

Les méthodes scientifiques

Amina Doumane & Denis Kuperberg
Chargés de Recherche en Informatique Théorique

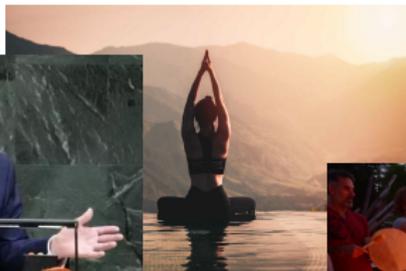
Fête de la Science
4 octobre 2025



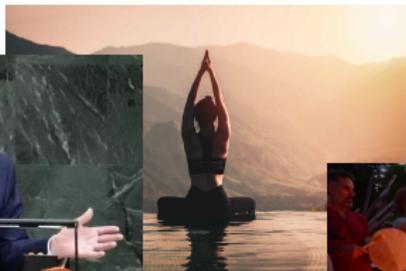
Pourquoi cette présentation ?



Pourquoi cette présentation ?



Pourquoi cette présentation ?



Pourquoi cette présentation ?



Qui sommes-nous ?

Qui sommes-nous ? Des mathématicien·ne·s !

Qui sommes-nous ? Des mathématicien·ne·s !

Géométrie



Arithmétique

$$5^2 + 12^2 = 13^2$$

Informatique Théorique

5	3		7			
6		1	9	5		
	9	8			6	
8			6			3
4		8		3		1
7			2			6
	6				2	8
		4	1	9		5
			8		7	9

Qui sommes-nous ? Des mathématicien·ne·s !

Géométrie



Arithmétique

$$5^2 + 12^2 = 13^2$$

Informatique Théorique

5	3		7			
6		1	9	5		
	9	8			6	
8			6			3
4		8		3		1
7			2			6
	6				2	8
		4	1	9		5
			8		7	9

Sommes-nous légitimes ?

Qui sommes-nous ? Des mathématicien·ne·s !

Géométrie



Arithmétique

$$5^2 + 12^2 = 13^2$$

Informatique Théorique

5	3		7			
6		1	9	5		
	9	8			6	
8			6			3
4		8		3		1
7			2			6
	6				2	8
		4	1	9		5
			8		7	9

Sommes-nous légitimes ?



Qui sommes-nous ? Des mathématicien·ne·s !

Géométrie



Arithmétique

$$5^2 + 12^2 = 13^2$$

Informatique Théorique

5	3		7			
6		1	9	5		
	9	8			6	
8			6			3
4		8		3		1
7			2			6
	6				2	8
		4	1	9		5
			8		7	9

Sommes-nous légitimes ?



Citer une célébrité en info théorique !

Préambule philosophique

Je suis le seul à exister.

Préambule philosophique



Je suis le seul à exister.

Préambule philosophique

Solipsisme

Je suis le seul à exister.

Préambule philosophique

Solipsisme

Je suis le seul à exister.

Relativisme

La vérité dépend du point de vue.

Préambule philosophique

Solipsisme

Je suis le seul à exister.

Relativisme

La vérité dépend du point de vue.



Préambule philosophique

Solipsisme

Je suis le seul à exister.

Relativisme

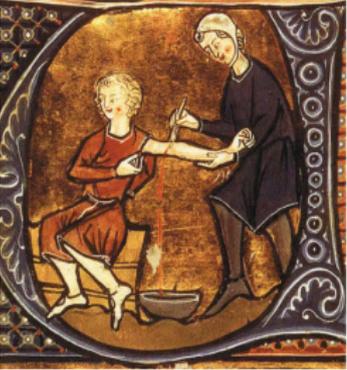
La vérité dépend du point de vue.



“La réalité est ce qui continue d'exister lorsque l'on cesse d'y croire”

– Philip K. Dick

La longue marche vers la rationalité



Médecine

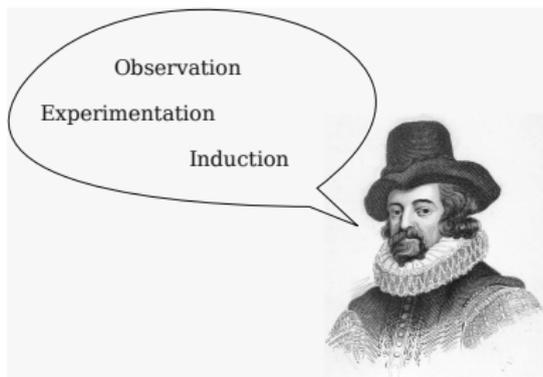


Astronomie

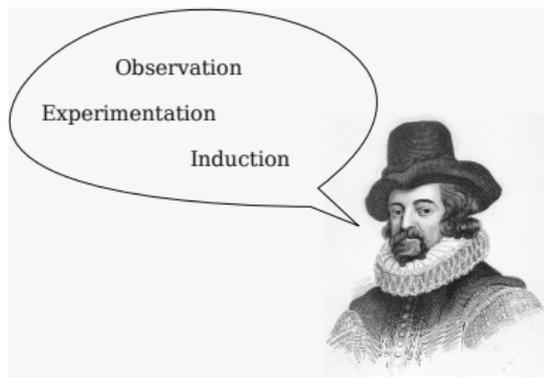


Chimie

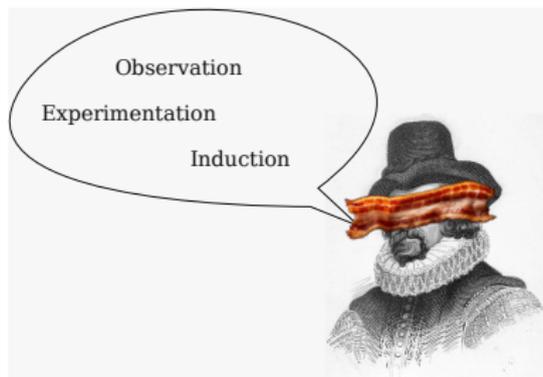
Les fondateurs de la méthode scientifique



Les fondateurs de la méthode scientifique

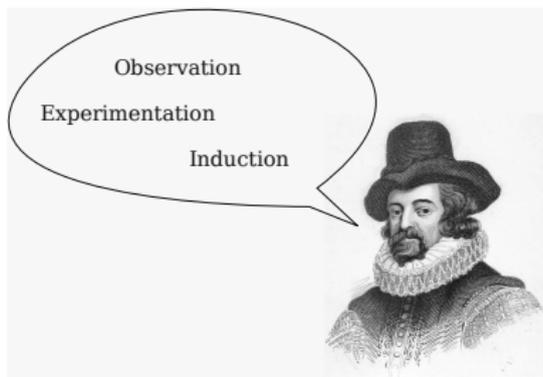


Les fondateurs de la méthode scientifique



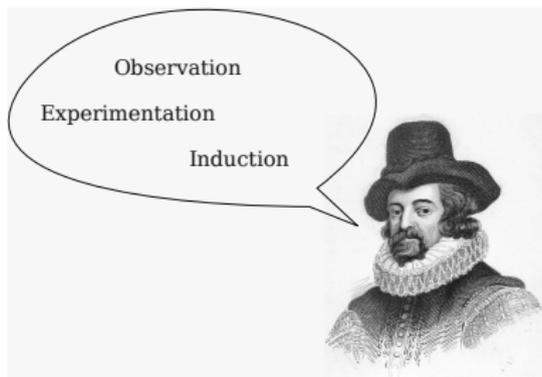
QUIZ!

Les fondateurs de la méthode scientifique



Francis Bacon (1561-1626)

Les fondateurs de la méthode scientifique



Francis Bacon (1561-1626)



Galilée
(1564 – 1642)



René Descartes
(1596 – 1650)



Robert Boyle
(1627 – 1691)

Peut-on formaliser la méthode scientifique ?



Karl Popper (1902-1994)

Falsifiabilité

Peut-on formaliser la méthode scientifique ?



Karl Popper (1902-1994)
Falsifiabilité

Théorie scientifique = réfutable par une expérience.

Falsifiabilité

✓ Tous les corbeaux sont noirs

Falsifiabilité

✓ Tous les corbeaux sont noirs



Falsifiabilité

- ✓ Tous les corbeaux sont noirs
- ✓ Théorie de l'évolution darwinienne



Falsifiabilité

- ✓ Tous les corbeaux sont noirs
- ✓ Théorie de l'évolution darwinienne
- ✓ Télépathie



Falsifiabilité

- ✓ Tous les corbeaux sont noirs
- ✓ Théorie de l'évolution darwinienne
- ✓ Télépathie
- ✓ Les barmans de la Tanière ne sourient jamais



Falsifiabilité



- ✓ Tous les corbeaux sont noirs
- ✓ Théorie de l'évolution darwinienne
- ✓ Télépathie
- ✓ Les barmans de la Tanière ne sourient jamais
- ✗ Tout arrive pour une raison

Falsifiabilité



- ✓ Tous les corbeaux sont noirs
- ✓ Théorie de l'évolution darwinienne
- ✓ Télépathie
- ✓ Les barmans de la Tanière ne sourient jamais
- ✗ Tout arrive pour une raison
- ✗ Psychanalyse freudienne

Falsifiabilité



- ✓ Tous les corbeaux sont noirs
- ✓ Théorie de l'évolution darwinienne
- ✓ Télépathie
- ✓ Les barmans de la Tanière ne sourient jamais
- ✗ Tout arrive pour une raison
- ✗ Psychanalyse freudienne

Critère utile mais pas parfait

Gravitation newtonienne

Gravitation newtonienne



Neptune

Gravitation newtonienne



Neptune

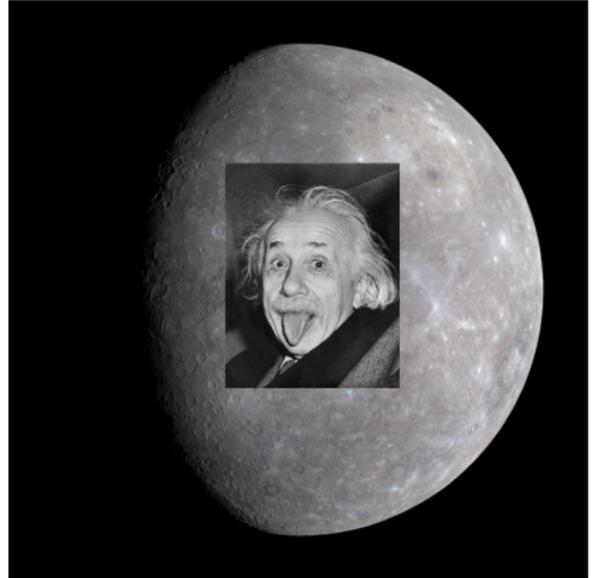


Mercure

Gravitation newtonienne



Neptune

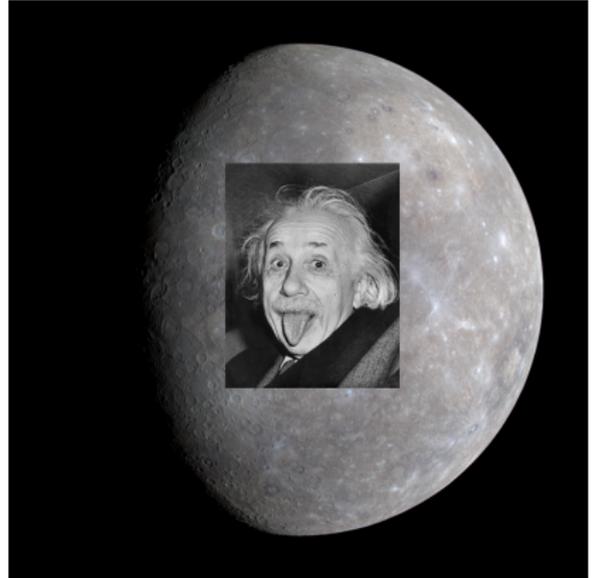


Mercure

Gravitation newtonienne



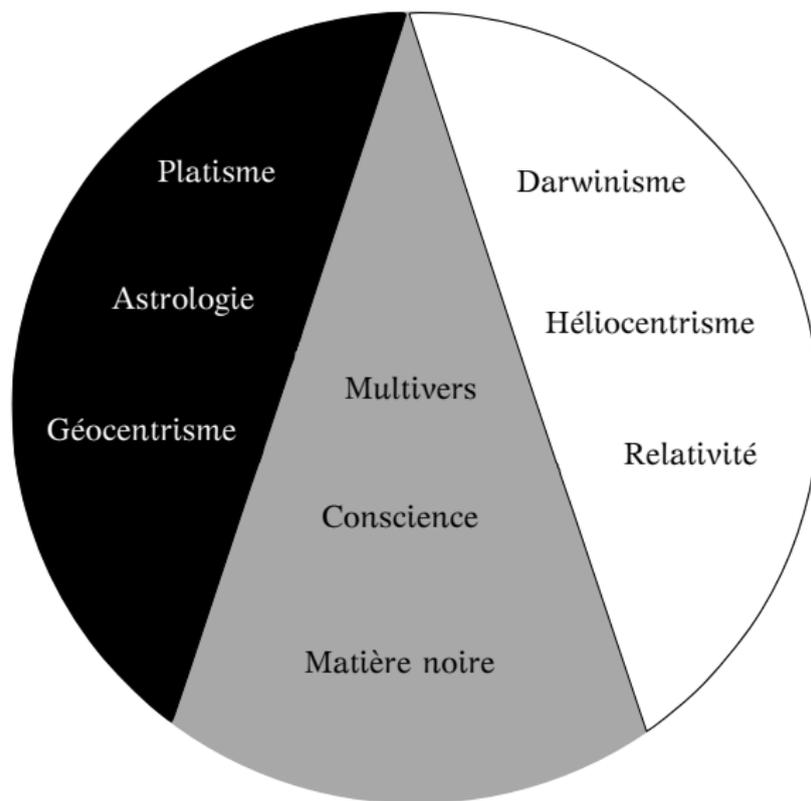
Neptune



Mercure

Vrai/faux trop binaire

Sortir du noir et blanc

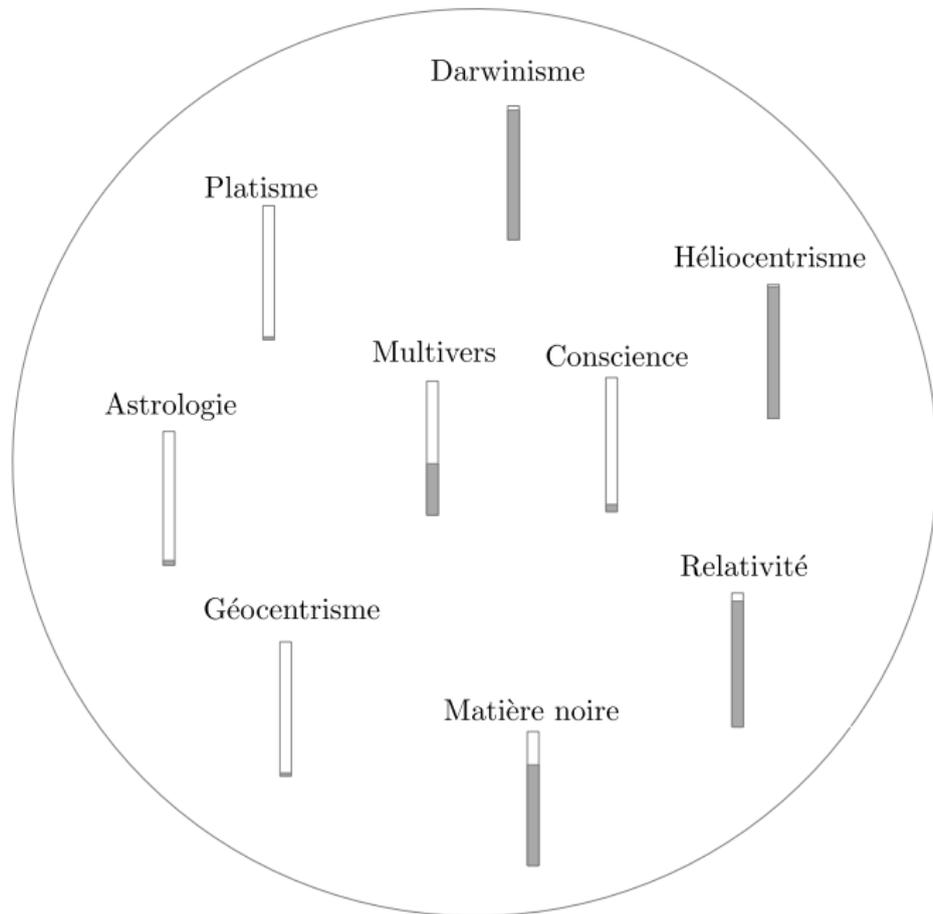


■ Faux

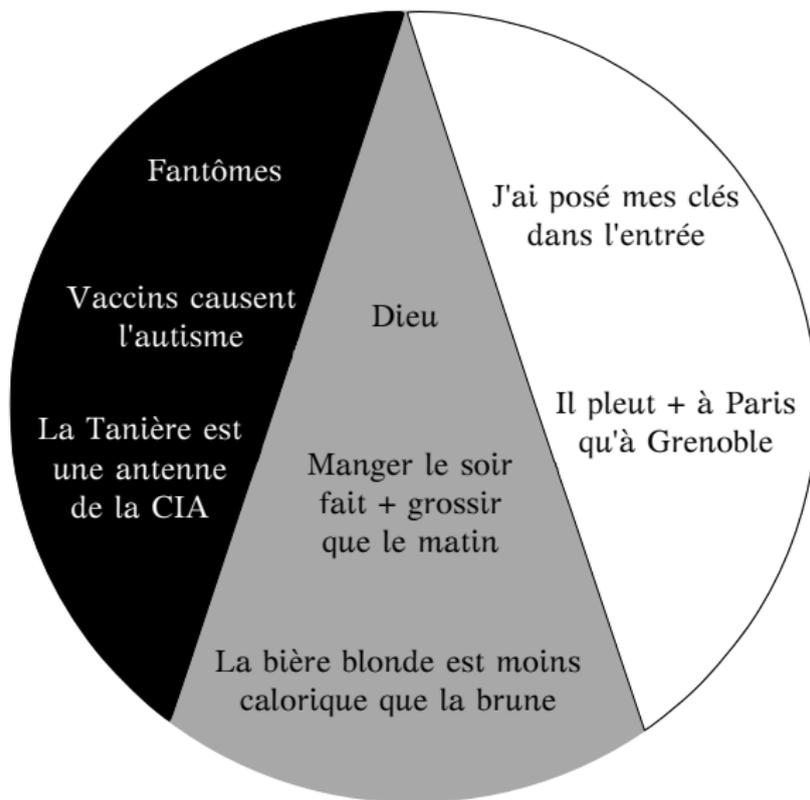
■ Ne se prononce pas

□ Vrai

Sortir du noir et blanc: le bayésianisme



Dans la vie quotidienne

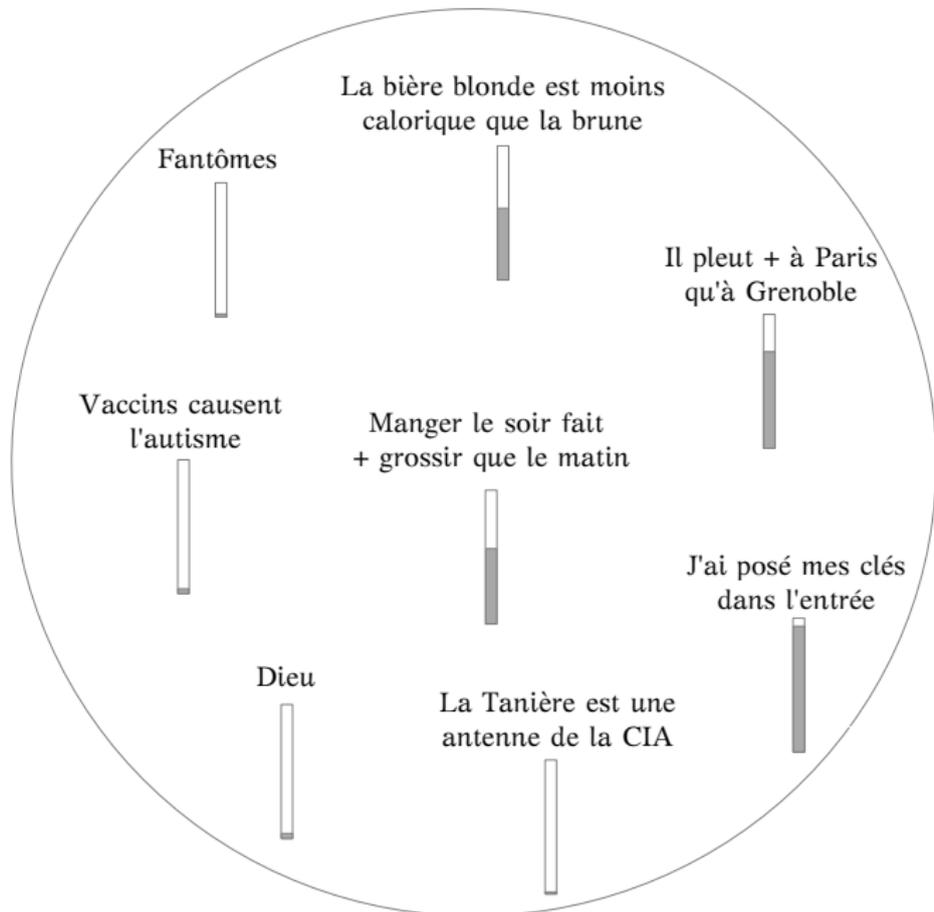


■ Faux

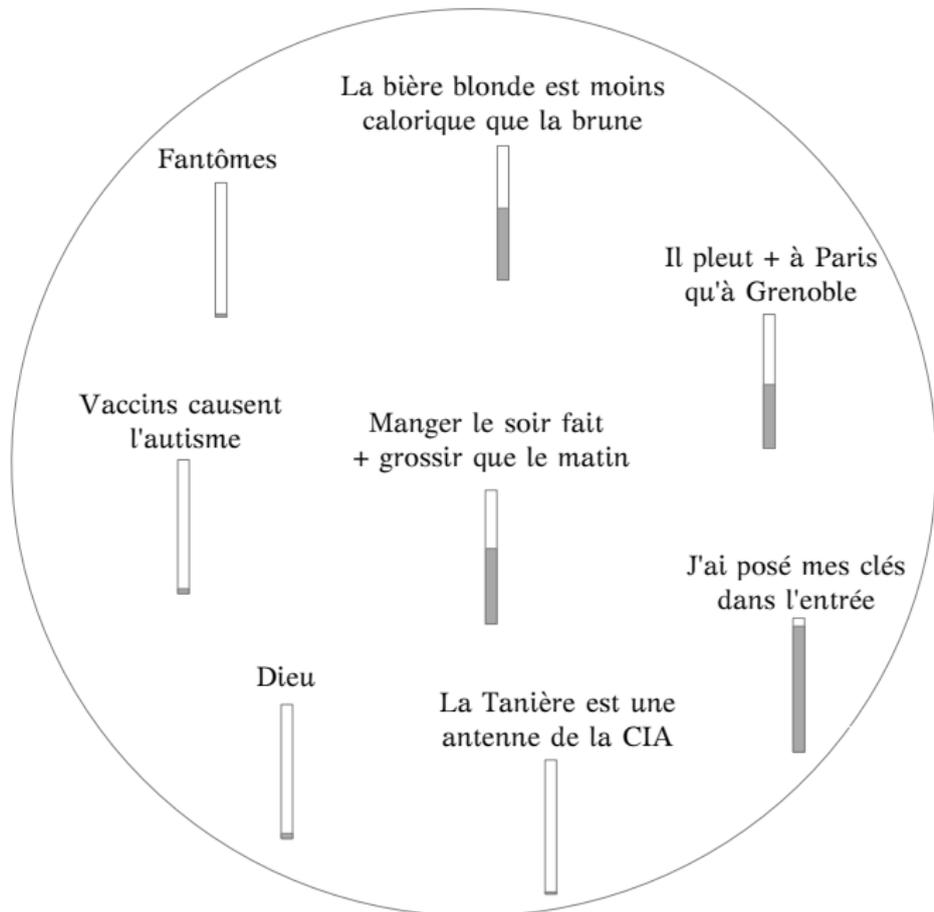
■ Ne se prononce pas

□ Vrai

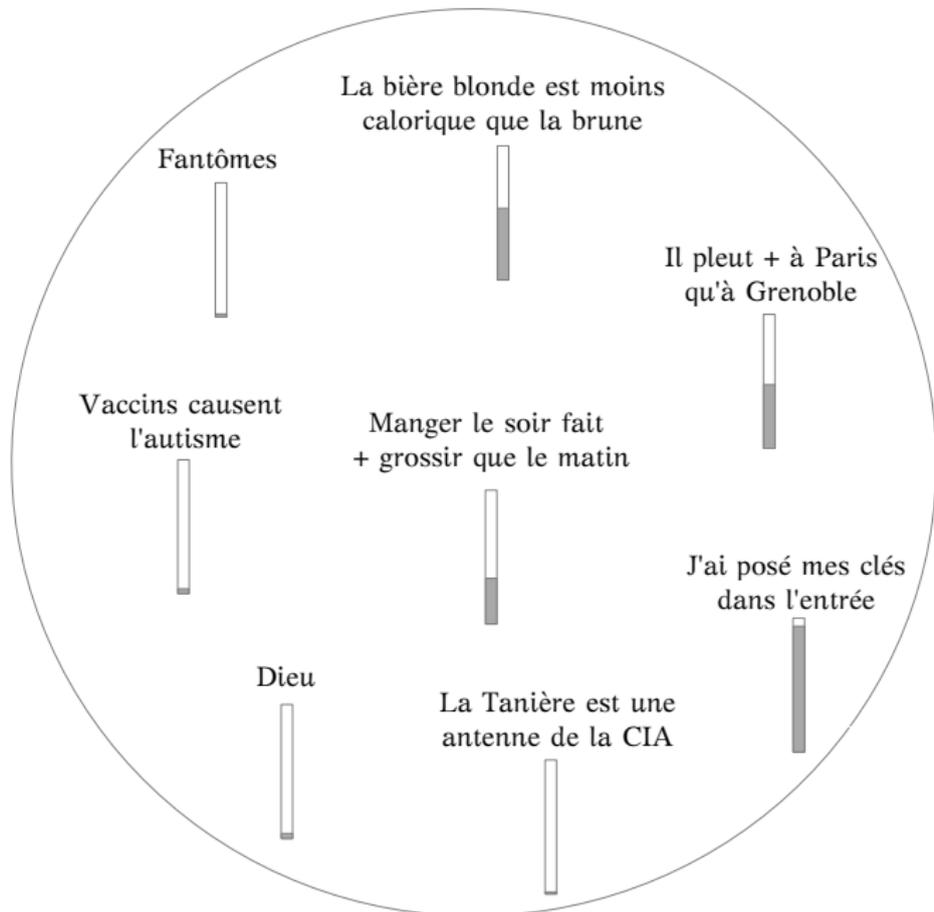
Dans la vie quotidienne



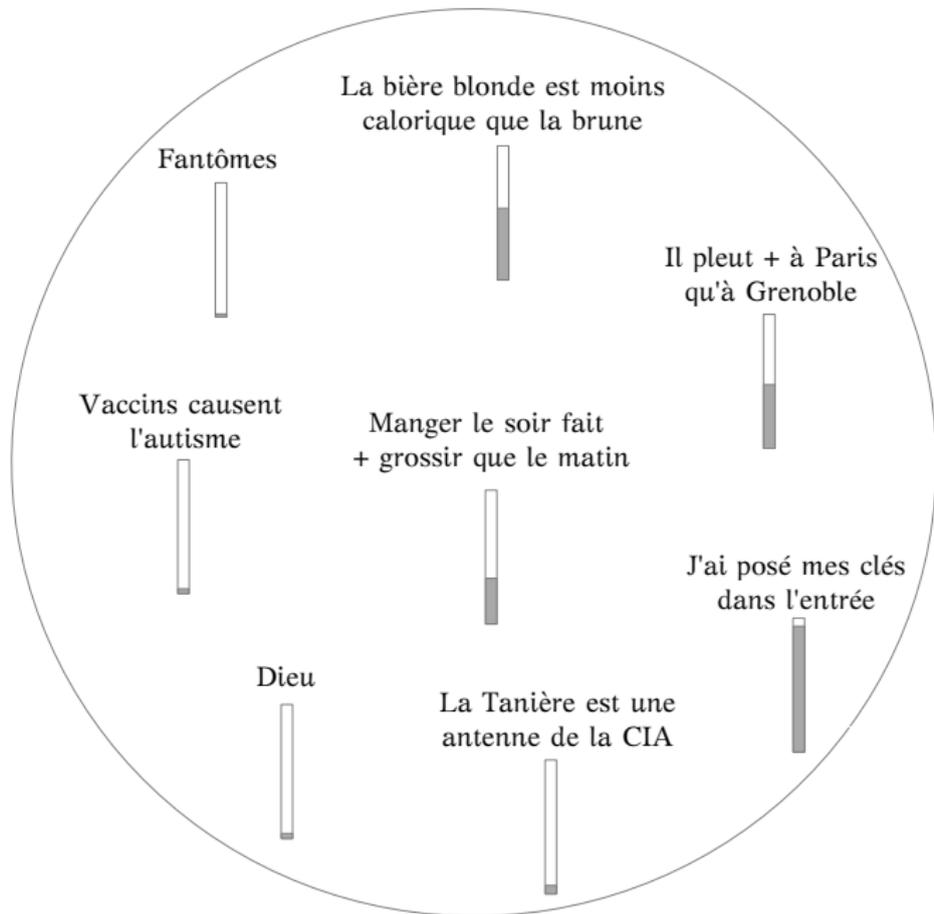
Dans la vie quotidienne



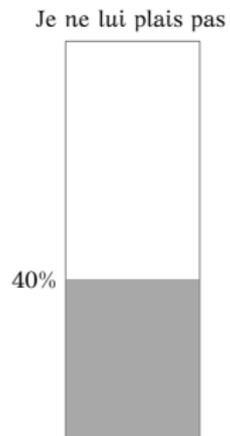
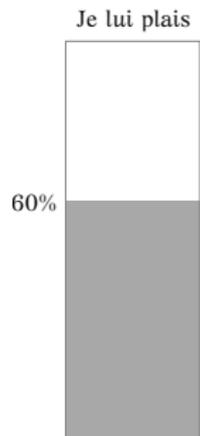
Dans la vie quotidienne



Dans la vie quotidienne



Comment mettre à jour ses croyances ?

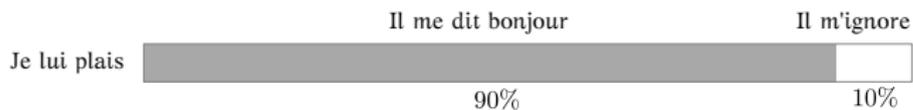
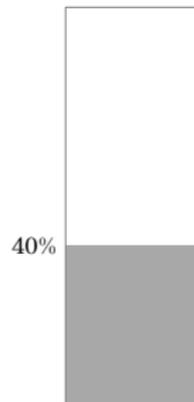


Comment mettre à jour ses croyances ?

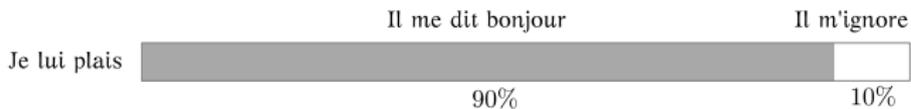
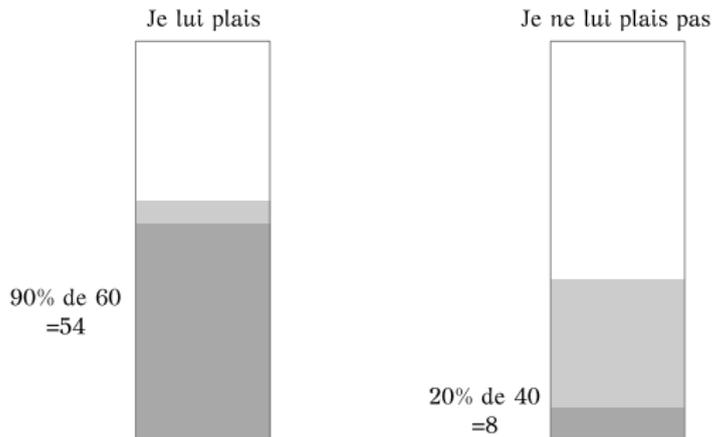
Je lui plais



Je ne lui plais pas



Comment mettre à jour ses croyances ?



Comment mettre à jour ses croyances ?

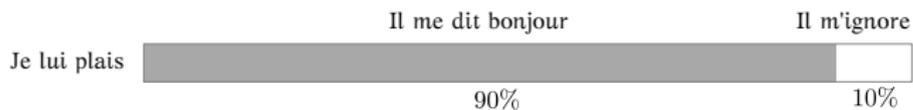
Je lui plais

54%



Je ne lui plais pas

8%



Comment mettre à jour ses croyances ?

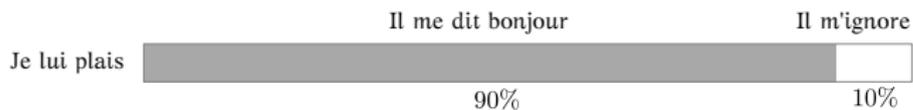
Je lui plais

87%



Je ne lui plais pas

13%



Mise en pratique: diagnostic médical



Fiable à 99%

Mise en pratique: diagnostic médical



Fiable à 99%

Maladie rare:

1 personne sur 10 000

Mise en pratique: diagnostic médical



Fiable à 99%

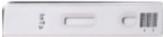
Maladie rare:

1 personne sur 10 000



Test positif ! Faut-il paniquer ? Proba d'être malade ?

Mise en pratique: diagnostic médical

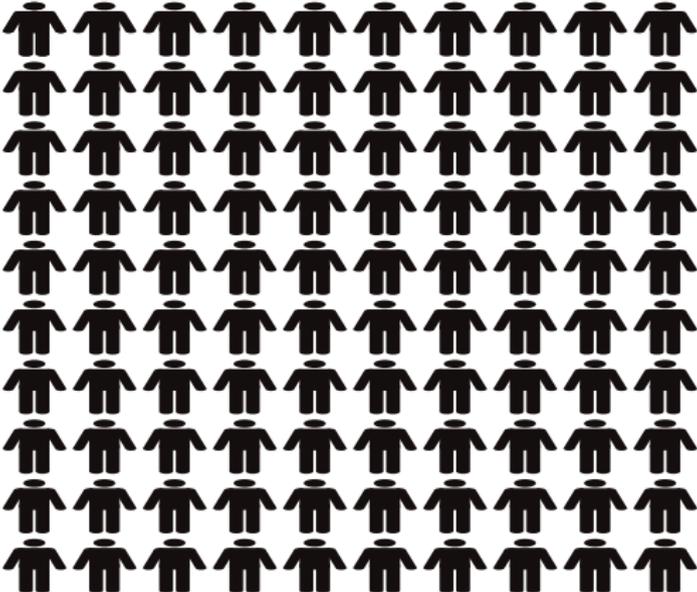


Fiable à 99%

Maladie rare:
1 personne sur 10 000



Test positif ! Faut-il paniquer ? Proba d'être malade ?



Mise en pratique: diagnostic médical



Fiable à 99%

Maladie rare:

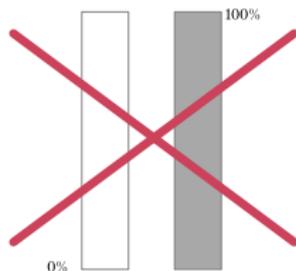
1 personne sur 10 000



Test positif ! Faut-il paniquer ? Proba d'être malade ?

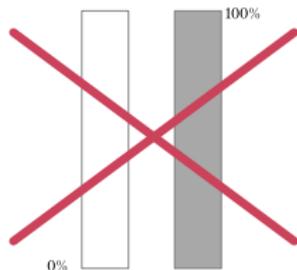


Le bayésianisme en pratique: les probabilités a priori



Jamais 0 ou 100%

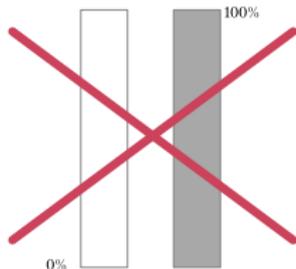
Le bayésianisme en pratique: les probabilités a priori



Jamais 0 ou 100%

Pourquoi ? 

Le bayésianisme en pratique: les probabilités a priori



Jamais 0 ou 100%

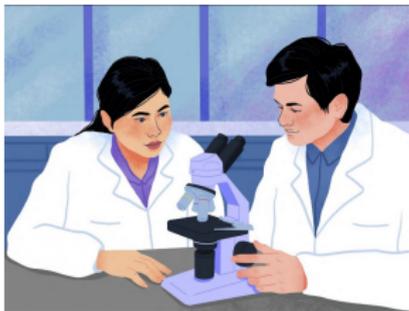
Pourquoi ? 



Rasoir d'Ockham:
Préférer les hypothèses les plus simples.

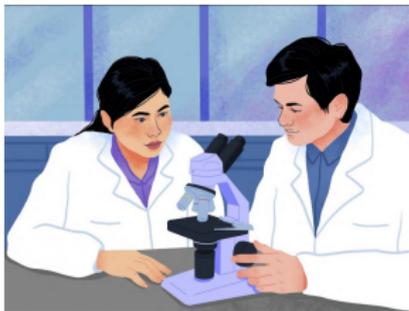
Le bayésianisme en pratique: déléguer sa confiance

A qui donner sa confiance ?



Le bayésianisme en pratique: déléguer sa confiance

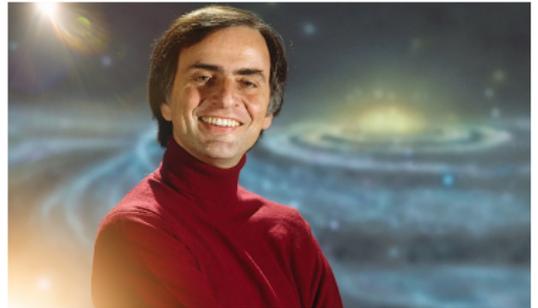
A qui donner sa confiance ?



*“Des affirmations extraordinaires
requièrent des preuves extraordinaires”*
– Uncle Ben

Le bayésianisme en pratique: déléguer sa confiance

A qui donner sa confiance ?



*“Des affirmations extraordinaires
requièrent des preuves extraordinaires”*
– Carl Sagan

Biais cognitifs

- ▶ Biais de confirmation

Biais cognitifs

▶ Biais de confirmation

▶ Biais de sélection 

Biais cognitifs

- ▶ Biais de confirmation
- ▶ Biais de sélection  A yellow speech bubble with a jagged, comic-style border containing the word "QUIZ?" in blue, bold, italicized capital letters.
- ▶ Erreur fondamentale d'attribution

Biais cognitifs

- ▶ Biais de confirmation
- ▶ Biais de sélection  A yellow speech bubble with the word 'QUIZ!' in blue, slanted letters, surrounded by a jagged, black outline.
- ▶ Erreur fondamentale d'attribution
- ▶ ...

Conclusion

Quête de vérité ou bonheur ?



Conclusion

Mettre à jour ses croyances honnêtement

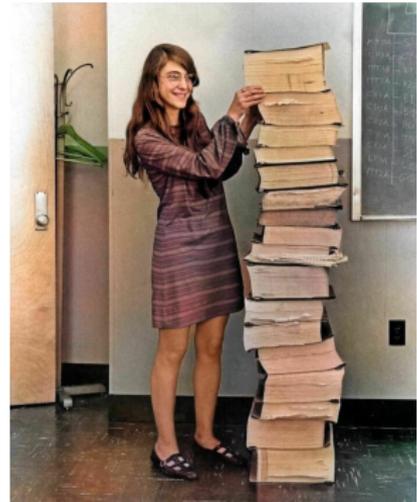
Quête de vérité ou bonheur ?



Conclusion

Mettre à jour ses croyances honnêtement

Quête de vérité ou bonheur ?

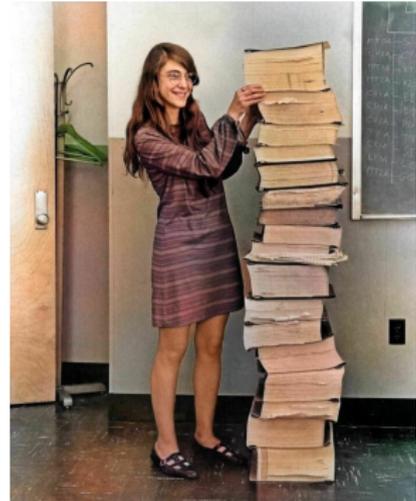


Consensus scientifique (allégorie)

Conclusion

Mettre à jour ses croyances honnêtement

Quête de vérité ou bonheur ?



Consensus scientifique (allégorie)

Choisir science ou émerveillement ?

S'émerveiller du monde

