

Informations Croyances Prédictions

Ecole d'été *Ecole douteuse* – 14-18 Juillet 2025

-

Valentin Guigon



DEPARTMENT OF
PSYCHOLOGY



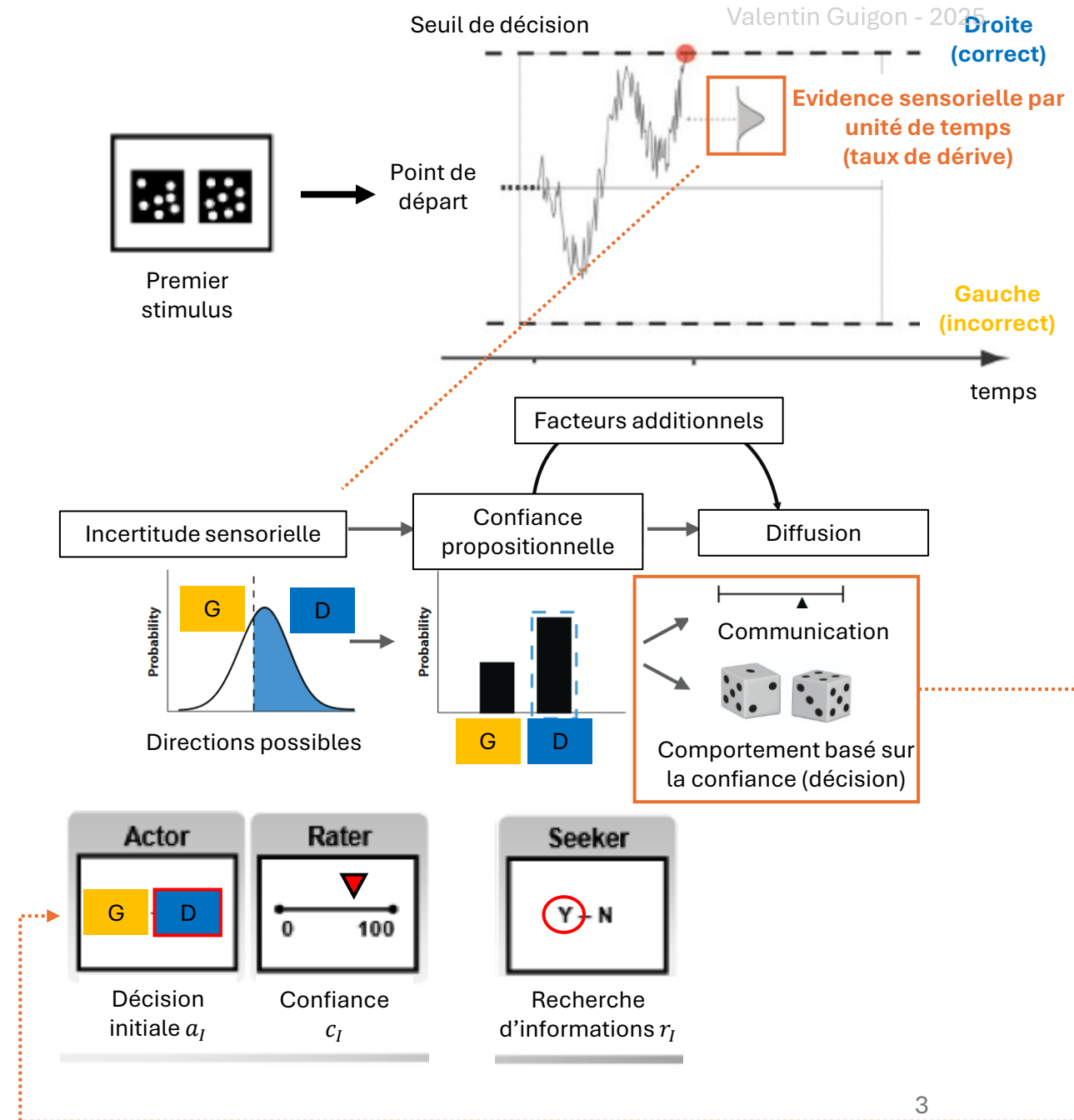
III. Le raisonnement et ses limites

Heuristiques, biais et incertitude

Estimations et optimalité

Pour agir sur le monde, l'être humain à besoin d'**estimer** l'état actuel ou futur du monde (**prédiction**).
Pour ce faire, il **accumule de l'évidence** en faveur d'une estimation (**signal + bruit**).

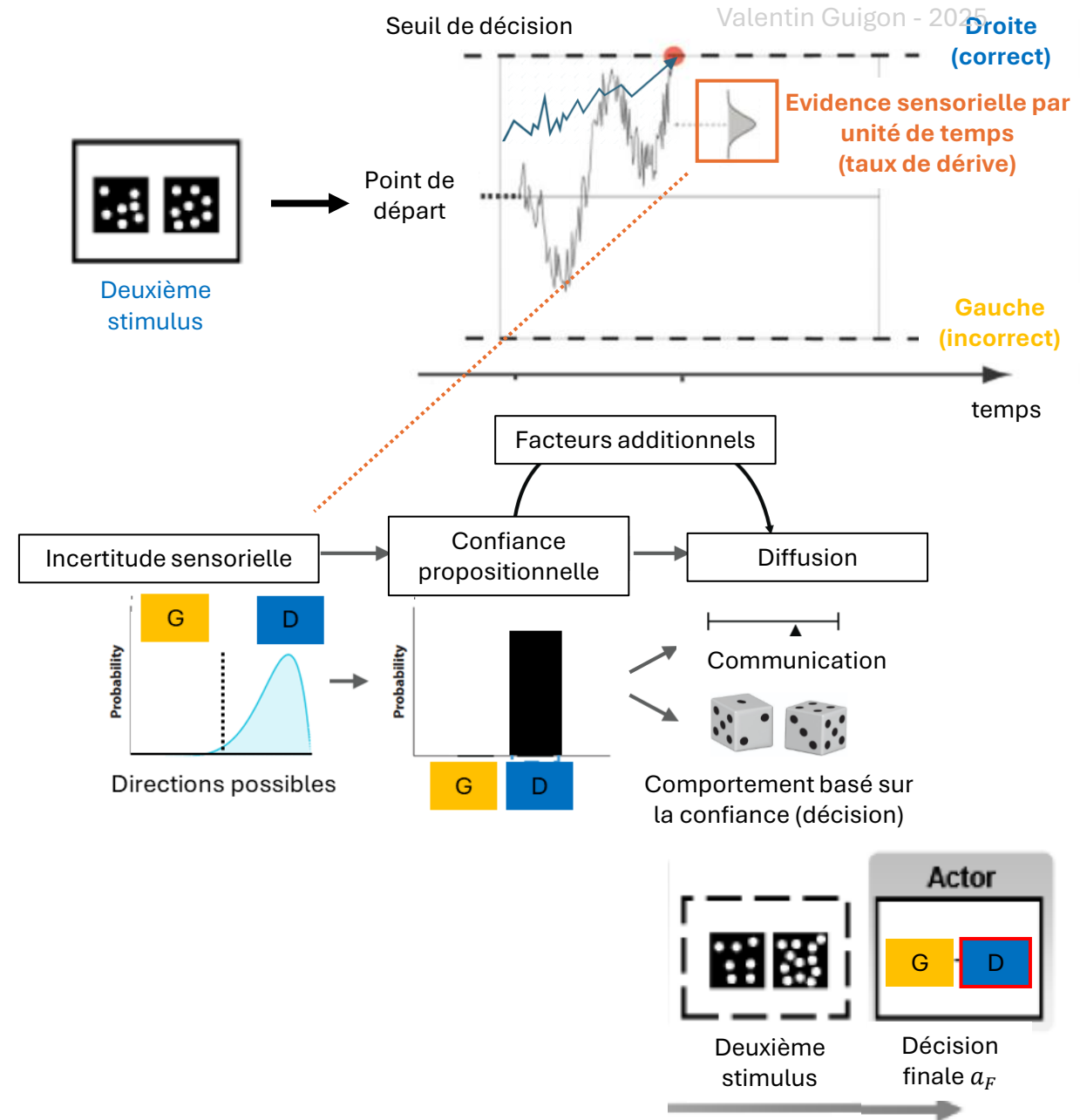
Les facultés de **métacognition** participent à ce processus.



Estimations et optimalité

Pour agir sur le monde, l'être humain a besoin d'**estimer** l'état actuel ou futur du monde (**prédiction**).
Pour ce faire, il **accumule de l'évidence** en faveur d'une estimation (**signal + bruit**).

Les facultés de **métacognition** participent à ce processus.



Estimations et optimalité

Pour agir sur le monde, l'être humain a besoin d'**estimer** l'état actuel ou futur du monde (**prédiction**).

Pour ce faire, il **accumule de l'évidence** en faveur d'une estimation (**signal + bruit**).

Les facultés de **métacognition** participent à ce processus.

L'être humain opère

- A partir d'**observations limitées**
- **Dans un environnement incertain**
- **Et en constante évolution**

Cet environnement contient **régularités systématiques** et **irrégularités**.

Il est donc souvent extrêmement coûteux, voire impossible (NP-complet) de résoudre ces estimations de manière **optimale**. Cela **exige une quantité considérable d'efforts et de ressources**.

Humains et animaux emploient des stratégies comme réponses aux **environnements incertains**.

Postulat classique I

- Théorie classique de la rationalité



Homo economicus

- Agent rationnel
- Parfaitement informé
- Qui maximise son utilité

Théorie des choix rationnels

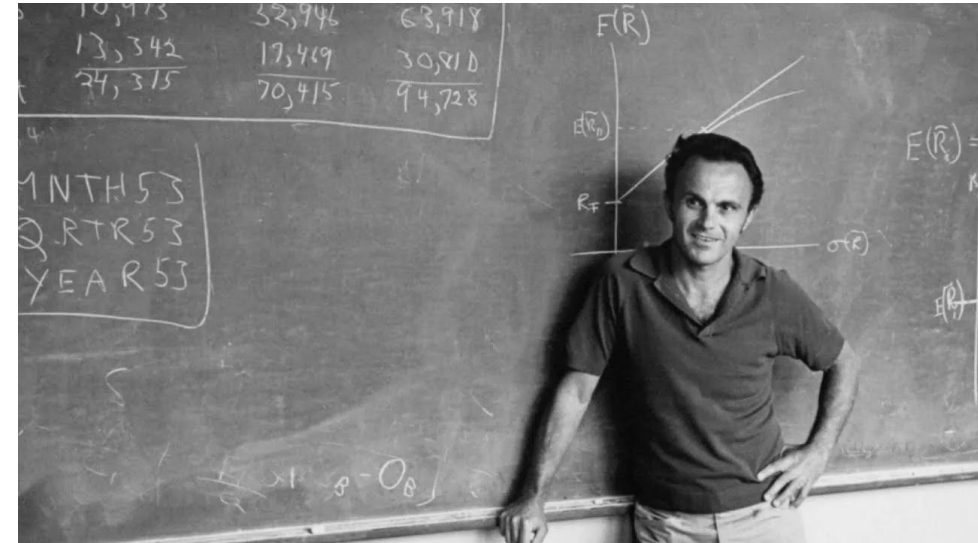
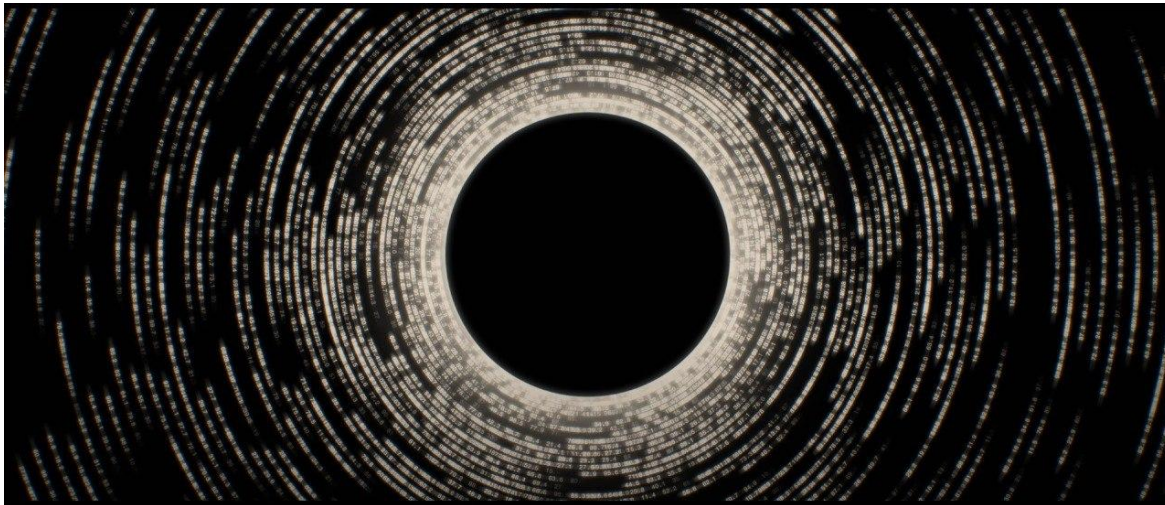
- Préférences cohérentes (ordonnées)
- Les calculs rationnels mènent à des choix alignés avec les préférences
- Le comportement d'un groupe reflète l'agrégat des comportements individuels (allocations efficaces)

Postulat classique II

- Mécanismes de marché

Marché efficace:

- Les agents opèrent au sein d'un marché
- Toute l'information y est directement disponible (efficient market, 0 asymétrie d'information)
- Les choix révèlent les préférences
- Concurrence libre et parfaite -> équilibre optimal (allocations efficaces), triomphe du plus efficace



Marché des idées:

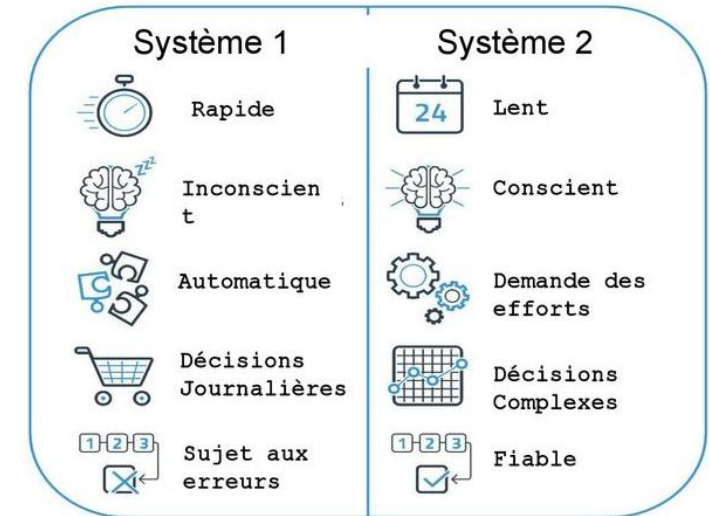
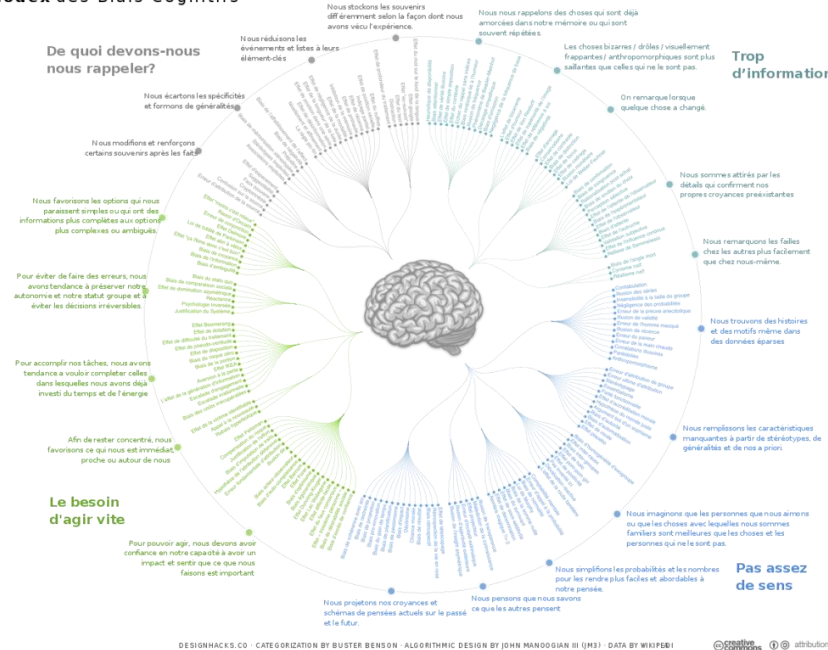
Analogie du marché libre appliqué à la liberté d'expression: l'abondance d'information et la libre concurrence (0 intervention) entre les idées

- Font triompher la vérité
- Priorise l'information de meilleure qualité
- Les infos. améliorent la qualité des jugements

Rationalité écologique - Kahneman et Tversky

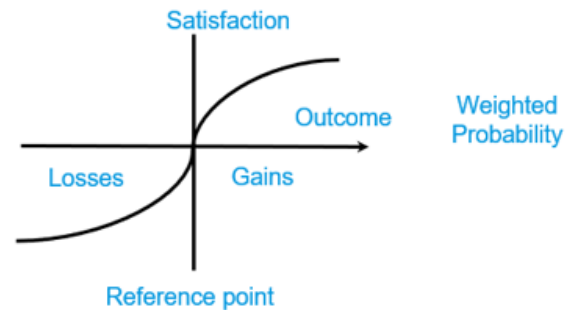
Valentin Guigon - 2025

Codex des Biais Cognitifs

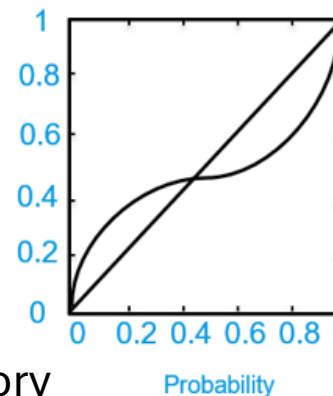


Dual-process theory
1990-2000

Heuristiques et biais
1970's



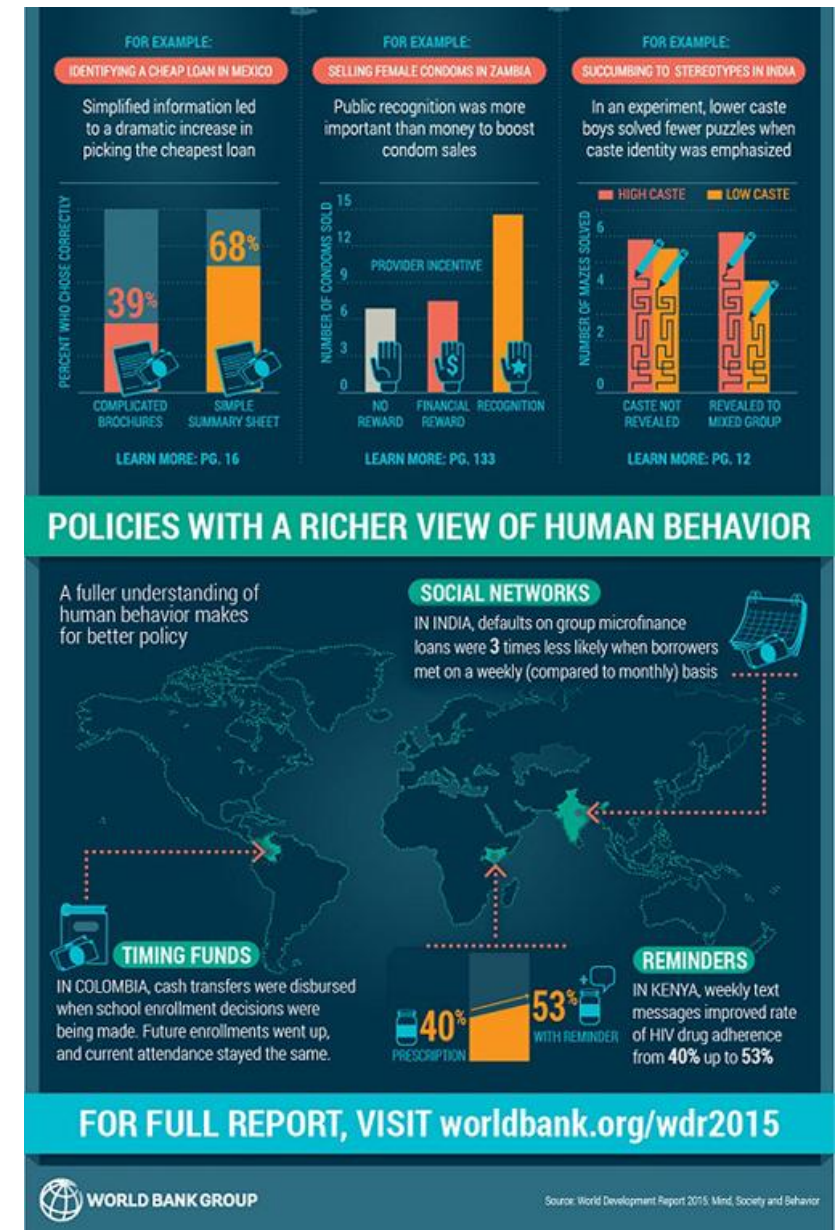
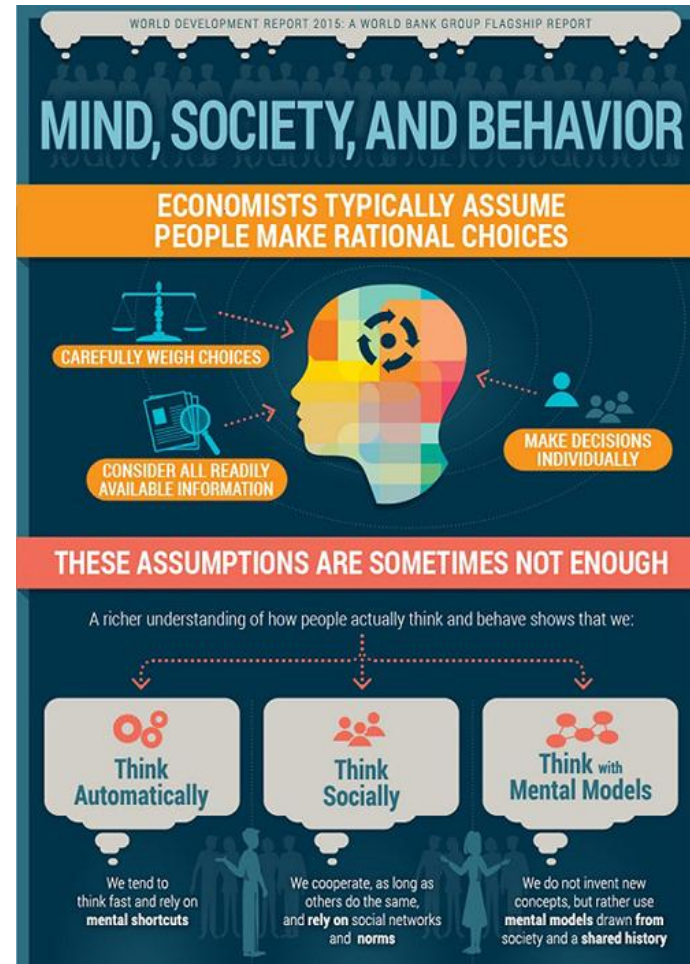
Prospect theory
1979



Systeme 1 et Systeme 2 – une grande idée

Valentin Guigon - 2025

La *World Bank* appelle en 2015 les décideurs à **utiliser un mode de pensée *Système 2*** afin d'éviter les erreurs associées avec le mode de pensée ***Système 1***



Pourquoi employer des heuristiques: le compromis précision-effort

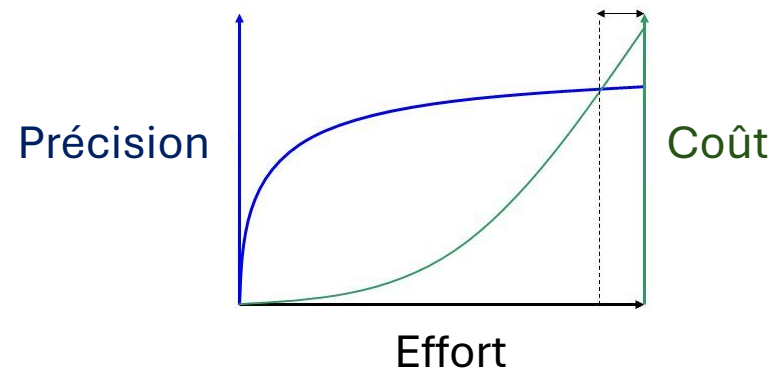
« Heuristiques et Biais »: idée de logiciels mentaux rapides, frugaux mais de mauvaise qualité.

- 1) Les heuristiques sont toujours le 2^e meilleur choix
- 2) On les utilise à cause de **limitations cognitives**
- 3) **Plus** d'informations, plus de calcul et plus de temps **serait toujours préférable** (1^e choix)

- Ces points s'appuient sur l'hypothèse d'un **compromis précision-effort** : la précision est liée aux efforts fournis (information, calculs, temps)
- Les heuristiques feraient économiser des ressources au prix d'une perte de qualité

Compromis précision-effort

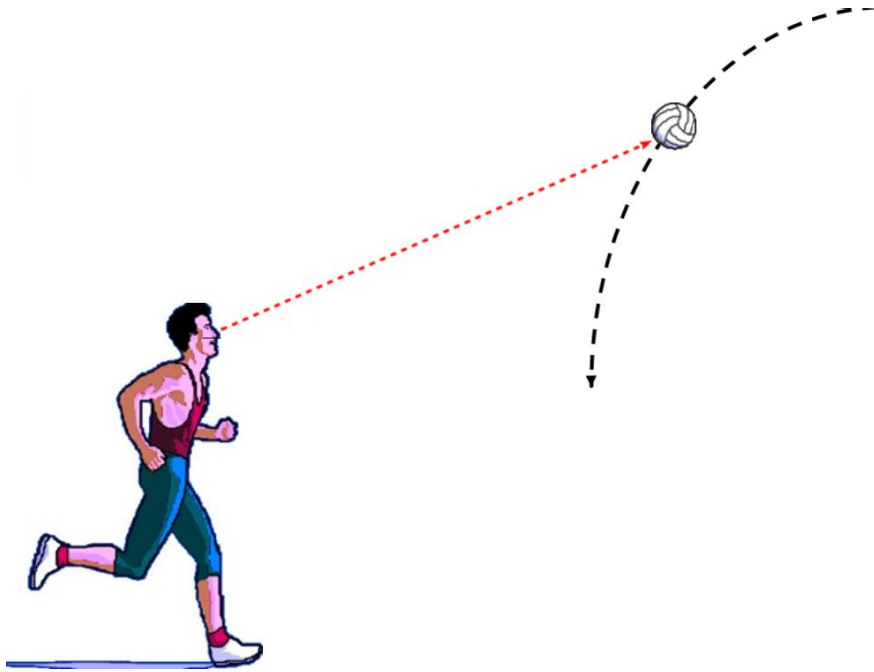
Intérêt de faire un effort supplémentaire?



Principe de l'évidence totale

Rapport coût-bénéfices
à optimiser

Les heuristiques sont-elles toujours le 2^e meilleur choix ?



Aussi efficace et moins exigeant qu'un calcul basé sur plus d'informations (ex.: équations différentielles)

Les heuristiques sont des réponses fonctionnelles à l'incertitude environnementale.

- Ignorent des informations
- Sont efficaces en termes de calculs *computationnels* (ni maximisation ni optimisation)
- Aboutissent à des solutions satisfaisantes (« Good enough »)
- Sont adaptées (une heuristique donnée est optimale dans certains contextes environnementaux au détriment d'autres)

Less is more

- plus serait-il toujours préférable?

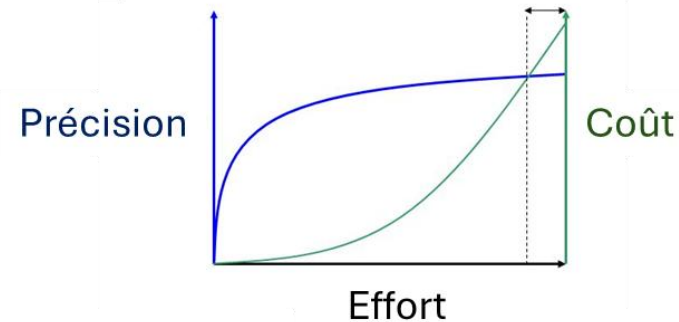
Raisons du recours à l'heuristique par le système cognitif

1. **Compromis précision-effort**
(économie de coûts)
2. « **Less is more** » (ignorance sélective)

Il existe un point à partir duquel **plus** d'informations (indices, poids ou dépendances entre indices) ou de calculs peut devenir **préjudiciables, indépendamment des coûts**.

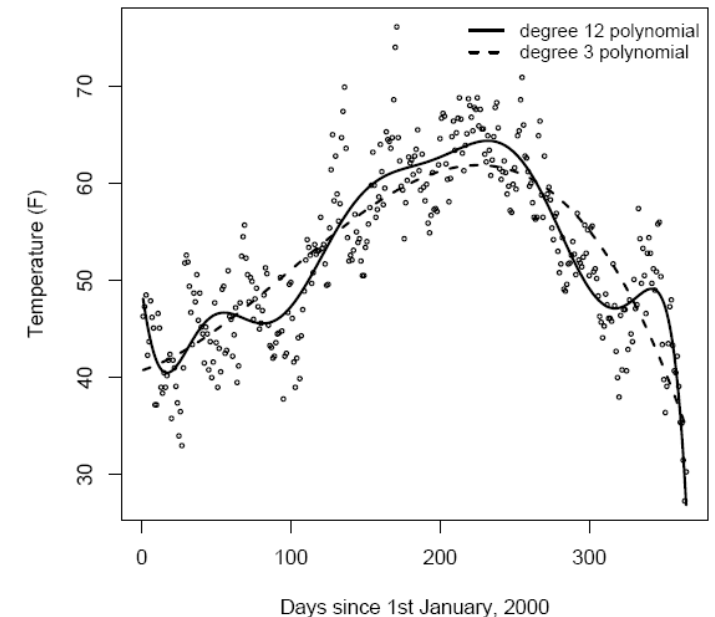
Plus peut diminuer la précision.

Compromis précision-effort



Effet *Less is More*

London's daily temperature in 2000



Less is more - des limitations cognitives?

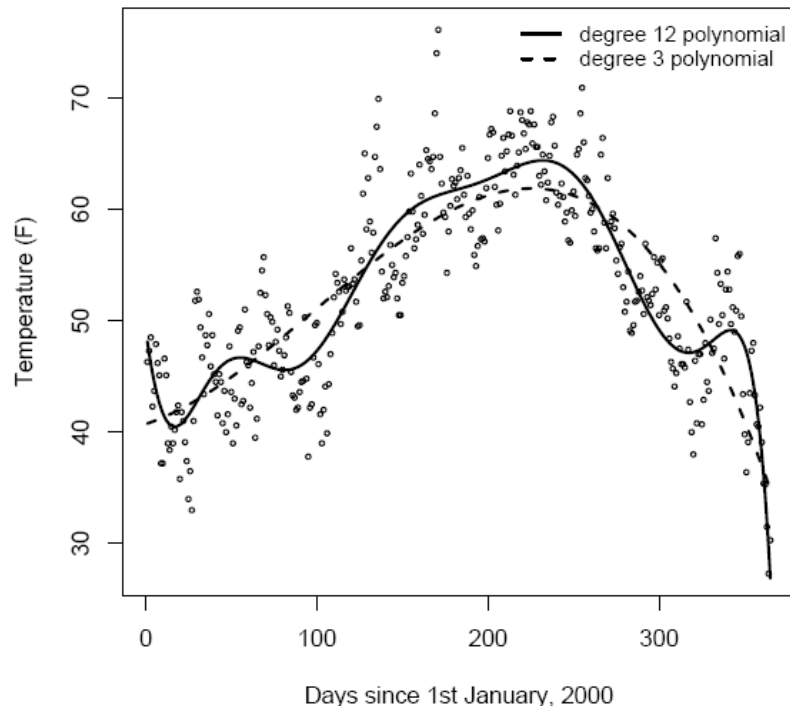
Un modèle qui prend en compte **toute l'information** (**bon fit**) ne garantit pas une bonne performance.

Le modèle pourrait simplement absorber des variations **non systématiques**.

La capacité à prédire les événements non-observés (**bonne prédiction**) est un meilleur indicateur.

Les modèles sont prédictifs **parce qu'**ils saisissent principalement les régularités systématiques.

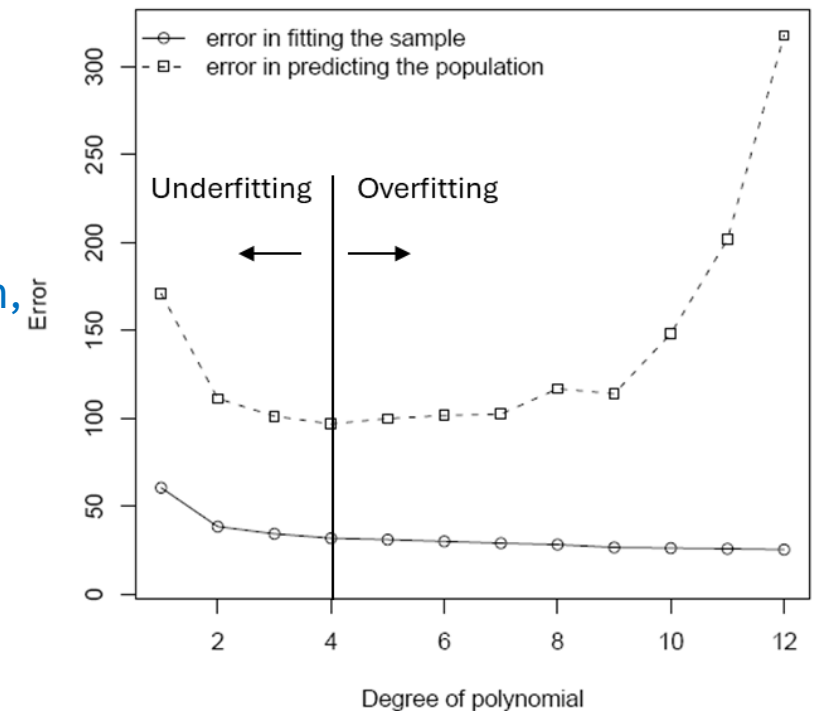
London's daily temperature in 2000



Polynome 3 (faible variance):
Faible effort, moyenne précision,
forte prédiction

Polynome 12 (forte variance):
Fort effort, moyenne précision,
faible prédiction

Model performance for London 2000 temperatures



Less is more

- exemple: *Take the best*

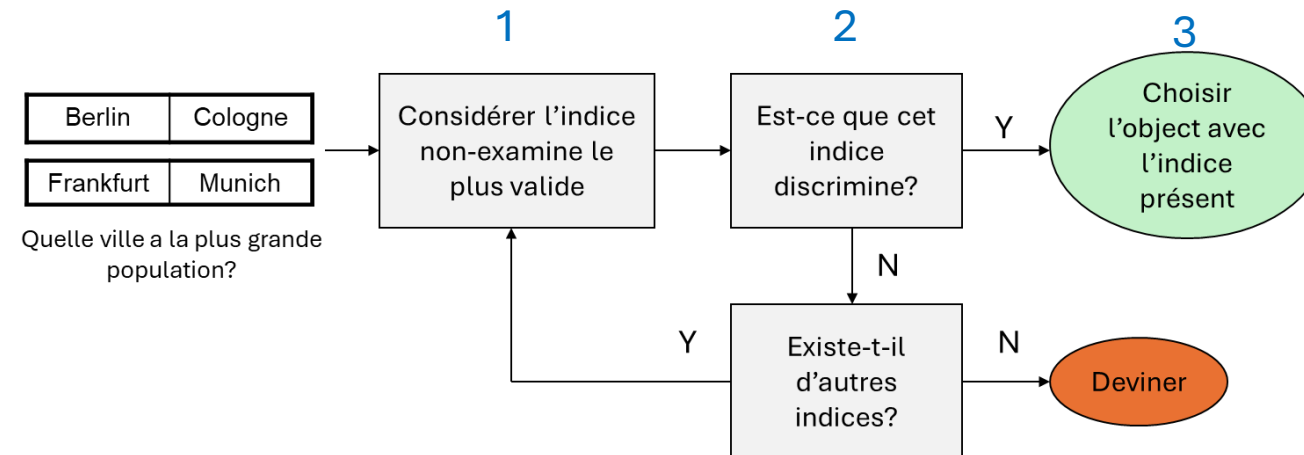
Valentin Guigon - 2025

Heuristique de la famille *one-good-reason*:
Utilise des indices binaires (1 vs 0) ordonnés par validité prédictive.

Trois règles opérationnelles:

1. Règle de recherche
2. Règle d'arrêt
3. Règle de décision

City	Population	Soccer team?	State capital?	Former GDR?	Industrial belt?	License letter?	Intercity train-line?	Expo site?	National capital?	University?
Berlin	3,433,695	0	1	0	0	1	1	1	1	1
Hamburg	1,652,363	1	1	0	0	0	1	1	0	1
Munich	1,229,026	1	1	0	0	1	1	1	0	1
Cologne	953,551	1	0	0	0	1	1	1	0	1
Frankfurt	644,865	1	0	0	0	1	1	1	0	1
...	...									
Erlangen	102,440	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Cue validities:		0.87	0.77	0.51	0.56	0.75	0.78	0.91	1.00	0.71



Less is more

- exemple: *Take the best*

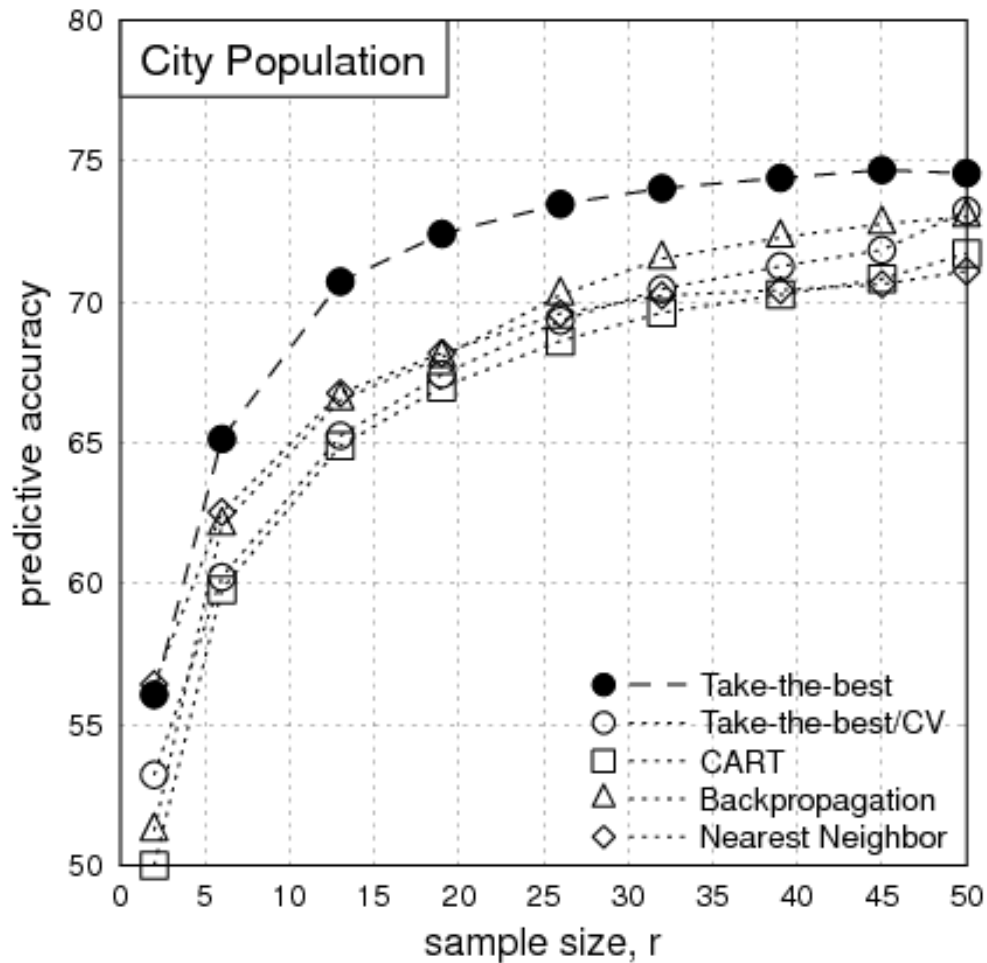
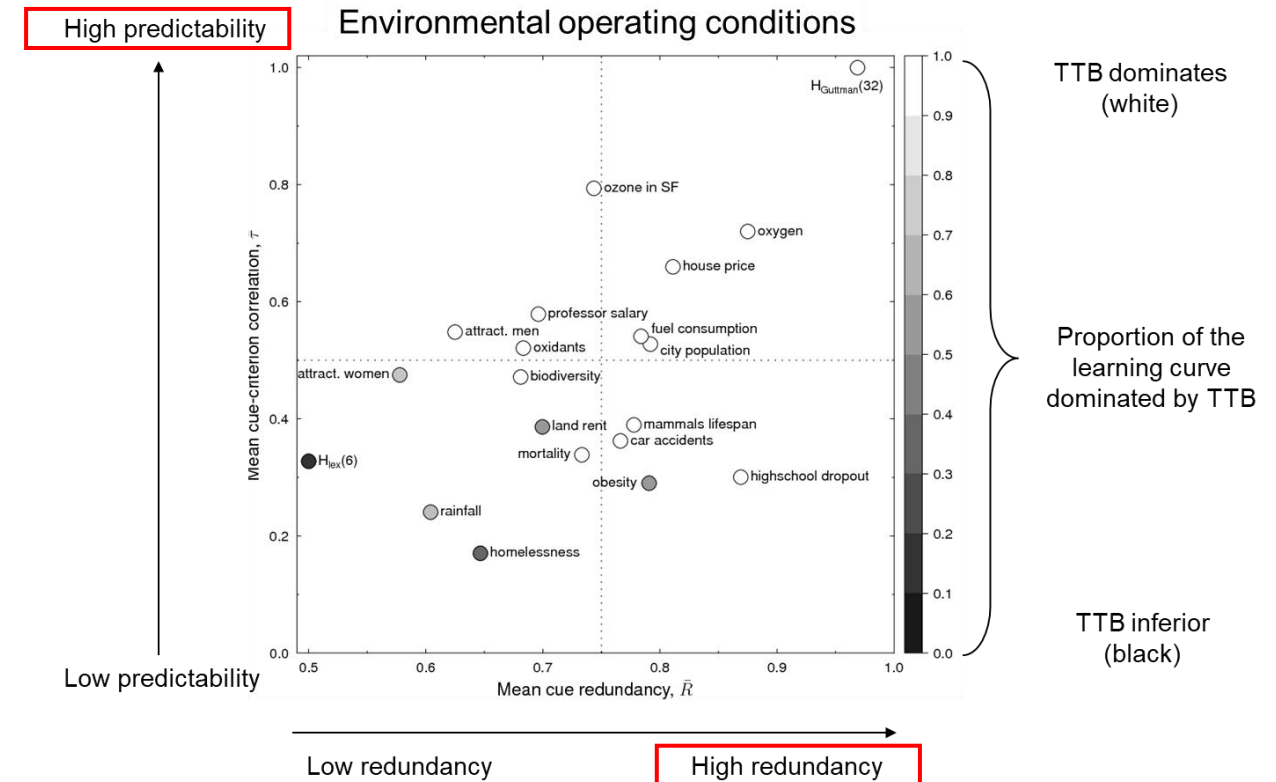


Table 5-4: Performance Across 20 Data Sets

Valentin Guigon - 2025

Strategy	Frugality	Accuracy (% Correct)	
		Fitting	Generalization
Minimalist	2.2	69	65
Take The Best	2.4	75	71
Dawes's rule	7.7	73	69
Multiple regression	7.7	77	68

Performance in 20 environments



Quand les biais permettent de meilleures inférences (vs modèles complexes)

Quand l'information est rare, dégradée, incertaine, complexe, bruitée
Que l'environnement est suffisamment prédictible

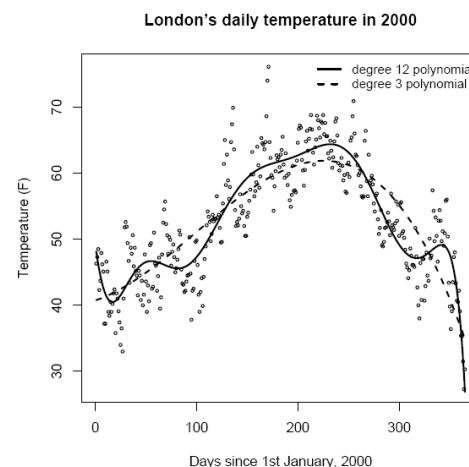
- **Supériorité prédictive**
- **Robustesse à l'incertitude**
Ignorer de l'information peut rendre les prédictions **moins sensibles au bruit** et aux petits échantillons
- **Efficacité cognitive**
Réduit le coût **tout en conservant une performance suffisante** (Martignon et al., 2008)

- En **simplifiant**, les heuristiques introduisent un biais :

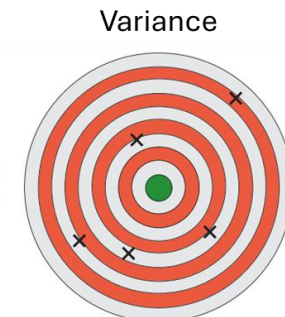
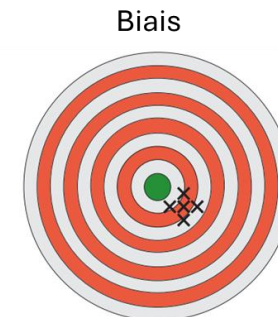
→ Ce biais réduit l'instabilité des prédictions (variance)
→ Améliore la robustesse et la généralisation à des situations similaires, surtout en situation d'incertitude

- En **complexifiant**, les modèles réduisent le biais mais deviennent plus sensibles au bruit :

→ Cela augmente la variance des prédictions
→ Diminue la capacité à généraliser à de nouvelles situations



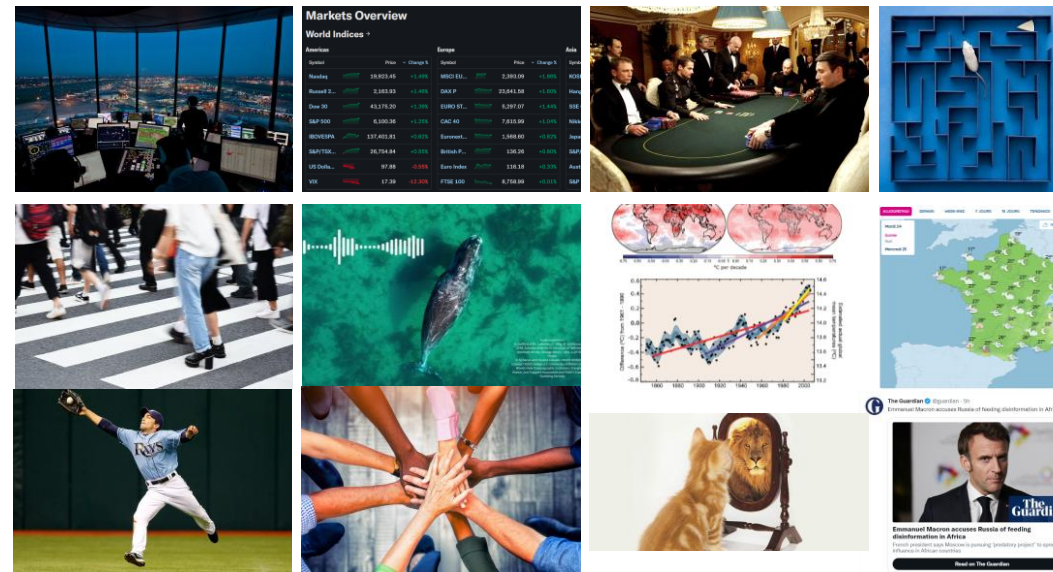
Erreurs de prédiction
dans les modèles
prédictifs:



+ bruit (ϵ)

Quand les biais empêchent de meilleures inférences – vs modèles complexes

Quand l'information est suffisamment abondante, certaine, claire
Et/ou quand on a la possibilité de mobiliser beaucoup de ressources



Références



Références

- Aïmeur, E., Amri, S., & Brassard, G. (2023). Fake news, disinformation and misinformation in social media: a review. *Social Network Analysis*
- Atanasov, P. D., Consigny, C., Karger, E., Schoenegger, P., Budescu, D. V., & Tetlock, P. (2024). Improving Low-Probability Judgments. *Available at SSRN*.
- Baer, T., & Schnall, S. (2021). Quantifying the cost of decision fatigue: suboptimal risk decisions in finance. *Royal Society open science*, 8(5), 201059.
- Bar-Hillel, M., Peer, E., & Acquisti, A. (2014). “Heads or tails?”—A reachability bias in binary choice. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 40(6), 1656.
- Boldt, A., De Gardelle, V. & Yeung, N. The impact of evidence reliability on sensitivity and bias in decision confidence. *J. Exp. Psychol. Hum. Percept. Perform.* **43**, 1520–1531 (2017).
- Bromberg-Martin, E. S., & Sharot, T. (2020). The value of beliefs. *Neuron*, 106(4), 561-565.
- Clancy, K., Bartolomeo, J., Richardson, D., & Wellford, C. (1981). Sentence decisionmaking: The logic of sentence decisions and the extent and sources of sentence disparity. *J. crim. L. & criminology*, 72, 524.
- Chan, H. Y., Scholz, C., Cosme, D., Martin, R. E., Benitez, C., Resnick, A., ... & Falk, E. B. (2023). Neural signals predict information sharing across cultures. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120(44), e2313175120.
- Chang, W., Chen, E., Mellers, B., & Tetlock, P. (2016). Developing expert political judgment: The impact of training and practice on judgmental accuracy in geopolitical forecasting tournaments. *Judgment and Decision making*, 11(5), 509-526.
- Charpentier, C. J., Bromberg-Martin, E. S., & Sharot, T. (2018). Valuation of knowledge and ignorance in mesolimbic reward circuitry. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(31), E7255-E7264.
- Czerlinski, J., Gigerenzer, G., & Goldstein, D. G. (1999). How good are simple heuristics?. In *Simple heuristics that make us smart* (pp. 97-118). Oxford University Press.
- Desender, K., Boldt, A., & Yeung, N. (2018). Subjective confidence predicts information seeking in decision making. *Psychological science*, 29(5), 761-778.
- Diaconis, P., Holmes, S., & Montgomery, R. (2007). Dynamical bias in the coin toss. *SIAM review*, 49(2), 211-235.
- Fiehler, K., Brenner, E., & Spering, M. (2019). Prediction in goal-directed action. *Journal of Vision*, 19(9), 10-10.
- Fischer, H., Amelung, D., & Said, N. (2019). The accuracy of German citizens’ confidence in their climate change knowledge. *Nature Climate Change*, 9(10), 776-780.
- Fleming, S. M. (2024). Metacognition and confidence: A review and synthesis. *Annual Review of Psychology*, 75(1), 241-268.
- Fleming, S. M., & Daw, N. D. (2017). Self-evaluation of decision-making: A general Bayesian framework for metacognitive computation. *Psychological review*, 124(1), 91.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. *American psychologist*, 34(10), 906.
- Friston, K., Rigoli, F., Ognibene, D., Mathys, C., Fitzgerald, T., & Pezzulo, G. (2015). Active inference and epistemic value. *Cognitive neuroscience*, 6(4), 187-214.
- Gigerenzer, G., & Brighton, H. (2009). Homo heuristicus: Why biased minds make better inferences. *Topics in cognitive science*, 1(1), 107-143.

Références

- Gigerenzer, G., & Goldstein, D. G. (1999). Betting on one good reason: The take the best heuristic. In G. Gigerenzer, P. M. Todd, & the ABC Research Group, Simple heuristics that make us smart (pp. 75–95). New York: Oxford University Press
- Goodale, M. A., & Milner, A. D. (1992). Separate visual pathways for perception and action. *Trends in neurosciences*, 15(1), 20-25.
- Herzog, M. H., & Clarke, A. M. (2014). Why vision is not both hierarchical and feedforward. *Frontiers in computational neuroscience*, 8, 135.
- Hoven, M., Lebreton, M., Engelmann, J. B., Denys, D., Luigjes, J., & van Holst, R. J. (2019). Abnormalities of confidence in psychiatry: an overview and future perspectives. *Translational psychiatry*, 9(1), 268.
- Jansen, R. A., Rafferty, A. N., & Griffiths, T. L. (2021). A rational model of the Dunning–Kruger effect supports insensitivity to evidence in low performers. *Nature Human Behaviour*, 5(6), 756-763.
- Kahneman, D., Sibony, O., & Sunstein, C. R. (2021). *Noise: A flaw in human judgment*. Little, Brown Spark.
- Kapantai, E., Christopoulou, A., Berberidis, C., & Peristeras, V. (2021). A systematic literature review on disinformation: Toward a unified taxonomical framework. *New media & society*, 23(5), 1301-1326.
- Karger, E., Atanasov, P. D., & Tetlock, P. (2022). Improving judgments of existential risk: Better forecasts, questions, explanations, policies. *Questions, Explanations, Policies (January 17, 2022)*.
- Kelly, C. A., & Sharot, T. (2021). Individual differences in information-seeking. *Nature communications*, 12(1), 7062.
- Kreyenmeier, P., Kämmer, L., Fooker, J., & Spering, M. (2022). Humans can track but fail to predict accelerating objects. *Eneuro*, 9(5).
- Kruger, J., & Dunning, D. (1999). Unskilled and unaware of it: how difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self-assessments. *Journal of personality and social psychology*, 77(6), 1121.
- De Ladurantaye, V., Rouat, J., & Vanden-Abeelee, J. (2012). Models of Information Processing. *Visual Cortex: Current Status and Perspectives*, 227.
- Martignon, L., Katsikopoulos, K. V., & Woike, J. (2008). Categorization with limited resources: A family of simple heuristics. *Journal of Mathematical Psychology*, 52, 352–361.
- Meyniel, F., Sigman, M., & Mainen, Z. F. (2015). Confidence as Bayesian probability: From neural origins to behavior. *Neuron*, 88(1), 78-92.
- Milner, A. D., & Goodale, M. A. (2008). Two visual systems re-viewed. *Neuropsychologia*, 46(3), 774-785.
- Moore, D. A. & Healy, P. J. The trouble with overconfidence. *Psychol. Rev.* **115**, 502–517 (2008).
- Moore, D. A. & Schatz, D. The three faces of overconfidence. *Soc. Pers. Psychol. Compass* **11**, 1–12 (2017).
- Morgan, J., Reidy, J., & Probst, T. (2019). Age group differences in household accident risk perceptions and intentions to reduce hazards. *International journal of environmental research and public health*, 16(12), 2237.
- Mulder, M. J., Wagenmakers, E. J., Ratcliff, R., Boekel, W., & Forstmann, B. U. (2012). Bias in the brain: a diffusion model analysis of prior probability and potential payoff. *Journal of Neuroscience*, 32(7), 2335-2343.

Références

- Park, S. A., Goïame, S., O'Connor, D. A., & Dreher, J. C. (2017). Integration of individual and social information for decision-making in groups of different sizes. *PLoS biology*, 15(6), e2001958.
- Pennycook, G., & Rand, D. G. (2021). The psychology of fake news. *Trends in cognitive sciences*, 25(5), 388-402.
- Persoskie, A., Ferrer, R. A., & Klein, W. M. P. (2014). Association of cancer worry and perceived risk with doctor avoidance: an analysis of information avoidance in a nationally representative US sample. *Journal of Behavioral Medicine*, 37(5), 977-987
- Philpot, L. M., Khokhar, B. A., Roellinger, D. L., Ramar, P., & Ebbert, J. O. (2018). Time of day is associated with opioid prescribing for low back pain in primary care. *Journal of General Internal Medicine*, 33, 1828-1830.
- Pouget, A., Drugowitsch, J., & Kepecs, A. (2016). Confidence and certainty: distinct probabilistic quantities for different goals. *Nature neuroscience*, 19(3), 366-374.
- Ratcliff, R., Smith, P. L., Brown, S. D., & McKoon, G. (2016). Diffusion decision model: Current issues and history. *Trends in cognitive sciences*, 20(4), 260-281.
- Rollwage, M., Dolan, R. J., & Fleming, S. M. (2018). Metacognitive failure as a feature of those holding radical beliefs. *Current Biology*, 28(24), 4014-4021.
- Savage, L. J. (1954). *The foundations of statistics*. New York: Wiley.
- Scholz, C., Baek, E. C., O'Donnell, M. B., Kim, H. S., Cappella, J. N., & Falk, E. B. (2017). A neural model of valuation and information virality. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(11), 2881-2886.
- Schotter, A., & Trevino, I. (2014). Belief elicitation in the laboratory. *Annu. Rev. Econ.*, 6(1), 103-128.
- Schurz, M., Radua, J., Tholen, M. G., Maliske, L., Margulies, D. S., Mars, R. B., ... & Kanske, P. (2021). Toward a hierarchical model of social cognition: A neuroimaging meta-analysis and integrative review of empathy and theory of mind. *Psychological bulletin*, 147(3), 293.
- Shalvi, S., Soraperra, I., van der Weele, J. J., & Villeval, M. C. (2019). Shooting the messenger? supply and demand in markets for willful ignorance.
- Sharot, T., & Sunstein, C. R. (2020). How people decide what they want to know. *Nature Human Behaviour*, 4(1), 14-19.
- Shepperd, J. A., Waters, E. A., Weinstein, N. D., & Klein, W. M. (2015). A primer on unrealistic optimism. *Current directions in psychological science*, 24(3), 232-237.
- Tandoc Jr, E. C., Lim, Z. W., & Ling, R. (2018). Defining “fake news” A typology of scholarly definitions. *Digital journalism*, 6(2), 137-153.
- Tavassoli, A., & Ringach, D. L. (2010). When your eyes see more than you do. *Current Biology*, 20(3), R93-R94.
- White, B. (2015). World development report 2015: mind, society, and behavior, by the World Bank Group.
- Zhao, H., & Warren, W. H. (2015). On-line and model-based approaches to the visual control of action. *Vision research*, 110, 190-202.