prix $P_{t+1} - P_t$ sont **indépendants** des incréments passés $P_{t-n} - P_{t-n-1}$, $n = 0, 1, 2, \dots$
 - “A market where successive price changes in individual securities are **independent** is, by definition, a random walk market”.
 - Fama (1995). Random walks in stock market prices. Financial analysts journal.
 - Fama n'impose pas que l'espérance des incréments de prix $P_{t+1} - P_t$ doive être nulle, ni que les lois de probabilités des incréments soient identiques à différentes dates.
 - $P_{t+1} - P_t = \mu + \varepsilon_t$, $\varepsilon_t \sim iid(0, \sigma^2)$, avec $\mu > 0$, μ est un paramètre de tendance : lien avec la notion de prime de risque.

57

Marches aléatoires

- Fama associe l'indépendance des variations consécutives des prix des actifs boursiers à ce qu'il appelle l'effcience « faible »
 - **Effcience faible**, car on n'utilise que les prix passés pour tenter de prévoir les cours futurs et pas d'autres éléments d'information financière (annonces de résultats, etc.)
- Exemple : cours boursiers multiples d'un échelon élémentaire de cotation (« tick »)
 - Adapté à l'analyse des données intraday ou à haute fréquence.
 - Les prix sont des nombres entiers de ticks.
 - On est alors dans le cadre des exercices du Thème 1.

58

Biais cognitifs : comment reconnaître l'aléatoire ?

Dickey



- Dickey et Fuller : tests statistiques
 - $P_{t+1} - P_t = \varepsilon_t$, $\varepsilon_t \sim iid(0, \sigma^2)$,
 - ε_t : « bruit blanc » : espérance nulle et d'écart-type σ
 - Hypothèse H_0 : les prix suivent une marche aléatoire
- Comportement des prix sous H_0
 - Pour une volatilité annuelle de 25%
 - On a en moyenne une augmentation de 20% sur l'année pour un marché haussier.
 - Et une diminution de 20% si le marché baisse...
- “To the **untrained eye**, randomness appears as **regularity** or **tendency to cluster**”
 - William Feller



Fuller

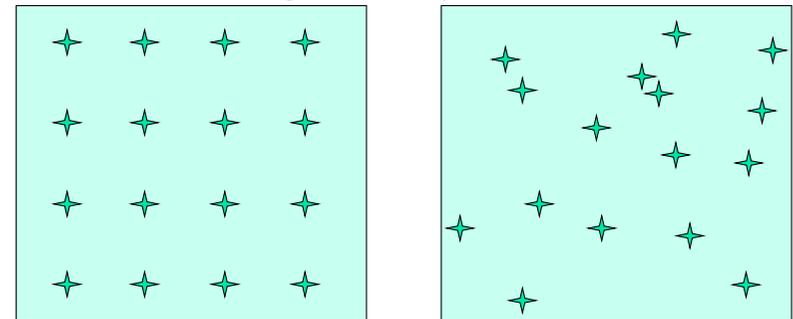


Feller

59

Comment reconnaître l'aléatoire ? Uniformité ?

- L'exemple précédent illustre les problématiques associées au big data et au data mining en matière financière

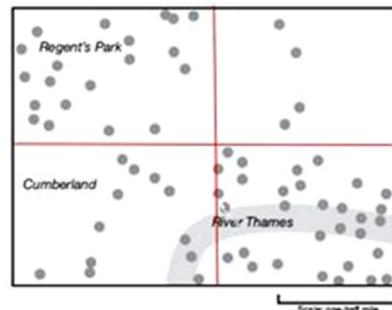
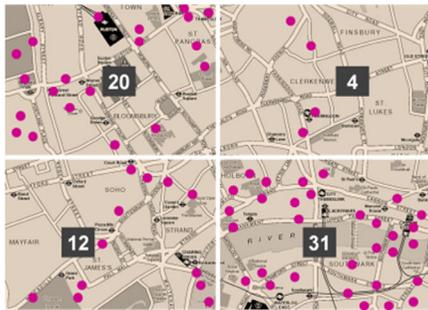


- Graphique de gauche : distribution équirépartie « uniforme » totalement non aléatoire
- Graphique de droite : distribution tirée d'une loi de probabilité uniforme

60

Comment reconnaître l'aléatoire ? Encodage

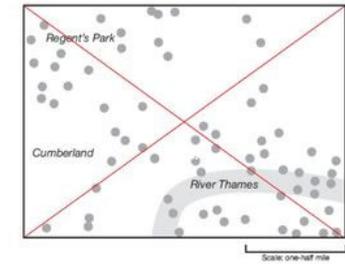
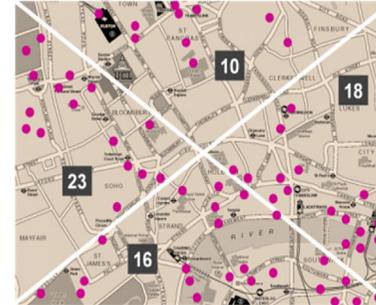
- Répartition des impacts des V1 sur Londres au moment de la seconde guerre mondiale
 - *Le Nord-Est et le Sud-Ouest de Londres sont épargnés*
 - *On a supposé que les Allemands évitaient de bombarder ces zones pour protéger leurs (supposés) espions*



61

Comment reconnaître l'aléatoire ? Encodage

- Reprenons notre graphique et divisons le en 4 parties égales séparées par les diagonales



Map of London showing V-1 rocket strikes (Adapted from Gilovich [1991])

- Les impacts sont maintenant régulièrement répartis ...
- *How We Know What Isn't So: The Fallibility of Human Reason in Everyday Life*, T. Gilovich, http://bias123.com/clustering_illusion
- Un test statistique formel (Clarke, 1946) ne permet pas de rejeter l'hypothèse d'une distribution uniforme
 - <http://jumpthecurve.net/change/unlearning-lesson-26-stop-looking-for-patterns/>
 - <http://www.squawkpoint.com/2013/01/patterns-in-data/>

62

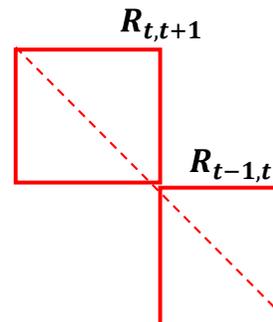
Comment reconnaître l'aléatoire ? Encodage

- Implication pour la gestion financière...
- En abscisses, la rentabilité en $t - 1$, $(R_{t-1,t})$, en ordonnées la rentabilité en t ($R_{t,t+1}$)
- Les points de coordonnées $(R_{t-1,t}, R_{t,t+1})$ sont situés en **haut à gauche** (deuxième quadrant) et en **bas à droite** (quatrième quadrant)

Implication pour la gestion financière...

En abscisses, la rentabilité en $t - 1$, $(R_{t-1,t})$, en ordonnées la rentabilité en t ($R_{t,t+1}$)

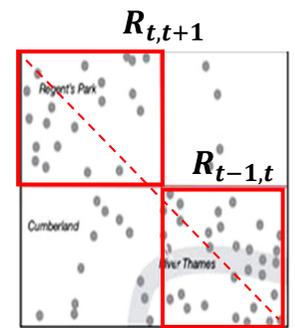
Les points de coordonnées $(R_{t-1,t}, R_{t,t+1})$ sont situés en **haut à gauche** (deuxième quadrant) et en **bas à droite**



63

Comment reconnaître l'aléatoire ? Encodage

- Stratégie « **contrarian** » : acheter après une baisse des cours ($R_{t-1,t} < 0$), vendre après une hausse des cours ($R_{t-1,t} > 0$)
- La corrélation entre $R_{t-1,t}$ et $R_{t,t+1}$ **semble** négative, une hausse des cours **semble** suivie d'une baisse et vice-versa
- Attention aux corrélations fictives ("spurious")



Si la loi de probabilité des couples $(R_{t-1,t}, R_{t,t+1})$ est uniforme, alors les rentabilités $R_{t-1,t}$ et $R_{t,t+1}$ sont **indépendantes** (absence de corrélation) : **aucun gain significatif avec une stratégie contrarian.**

64



Nathan Rothschild 1810

**“Buy to the sound of cannons,
sell to the sound of trumpets”
(Il faut acheter au son du canon
et vendre au son du clairon)
Nathan Rothschild 1810**

**Il faudrait donc acheter des
actions quand un pays entre en
guerre et les revendre quand
elle se conclut, ce semble
évidemment choquant.**

65

**La performance de la Bourse américaine (indice
Dow Jones) pendant les principaux conflits où les
États-Unis ont été impliqués au 20^e siècle**

Entry Date	Exit Date	Specific Event	Return	Annualized
April 6th, 1917	November 11th, 1918	WWI	-5.4%	-3.4%
December 7th, 1941	August 9th, 1945	WWII	46.2%	12.6%
June 25th, 1950	July 27th, 1953	Korean War	25.5%	8.3%
August 7th, 1964	August 15th, 1973	Vietnam War	5.4%	0.6%
January 17th, 1991	February 28th, 1991	Desert Storm	11.9%	103.4%

66

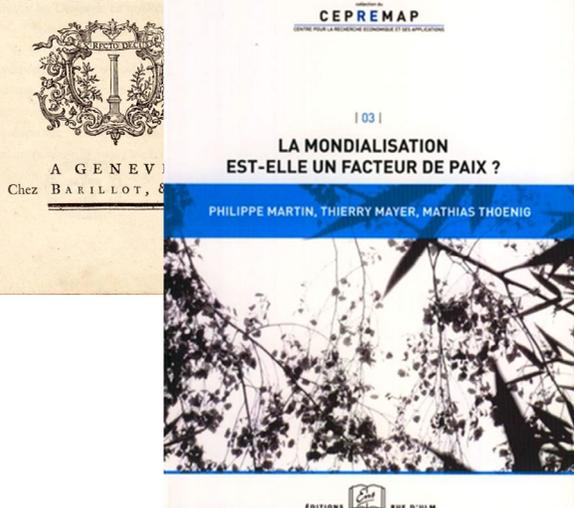
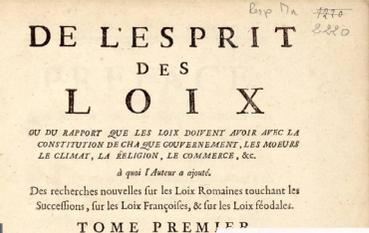
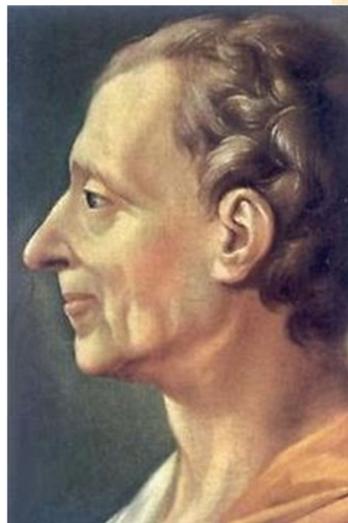
Le « doux commerce » (Montesquieu)

- Berkman & Jacobsen (2006) War, peace and stock markets, remettent en question l'analyse précédente
- 440 crises internationales entre 1918 et 2002
- Baisse du taux de rentabilité (annualisé) d'un indice boursier mondial de 4%
 - La baisse est surtout marquée au début d'une guerre
 - Après la guerre les cours remontent mais sans compenser les pertes antérieures
 - La volatilité augmente d'environ 1/3
- Cela fait écho aux débats autour du doux commerce

67

Le « doux commerce » (Montesquieu)

- *L'effet naturel du commerce est de porter à la paix. Deux nations qui négocient ensemble se rendent réciproquement dépendantes : si l'une a intérêt à acheter, l'autre à intérêt à vendre, et toutes les unions sont fondées sur des besoins mutuels.* Montesquieu « De l'esprit des lois » (1758)
 - Pourtant la première guerre mondiale a éclaté dans un climat de prospérité partagée
- Martin, Mahler & Thoenig (2006), La mondialisation est-elle un facteur de paix ?
 - Commerce bilatéral, positif, multilatéral négatif
 - Le commerce international permet à une nation belliqueuse d'attaquer une puissance rivale
 - Diversification des sources d'approvisionnement



Contrarian vs momentum

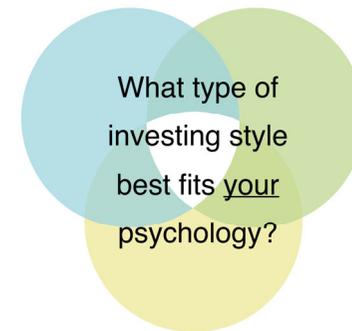
Characteristics of Contrarian Investing

- Buying against the trend
- Believe the markets are inefficient
- Don't take extreme positions
- Listen to your feelings

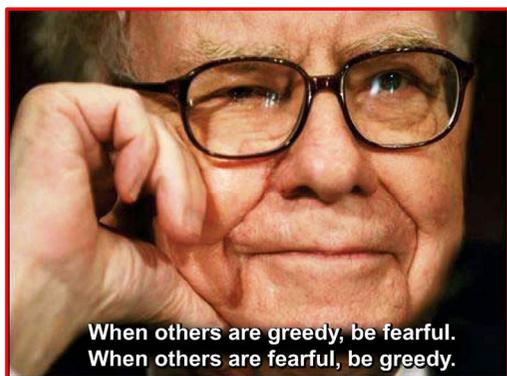
Characteristics of Momentum Investing

- Timely stocks on an upward trend
- Beating earnings estimates
- Accelerating growth rates
- Favorable press releases and news reports
- Settlement of litigation
- New product introductions and (or) discoveries
- Expanding backlog
- Utilizing a catalyst or theme that can move prices

Les stratégies momentum parient sur l'extrapolation de tendances, les stratégies contrarian sur un retour à la moyenne. Dans un cas comme dans l'autre, on ne croit pas à l'hypothèse de « marchés efficients »



Contrarian vs momentum



Réunion de 40 000 investisseurs dans le fonds de Berkshire Hathaway, 2007
Warren Buffet

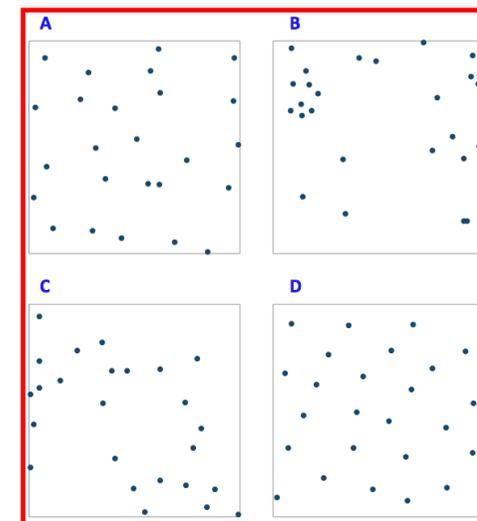
You want to be greedy when others are fearful. You want to be fearful when others are greedy. Warren Buffet, 2008.

C'est quand la "prime de risque" est élevée (les cours boursiers bas par rapport aux profits attendus) qu'il faut acheter (et vice versa)

Reconnaître le « hasard »

Appliquons les résultats précédents pour déterminer ce qui relève d'un tirage aléatoire uniforme (« au hasard ») de 25 points dans les carrés ci-contre et ce qui ne l'est pas.

Quel est votre choix ?

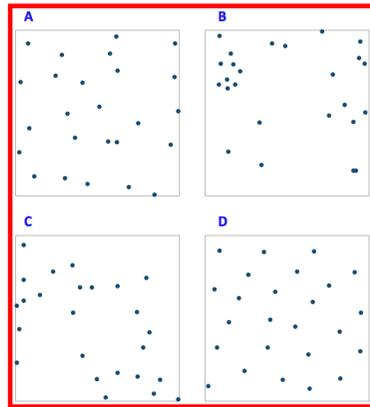


<https://mathjokes4mathfolks.wordpress.com/2015/01/15/making-heads-or-tails-of-randomness/>

Reconnaître le « hasard »

Résultats : procédons par élimination

- D a été tracé par un enfant de 7 ans à qui on a demandé de dessiner 25 points au hasard : il a cherché à bien espacer les points dans le carré.
- A est une méthode de stratification. On a divisé le carré en 5 x 5 carrés et choisi un point « au hasard » dans chaque carré. On observe encore beaucoup (trop) de régularité (équirépartition)
- La procédure C est plus sophistiquée. On a placé le carré sur une cible de fléchettes. Puis après 13 lancers, le carré a été tourné de 90° et on a procédé à 12 nouveaux lancers.
- B provient d'un générateur pseudo-aléatoire : on a tiré les coordonnées des points (abscisses, ordonnées) selon une loi uniforme, avec des tirages indépendants



“To the untrained eye, randomness appears as regularity or tendency to cluster”

William Feller

73

Quel numéro va suivre 111111 ?

- Induction classique (machine learning, test de QI) : 1
- Induction, paradoxe Vleu de Goodman (systèmes chaotiques) : 10
- lancer de pièce déterministe (avec une machine) : 1
- lancer de pièce avec conditions initiales aléatoires (Diaconis) :
- lancer d'une pièce non biaisée (probabilités classiques, marche aléatoire) : 0 avec probabilité $\frac{1}{2}$,
- lancer d'une pièce (principe de la raison non suffisante) : $\frac{1}{2}$
- lancer d'une pièce : d'Alembert, approche bayésienne avec a priori uniforme, règle de succession de Laplace $\frac{n+1}{n+2} = \frac{6}{7}$
- Efficience faible au sens de Fama : 1 avec une probabilité p légèrement supérieure à $\frac{1}{2}$ (prime de risque)
- Cygne noir : 1 avec probabilité de $1 - 10^{-n}$, $\approx -10^n$ avec probabilité de 10^{-n}
- Biais de représentativité (Kahneman), « gambler's fallacy » : 0 (contrarian)
- Loi des séries (hot hand fallacy) : 1 avec une probabilité élevée.
- Chartisme : 1 ou 0 selon l'analyste
- Knight : non probabilisable
- **Ce qui suit dans la représentation binaire d'un nombre...**

74

75

76

Suites aléatoires, illusions du parieur et de la « main chaude »

- Suite aléatoire : pas de régularité, ne suit pas de règles
- Illusion du parieur : liée au biais de représentativité
 - *On sous-estime les occurrences des longues suites de hausses ou de baisse*
 - *On surestime la probabilité d'un reversal : tendance à créer du « retour à la moyenne » et des corrélations négatives*
 - *Probabilité d'une baisse sachant une série de baisses < 1/2*
- Illusion de la main chaude
 - *A l'opposé : tendance à l'extrapolation*
 - *Recours excessif à l'induction*
 - *Probabilité d'une baisse sachant une série de baisses > 1/2*

77

Comment traiter des historiques de cours boursiers pour la prévision

- Pour simplifier l'analyse, on va se centrer sur les prévisions des hausses et des baisses des cours
 - *Sans se préoccuper de l'ampleur de ces hausses ou baisses*
 - *Codage : 1 pour hausse un jour donné, 0 pour baisse*
 - *Historique boursier : représenté par une suite binaire 1101 ...*
 - *Rappel induction : observations passée de 11111 donne à penser que la prochaine observation sera 1*
- Biais de représentativité
 - *Gambler's fallacy »*
 - *Hot hand fallacy ?*
 - *Visualiser le hasard : cluster effect*

78

Comment traiter des historiques de cours boursiers pour la prévision

Psychological Bulletin
2009, Vol. 135, No. 2, 262–285

© 2009 American Psychological Association
0033-2909/09/\$12.00 DOI: 10.1037/a0014821

What's Next? Judging Sequences of Binary Events

An T. Oskarsson, Leaf Van Boven,
and Gary H. McClelland
University of Colorado at Boulder

Reid Hastie
University of Chicago

The authors review research on judgments of random and nonrandom sequences involving binary events with a focus on studies documenting gambler's fallacy and hot hand beliefs. The domains of judgment include random devices, births, lotteries, sports performances, stock prices, and others. After discussing existing theories of sequence judgments, the authors conclude that in many everyday settings people have naive complex models of the mechanisms they believe generate observed events, and they rely on these models for explanations, predictions, and other inferences about event sequences. The authors next introduce an explanation-based, mental models framework for describing people's beliefs about binary sequences, based on 4 perceived characteristics of the sequence generator: randomness, intentionality, control, and goal complexity. Furthermore, they propose a Markov process framework as a useful theoretical notation for the description of mental models and for the analysis of actual event sequences.

Keywords: hot hand, streaks, gambler's fallacy, binary sequence, Markov process

79

Historiques de cours boursiers et prévision : gambler's fallacy ou hot hand streaks ?

Human beings are built to see patterns in sensory and conceptual data of all types (Gawande, 1999; Gilovich, 1993). The capability to induce patterns and to predict what is hidden, what is missing, and what is next is one of our species' greatest achievements and advantage over other animals. The present article provides a review of people's capacities and biases when predicting what will happen next in temporally ordered sequences of binary events. To date, this stream of research has been dominated by studies of two types of sequences: events generated by putatively random devices such as casino games and births and events generated by skilled athletes. Most studies have focused on the differences in predictions for the two types of sequences, a gambler's fallacy bias for random events and a belief in hot hand streaks for sports events.

80

Comment traiter des historiques de cours boursiers pour la prévision

- Le biais cognitif que l'on va examiner sous divers angles est connu comme le biais de représentativité
 - Ou parfois « loi des petits nombres »
 - Elle consiste à penser que les propriétés statistiques des petits échantillons ressemblent à celles d'une population
 - Ou qu'une suite aléatoire finie a les mêmes propriétés qu'une suite aléatoire non limitée en taille
 - Ainsi d'après la loi des grands nombres, la fréquence d'apparition des 0 et des 1 pour des tirages indépendants dans une loi de Bernoulli de paramètre $\frac{1}{2}$ (tirages de pile ou face) devrait tendre vers $\frac{1}{2}$
 - Les individus s'attendent donc à retrouver autant de 0 (baisse) que de 1 (hausse) dans des petits échantillons

81

Comment traiter des historiques de cours boursiers pour la prévision

- La suite 10010110 leur paraîtra plus représentative de l'aléatoire que la suite 11111111
 - Ceci va amener au biais dit du parieur (*Gambler's fallacy*)
- A contrario, un individu qui observe la suite 11111111 va sous-estimer la probabilité que ceci résulte du hasard et trop vite penser qu'il s'agit d'une régularité
 - Il va donc prolonger la suite précédente par des 1
 - Il recourt « trop vite » à la logique inductive
 - Hot hand fallacy (ou « loi des séries ») : surestimer $P(1|11111111)$

82

Student 1:

THHHTHTTTTHTTHTTTTHHTHTTHT
HHHTHTHHTHTTHTTTTHTTTHTH
TTHHTTTTTTTHTHHHHHTHTHTH
THTHTHHHHHTHTTTTTHTTHTHTH

Student 2:

HTTHTTHTHHTTHTHTTTHHTHTT
HTTHHHTTHTTHTHTHTHHTTHTTH
THTHTHTHHHTTHTHTHTHHTHTTT
HTHHTHTHTHTHHTTHTHTTHTHT

Reconnaître le hasard: On demande à deux étudiants de jouer à pile ou face (H Heads T Tails)

Est-ce que les étudiants ont vraiment lancé des pièces ?

Comment savoir si l'un des deux a « triché » ?

Voir plus loin dans ces transparents pour répondre presque immédiatement à cette question.

83

Comment traiter des historiques de cours boursiers pour la prévision

- Laplace (1840), un précurseur en finance comportementale
 - Voir le chapitre « Des illusions dans l'estimation des Probabilités » dans *l'Essai philosophique sur les probabilités*.
 - « Nos passions, nos préjugés et les opinions dominantes, en exagérant les probabilités qui leur sont favorables, et en atténuant les probabilités contraires, sont des sources abondantes d'illusions dangereuses ».
 - « Ici, comme en tout, les illusions sont dangereuses, et la vérité seule est généralement utile. Un des grands avantages du calcul des probabilités est d'apprendre à se défier des premiers aperçus ».

84

Comment traiter des historiques de cours boursiers pour la prévision

- Laplace (1840), un précurseur en finance comportementale
 - Voir notamment son chapitre « Des illusions dans l'estimation des Probabilités ».
- « Il est, par exemple, très peu vraisemblable qu'au jeu de croix ou pile on amènera croix dix fois de suite. Cette invraisemblance, qui nous frappe encore lorsqu'il est arrivé neuf fois, nous porte à croire qu'au dixième coup pile arrivera.
- Il s'agit de l'illusion du parieur (gambler's fallacy).
- Laplace l'explique comme une confusion entre tirage sans remise (ou tirage dans l'échantillon) et tirage avec remise (ou tirage dans une population infinie ou suite aléatoire infinie)

85

Comment traiter des historiques de cours boursiers pour la prévision

J'ai vu des hommes désirant ardemment d'avoir un fils, n'apprendre qu'avec peine les naissances des garçons dans le mois où ils allaient devenir pères. S'imaginant que le rapport de ces naissances à celles des filles devait être le même à la fin de chaque mois, ils jugeaient que les garçons déjà nés rendaient plus probables les naissances prochaines des filles. Ainsi l'extraction d'une boule blanche d'une urne qui renferme un nombre limité de boules blanches et de boules noires, accroît la probabilité d'extraire une boule noire au tirage suivant. Mais cela cesse d'avoir lieu quand le nombre des boules de l'urne est illimité, comme on doit le supposer, pour assimiler ce cas à celui des naissances. Si dans le cours d'un mois il était né beaucoup

Voir exercice en rapport avec l'observation de Laplace

86

Comment traiter des historiques de cours boursiers pour la prévision ?

Statistical Science
2020, Vol. 35, No. 2, 159–170
<https://doi.org/10.1214/19-ST5696>
© Institute of Mathematical Statistics, 2020

Laplace's Theories of Cognitive Illusions, Heuristics and Biases

Joshua B. Miller and Andrew Gelman

Abstract. In his book from the early 1800s, *Essai Philosophique sur les Probabilités*, the mathematician Pierre-Simon de Laplace anticipated many ideas developed within the past 50 years in cognitive psychology and behavioral economics, explaining human tendencies to deviate from norms of rationality in the presence of probability and uncertainty. A look at Laplace's theories and reasoning is striking, both in how modern they seem, how much progress he made without the benefit of systematic experimentation, and the novelty of a few of his unexplored conjectures. We argue that this work points to these theories being more fundamental and less contingent on recent experimental findings than we might have thought.

87

Illusion du parieur

- L'illusion du parieur vue par Emile Borel (Le hasard, chapitre 2 : les lois du jeu de pile ou face) et Joseph Bertrand (Calcul des probabilités)

C'est surtout l'habitude des jeux de hasard qui rend certains esprits réfractaires à cette notion de l'indépendance des événements successifs; comme ils ont observé que, dans une longue série, les coups de pile ou face sont à peu près également nombreux¹, ils en concluent qu'une longue série de coups ayant amené pile *doit* être suivie d'un coup face; c'est une *dette* que le jeu a contractée envers eux. Il suffit d'un peu de réflexion pour se convaincre à quel point cet anthropomorphisme est puéris²: les raisons pour

- « On fait trop d'honneur à la roulette elle n'a ni conscience ni mémoire. En supposant qu'à une rencontre inouïe succédera, pour la réparer, un nouvel écart de la règle, on n'efface pas l'invraisemblance, on la redouble »

88

Comment traiter des historiques de cours boursiers pour la prévision ?

- L'illusion du parieur est analysée par Poincaré dans *La Science et l'Hypothèse* à propos de la Roulette, vue comme un jeu de hasard :
 - Elle les entraîne dans une singulière erreur, qui a été souvent relevée, et dans laquelle ils retombent toujours. Quand la rouge est sortie, par exemple, six fois de suite, ils mettent sur la noire, croyant jouer à coup sûr ; parce que, disent-ils, il est bien rare que la rouge sorte sept fois de suite.
 - En réalité, leur probabilité de gain reste 1/2. L'observation montre, il est vrai, que les séries de sept rouges consécutives sont très rares ; mais, les séries de six rouges suivies d'une noire sont tout aussi rares. Ils ont remarqué la rareté des séries de sept rouges ; s'ils n'ont pas remarqué la rareté des séries de six rouges et une noire, c'est uniquement parce que de pareilles séries frappent moins l'attention.
- Poincaré rejoint ici Bergson, Hume ou Goodman qui mettent en avant les dimensions psychologiques et culturelles dans l'appréhension du hasard

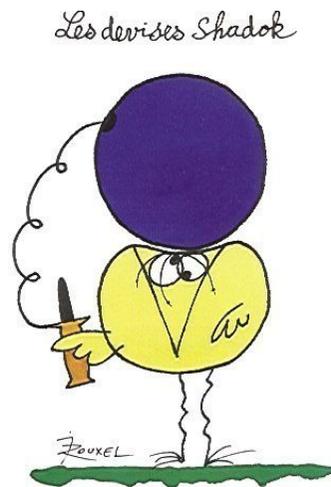
89

Comment traiter des historiques de cours boursiers pour la prévision ?

- Hume, enquête sur l'entendement humain
 - « Nous sommes déterminés par l'**accoutumance** à transférer le passé au futur dans toutes nos inférences, si le passé a été entièrement régulier et invariable nous attendons l'événement avec la plus grande assurance et ne laissons aucune place à une supposition contraire ».
 - (les fréquences) « engendrent ce sentiment que nous appelons **croiance** ; et nous donnons à son objet la préférence sur l'événement contraire, qui n'est pas soutenu par un nombre égal d'expériences et qui ne se présente pas aussi fréquemment à la pensée dans le transfert du passé au futur.
- Hume nous donne une interprétation à la fois fréquentiste et subjective (cognitive) de la probabilité : ainsi, un série d'observations où les 1 prédominent sur les 0 est associée à une probabilité d'apparition plus grande des 1, pour l'esprit humain

90

L'illusion du parieur (*gambler's fallacy*)



EN ESSAYANT CONTINUUELLEMENT
ON FINIT PAR RÉUSSIR. DONC:
PLUS ÇA RATE, PLUS ON A
DE CHANCES QUE ÇA MARCHE.

91

L'illusion du parieur (*gambler's fallacy*)

- Après l'observation d'une longue suite de rouge sur une roulette, la plupart des gens croient que les cases noires vont maintenant arriver, probablement parce que l'occurrence des noires aboutira à une séquence plus « **représentative** » que l'occurrence d'une rouge supplémentaire
 - Tversky & Kahneman, 1974
- Après que le rouge soit sorti plusieurs fois de suite, 89% (!) ont précisé que le noir avait une plus forte probabilité que le rouge d'être gagnant au coup suivant
 - Lambert & Zaleska, 1966
- Confusion entre hasard et équipartition

L'illusion du parieur (*gambler's fallacy*)

- Au casino de Monte Carlo, le 18 août 1913, on remarqua que le noir était sorti consécutivement un certain nombre de fois.



Le casino de Monte Carlo

- Les parieurs commencèrent à miser sur le rouge. A la 27^e fois, le rouge sortit, mais entre-temps des millions de francs furent perdus.
 - Pour mémoire, la probabilité d'avoir 26 tirages de noirs consécutifs est de $\left(\frac{18}{37}\right)^{26} \approx 1$ chance sur 100 millions.

93

L'illusion du parieur (*gambler's fallacy*)



94

Gambler's fallacy : une forme du biais de représentativité

► Probability fallacies

► Gambler's fallacy

... lose lose lose lose lose _____

"because I've lost so many times, my chances of winning soon are *higher than average* ..."

95

The Gambler's Fallacy

Cognitive Factors and The Psychology of Gambling

www.criticalthinkeracademy.com

96

Induction et apprentissage ?

- Une approche inductive (ou bayésienne) pousserait au contraire à une extrapolation
- Un algorithme de machine learning avec une base d'apprentissage pauvre serait aussi biaisé dans le sens de l'extrapolation.
- Si l'on connaît la règle du jeu, la séquence passée n'a aucune influence sur la probabilité d'occurrence du rouge ou du noir : équiprobabilité
 - *Attitude rationnelle si l'on connaît la règle du jeu*
 - *Et si l'on pense que les marchés sont efficients au sens faible*

Hot hand fallacy : tendance à l'extrapolation (induction), stratégies momentum au lieu de stratégies contrarian (Gambler's fallacy)

► Probability fallacies

- Gambler's fallacy
- "hot hand" fallacy

... win win win win win

"because I've won so many times, my chances of winning again are higher than average ..."

4:07 / 15:28

98

Hot hand fallacy

- Est-on capable de repérer des séquences inhabituellement longues de hausse ou de baisse ?
 - *Est-ce que $P(1|111) > P(1)$?*
 - 1 représente un "hit" (panier, coup au but).
 - *Cette croyance est courante au basket où l'on dit qu'un joueur "est en feu" ou qu'il a la main chaude.*
 - Gilovich, Vallone & Tversky (1985). The hot hand in basketball: On the misperception of random sequences. *Cognitive psychology*
 - *L'article précédent affirme que $P(1|111) = P(1)$.*
 - Il a été utilisé dans de nombreux articles de « finance comportementale » pour illustrer les biais cognitifs

Hot hand fallacy

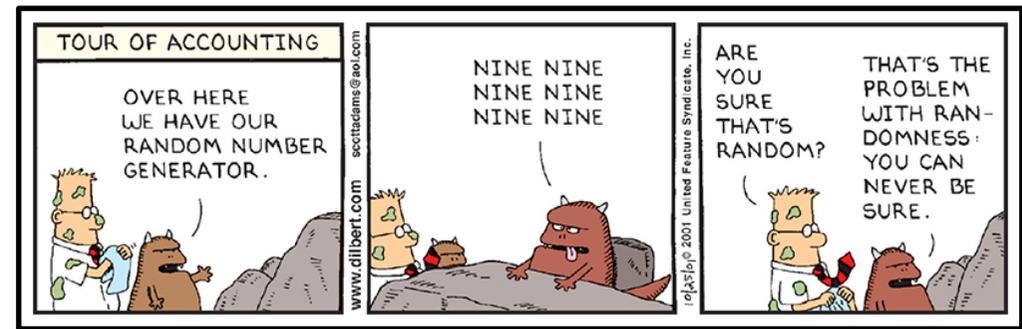


Wall Street Journal : <https://www.wsj.com/articles/does-the-hot-hand-exist-in-basketball-1393541857>

Hot hand fallacy

- L'article précédent était considéré comme exemplaire en matière d'illusion cognitive
 - Ses conclusions ont été en partie remises en question récemment
 - Est-ce que $P(1|111) > P(1)$?
 - Miller & Sanjurjo (2021). Is it a fallacy to believe in the hot hand in the NBA three-point contest?. *European Economic Review*.
 - Ritzwoller & Romano (2022). Uncertainty in the hot hand fallacy: Detecting streaky alternatives to random bernoulli sequences. *The Review of Economic Studies*.
 - McNair, Margolin, Law, & Ritov (2020). The Hot Hand and Its Effect on the NBA.
 - Pelechris & Winston (2022). The hot hand in the wild. *PloS one*
 - On observe effectivement pour certains joueurs une corrélation positive entre des séries de tirs réussis
 - On ne peut pas pour autant parler de « fallacy of the hot hand fallacy »

101



102

Hot hand fallacy



103

Hot hand fallacy

- Le transparent précédent (roulette russe) illustre les paradoxes de la « main chaude ».
- On rappelle également le sarcasme de Bertrand Russel

The man who has fed the chicken every day throughout its life at last wrings its neck instead, showing that more refined views as to the uniformity of nature would have been useful to the chicken.

- Voir également l'exercice relatif aux tirages sans remise dans une urne contenant des boules rouges et noire, qui repose sur la même idée :
- La rupture de l'uniformité est liée au caractère fini de la population et donc de l'échéance du « jeu »

104

Une classification des attitudes par rapport à l'arrivée des cours boursiers

- Dans les trois exemples précédents, la probabilité d'obtenir 1 au tirage suivant diminue avec le nombre de 1 tirés précédemment
 - $P(1) > P(1|1) > P(1|11) > P(1|111) > \dots$
 - Ce qui correspond au « gambler's fallacy »
- Au contraire de l'approche bayésienne (machine learning) où
 - $P(1) < P(1|1) < P(1|11) < P(1|111) < \dots$
 - Voir la règle de succession de Laplace
- Classification financière des attitudes vis-à-vis des cours passés
 - $P(1) > P(1|1) > P(1|11) > P(1|111) > \dots$ trend follower : considère qu'il y a des tendances sur les marchés financiers
 - $P(1) < P(1|1) < P(1|11) < P(1|111) < \dots$ contrarian considère qu'il y a des corrections sur les marchés
 - $P(1) = P(1|1) = P(1|11) = \dots$ marche aléatoire

105

Une classification des attitudes par rapport à l'arrivée des cours boursiers

- La classification précédente recoupe les modèles du risque de crédit, de l'assurance et de la fiabilité.
- On s'intéresse à la date à laquelle un incident va survenir
- Ici, par « incident », on veut dire une « rupture de tendance », par exemple quand une série de hausses va s'interrompre.
- En probabilités, la première date à laquelle une rupture est observée s'appelle un « temps d'arrêt » (stopping time)
- Les modèles relatifs à l'arrivée d'une rupture de tendance sont appelés « modèles de durée » : on s'intéresse à la longueur (aléatoire) de la tendance.
- Fonction hasard (hasard rate) : probabilité qu'une rupture (de tendance) soit observée à la prochaine date, sachant qu'elle n'a pas été observée jusqu'à présent

106

Hot hand fallacy

- Est-on capable de repérer des séquences inhabituellement longues de hausse ou de baisse ?
 - Est-ce que $P(1|111) > P(1)$?
 - Une contribution récente qui interpelle
 - Miller & Sanjurjo (2018). Surprised by the hot hand fallacy? A truth in the law of small numbers. *Econometrica*.
 - On estime $P(1|111) = \frac{P(1111)}{P(111)}$ par $\frac{\neq\{1111\}}{\neq\{111\}}$ ($\neq\{111\}$ fréquence d'apparition de 111)
 - Cet estimateur est biaisé : $E \left[\frac{\neq\{1111\}}{\neq\{111\}} \right] < P(1|111)$
 - Ce qui change les conclusions de l'article de Gilovich, Vallone & Tversky qui faisaient l'hypothèse d'un estimateur sans biais.
 - Il est intéressant de constater que des résultats aussi simples, importants et en fait intuitifs n'aient jamais été vus avant le 21^e siècle

107

Bibliographie : Comment traiter des historiques de cours boursiers et des suites binaires

- Benjamin (2019). Errors in probabilistic reasoning and judgment biases. *Handbook of Behavioral Economics: Applications and Foundations*.
- Borel (1950) Probabilité et certitude
- Gilovich, Vallone & Tversky (1985). The hot hand in basketball: On the misperception of random sequences. *Cognitive psychology*
- Huber, J., Kirchler, M., & Stöckl, T. (2010). The hot hand belief and the gambler's fallacy in investment decisions under risk. *Theory and decision*.
- Marquis de Laplace (1840). *Essai philosophique sur les probabilités*.
- Miller & Gelman (2020). Laplace's theories of cognitive illusions, heuristics and biases. *Statistical science*.
- Miller & Sanjurjo (2018). Surprised by the hot hand fallacy? A truth in the law of small numbers. *Econometrica*.
- Oskarsson, Van Boven, McClelland & Hastie (2009). What's next? Judging sequences of binary events. *Psychological bulletin*.
- Poincaré (1908). *La science et l'hypothèse*. Flammarion.
- Stöckl, Huber, Kirchler & Lindner (2015). Hot hand and gambler's fallacy in teams: Evidence from investment experiments. *Journal of Economic Behavior & Organization*.

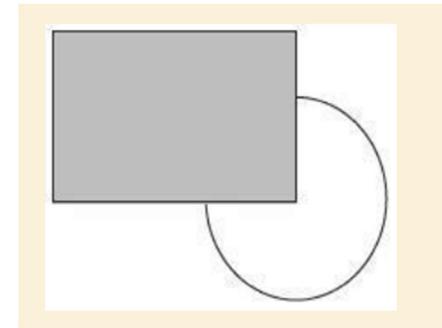
108

Dissonance cognitive

109

Dissonance cognitive

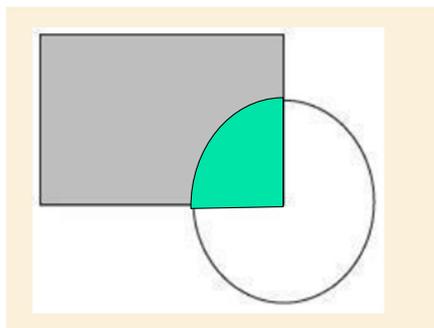
- Considérons le problème de prévision suivant
- Quelle forme se cache derrière le rectangle gris ?



110

Dissonance cognitive

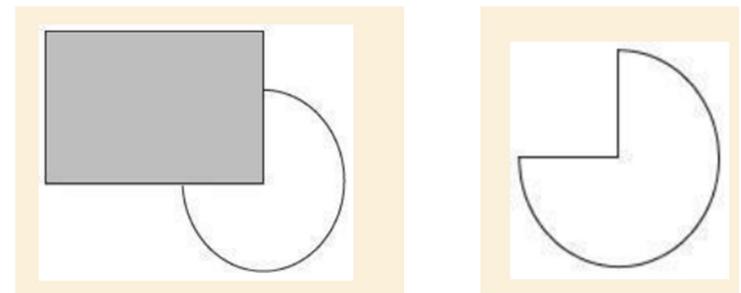
- Réponse ?



111

Dissonance cognitive

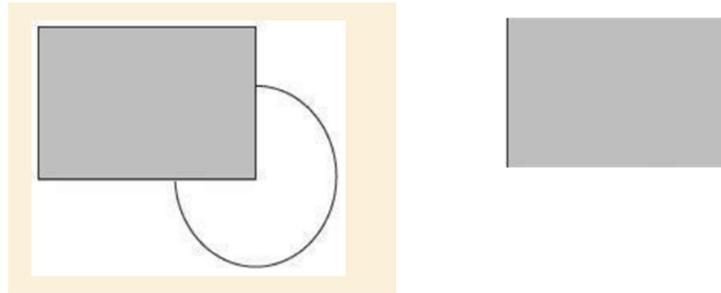
- La bonne réponse ? Rien !



112

Dissonance cognitive

- La bonne réponse ? Le rectangle !



- La bonne réponse ? Toute surface contenue dans le rectangle ...

113

Dissonance cognitive

- Réduction de la dissonance cognitive
- Meilleure compréhension du problème
- Il n'y a pas de règle logique qui permette une « bonne prédiction »
- Le cerveau (système 1) a cherché et trouvé la solution la plus « harmonieuse »
- Le problème est la croyance qu'il s'agit de la bonne réponse
 - *Et qu'il y a une bonne réponse car à l'école comme en entreprise, on doit donner des (bonnes) réponses ...*

114

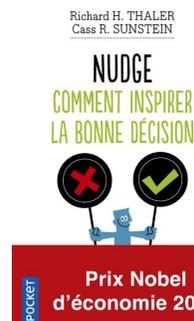
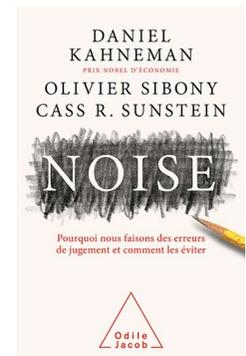
Des effets connus aux causes inconnues : les biais cognitifs

- En finance, on a des données financières que l'on peut collecter (acheter en fait !) et interpréter.
- Traiter l'information financière brute, c'est lui donner un sens et le valider empiriquement
- Partir de ce qu'on observe, pour inférer une connaissance sur les causes, trouver des explications, correspond à ce que Charles S. Peirce appelle l'abduction
- Deux biais cognitifs vont fausser l'analyse financière
 - *Le biais rétrospectif*
 - *Le biais de confirmation (d'hypothèse)*
 - *Le point de départ est la dissonance cognitive et/ou le besoin compulsif d'associer des causes aux effets*

115

Dissonance cognitive

- Dans leur ouvrage récent, Kahneman, Sibony et Sunstein s'intéressent au jugement des experts en matière financière
- Ils prennent l'exemple des souscripteurs et experts en sinistres dans les compagnies d'assurances
- Ces experts ont un rôle fondamental dans la tarification, le provisionnement des sinistres
- De même que les spécialistes de l'évaluation en M&A ou les analystes financiers.
- Une étude a été menée (audit de bruit) pour évaluer la dispersion des évaluations.
- Réponse attendue par les dirigeants : 10%



116

Dissonance cognitive

- En fait, l'écart relatif médian entre deux estimations était de 55% pour les souscripteurs et de 43% pour les experts en sinistres
- La dissonance cognitive crée un sentiment d'inconfort
 - En matière d'investissement financier, on va être fréquemment confronté à la dissonance cognitive
 - Car le bruit (la chance) joue un rôle important dans le succès
 - Et les véritables experts sont rares : performances décevantes des gérants de fonds, expérience précédente
- Comment réduire la dissonance ?
 - Kahneman et al évoquent l'**illusion d'accord** entre les experts
 - Kahneman propose par ailleurs de recourir à des procédures de décision « rule-based » plutôt que reposant sur l'intuition

117

Dissonance cognitive

- **Dissonance cognitive** : tension quand les croyances entrent en contradiction avec les faits
 - Exemple : capacité prédictive ou managériale surestimée
 - Entre en contradiction avec l'efficacité économique
 - Incertitude crée un sentiment d'insécurité : qu'est-ce qui est lié aux capacités et à la chance ?

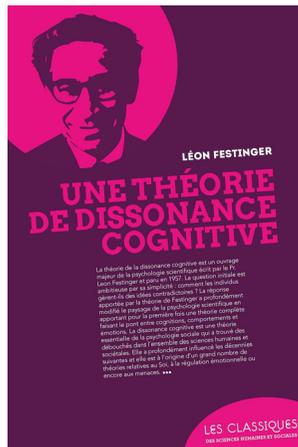


Leon Festinger

118

Dissonance cognitive

- Léon Festinger : A theory of cognitive dissonance (1957)



Les hypothèses fondamentales que je souhaite formuler sont les suivantes :

- 1 – L'existence d'une dissonance étant psychologiquement inconfortable, elle motivera l'intéressé à vouloir la réduire pour atteindre une consonance.
- 2 – S'il y a dissonance, outre vouloir la réduire, l'intéressé cherchera activement à éviter les situations et les informations qui pourraient l'augmenter.

119

Dissonance cognitive

- Deux cognitions (ou groupes de cognitions) peuvent entretenir entre elles une relation d'incompatibilité (*inconsistante*), une relation de compatibilité (*consistante*), ou une relation *non pertinente* (ou *neutre*).
- L'existence d'une relation d'incompatibilité (i.e. l'*inconsistance*) est génératrice d'un état d'inconfort psychologique qui motive la personne à le réduire : cet état est nommé *état de dissonance cognitive*.
- Pour réduire cet état d'inconfort psychologique, la personne recourt à des stratégies visant à recouvrer un état de tension acceptable. Il est d'usage de nommer ces stratégies *modes de réduction de la dissonance* ou *voies de réduction de la dissonance*.

David C. F. Valdis

La dissonance cognitive



DUNOD

120

Dissonance cognitive : psychologie sociale

- Présence simultanée d'éléments contradictoires dans la pensée de l'individu
- Tension interne propre au système de pensées ou croyances contradictoires d'une personne.
- Festinger étudie les stratégies de **maintien de la cohérence cognitive**
- Notamment les **stratégies d'évitement** des circonstances identifiées comme source de dissonance.
 - Exemple : Information sélective comme mode de réduction de la dissonance
 - Recherche des informations validant une hypothèse, élimination ou invalidation des informations contraires
 - Manipulation interne des croyances, biais rétrospectif

121

Dissonance cognitive

- Incertitude de sens (concept voisin)
 - Etat que connaît l'individu lorsqu'une partie de ses systèmes de représentation est altérée ou risque de l'être.
 - Gérald Bronner, L'Incertitude
- Ceci s'applique à des « esprits scientifiques » et à l'orée d'une révolution scientifique
 - « En ce moment, la physique est de nouveau terriblement confuse. (...) C'est trop difficile pour moi et je voudrais (...) n'avoir jamais entendu parler de physique ».
 - W. Pauli cité par Thomas Kuhn, La structure des révolutions scientifiques
 - "It was as if the ground had been pulled out from under one, with no firm foundation to be seen anywhere, upon which one could have built" (Einstein, cité dans le même ouvrage).

122

Dissonance cognitive

- « L'évacuation du hasard, constitue (...) un exemple manifeste de réduction de l'incertitude de sens »
 - Bronner, L'Incertitude
- Bozon illustre les pratiques pour conjurer le maléfique hasard (« loterie du sang ») de la conscription
 - Bozon (1987). Apprivoiser le hasard. La conscription au XIXe siècle
- « L'approche du tirage incitait les jeunes gens à agir sur le sort. Les folkloristes de la fin du xixe siècle ont complaisamment noté les pratiques magiques utilisées par les conscrits ruraux pour avoir la main heureuse »
 - Non pas que ceux qui se soumettent à des pratiques rituelles croient réellement qu'ils conjureront le « mauvais sort »
 - Mais parce qu'ils ont besoin d'y croire
- Voir aussi l'article « Croyances aux parasciences »

123

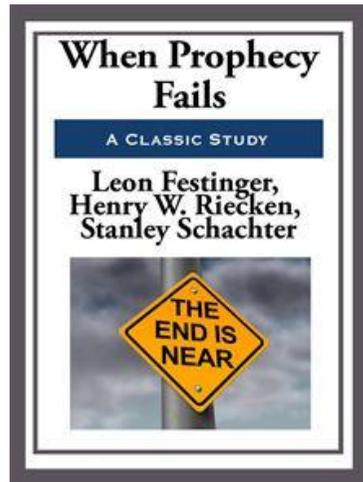
Dissonance cognitive

- Mécanismes de défense pour se protéger de l'incertitude, maintenir l'illusion d'un monde calculable, cohérent, explicable.
- Par exemple la rationalisation : le sujet ne modifie pas ses croyances mais cherche des « faits alternatifs » pour justifier ses croyances...
 - L'échec d'une prophétie (Festinger, Riecken et Schachter, 1956)
 - Les adeptes d'une secte étaient persuadés d'une invasion par des ovnis
 - Pour survivre, il fallait se rendre alors à un lieu sacré
 - Le jour venu, il y allèrent, la fin du monde n'était pas au rendez-vous.
 - Les adeptes ont considéré les extraterrestres avaient donné à la Terre une seconde chance
 - Le groupe a augmenté de façon spectaculaire son prosélytisme

124

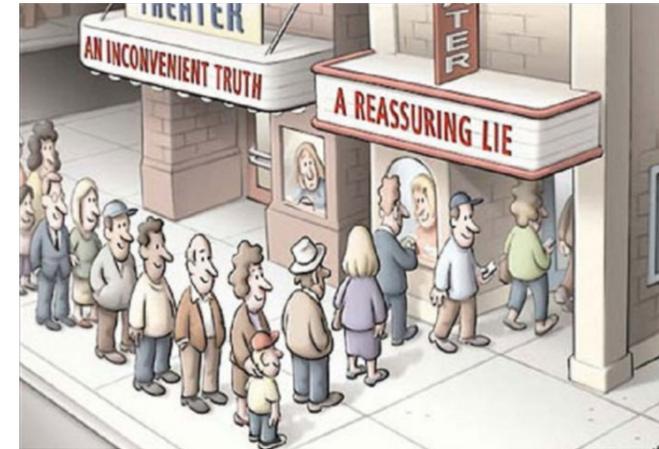
Dissonance cognitive

- Le pire n'est pas toujours sûr (Paul Claudel, Edgar Morin)



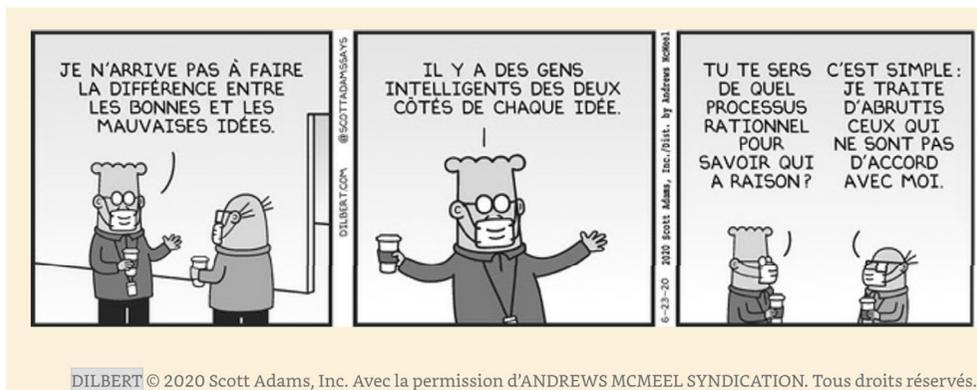
125

Réduction de la dissonance cognitive ...



126

Réduction de la dissonance cognitive ...



127

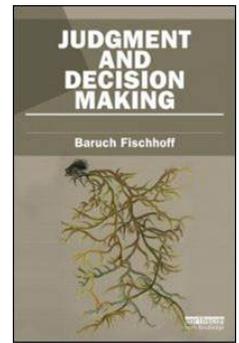
128

Narrative fallacies, biais rétrospectif

129

Narrative fallacies

- Biais rétrospectif, *hindsight bias*
- Conduit à surévaluer nos capacités prédictives
 - Hindsight : recul, rétrospective.
 - In hindsight : rétrospectivement
 - *Connu aussi comme « I knew it all along effet »*
 - Je le savais depuis le début, je l'ai toujours su.
 - *Ou « creeping determinism »*
 - Déterminisme rampant
 - *Le terme et les premières expériences sont dus à Baruch Fischhoff*
 - Fischhoff (1975). Hindsight is not equal to foresight: the effect of outcome knowledge on judgment under uncertainty. Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance.



Baruch Fischhoff

130

Narrative fallacies

- Illustration du biais rétrospectif
 - On demande à des gérants leur avis sur les perspectives boursières pour l'année à venir.
 - Certains prévoient un marché haussier.
 - Disons une proportion de 40%
 - Le marché a effectivement été haussier
 - On demande alors aux gérants ce qu'ils avaient prévu : 70% d'entre eux disent qu'ils avaient prévu que le marché serait haussier
- Tendance à reconsidérer ses croyances (passées) en fonction du futur réalisé
 - On se pense meilleur prévisionniste in retrospect, une fois le futur connu
 - On se ment « à son insu » (sans s'en rendre compte)
 - On surestime également les performances prédictives des membres de la profession.

131

Narrative fallacies

- Pourquoi déterminisme rampant (creeping determinism) ?
 - “An apt name for this hypothesized tendency to perceive reported outcomes as having been relatively inevitable might be “**creeping determinism**”—in contrast with philosophical determinism, which is the conscious belief that whatever happens has to happen”.
 - Fischhoff (1975).
 - *The tendency toward determinism is somehow implied in the method of retrospection itself. In retrospect, we seem to perceive the logic of the events which unfold themselves in a regular or linear fashion according to a recognizable pattern with an alleged inner necessity. So that we get the impression that it really could not have happened otherwise*
 - Florovsky (1969). The Study of the Past, Ideas in History, Vol. II, p369

132

Narrative fallacies

Debiasing the corporation:

An interview with Nobel laureate
Richard Thaler



- In this interview with McKinsey's, Thaler considers how business leaders can apply principles of behavioral finance when allocating resources, generating forecasts, or making hard choices in uncertain business situations.
 - "CEOs have hindsight bias. Before [a decision] gets played out, the CEO will say, 'Yeah, great. Let's go for that gamble.' . . . [If] it turns out that a competitor came up with a better version of that we all thought was a great idea, then the CEO is going to remember, 'I never really liked this idea.'"

133

Narrative fallacies

"CEOs have hindsight bias. Before [a decision] gets played out, the CEO will say, 'Yeah, great. Let's go for that gamble.' . . . [If] it turns out that a competitor came up with a better version of that we all thought was a great idea, then the CEO is going to remember, 'I never really liked this idea.'"



134

Narrative fallacies

BEFORE EXAM

I feel I should study these topics. These might be asked in exam.



AFTER EXAM

I knew that question will come in the exam, I should have studied it



Un autre exemple de reconstruction a posteriori du passé. La décision qui a été prise signifiait justement qu'on n'avait pas bien prévu le futur.

135

Narrative fallacies

- Origines du biais rétrospectif?
 - Roesse & Vohs (2012). Hindsight bias. *Perspectives on psychological science*.
 - **Métacognition** : si une personne peut trouver aisément une explication à un événement, il lui semble facile à prévoir.
 - La métacognition est la représentation que l'on a des connaissances que l'on possède et de la façon dont on peut les construire et les utiliser.
 - Qu'en est-il de l'évolution des cours boursiers ? Pour un professionnel de l'analyse économique et financière (un expert), l'aisance cognitive va renforcer le biais rétrospectif
 - **Motivationnel** : Pour éviter la dissonance cognitive, le monde doit apparaître prévisible, plutôt qu'aléatoire
 - Les individus qui ont besoin de contrôle sont plus soumis au biais
 - On gagne de l'estime de soi en s'attribuant des compétences prévisionnelles

136

Narrative fallacies

- Quelles sont les origines du biais rétrospectif ?
 - Roese & Vohs (2012). Hindsight bias. *Perspectives on psychological science*.
- **Cognitive:** People tend to distort or even **misremember** their earlier predictions about an event. It may be easier to recall information that is consistent with their current knowledge.
- **Metacognitive:** When people can easily understand how or why an event happened, that event can seem like it was easily foreseeable.
- **Motivational:** People like to think of the world as a predictable place. Believing an outcome was inevitable can be comforting for some people.

137

Narrative fallacies

- Conséquence négative du biais rétrospectif : excès de confiance dans ses capacités prédictives
 - Thaler raconte dans son entretien avec McKinsey que l'Université Duke fait une enquête trimestrielle auprès des directeurs financiers (CFO), à propos de la rentabilité du S&P500 pour l'année à venir.
 - Il est demandé un intervalle de confiance à 80%. Donc, dans 80% des cas, la rentabilité devrait être dans l'intervalle de confiance
 - Après 10 ans d'enquêtes, il apparaît que la rentabilité n'est dans l'intervalle de confiance que dans 30% des cas !
 - Les directeurs financiers surestiment leur capacité de prévision financière (qui est en réalité très faible).
 - Confusion entre capacité prédictive et aisance cognitive

138

Narrative fallacies

- Conséquence négative du biais rétrospectif :
- Comme on ne se rend plus compte de ses erreurs de prévision, on ne les analyse pas et on n'apprend pas correctement.

When we attempt to understand past events, we implicitly test the hypotheses or rules we use both to interpret and anticipate the world around us. If, in hindsight, we systematically underestimate the surprises that the past held and holds for us, we are subjecting those hypotheses to inordinately weak tests and, presumably, finding little reason to change them. (Fischhoff 1982, p. 343)

139

Hindsight Bias, Risk Perception, and Investment Performance

Bruno Biais

Toulouse University, 31000 Toulouse, France, biais@cict.fr

Martin Weber

Lehrstuhl für Bankbetriebslehre, Universität Mannheim, 68131 Mannheim, Germany, weber@bank.bwl.uni-mannheim.de

Decision making in financial markets relies crucially on information processing and learning. Efficient learning requires comparing new information to previous expectations. For example, after earnings announcements, investors must compare the news to their prior expectations. They must take into account the information content of the difference between the former and the latter. The hindsight bias, which is the inability to correctly remember one's prior expectations after observing new information, hinders such information processing. Biased agents are not surprised by new information, as "they knew it all along." Starting with Fischhoff (1975) and Fischhoff and Beyth (1975), this bias has been amply documented by the psychology literature.² This literature has shown that the hindsight bias arises in a large variety of contexts and that even the knowledge of this bias does not eliminate it.

140

Narrative fallacies

- Biais et Weber (2009) ont procédé à une enquête auprès de 85 banquiers d'affaires à Londres et Francfort.
- Les banquiers étaient interrogés sur leurs domaines d'expertise : prédiction de rentabilité, de résultat, ...
- Ils ont montré que les banquiers, même expérimentés, étaient soumis de manière significative au biais rétrospectif.
- Mais, ceux qui sont le moins soumis au biais rétrospectif, sont les plus performants et les mieux payés
- Cohérent avec l'hypothèse d'apprentissage et la capacité à se « challenger », plutôt que de persister dans le confort des fausses certitudes.

141

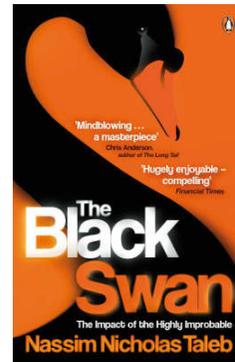
Narrative fallacies

- Fischhoff, Kahneman, Slovic, & Tversky (2002). For those condemned to study the past: Heuristics and biases in hindsight. *Foundations of cognitive psychology: Core readings*.
- Hölzl, Kirchler, & Rodler (2002). Hindsight bias in economic expectations: I knew all along what I want to hear. *Journal of Applied Psychology*.
- Biais & Weber (2009). Hindsight bias, risk perception, and investment performance. *Management Science*.
- Camerer (1987). Do biases in probability judgment matter in markets? Experimental evidence. *The American Economic Review*.
- Fisher & Statman (2000). Cognitive biases in market forecasts. *The Journal of Portfolio Management*.
- Friesen & Weller (2006). Quantifying cognitive biases in analyst earnings forecasts. *Journal of financial Markets*.
- Klein (1990). A direct test of the cognitive bias theory of share price reversals. *Journal of Accounting and Economics*.
- Otuteye & Siddiquee (2015). Overcoming cognitive biases: A heuristic for making value investing decisions. *Journal of Behavioral Finance*.

142

Narrative fallacies

- Recherche de « causalités » a posteriori
 - « Narrative fallacy » (Nassim Taleb)
- Reconstruction du passé afin de lui donner un sens
 - Le jour où Saddam Hussein a été capturé, les prix des bons du trésor américain ont augmenté
 - Bloomberg transmis le flash d'information suivant
 - *US Treasuries rise; Hussein capture may not curb terrorism*
 - ½ heure après, les prix des bons du trésor américain repartent à la baisse et Bloomberg révisé son gros titre
 - *US Treasuries fall; Hussein capture boosts allure of risky assets*



143

“A stupid decision that works out well becomes a brilliant decision in hindsight”

DANIEL KAHNEMAN



Imaginons que vous pariez 1 euros. Vous avez une chance sur 1000 de gagner 10 euros et 999 chances sur 1000 de perdre votre mise. Ce n'est pas un bon choix d'investissement ex-ante. Mais mettons qu'au bout du compte, vous gagnez les 10 euros. Ex-post, vous pourrez invoquer vos capacités de mentaliste.

144

“The idea that the future is unpredictable is undermined every day by the ease with which the past is explained.”

“The illusion that we understand the past fosters overconfidence in our ability to predict the future.”

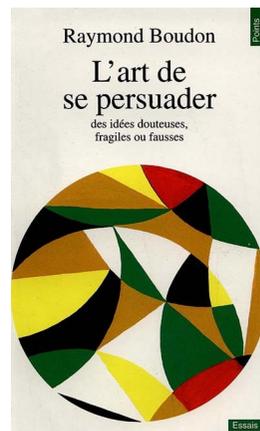
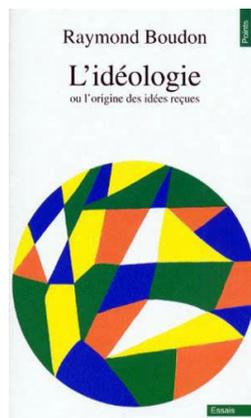
— Daniel Kahneman, Thinking, Fast and Slow

Si l'on observe un phénomène, par exemple, l'augmentation brutale de la volatilité sur les marchés financiers au mois de novembre, il n'est pas illogique d'en chercher la cause probable. C'est le mécanisme de l'**abduction**. Le problème, c'est que le système 1 peut facilement nous abuser. Par exemple, cette hausse de la volatilité est antérieure à la découverte du variant omicron

145

Narrative fallacies

- Raymond Boudon a consacré plusieurs ouvrages à l'épistémologie, la sociologie de la connaissance et des sciences, la théorie du choix rationnel.



147



DILBERT © 2020 Scott Adams, Inc. Avec la permission d'ANDREWS MCMEEL SYNDICATION. Tous droits réservés.

146

Narrative fallacies : sociologie de la connaissance

- Boudon, reprend le concept de « rationalité subjective » (Herbert Simon) et le « modèle de Simmel »
- Il s'intéresse aux raisons qui justifient la croyance et aux biais dans l'argumentation qui faussent le raisonnement
- Boudon met l'accent, suivant Simmel, sur l'existence d'a priori ou « prémisses implicites », qui restent dans l'ombre et dont la validité n'est pas examinée.
- Il s'intéresse plus à la cognition qu'à la motivation et aux affects.
 - *A mettre en rapport avec les heuristiques et les mécanismes associatifs du système 1 de Kahneman*

148

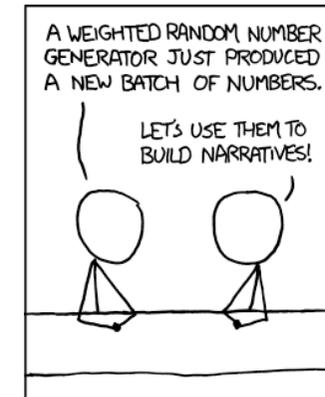
Narrative fallacies (Boudon)

- Ce qui nous intéresse est la discussion sur la relation de cause à effet (chapitre 6 – Il n’y a pas d’effet sans cause) dans l’art de se persuader
 - « Il existe des cas où, en contradiction avec le principe selon lequel « tout événement a une cause », un phénomène est contingent, en d’autres termes est dépourvu de cause. (...) Si grande est la force du principe selon lequel tout événement a une cause que l’on a du mal à envisager et a fortiori à introduire l’a priori de la contingence.
 - Si les prix des actifs financiers suivent des marches aléatoires, pas de cause
 - « Le sujet connaissant dispose d’une grande liberté dans le « choix » de ces a priori, et que, bien souvent, ceux-ci ne lui sont pas dictés par la réalité. »
 - Il existe de multiples sources d’informations financières, les relations de cause à effet ne sont pas toujours évidentes. On peut être tenté de choisir parmi de multiples informations, celle qui vient le plus facilement à l’esprit (ou qui nous est le plus facilement accessible) : biais dit de disponibilité. On élimine alors, sans s’en rendre compte des causes complémentaires ou alternatives.

149

Narrative fallacies

- « Un générateur aléatoire vient de nous sortir une nouvelle série de nombres »
- « Utilisons-la pour construire un roman (récit fictif) ! »



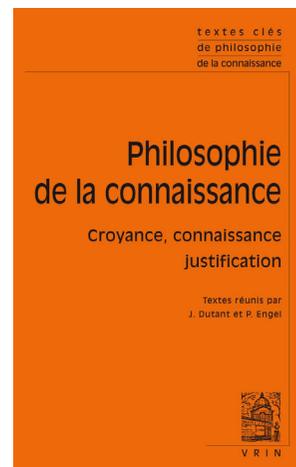
150

Narrative fallacies

Willard V. O. Quine
et Joseph S. Ullian
LA FABRIQUE DES CROYANCES
Une introduction au raisonnement scientifique

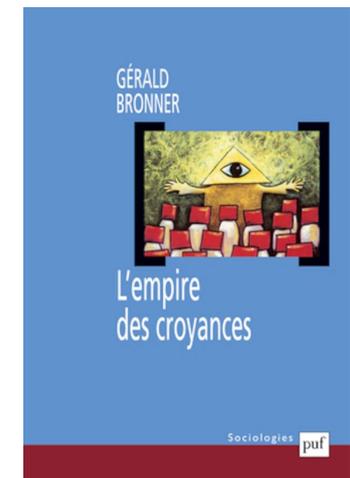
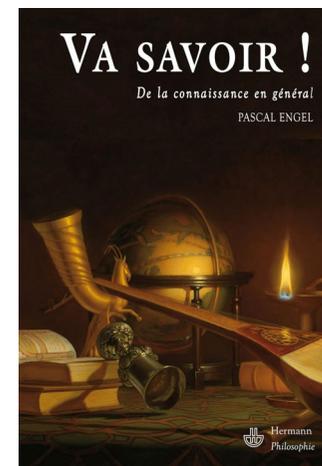


éditions
markus haller



151

Narrative fallacies



152

Biais de confirmation

Biais de confirmation (confirmation bias)

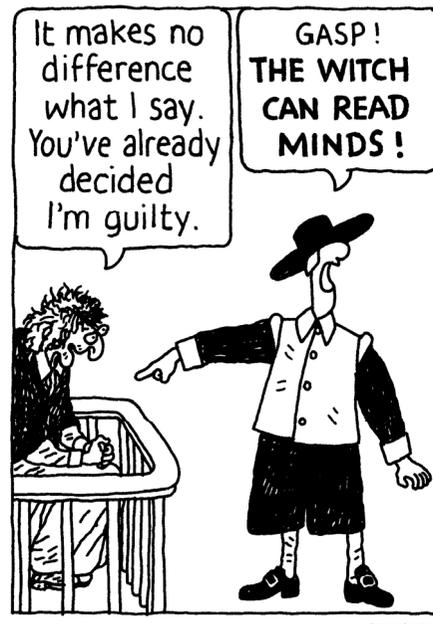
- Les individus cherchent des informations qui les confortent dans leurs préjugés
 - Impact des réseaux sociaux et complotisme



- « L'imagination impatiente de remonter aux causes, se plaît à créer des hypothèses ; et souvent, elle dénature les faits, pour les plier à son ouvrage ; alors, les hypothèses sont dangereuses »
 - Laplace (essai philosophique sur les probabilités)

153

154



CartoonStock.com

Efficiencie des marchés, induction et théorie bayésienne de la confirmation

- Le problème de la mise à jour des modèles en fonction des informations nouvellement disponibles
 - Exemple : calcul des Bêtas à partir de fenêtres glissantes
- Investisseur rationnel considéré comme devoir revoir ses les probabilités en fonction des nouvelles informations en fonction de la règle de Bayes.
 - $P(A)$: probabilité a priori d'un événement
 - Une information B est communiquée à l'investisseur
 - $P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$ probabilité conditionnelle sachant B
 - Voir les deux transparents sur les système 1 et 2 et les probabilités conditionnelles
 - + exercice (à venir) sur les taxis inspiré sur Kahneman et Tversky sur la méconnaissance du taux de base ...

155

156

Efficiencie des marchés, induction et théorie bayésienne de la confirmation

- A titre d'exemple, considérons la règle de succession de Laplace.
- On considère une suite de variables aléatoires de Bernoulli $X_1, X_2, \dots, X_n, \dots$ indépendantes et de même paramètre p .
 - $P(X_n = 1) = p, P(X_n = 0) = 1 - p$
 - $\{X_3 = 1\}$ correspond à l'événement « hausse » à la date 3, $\{X_3 = 0\}$ correspond à l'événement « baisse des cours ».
- p est inconnu.
 - On observe les évolutions des cours boursiers jusqu'à la date courante n
- $P(X_{n+1} = 1 | X_1 + X_2 + \dots + X_n = s) = \frac{s+1}{n+2}$ (Laplace)
 - $X_1 + X_2 + \dots + X_n$ est le nombre de hausses observées

157

Efficiencie des marchés, induction et théorie bayésienne de la confirmation

- Si par exemple on observe 111111, on a $s = n = 6$
- La probabilité que l'on observe ensuite une hausse est $P(X_7 = 1 | X_1 + X_2 + \dots + X_6 = 6) = \frac{6+1}{6+2} = \frac{7}{8} = 87,5\%$
- On constate, que chaque nouvelle hausse augmente la probabilité qu'au coup suivant, on ait une hausse
 - En effet $P(X_{n+1} = 1 | X_1 + X_2 + \dots + X_n = n) = \frac{n+1}{n+2} = 1 - \frac{1}{n+2}$ est une fonction décroissante de n
- Si notre hypothèse H est : $p = 1$ (certitude ou non aléatoire), chaque nouvelle observation augmente la probabilité de l'hypothèse
 - « Hot hand fallacy » ? Induction ?

158

Exercice : Efficiencie des marchés, induction et théorie bayésienne de la confirmation

- Calculer le nombre d'observations consécutives de hausses (codées 1), pour que la probabilité d'une hausse au coup suivant soit au moins de 95%

159

Exercice : Efficiencie des marchés, induction et théorie bayésienne de la confirmation

- Calculer le nombre d'observations consécutives de hausses (codées 1), pour que la probabilité d'une hausse au coup suivant soit au moins de 95%
 - On doit trouver le plus petit entier tel que $\frac{n+1}{n+2} \geq 0,95$
 - En résolvant l'équation $\frac{n+1}{n+2} = 0,95$, on trouve $n = 18$
 - En effet, $\frac{n+1}{n+2} = \frac{n+2-1}{n+2} = 1 - \frac{1}{n+2} = 0,95$
 - D'où $\frac{1}{n+2} = 0,05 = \frac{1}{20}$
 - $n + 2 = 20$ et $n = 18$
 - L'approche bayésienne inductive nous conduit donc à retenir 18 hausses consécutives pour croire (avec une probabilité de 95%) qu'il y aura une hausse des cours le jour suivant.

160

Exercice : Efficience des marchés, induction et théorie bayésienne de la confirmation

- Calculer le nombre d'observations consécutives de hausses (codées 1), pour que la probabilité d'une hausse au coup suivant soit au moins de 95%
- L'hypothèse à tester reste pour l'instant que seuls des 1 sont observés (cadre de l'induction)
- Supposons que l'on observe $n - 1$ occurrences de 1, puis 0 au tirage n
 - Est-ce que l'hypothèse $p = 1$ est validée ? Infirmée ?
 - Calculer $P(X_{n+1} = 1 | X_1 + X_2 + \dots + X_n = n - 1)$
 - On suppose n très grand. Comment se comporte la probabilité précédente ?
 - Que conclure sur notre inférence ?

161

Exercice : Efficience des marchés, induction et théorie bayésienne de la confirmation

- L'hypothèse à tester reste pour l'instant que seuls des 1 sont observés (cadre de l'induction)
- On observe $n - 1$ occurrences de 1, puis 0 au tirage n
 - Est-ce que l'hypothèse $p = 1$ est validée ? Infirmée ?
 - *L'hypothèse que l'on ne peut observer que des 1 est invalidée par une seule observation contraire, donc au tirage n*
 - Calculer $P(X_{n+1} = 1 | X_1 + X_2 + \dots + X_n = n - 1)$
 - $P(X_{n+1} = 1 | X_1 + X_2 + \dots + X_n = n - 1) = \frac{n}{n+2}$
 - On suppose n très grand. Comment se comporte la probabilité précédente ?
 - *Cette probabilité sera arbitrairement proche de 1*
 - Que conclure sur notre inférence ?
 - *Bien que l'hypothèse $p = 1$ ait été invalidée de manière certaine par une seule observation contraire, la probabilité d'obtenir 1 au prochain tirage reste arbitrairement élevée.*

162

Exercice : Efficience des marchés, induction et théorie bayésienne de la confirmation

- Calculer le nombre d'observations consécutives de hausses (codées 1), pour que la probabilité d'une hausse au coup suivant soit au moins de 95%
- En quoi le résultat précédent est-il compatible avec le paradoxe de la main chaude ?

163

Exercice : Efficience des marchés, induction et théorie bayésienne de la confirmation

- Calculer le nombre d'observations consécutives de hausses (codées 1), pour que la probabilité d'une hausse au coup suivant soit au moins de 95%
- En quoi le résultat précédent est-il compatible avec le paradoxe de la main chaude ?
 - *Nous avons $P(X_{n+1} = 1 | X_1 + X_2 + \dots + X_n = n) = \frac{n+1}{n+2}$*
 - *Et $P(X_{n+1} = 1 | X_1 + X_2 + \dots + X_n = n) = \frac{1}{2}$ (hot hand fallacy)*
 - *Dans le second cas, on connaît la probabilité $p = \frac{1}{2}$, par indépendance entre $X_{n+1} = 1$ et X_1, X_2, \dots, X_n . $P(X_{n+1} = 1 | X_1 + X_2 + \dots + X_n = n) = P(X_{n+1} = 1) = p = \frac{1}{2}$*
 - *Dans le premier cas, la probabilité p est inconnue. Si on observe beaucoup de hausses, alors cette probabilité est élevée et d'autant plus que l'on a observé de hausses.*

164

Exercice : Efficience des marchés, induction et théorie bayésienne de la confirmation

- Calculer le nombre d'observations consécutives de hausses (codées 1), pour que la probabilité d'une hausse au coup suivant soit au moins de 95%
- En quoi le résultat précédent est-il compatible avec le paradoxe de la main chaude ?
- On suppose que $p = \frac{1}{2}$ (soit l'hypothèse d'une marche aléatoire sans biais). Que donne l'approche bayésienne en moyenne ? Quand le nombre de tirages devient très grand ?

165

Exercice : Efficience des marchés, induction et théorie bayésienne de la confirmation

- En quoi le résultat précédent est-il compatible avec le paradoxe de la main chaude ?
- On suppose que $p = \frac{1}{2}$ (soit l'hypothèse d'une marche aléatoire sans biais). Que donne l'approche bayésienne en moyenne ?
 - On rappelle que $P(X_{n+1} = 1 | X_1 + X_2 + \dots + X_n = S) = \frac{S+1}{n+2}$
 - Le nombre de hausses S est aléatoire et compris entre 0 et n
 - X_1, X_2, \dots, X_n étant des variables de Bernoulli indépendantes de paramètre 0,5, $S = X_1 + X_2 + \dots + X_n$ suit une loi binomiale $\mathcal{B}(n; 0,5)$.
 - En particulier $E[S] = E[X_1] + \dots + E[X_n] = np = \frac{n}{2}$
 - $E[P(X_{n+1} = 1 | X_1 + X_2 + \dots + X_n = S)] = \frac{E[S]+1}{n+2} = \frac{\frac{n}{2}+1}{n+2} = \frac{1}{2}$
 - En moyenne, la probabilité donnée par la formule de Laplace est bien égale à $\frac{1}{2}$. Cohérence avec l'approche traditionnelle.

166

Exercice : Efficience des marchés, induction et théorie bayésienne de la confirmation

- On suppose que $p = \frac{1}{2}$ (soit l'hypothèse d'une marche aléatoire sans biais). Que donne l'approche bayésienne en quand le nombre de tirages devient très grand ?

167

Exercice : Efficience des marchés, induction et théorie bayésienne de la confirmation

- On suppose que $p = \frac{1}{2}$ (soit l'hypothèse d'une marche aléatoire sans biais). Que donne l'approche bayésienne en quand le nombre de tirages devient très grand ?
 - On rappelle que $P(X_{n+1} = 1 | X_1 + X_2 + \dots + X_n = S) = \frac{S+1}{n+2}$
 - $\frac{S}{n}$ est la fréquence d'apparition des hausses
 - La loi des grands nombres nous indique que $\frac{S}{n} \rightarrow p = \frac{1}{2}$ quand $n \rightarrow \infty$
 - Donc $\frac{S+1}{n+2} \rightarrow p = \frac{1}{2}$ quand $n \rightarrow \infty$
 - Quand on effectue un très grand nombre de tirages, la probabilité conditionnelle précédente converge vers la vraie probabilité (inconnue au départ).

168

Efficiences des marchés, induction et théorie bayésienne de la confirmation

- Théorie bayésienne de la confirmation (TBC) et comportement des investisseurs
 - TBC : impact d'une nouvelle information (ou observation) sur le degré de croyance (probabilité subjective ou épistémique) d'une hypothèse H
 - Soit H une hypothèse et E un nouvel événement
 - **E confirme H si $P(H|E) > P(H)$**
 - Règle de succession de Laplace : explicite l'augmentation de la probabilité que le soleil se lève demain, à chaque levé de soleil
- Les comportements des investisseurs suggèrent que :
 - Les informations nouvelles ne sont pas traitées conformément à la théorie bayésienne
 - Mauvaise application de la règle de Bayes (Kahneman et Tversky), biais rétrospectif (Bischof)
 - Psychologie sociale (dissonance cognitive) : une information contraire à une croyance la conforte au lieu de l'infirmier

169

Efficiences des marchés, induction et théorie bayésienne de la confirmation

- TBC : théorie bayésienne de la confirmation
 - Pas la seule théorie de la validation en épistémologie ou en philosophie des sciences, mais la plus répandue
 - Cozic (2018). Confirmation et induction pour une analyse de la TBC
- Supposons que l'on observe 111111 où 1 code une hausse des cours boursiers et 0 une baisse.
- L'induction par énumération devrait nous amener à prévoir une hausse à la date future (momentum)
- Si on observe une hausse supplémentaire, on aura le motif 1111111 et cette hausse viendra confirmer (au sens de la TBC) l'inférence inductive précédente.
 - Degré de confirmation donné par la règle de succession de Laplace

170

Efficiences des marchés, induction et théorie bayésienne de la confirmation

- La TBC et l'analyse des motifs boursiers
 - Supposons les marchés efficients au sens faible (Fama) et les évolutions des prix des actions comme des marches aléatoires
 - Dans ce cas, l'hypothèse est que $P(H|\mathcal{F}) = P(H|\mathcal{F}) = \frac{1}{2}$ où \mathcal{F} représente l'information passée.
 - Dans ce cas, l'observation supplémentaire d'une hausse n'aboutit pas à une révision de la probabilité
 - Ici, on ne cherche pas à confirmer l'hypothèse initiale, on part du principe qu'elle est valide.
- Tout dépend du point de vue initial : pour un partisan de l'efficiences des marchés financiers, l'approche bayésienne est non pertinente
 - On n'apprendra rien à partir de l'analyse des motifs boursiers

171

Biais de confirmation, abduction

- Biais de confirmation \Rightarrow recherche prioritaire des faits qui confirment un préjugé, une hypothèse personnelle
 - Exemple : quelqu'un qui croit à l'effet de la main chaude (soit à l'extrapolation des tendances) va voir et rechercher les données et les études qui valident son préjugé
 - Quelqu'un qui croit qu'une stratégie d'achat d'action à PER faible (stratégie value) va lire toutes les études
 - Quelqu'un qui pense que les marchés sont prévisibles va chercher des échantillons de données où les outils d'apprentissage profond permettent d'obtenir des bonnes performances financières
 - C'est lié à ce qu'on appelle en statistique le « data snooping »
 - Vous pensez que le marché boursier est plus performant certains jours de la semaine
 - Vous regardez dans votre échantillon : le lundi, la performance est meilleure
 - Vous utilisez un test de Student pour valider que la performance du lundi est > 0
 - Mais la statistique de test à utiliser est la loi du max de cinq variables de Student. Avec cette approche, on rejette la significativité de l'effet du lundi.

172

Biais de confirmation

- Biais de confirmation : L'expérience de Wason (1960)
 - On communique aux participants à l'expérience l'observation 246. On leur dit que cette observation a été déterminée à partir d'une règle qu'ils doivent déterminer
 - Ils peuvent proposer des suites de trois chiffres et on leur dit si elles correspondent au processus de génération des données
 - 246 me semble être le début de la suite des nombres entiers pairs
 - Je peux demander si 81012 est une réponse valide.
 - On me répond oui
 - Je demande si 141618 est une réponse valide
 - On me dit oui.
 - Je demande si 404244 est une réponse valide
 - On me dit oui.
 - Puis-je conclure que la règle consiste à prendre un entier pair et les deux entiers pairs successeurs ?

173

Biais de confirmation

- Puis-je conclure que la règle consiste à prendre un entier pair et les deux entiers pairs successeurs ?
 - Voici un exemple typique de mauvais raisonnement et de mauvaise utilisation des données

Sequence	Fits My Rule?	Guess What Rule Makes Me Happy	How Sure?
2,4,6	☺	count up by 2's	50%
8,10,12	☺	count up by 2's	60%
10,12,14	☺	count up by 2's	70%
20,22,24	☺	count up by 2's	80%
42,44,46	☺	count up by 2's	90%
96,98,100	☺	count up by 2's	100%

174

Biais de confirmation

- La faille dans le raisonnement est qu'on ne cherche que des occurrences qui confirment notre hypothèse initiale
- Alors que l'on devrait au contraire chercher des données qui falsifient/réfutent notre hypothèse initiale et qui peuvent amener à en proposer une nouvelle compatible avec un plus grand jeu de données.
 - Il faut donc se mettre « en danger »
 - Plutôt que de chercher à se conforter dans son a priori
 - Si on a un a priori favorable en faveur de l'hypothèse des marchés efficients, on devrait chercher des situations où cette hypothèse est invalidée
 - Si au contraire, on pense que le deep learning marche, on devrait s'intéresser aux failles des procédures de backtesting

175

Biais de confirmation

- Voici un exemple de début de bonne stratégie de découverte de la règle ayant servi à produire les données
 - A chaque étape, on cherche une nouvelle règle compatible avec toutes les étapes précédentes

Sequence	Fits My Rule?	Guess What Rule Makes Me Happy	How Sure?
2,4,6	☺	count up by 2's	50%
5,10,15	☺	count up by X's	50%
3,7,10	☺	the first two add to the third	50%

176

Biais de confirmation

- Voici un exemple de bonne stratégie de découverte de la règle ayant servi à produire les données
 - On retrouve l'idée de tester de nouvelles règles compatibles avec les résultats précédents en cherchant à les infirmer.
 - En italique, par exemple à 1064, il est répondu que la suite est non valable

No. 2. *Female, aged 21, 2nd year undergraduate*

3 6 9: three goes into the second figure twice and into the third figure three times; 2 4 8: perhaps the figures have to have an L.C.D.; 2 4 10: same reason; 2 5 10: the second number does not have to be divided by the first one; 10 6 4: the highest number must go last; 4 6 10: the first number must be the lowest; 2 3 5: it is only the order that counts; 4 5 6: same reason; 1 7 13: same reason.

The rule is that the figures must be in numerical order (16 minutes).

- A vous de décrypter les étapes suivies par cette étudiante de L2
 - Wason (1960). On the failure to eliminate hypotheses in a conceptual task. *Quarterly journal of experimental psychology*,

177

Biais de confirmation

- Un autre exemple de stratégie de découverte montre que c'est quand l'apprenant pense à essayer une suite décroissante qu'il converge vite vers la bonne règle

No. 3. *Male, aged 25, 2nd year undergraduate*

8 10 12: continuous series of even numbers; 14 16 18: continuous series of even numbers; 20 22 24: continuous series of even numbers; 3 5 7: continuous series of odd numbers; 1 2 3: continuous series but with smaller intervals; 3 2 1: reverse; 2 4 8: doubling series; 2 2 4: two numbers the same; 6 4 2: reverse of original numbers; 1 9 112: simple ascending numbers.

The rule is any ascending series of different numbers. (10 minutes).

178

Biais de confirmation

- Quels sont les étudiants qui ont échoué ?
 - Ceux qui n'ont pas pensé à remettre en question la régularité de la croissance ...
 - Impossibilité à imaginer une alternative à ce qu'on a sous les yeux
 - A méditer quand on veut « lire » des données boursières

FREQUENCY OF INCORRECT RULES AT SUCCESSIVE ANNOUNCEMENTS

Rules	Successive Announcements				
	1st	2nd	3rd	4th	5th
Increasing intervals of two	8	1	0	0	0
Multiples of first number	4	1	0	0	0
Consecutive even numbers	3	0	0	0	0
Arithmetic progression	3	6	2	1	0
Others	4	1	0	0	0
Correct rule	6	10	4	0	1

179

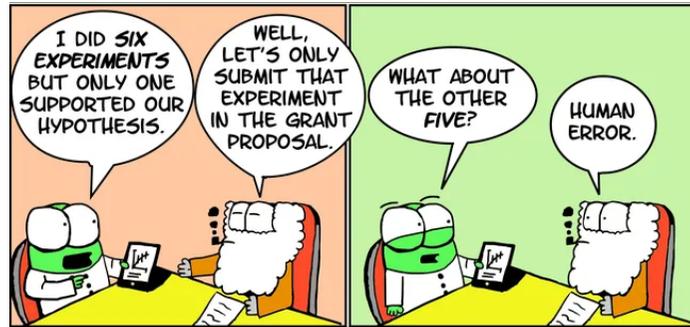
Biais de confirmation et détermination des règles de variation des cours boursiers

- Wittgenstein est (notamment) connu pour ses réflexions sur les règles suivies par les individus (rule following considerations)
 - Reprenons l'article « Scepticisme, règles et langage » de Bouveresse
 - Pour prendre un exemple de Wittgenstein, supposons que j'enseigne à quelqu'un la règle « Ajoutez 2 ». Il écrit donc « 0, 2, 4, 6, 8, ... ». Mais à partir de 1000, il écrit « 1004, 1008, 1012, ... ».
 - J'objecterai naturellement qu'il n'a pas fait la même chose qu'auparavant. Mais il pourrait très bien répondre qu'il avait compris depuis le début que, jusqu'à 1000, il devait ajouter 2 ; à partir de 2000, 4 ; à partir de 3000, 8, etc.
 - Autrement dit, qu'est-ce qui me permet de déduire d'un nombre fini quelconque d'applications correctes qu'il a effectuées que la règle qu'il a comprise est bien celle que j'avais en tête, et non pas une autre règle qui coïncide simplement avec la première pour un segment initial fini de la suite des applications ?

180



- Attention à la mauvaise « data science », cachée derrière son jargon



181

182

183

184

Bases biologiques

Les bases biologiques des biais cognitifs en matière d'analyse des risques



- « Nos comportements et nos erreurs (en matière d'analyse des risques) ont des bases biologiques et relèvent donc de l'inné et probablement pas de l'acquis »
 - Marie-Hélène Broihanne
- « On peut donc probablement réduire ces biais par l'éducation. Mais il apparaît difficile de les supprimer complètement »
 - Conclusions similaires de Daniel Kahneman, prix Nobel d'économie à propos de l'apprentissage des statistiques

185

Les bases biologiques de l'apprentissage : « Iowa Gambling task » ou test du jeu de poker

- Bechara et al (1994)
 - Il s'agit ici de découvrir le plus vite possible une stratégie gagnante parmi quatre procurant des gains aléatoires, sans que l'on connaisse les lois de probabilité



Les bases biologiques de l'apprentissage : « Iowa Gambling task » ou test du jeu de poker

- Le joueur peut choisir des cartes dans l'un quelconque des 4 tas A, B, C, D



- Il ne connaît pas les règles (lois de probabilité) et doit maximiser ses gains, cad découvrir le meilleur jeu.
- Par rapport au cas précédent, il y a des incitations monétaires, ce qui augmente l'enjeu
- Et des pénalités (pertes possibles importantes pour certains jeux) qui ont pour objet d'augmenter l'enjeu émotionnel

Les bases biologiques de l'apprentissage : « Iowa Gambling task » ou test du jeu de poker

- Distributions des gains et des pertes (inconnue des participants)

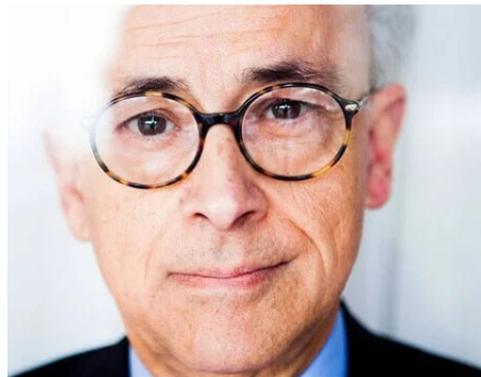
	Deck A	Deck B	Deck C	Deck D
Gain	\$100	\$100	\$50	\$50
Loss	\$150–\$350	\$1250	\$50	\$250
Gain/loss frequency (10 trials)	5:5	9:1	5:5	9:1
Number of net losses (10 trials)	5	1	0	1
Long-term outcome (10 trials)	–\$250	–\$250	\$250	\$250

Les bases biologiques de l'apprentissage : « Iowa Gambling task » ou test du jeu de poker

- Au bout de 40 ou 50 tirages, un individu moyen va tirer uniquement dans les tas C ou D (plutôt C ?)
- On connaît les mécanismes neurobiologiques à l'œuvre dans les choix
 - des sujets normaux,
 - de ceux qui ont une addiction au jeu ou des personnes cérébrolésées ou souffrant de troubles de l'attention (mémoire de travail)
- Un joueur addictif ne va voir que les gains
- Un joueur normal apprend dans la douleur (aversion aux pertes) en tirant dans le tas B
- On peut savoir par l'analyse de ses émotions, **avant qu'il n'en soit conscient** s'il va retirer dans le tas B

ANTONIO R. DAMASIO SPINOZA AVAIT RAISON

LE CERVEAU DE LA TRISTESSE, DE LA JOIE
ET DES ÉMOTIONS

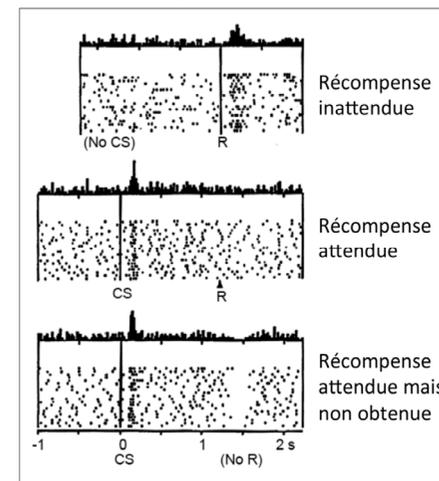


We are not thinking machines that feel; rather, we are feeling machines that think.

Antonio Damasio

Récompense et risque

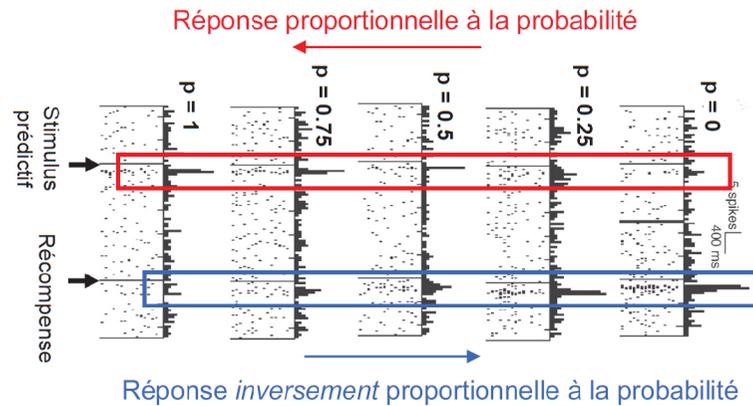
- Dans le système dit “de récompense”, premier moteur de l'action, la dopamine est le principal neurotransmetteur
 - La dopamine est de ce fait impliquée dans les addictions



Seule la récompense inattendue active les neurones dopaminergiques

Récompense et risque

Si on présente une loterie à un individu (ticket de loto gratuit), sa satisfaction (ex-ante) augmente avec la probabilité de gain



Ex-post, c'est l'inverse : c'est le gain inattendu qui apporte de la satisfaction. Proposer un jeu de pile (gain = 1 euro) ou face (gain = 0 euros), provoque de la satisfaction ex-ante et ex-post (une fois sur deux)

193

Les bases biologiques de l'apprentissage : « Iowa Gambling task » ou test du jeu de poker

- Les expériences précédentes ont été appliquées (avec quelques modifications des protocoles) à des enfants et à des primates.
- Les singes proches (chimpanzés) de l'homme sont capables d'apprentissage et donc d'inférer des probabilités et des espérances de gain
- Mais ils ont les mêmes biais émotionnels que les humains (aversion aux pertes)
- Les capucins sont moins soumis à ces biais et évaluent mieux les probabilités

Les bases biologiques de l'apprentissage : « Iowa Gambling task » ou test du jeu de poker

- Proctor (2012). *Gambling and Decision-Making Among Primates: The Primate Gambling Task*.
- Pelé, Broihanne, Thierry, Call, & Dufour (2014). *To bet or not to bet? Decision-making under risk in non-human primates. Journal of Risk and Uncertainty*.
- Macaques, capucins, orangs-outangs distinguent les probabilités faibles des probabilités élevées de gain, mais aussi les réussites ou échecs récents
- Ils révisent leurs probabilités un peu trop rapidement par rapport à la règle bayésienne (« **hot hands effect** »)

Bases biologiques de l'apprentissage statistique

- Les progrès de l'informatique et des mathématiques appliquées permettent à un public éclairé de manipuler les outils de l'IA
 - *Élargissement du champ d'application de la data science*
- Mais apprentissage statistique engrammé dans le vivant : « optimal foraging »



196

Bases biologiques de l'apprentissage statistique

■ Apprentissage statistique engrammé dans le vivant

- *Après s'être suffisamment approché de sa proie sans se faire remarquer, le félin doit décider de lancer une attaque ou non*



- *Si échec, absence de nourriture → épuisement → diminution des capacités*
- *Probabilité de réussite de l'ordre de 10%*
- *Pression de sélection : le félin doit disposer des capacités cognitives pour évaluer si la probabilité de réussite est suffisante*

197

198

199

200