

Mathipulations

Thomas BRIHAYE

Service de Mathématiques Effectives
Département de Mathématique



SBPMef – Congrès 2018

Pour commencer, prouvons que $0 = 1$!

$$-20 = -20$$

$$16 - 36 = 25 - 45$$

$$4^2 - 4 \cdot 9 = 5^2 - 5 \cdot 9$$

Pour commencer, prouvons que $0 = 1$!

$$4^2 - 4 \cdot 9 = 5^2 - 5 \cdot 9$$

$$4^2 - 4 \cdot 9 + \frac{81}{4} = 5^2 - 5 \cdot 9 + \frac{81}{4}$$

$$4^2 - 2 \cdot 4 \cdot \frac{9}{2} + \left(\frac{9}{2}\right)^2 = 5^2 - 2 \cdot 5 \cdot \frac{9}{2} + \left(\frac{9}{2}\right)^2$$

Pour commencer, prouvons que $0 = 1$!

$$4^2 - 2 \cdot 4 \cdot \frac{9}{2} + \left(\frac{9}{2}\right)^2 = 5^2 - 2 \cdot 5 \cdot \frac{9}{2} + \left(\frac{9}{2}\right)^2$$

$$\left(4 - \frac{9}{2}\right)^2 = \left(5 - \frac{9}{2}\right)^2$$

$$4 - \frac{9}{2} = 5 - \frac{9}{2}$$

Pour commencer, prouvons que $0 = 1$!

$$4 - \frac{9}{2} = 5 - \frac{9}{2}$$

$$4 = 5$$

$$0 = 1$$

Où est la manipulation ?

$$\begin{aligned}-20 &= -20 \\ 16 - 36 &= 25 - 45 \\ 4^2 - 4 \cdot 9 &= 5^2 - 5 \cdot 9 \\ 4^2 - 4 \cdot 9 + \frac{81}{4} &= 5^2 - 5 \cdot 9 + \frac{81}{4} \\ 4^2 - 2 \cdot 4 \cdot \frac{9}{2} + \left(\frac{9}{2}\right)^2 &= 5^2 - 2 \cdot 5 \cdot \frac{9}{2} + \left(\frac{9}{2}\right)^2 \\ \left(4 - \frac{9}{2}\right)^2 &= \left(5 - \frac{9}{2}\right)^2 \\ 4 - \frac{9}{2} &= 5 - \frac{9}{2} \\ 4 &= 5 \\ 0 &= 1\end{aligned}$$

Où est la manipulation ?

$$-20 = -20$$

$$16 - 36 = 25 - 45$$

$$4^2 - 4 \cdot 9 = 5^2 - 5 \cdot 9$$

$$4^2 - 4 \cdot 9 + \frac{81}{4} = 5^2 - 5 \cdot 9 + \frac{81}{4}$$

$$4^2 - 2 \cdot 4 \cdot \frac{9}{2} + \left(\frac{9}{2}\right)^2 = 5^2 - 2 \cdot 5 \cdot \frac{9}{2} + \left(\frac{9}{2}\right)^2$$

$$\left(4 - \frac{9}{2}\right)^2 = \left(5 - \frac{9}{2}\right)^2$$

$$4 - \frac{9}{2} = 5 - \frac{9}{2}$$

$$4 = 5$$

$$0 = 1$$

Où est la manipulation ? (suite)

Théorème

Quel que soit $x \in \mathbb{R}$, $\sqrt{x^2} = |x|$.

$$\begin{aligned}\left(4 - \frac{9}{2}\right)^2 &= \left(5 - \frac{9}{2}\right)^2 \\ \left(-\frac{1}{2}\right)^2 &= \left(\frac{1}{2}\right)^2\end{aligned}$$

Où est la manipulation ? (suite)

Théorème

Quel que soit $x \in \mathbb{R}$, $\sqrt{x^2} = |x|$.

$$\left(4 - \frac{9}{2}\right)^2 = \left(5 - \frac{9}{2}\right)^2$$

$$\left(-\frac{1}{2}\right)^2 = \left(\frac{1}{2}\right)^2$$

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

$$\left(5 - \frac{9}{2}\right) = \left(5 - \frac{9}{2}\right)$$

Dans les journaux, à la télévision, sur internet,...

Les mathématiques sont partout!!!

Elles sont utilisées pour prendre des décisions importantes sur base d'**affirmations érigées en vérité...**

.. en politique, en économie, en médecine, en psychologie,...

Comment ces affirmations sont-elles obtenues ?

Exemples d'affirmations

- Le cannabis diminue les performances sexuelles.
- Facebook a un effet néfaste sur le bien-être.
- Gagner au lotto ne rend pas heureux.
- Consommer des fruits et légumes diminue le risque de cancer.
- Les vaches sont responsables du changement climatique.

Que signifie prouver ou réfuter
de telles affirmations ?

Exemple d'une preuve mathématique

Théorème

Tous les multiples de quatre sont pairs.

Preuve:

Soit $n \in \mathbb{Z}$ un multiple de quatre.

On a donc que $n = 4 \cdot k$, où $k \in \mathbb{Z}$.

On peut donc écrire $n = 2 \cdot (2 \cdot k)$, où $k \in \mathbb{Z}$.

Donc $n = 2 \cdot m$, avec $m = 2 \cdot k \in \mathbb{Z}$.

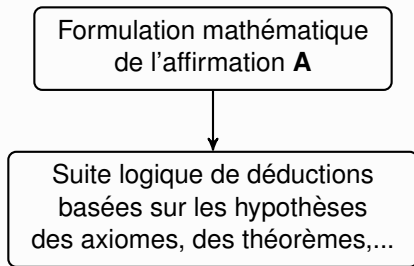
On peut conclure que n est pair.

CQFD

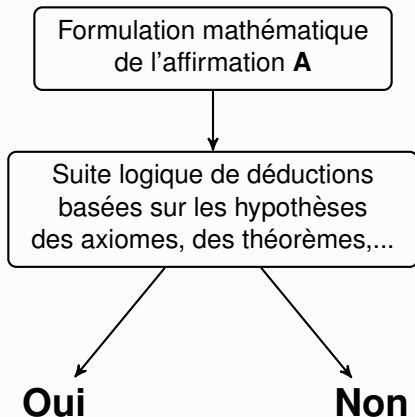
Prouver une affirmation dans le monde mathématique

Formulation mathématique
de l'affirmation **A**

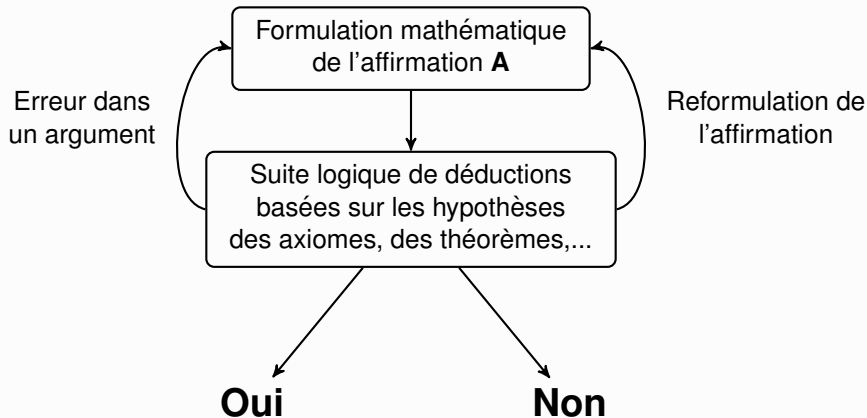
Prouver une affirmation dans le monde mathématique



Prouver une affirmation dans le monde mathématique



Prouver une affirmation dans le monde mathématique



Dans le monde réel, c'est plus compliqué...

Un exemple d'affirmation du monde réel

Facebook a un effet néfaste sur le bien-être. [\(Le Figaro 19/08/2013\)](#)

Dans le monde réel, c'est plus compliqué...

Un exemple d'affirmation du monde réel

Facebook a un effet néfaste sur le bien-être. (Le Figaro 19/08/2013)

Il est impossible de fournir **une preuve mathématique**.

Extraits de l'article:

Les résultats montrent que plus les sujets utilisent Facebook, plus leur sentiment subjectif de bien-être se dégrade.

[...] il faut rester prudent quant aux conclusions: l'humeur ou le bien-être d'un individu ne peuvent pas dépendre d'un seul paramètre.

Dans le monde réel, c'est plus compliqué...

Un exemple d'affirmation du monde réel

Facebook a un effet néfaste sur le bien-être. (Le Figaro 19/08/2013)

Il est impossible de fournir **une preuve mathématique**.

Extraits de l'article:

Les résultats montrent que plus les sujets utilisent Facebook, plus leur sentiment subjectif de bien-être se dégrade.

[...] il faut rester prudent quant aux conclusions: l'humeur ou le bien-être d'un individu ne peuvent pas dépendre d'un seul paramètre.

Mais souvent, l'information diffusée et retenue se résumera à:

“Facebook a un effet néfaste sur le bien-être.”

Prouver une affirmation dans le monde réel

Élaboration d'une expérience (ou d'une enquête)
qui permet de tester **A**

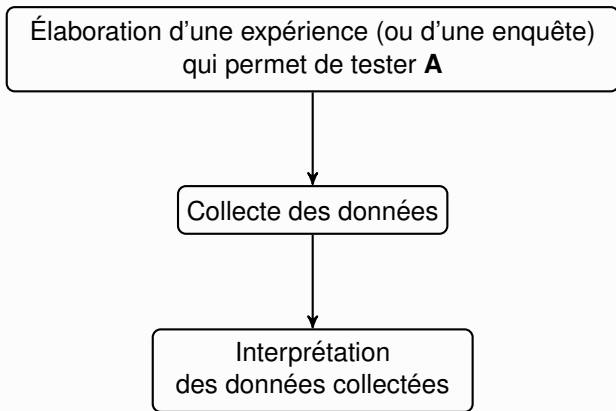
Prouver une affirmation dans le monde réel

Élaboration d'une expérience (ou d'une enquête)
qui permet de tester **A**

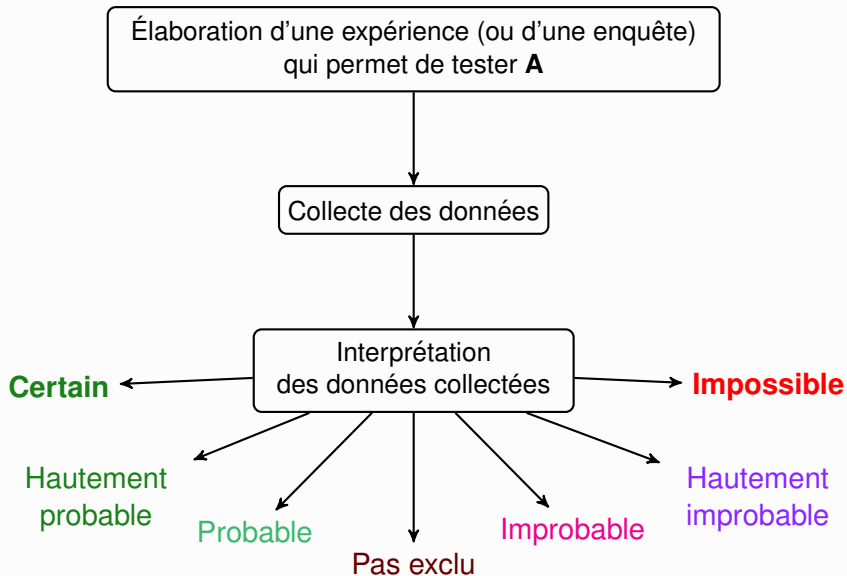


Collecte des données

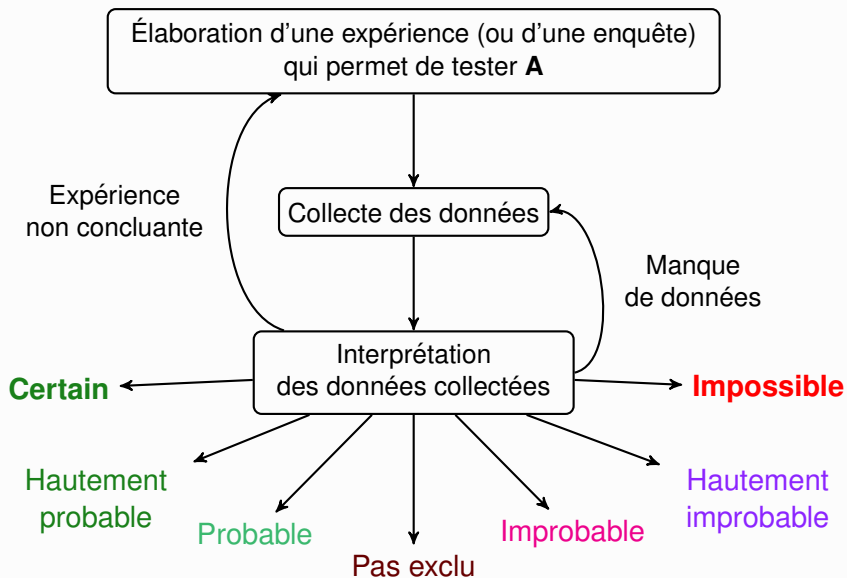
Prouver une affirmation dans le monde réel



Prouver une affirmation dans le monde réel

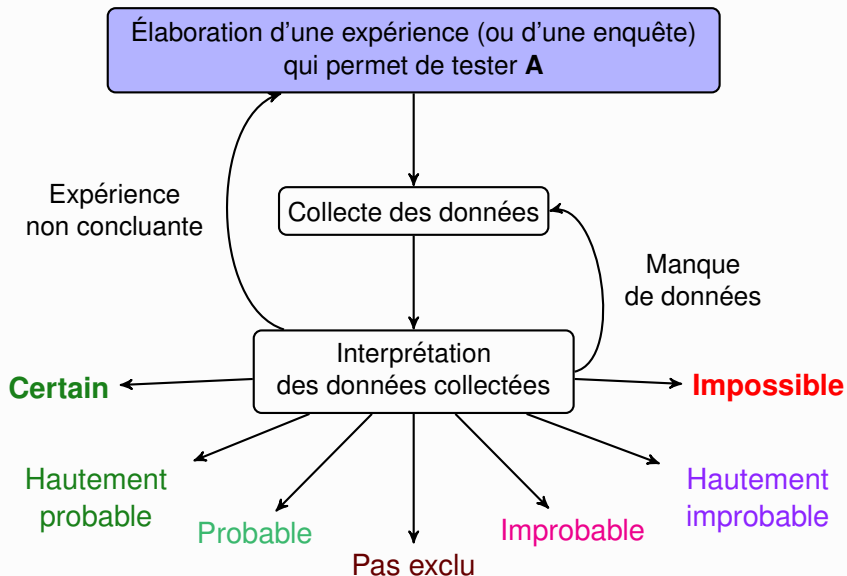


Prouver une affirmation dans le monde réel



Buts de l'exposé: prendre conscience que:

- prouver une affirmation est une tâche vraiment difficile,
- les math sont parfois (souvent?) utilisées abusivement pour “prouver” certaines affirmations,
- les math nous aident à aiguïser notre esprit critique!



Plan de l'exposé

- 1 Quelques considérations importantes mais non mathématiques
- 2 Collecte des données et représentation
- 3 Interprétation des données collectées
- 4 Prédire l'avenir
- 5 Conclusion

Plan de l'exposé

- 1 Quelques considérations importantes mais non mathématiques
- 2 Collecte des données et représentation
- 3 Interprétation des données collectées
- 4 Prédire l'avenir
- 5 Conclusion

L'art de poser les questions...

Version 1

Quel est votre président américain préféré ?

L'art de poser les questions...

Version 1

Quel est votre président américain préféré ?

Version 2

Choisissez votre président américain préféré:

☐ Georges W. Bush ☐ Barack Obama ☐ Donald Trump

L'art de poser les questions...

Version 1

Quel est votre président américain préféré ?

Version 2

Choisissez votre président américain préféré:

☐ Georges W. Bush ☐ Barack Obama ☐ Donald Trump

Version 3

❶ Êtes-vous raciste ?

❷ Choisissez votre président américain préféré:

☐ Georges W. Bush ☐ Barack Obama ☐ Donald Trump

Choix de l'échantillon

On imagine qu'on veut prouver l'efficacité d'une nouvelle boisson énergétique: **SuperPower**. Pour cela, on organise un 100 mètres.

- le groupe 1 recevra du **SuperPower**,
- le groupe 2 recevra de l'eau.

On mesurera les performances des deux groupes lors de la course.



- le groupe 1 sera constitué d'une seule personne: Usain Bolt,
- le groupe 2 sera constitué d'anciens sportifs âgés de 60 à 90 ans.

Sans oublier que...

- les scientifiques, et les personnes interrogées peuvent mentir,
Non Mr l'agent, je n'ai pas trop bu...
- les scientifiques peuvent se tromper,



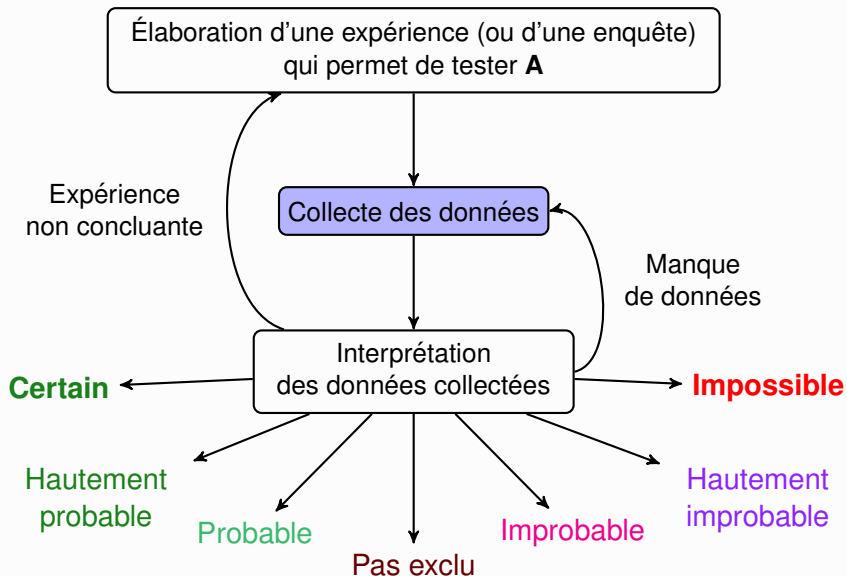
1904



1917



- les résultats peuvent influencer l'avenir de ceux qui les publient,
Monsanto affirme: Le glyphosate ne présente aucun danger.



Plan de l'exposé

- 1 Quelques considérations importantes mais non mathématiques
- 2 Collecte des données et représentation
 - Savoir compter
 - Résumer les données
- 3 Interprétation des données collectées
- 4 Prédire l'avenir
- 5 Conclusion

Combien de vaches se trouvent sur la photo ?



Combien de vaches se trouvent sur la photo ?



3 ?

Combien de vaches se trouvent sur la photo ?



3 ? 2 ?

Combien de vaches se trouvent sur la photo ?



3 ? 2 ? 1 ?

Combien de vaches se trouvent sur la photo ?



3 ? 2 ? 1 ? 0 ? 4 ?

Compter ou mesurer

Chômage. Qui rentre dans la catégorie “travailleur” ?

- Une personne qui travaille à temps partiel 2h/semaine ?
- Un jobiste qui travaille un mois sur l'année ?
- Une jeune maman en CDI en congé de maternité pour 3 mois ?

Compter ou mesurer

Chômage. Qui rentre dans la catégorie “travailleur” ?

- Une personne qui travaille à temps partiel 2h/semaine ?
- Un jobiste qui travaille un mois sur l'année ?
- Une jeune maman en CDI en congé de maternité pour 3 mois ?

Délinquance. Que mesurent les chiffres sur la délinquance ?

Le nombre de PV? de plaintes pour vol? d'agressions?

Compter ou mesurer

Chômage. Qui rentre dans la catégorie “travailleur” ?

- Une personne qui travaille à temps partiel 2h/semaine ?
- Un jobiste qui travaille un mois sur l'année ?
- Une jeune maman en CDI en congé de maternité pour 3 mois ?

Délinquance. Que mesurent les chiffres sur la délinquance ?

Le nombre de PV? de plaintes pour vol? d'agressions?

Intelligence, bonheur... Que mesure-t-on vraiment?

QI? QE? Qualité de vie? Niveau de bonheur?

Pour comprendre, il faut des réponses précises à toutes ces questions!

Plan de l'exposé

- 1 Quelques considérations importantes mais non mathématiques
- 2 Collecte des données et représentation
 - Savoir compter
 - Résumer les données
- 3 Interprétation des données collectées
- 4 Prédire l'avenir
- 5 Conclusion

Résumer les données en un seul nombre

Les données brutes peuvent comporter des millions de chiffres...
...pas facilement exploitables sous cette forme (par un humain).



Masse de données \rightsquigarrow quelques nombres “significatifs”.

Nouvelles techniques révolutionnaires d'apprentissage

On forme 4 groupes de 5 individus. Chaque groupe suit une méthode.

On fait ensuite passer le même test aux 4 groupes.

Résultats en %:

M.T.	45	45	45	45	45
M.1	10	10	10	100	100
M.2	0	0	55	60	65
M.3	0	50	50	50	50

Quelle est la meilleure méthode ?

Nouvelles techniques révolutionnaires d'apprentissage

On forme 4 groupes de 5 individus. Chaque groupe suit une méthode.

On fait ensuite passer le même test aux 4 groupes.

M.T.	45	45	45	45	45					
M.1	10	10	10	100	100					
M.2	0	0	55	60	65					
M.3	0	50	50	50	50					

Nouvelles techniques révolutionnaires d'apprentissage

On forme 4 groupes de 5 individus. Chaque groupe suit une méthode.

On fait ensuite passer le même test aux 4 groupes.

						Moy.				
M.T.	45	45	45	45	45	45				
M.1	10	10	10	100	100	46				
M.2	0	0	55	60	65	36				
M.3	0	50	50	50	50	40				

La méthode 1 est la meilleure méthode en moyenne!

La moyenne (arithmétique) de n nombres x_1, x_2, \dots, x_n

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}.$$

Nouvelles techniques révolutionnaires d'apprentissage

On forme 4 groupes de 5 individus. Chaque groupe suit une méthode.

On fait ensuite passer le même test aux 4 groupes.

						Moy.	Med.			
M.T.	45	45	45	45	45	45	45			
M.1	10	10	10	100	100	46	10			
M.2	0	0	55	60	65	36	55			
M.3	0	50	50	50	50	40	50			

La méthode 2 offre la meilleure performance médiane!

La médiane de $2n+1$ nombres classés $x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_{2n+1}$

$$x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_n \leq \mathbf{x_{n+1}} \leq x_{n+2} \leq \dots \leq x_{2n+1}.$$

Nouvelles techniques révolutionnaires d'apprentissage

On forme 4 groupes de 5 individus. Chaque groupe suit une méthode.

On fait ensuite passer le même test aux 4 groupes.

						Moy.	Med.	Mod.	R.	
M.T.	45	45	45	45	45	45	45	45	0	
M.1	10	10	10	100	100	46	10	10	2	
M.2	0	0	55	60	65	36	55	0	3	
M.3	0	50	50	50	50	40	50	50	4	

La méthode 3 est la plus performante par rapport au mode et au nombre de réussites!

Le mode de n nombres x_1, x_2, \dots, x_n

Le mode est la valeur présente le plus souvent dans l'échantillon.

Nouvelles techniques révolutionnaires d'apprentissage

On forme 4 groupes de 5 individus. Chaque groupe suit une méthode.

On fait ensuite passer le même test aux 4 groupes.

						Moy.	Med.	Mod.	R.	Var.
M.T.	45	45	45	45	45	45	45	45	0	0
M.1	10	10	10	100	100	46	10	10	2	1944
M.2	0	0	55	60	65	36	55	0	3	874
M.3	0	50	50	50	50	40	50	50	4	400

La méthode traditionnelle est la plus stable!

La variance de n nombres x_1, x_2, \dots, x_n

$$\sigma^2 = \frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n}.$$

Nouvelles techniques révolutionnaires d'apprentissage

On forme 4 groupes de 5 individus. Chaque groupe suit une méthode.

On fait ensuite passer le même test aux 4 groupes.

						Moy.	Med.	Mod.	R.	Var.
M.T.	45	45	45	45	45	45	45	45	0	0
M.1	10	10	10	100	100	46	10	10	2	1944
M.2	0	0	55	60	65	36	55	0	3	874
M.3	0	50	50	50	50	40	50	50	4	400

Quelle est vraiment la meilleure méthode ???

Quelques mises en garde sur les moyennes

- Résumer en une seule donnée a-t-il toujours un sens ?



Quelques mises en garde sur les moyennes

- Résumer en une seule donnée a-t-il toujours un sens ?



- **Espérance de vie.** On considère une maladie fictive: la **Matharia**. L'espérance de vie (la moyenne) de la **Matharia** est de 2 ans.

Marc a été diagnostiqué positif à cette maladie il y a bientôt 2 ans, risque-t-il de mourir dans les jours à venir ?

Quelques mises en garde sur les moyennes

- Résumer en une seule donnée a-t-il toujours un sens ?

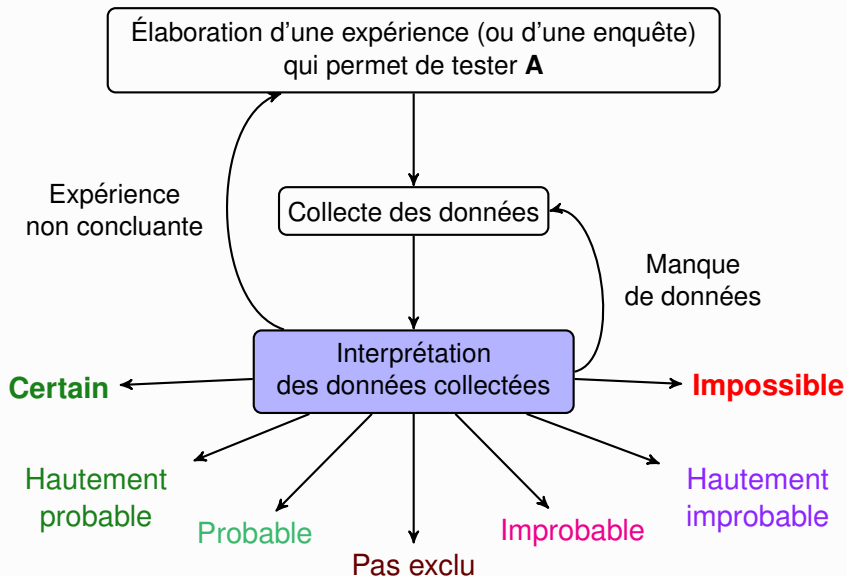


- **Espérance de vie.** On considère une maladie fictive: la **Matharia**. L'espérance de vie (la moyenne) de la **Matharia** est de 2 ans.

Marc a été diagnostiqué positif à cette maladie il y a bientôt 2 ans, risque-t-il de mourir dans les jours à venir ?

Mort dans les 24h du diagnostic	80
Mort 10 ans après le diagnostic	20

Données fictives concernant la **Matharia**.



Plan de l'exposé

- 1 Quelques considérations importantes mais non mathématiques
- 2 Collecte des données et représentation
- 3 **Interprétation des données collectées**
 - **Probabilités et statistiques**
 - Docteur, faut-il opérer?
 - Une erreur judiciaire?
- 4 Prédire l'avenir
- 5 Conclusion

Probabilités et statistiques (deux branches des math)

Probabilités

Étude des phénomènes caractérisés par **le hasard**.^a

^aHasard: Circonstance de caractère imprévu ou imprévisible. [Larousse]

Exemple d'application des probabilités

- Calcul de la probabilité d'obtenir 5 piles et 5 faces, si on lance 10 fois une pièce de monnaie **équilibrée**.

Probabilités et statistiques (deux branches des math)

Probabilités

Étude des phénomènes caractérisés par **le hasard**.^a

^aHasard: Circonstance de caractère imprévu ou imprévisible. [Larousse]

Exemple d'application des probabilités

- Calcul de la probabilité d'obtenir 5 piles et 5 faces, si on lance 10 fois une pièce de monnaie **équilibrée**.

Statistiques

Analyser, représenter, traiter et interpréter un **ensemble de données**.

Exemple d'application des statistiques

- Calcul de la probabilité qu'une pièce soit équilibrée, après avoir observé le résultat de 100 lancers.

Un peu de vocabulaire probabiliste

Exemple d'expérience aléatoire

On lance **une fois** un dé **parfaitement équilibré**.

Univers d'une expérience aléatoire

L'univers, noté Ω , est l'ensemble de toutes les issues possibles.

Dans le cas du lancer de dé, on a que $\Omega = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$.

Un peu de vocabulaire probabiliste

Exemple d'expérience aléatoire

On lance **une fois** un dé **parfaitement équilibré**.

Univers d'une expérience aléatoire

L'univers, noté Ω , est l'ensemble de toutes les issues possibles.

Dans le cas du lancer de dé, on a que $\Omega = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$.

Événement

Un **événement** est un ensemble d'issues possibles, i.e. $E \subseteq \Omega$.

$$E_p = \{\text{pairs}\} = \{2, 4, 6\} \quad , \quad \mathbb{P}(E_p) = \frac{1}{2} \quad (\Omega = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}).$$

Plan de l'exposé

- 1 Quelques considérations importantes mais non mathématiques
- 2 Collecte des données et représentation
- 3 **Interprétation des données collectées**
 - Probabilités et statistiques
 - **Docteur, faut-il opérer?**
 - Une erreur judiciaire?
- 4 Prédire l'avenir
- 5 Conclusion

Une expérience historique en psychologie

Problème posé à des médecins

- Une maladie touche dans la population une personne sur mille.
- Cette maladie, si non traitée, est toujours mortelle.
- Il existe une opération risquée. Cette opération sauve la moitié des personnes opérées, mais tue l'autre moitié.
- Cette maladie peut être détectée à l'aide d'un test fiable à 90%.

Conseillez-vous l'opération à un patient avec un résultat positif ?

Une expérience historique en psychologie

Problème posé à des médecins

- Une maladie touche dans la population une personne sur mille.
- Cette maladie, si non traitée, est toujours mortelle.
- Il existe une opération risquée. Cette opération sauve la moitié des personnes opérées, mais tue l'autre moitié.
- Cette maladie peut être détectée à l'aide d'un test fiable à 90%.

Conseillez-vous l'opération à un patient avec un résultat positif ?

La plupart des médecins répondent qu'ils conseillent l'opération...
... ce qui peut sembler raisonnable vu que le test est fiable (90 %).

Une expérience historique en psychologie (suite)

Imaginons une population de 10 000 personnes.

	pers. malades	pers. saines	total
test positif			
test négatif			
total			10 000

Une expérience historique en psychologie (suite)

Imaginons une population de 10 000 personnes.

	pers. malades	pers. saines	total
test positif			
test négatif			
total	10	9 990	10 000

La maladie touche une personne sur mille

Une expérience historique en psychologie (suite)

Imaginons une population de 10 000 personnes.

	pers. malades	pers. saines	total
test positif	9	999	1 008
test négatif	1	8 991	8 892
total	10	9 990	10 000

La maladie touche une personne sur mille et le test est fiable à 90%.

Une expérience historique en psychologie (suite)

Imaginons une population de 10 000 personnes.

	pers. malades	pers. saines	total
test positif	9	999	1 008
test négatif	1	8 991	8 992
total	10	9 990	10 000

La maladie touche une personne sur mille et le test est fiable à 90%.

Scénario 1: On opère toutes les personnes avec un test positif

Résultat: 504 morts - On a opéré 999 personnes saines!!!

Une expérience historique en psychologie (suite)

Imaginons une population de 10 000 personnes.

	pers. malades	pers. saines	total
test positif	9	999	1 008
test négatif	1	8 991	8 892
total	10	9 990	10 000

La maladie touche une personne sur mille et le test est fiable à 90%.

Scénario 1: On opère toutes les personnes avec un test positif

Résultat: 504 morts - On a opéré 999 personnes saines!!!

Scénario 2: On n'opère personne

Résultat: 10 morts

Une expérience historique en psychologie (suite)

Imaginons une population de 10 000 personnes.

	pers. malades	pers. saines	total
test positif	9	999	1 008
test négatif	1	8 991	8 992
total	10	9 990	10 000

La maladie touche une personne sur mille et le test est fiable à 90%.

Pourquoi on se trompe ?

Une expérience historique en psychologie (suite)

Imaginons une population de 10 000 personnes.

	pers. malades	pers. saines	total
test positif	9	999	1 008
test négatif	1	8 991	8 992
total	10	9 990	10 000

La maladie touche une personne sur mille et le test est fiable à 90%.

Pourquoi on se trompe ?

Une explication possible: on ne remet pas à échelle humaine!

A propos d'échelle humaine

Quand un journal titre:

- *“Le nombre de demandeurs d’asile a doublé cette année!”*

Il peut être passé de 1 à 2 ou de 100 à 200. On n’en sait rien!

A propos d'échelle humaine

Quand un journal titre:

- *“Le nombre de demandeurs d’asile a doublé cette année!”*
Il peut être passé de 1 à 2 ou de 100 à 200. On n’en sait rien!
- *“Invasion de migrants!”* **On n’a aucune information!**

On a l’impression que le seul but de ces titres est de faire peur...



A propos d'échelle humaine

Quand un journal titre:

- *“Le nombre de demandeurs d’asile a doublé cette année!”*
Il peut être passé de 1 à 2 ou de 100 à 200. On n’en sait rien!
- *“Invasion de migrants!”* **On n’a aucune information!**

On a l’impression que le seul but de ces titres est de faire peur...



En Belgique: 35 276 demandes d’asile en 2015

A propos d'échelle humaine

Quand un journal titre:

- *“Le nombre de demandeurs d’asile a doublé cette année!”*
Il peut être passé de 1 à 2 ou de 100 à 200. On n’en sait rien!
- *“Invasion de migrants!”* **On n’a aucune information!**

On a l’impression que le seul but de ces titres est de faire peur...



En Belgique: 35 276 demandes d’asile en 2015
... pour 11 250 000 habitants.

A propos d'échelle humaine

Quand un journal titre:

- *“Le nombre de demandeurs d’asile a doublé cette année!”*
Il peut être passé de 1 à 2 ou de 100 à 200. On n’en sait rien!
- *“Invasion de migrants!”* **On n’a aucune information!**

On a l’impression que le seul but de ces titres est de faire peur...



En Belgique: 35 276 demandes d’asile en 2015
... pour 11 250 000 habitants.

~> 1 migrant pour 318 personnes.

A propos d'échelle humaine

Quand un journal titre:

- *“Le nombre de demandeurs d’asile a doublé cette année!”*
Il peut être passé de 1 à 2 ou de 100 à 200. On n’en sait rien!
- *“Invasion de migrants!”* **On n’a aucune information!**

On a l'impression que le seul but de ces titres est de faire peur...



En Belgique: 35 276 demandes d’asile en 2015
... pour 11 250 000 habitants.

~> 1 migrant pour 318 personnes.

Dans une école avec 10 classes de 32 élèves,
en moyenne, on n’accueille un seul migrant.



**Si vous n'êtes
pas vigilants,
les medias
arriveront à vous
faire détester les
gens opprimés et
aimer ceux qui
les oppriment.**

Malcolm X

Retour à notre expérience psychologique

Imaginons une population de 10 000 personnes.

	pers. malades	pers. saines	total
test positif	9	999	1 008
test négatif	1	8 991	8 992
total	10	9 990	10 000

La maladie touche une personne sur mille et le test est fiable à 90%.

Pourquoi on se trompe ?

Une autre explication possible:
confusion entre $\mathbb{P}(A|B)$ et $\mathbb{P}(B|A)$.

Le concept de probabilité conditionnelle

Probabilité conditionnelle

La **probabilité de E sachant F** est notée $\mathbb{P}(E|F)$ et définie par

$$\mathbb{P}(E|F) = \frac{\mathbb{P}(E \cap F)}{\mathbb{P}(F)}.$$

Exemple: Le lancer d'un dé

$$E_p = \{2, 4, 6\} \quad \Omega = \{1, \textcolor{red}{2}, 3, \textcolor{red}{4}, 5, \textcolor{red}{6}\} \quad \rightsquigarrow \quad \mathbb{P}(E_p) = \frac{1}{2}.$$

Le concept de probabilité conditionnelle

Probabilité conditionnelle

La **probabilité de E sachant F** est notée $\mathbb{P}(E|F)$ et définie par

$$\mathbb{P}(E|F) = \frac{\mathbb{P}(E \cap F)}{\mathbb{P}(F)}.$$

Exemple: Le lancer d'un dé

$$E_p = \{2, 4, 6\} \quad \Omega = \{1, \textcolor{red}{2}, 3, \textcolor{red}{4}, 5, \textcolor{red}{6}\} \quad \rightsquigarrow \quad \mathbb{P}(E_p) = \frac{1}{2}.$$

$$E_6 = \{6\} \quad \Omega = \{1, 2, 3, 4, 5, \textcolor{red}{6}\} \quad \rightsquigarrow \quad \mathbb{P}(E_6) = \frac{1}{6}.$$

Le concept de probabilité conditionnelle

Probabilité conditionnelle

La **probabilité de E sachant F** est notée $\mathbb{P}(E|F)$ et définie par

$$\mathbb{P}(E|F) = \frac{\mathbb{P}(E \cap F)}{\mathbb{P}(F)}.$$

Exemple: Le lancer d'un dé

$$E_p = \{2, 4, 6\} \quad \Omega = \{1, \textcolor{red}{2}, 3, \textcolor{red}{4}, 5, \textcolor{red}{6}\} \quad \rightsquigarrow \quad \mathbb{P}(E_p) = \frac{1}{2}.$$

$$E_6 = \{6\} \quad \Omega = \{1, 2, 3, 4, 5, \textcolor{red}{6}\} \quad \rightsquigarrow \quad \mathbb{P}(E_6) = \frac{1}{6}.$$

$$E_p \cap E_6 = \{6\} \quad E_6 = \{\textcolor{red}{6}\} \quad \rightsquigarrow \quad \mathbb{P}(E_p|E_6) = \frac{1/6}{1/6} = 1.$$

Le concept de probabilité conditionnelle

Probabilité conditionnelle

La **probabilité de E sachant F** est notée $\mathbb{P}(E|F)$ et définie par

$$\mathbb{P}(E|F) = \frac{\mathbb{P}(E \cap F)}{\mathbb{P}(F)}.$$

Exemple: Le lancer d'un dé

$$E_p = \{2, 4, 6\} \quad \Omega = \{1, \textcolor{red}{2}, 3, \textcolor{red}{4}, 5, \textcolor{red}{6}\} \quad \rightsquigarrow \quad \mathbb{P}(E_p) = \frac{1}{2}.$$

$$E_6 = \{6\} \quad \Omega = \{1, 2, 3, 4, 5, \textcolor{red}{6}\} \quad \rightsquigarrow \quad \mathbb{P}(E_6) = \frac{1}{6}.$$

$$E_p \cap E_6 = \{6\} \quad E_6 = \{\textcolor{red}{6}\} \quad \rightsquigarrow \quad \mathbb{P}(E_p|E_6) = \frac{1/6}{1/6} = 1.$$

$$E_6 \cap E_p = \{6\} \quad E_p = \{2, 4, \textcolor{red}{6}\} \quad \rightsquigarrow \quad \mathbb{P}(E_6|E_p) = \frac{1/6}{3/6} = \frac{1}{3}.$$

Une expérience historique en psychologie (suite et fin)

Imaginons une population de 10 000 personnes.

	pers. malades	pers. saines	total
test positif	9	999	1 008
test négatif	1	8 991	8 892
total	10	9 990	10 000

La maladie touche une personne sur mille et le test est fiable à 90%.

Quand le médecin se dit: **le test est très fiable!**, il évalue

$$\mathbb{P}(\text{test positif}|\text{pers. malade}) = \frac{9/10000}{10/10000} = \frac{9}{10}$$

Une expérience historique en psychologie (suite et fin)

Imaginons une population de 10 000 personnes.

	pers. malades	pers. saines	total
test positif	9	999	1 008
test négatif	1	8 991	8 992
total	10	9 990	10 000

La maladie touche une personne sur mille et le test est fiable à 90%.

Quand le médecin se dit: **le test est très fiable!**, il évalue

$$\mathbb{P}(\text{test positif}|\text{pers. malade}) = \frac{9/10000}{10/10000} = \frac{9}{10}$$

Mais on ignore si le patient est malade, il est plus important de savoir

$$\mathbb{P}(\text{pers. malade}|\text{test positif}) = \frac{9/10000}{1008/10000} = \frac{9}{1008} = \frac{1}{112}!!!$$

Plan de l'exposé

- 1 Quelques considérations importantes mais non mathématiques
- 2 Collecte des données et représentation
- 3 **Interprétation des données collectées**
 - Probabilités et statistiques
 - Docteur, faut-il opérer?
 - **Une erreur judiciaire?**
- 4 Prédire l'avenir
- 5 Conclusion

Le cas tragique de Sally Clark

Les faits

- En 1996, le premier fils de S. Clark décède âgé de 11 semaines.
- En 1998, le second fils de S. Clark décède âgé de 8 semaines.
- S. Clark est accusée du double meurtre

Le cas tragique de Sally Clark

Les faits

- En 1996, le premier fils de S. Clark décède âgé de 11 semaines.
- En 1998, le second fils de S. Clark décède âgé de 8 semaines.
- S. Clark est accusée du double meurtre

Le raisonnement de Roy Meadow (Expert pédiatre)

La probabilité d'un décès naturel est de 1/8543.

La probabilité de deux décès naturels est de

$$1/(8543)^2 \approx 1/73000000!$$

Ce qui semble quasiment impossible.

Le cas tragique de Sally Clark

Les faits

- En 1996, le premier fils de S. Clark décède âgé de 11 semaines.
- En 1998, le second fils de S. Clark décède âgé de 8 semaines.
- S. Clark est accusée du double meurtre

Le raisonnement de Roy Meadow (Expert pédiatre)

La probabilité d'un décès naturel est de 1/8543.

La probabilité de deux décès naturels est de

$$1/(8543)^2 \approx 1/73000000!$$

Ce qui semble quasiment impossible.

Pensez-vous que S. Clark est coupable ?

Le cas tragique de Sally Clark

Les faits

- En 1996, le premier fils de S. Clark décède âgé de 11 semaines.
- En 1998, le second fils de S. Clark décède âgé de 8 semaines.
- S. Clark est accusée du double meurtre

Le raisonnement de Roy Meadow (Expert pédiatre)

La probabilité d'un décès naturel est de 1/8543.

La probabilité de deux décès naturels est de

$$1/(8543)^2 \approx 1/73000000!$$

Ce qui semble quasiment impossible.

Pensez-vous que S. Clark est coupable ?

S. Clark fut jugée coupable du double meurtre en 1999.

Une première erreur

Le raisonnement de Roy Meadow (Expert pédiatre)

La probabilité d'un décès naturel est de $1/8543$.

La probabilité de deux décès naturels est de

$$1/(8543)^2 \approx 1/73000000! \quad \textbf{FAUX!}$$

Le concept de probabilité conditionnelle (rappel)

Probabilité conditionnelle

La **probabilité de E sachant F** est notée $\mathbb{P}(E|F)$ et définie par

$$\mathbb{P}(E|F) = \frac{\mathbb{P}(E \cap F)}{\mathbb{P}(F)}.$$

Exemple: Le lancer d'un dé

$$E_p = \{2, 4, 6\} \quad \Omega = \{1, \textcolor{red}{2}, 3, \textcolor{red}{4}, 5, \textcolor{red}{6}\} \quad \rightsquigarrow \quad \mathbb{P}(E_p) = \frac{1}{2}.$$

$$E_6 = \{6\} \quad \Omega = \{1, 2, 3, 4, 5, \textcolor{red}{6}\} \quad \rightsquigarrow \quad \mathbb{P}(E_6) = \frac{1}{6}.$$

$$E_p \cap E_6 = \{6\} \quad E_6 = \{\textcolor{red}{6}\} \quad \rightsquigarrow \quad \mathbb{P}(E_p|E_6) = \frac{1/6}{1/6} = 1.$$

$$E_6 \cap E_p = \{6\} \quad E_p = \{2, 4, \textcolor{red}{6}\} \quad \rightsquigarrow \quad \mathbb{P}(E_6|E_p) = \frac{1/6}{3/6} = \frac{1}{3}.$$

Le concept d'indépendance

Événements indépendants

Deux événements $E, F \subseteq \Omega$ sont **indépendants** s'ils n'ont aucune influence l'un sur l'autre. Dans ce cas, on a que

$$\mathbb{P}(E|F) = \mathbb{P}(E) \quad (\text{et } \mathbb{P}(F|E) = \mathbb{P}(F)).$$

Le concept d'indépendance

Événements indépendants

Deux événements $E, F \subseteq \Omega$ sont **indépendants** s'ils n'ont aucune influence l'un sur l'autre. Dans ce cas, on a que

$$\mathbb{P}(E|F) = \mathbb{P}(E) \quad (\text{et } \mathbb{P}(F|E) = \mathbb{P}(F)).$$

Exemple: Retour au lancer d'un dé

E_p et E_6 **ne** sont **pas** indépendants: $\mathbb{P}(E_p) = \frac{1}{2} \neq 1 = \mathbb{P}(E_p|E_6)$.

Le concept d'indépendance

Événements indépendants

Deux événements $E, F \subseteq \Omega$ sont **indépendants** s'ils n'ont aucune influence l'un sur l'autre. Dans ce cas, on a que

$$\mathbb{P}(E|F) = \mathbb{P}(E) \quad (\text{et } \mathbb{P}(F|E) = \mathbb{P}(F)).$$

Exemple: Retour au lancer d'un dé

E_p et E_6 **ne** sont **pas** indépendants: $\mathbb{P}(E_p) = \frac{1}{2} \neq 1 = \mathbb{P}(E_p|E_6)$.

Théorème

$\mathbb{P}(E \cap F) = \mathbb{P}(E) \cdot \mathbb{P}(F)$ si et seulement si E et F sont indépendants.

$$\mathbb{P}(E_p \cap E_6) = \mathbb{P}(\{6\}) = \frac{1}{6} \neq \mathbb{P}(E_p) \cdot \mathbb{P}(E_6) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{6} = \frac{1}{12}.$$

Retour au cas tragique de S. Clark

Les deux décès ne sont **pas des événements indépendants!!!**

Le raisonnement de Roy Meadow (Expert pédiatre)

La probabilité d'un décès naturel est de $1/8543$.

La probabilité de deux décès naturels est de

$$1/(8543)^2 \approx 1/73000000! \quad \textbf{FAUX!}$$

Le Professeur Ray Hill prouvera qu'une double mort naturelle est en fait neuf fois plus probable qu'un double homicide.

Ce qui conduira à la libération de S. Clark en 2003.

Une seconde erreur

Question

Supposons que la probabilité de deux décès naturels soit vraiment de **$1/73.000.000$** ,
est-ce que cela prouve que S. Clark est coupable du double meurtre ?

Une seconde erreur

Question

Supposons que la probabilité de deux décès naturels soit vraiment de **$1/73.000.000$** ,
est-ce que cela prouve que S. Clark est coupable du double meurtre ?

La probabilité de gagner à l'**Euro Millions** est de l'ordre de

$1/140.000.000$.

Pourtant, les gagnants ne sont pas accusés de fraude. Pourquoi ?

Une seconde erreur

Question

Supposons que la probabilité de deux décès naturels soit vraiment de **$1/73.000.000$** ,
est-ce que cela prouve que S. Clark est coupable du double meurtre ?

La probabilité de gagner à l'**Euro Millions** est de l'ordre de

$1/140.000.000$.

Pourtant, les gagnants ne sont pas accusés de fraude. Pourquoi ?

Des millions de gens jouent à l'**Euro Millions** (54 le 07/10/2016).

Une seconde erreur

Question

Supposons que la probabilité de deux décès naturels soit vraiment de **$1/73.000.000$** ,

est-ce que cela prouve que S. Clark est coupable du double meurtre ?

Non, il y a des millions de naissances tous les ans (139 en 2014).

La probabilité de gagner à l'**Euro Millions** est de l'ordre de

$1/140.000.000$.

Pourtant, les gagnants ne sont pas accusés de fraude. Pourquoi ?

Des millions de gens jouent à l'**Euro Millions** (54 le 07/10/2016).

Les choses improbables arrivent... souvent

Définition de impossible (dictionnaire Larousse)

Impossible: Qui ne peut exister, qui est **hautement improbable**.

~> confusion des deux concepts dans le langage courant.

Les choses improbables arrivent... souvent

Définition de impossible (dictionnaire Larousse)

Impossible: Qui ne peut exister, qui est **hautement improbable**.

↪ confusion des deux concepts dans le langage courant.

Dans le langage mathématique, on distingue les deux concepts:

- Un événement **impossible** n'arrive jamais (probabilité nulle).
Trouver un nombre impair divisible par deux est impossible.
- Un événement **improbable** a une “très petite” probabilité d'arriver.
Gagner au lotto est hautement improbable, mais pas impossible.
Être frappé par la foudre est improbable, mais pas impossible.

Plan de l'exposé

- 1 Quelques considérations importantes mais non mathématiques
- 2 Collecte des données et représentation
- 3 Interprétation des données collectées
- 4 **Prédire l'avenir**
 - **Prédire l'obésité d'une population**
 - Prédire la criminalité
- 5 Conclusion

Tous les Américains seront obèses (BMI \geq 30) en 2102

Genre	Or. ethnique	80 % d'obèses	100 % d'obèses
Tous	Toutes	2072	2102
Homme	Toutes	2077	2107
Femme	Toutes	2058	2084
...
Homme	Afro-américain	2079	2110
Homme	Latino-américain	2091	2126

Will All Americans Become Overweight or Obese? Estimating the Progression and Cost of the US Obesity Epidemic, Youfa Wang et al, Journal of obesity, 2008. [papier cité plus de 1100 fois]

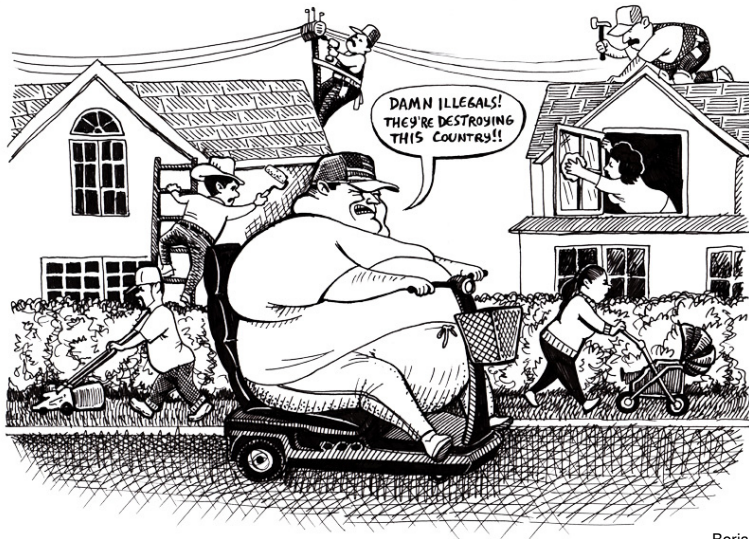
Tous les Américains seront obèses (BMI \geq 30) en 2102

Genre	Or. ethnique	80 % d'obèses	100 % d'obèses
Tous	Toutes	2072	2102
Homme	Toutes	2077	2107
Femme	Toutes	2058	2084
...
Homme	Afro-américain	2079	2110
Homme	Latino-américain	2091	2126

Will All Americans Become Overweight or Obese? Estimating the Progression and Cost of the US Obesity Epidemic, Youfa Wang et al, Journal of obesity, 2008. [papier cité plus de 1100 fois]

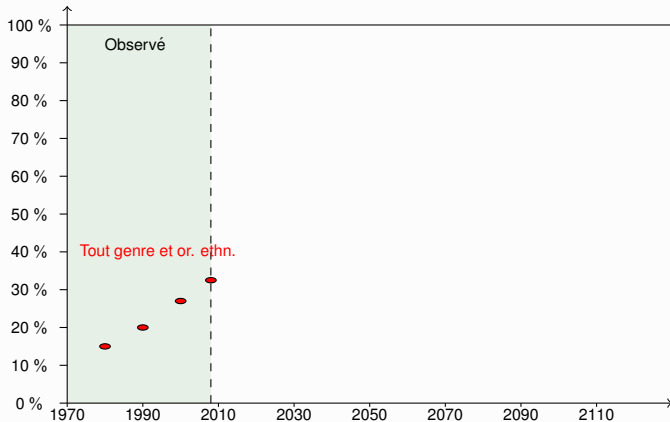
Comment ces chiffres ont-il été obtenus ?

Tous les Américains seront obèses en 2102!

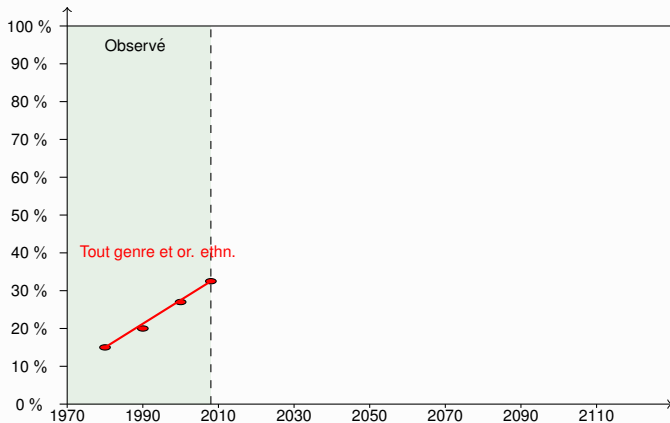


Boris Rasin

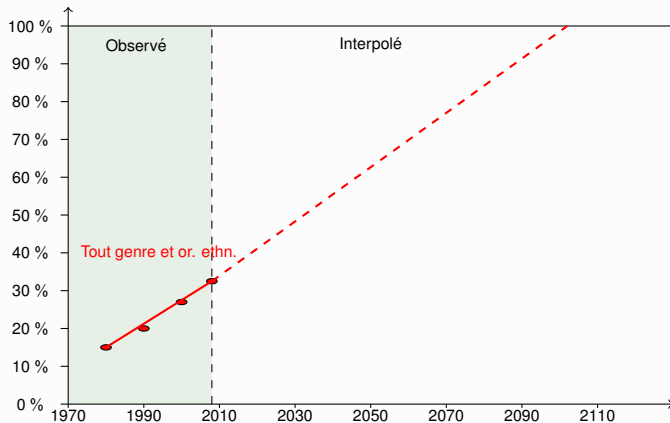
Tous les Américains seront obèses en 2102: la preuve



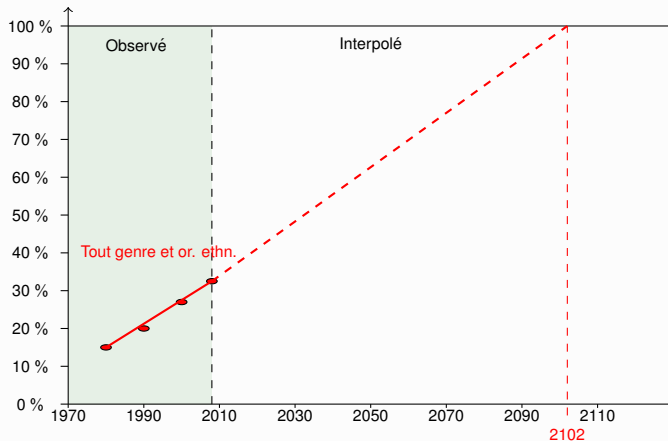
Tous les Américains seront obèses en 2102: la preuve



Tous les Américains seront obèses en 2102: la preuve

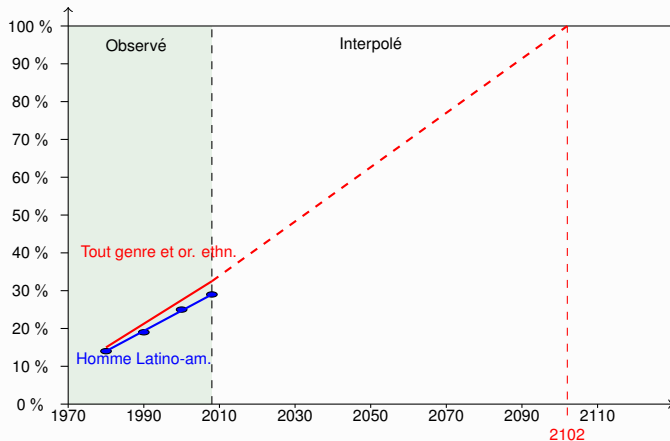


Tous les Américains seront obèses en 2102: la preuve



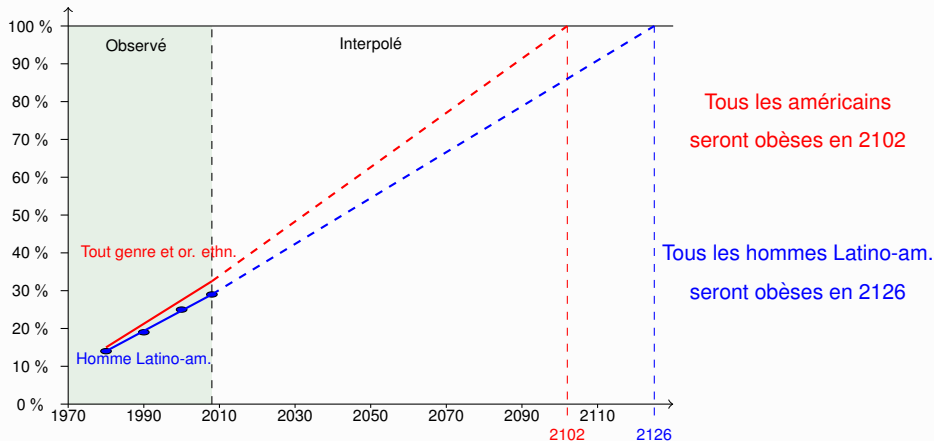
Tous les américains
seront obèses en 2102

Tous les Américains seront obèses en 2102: la preuve

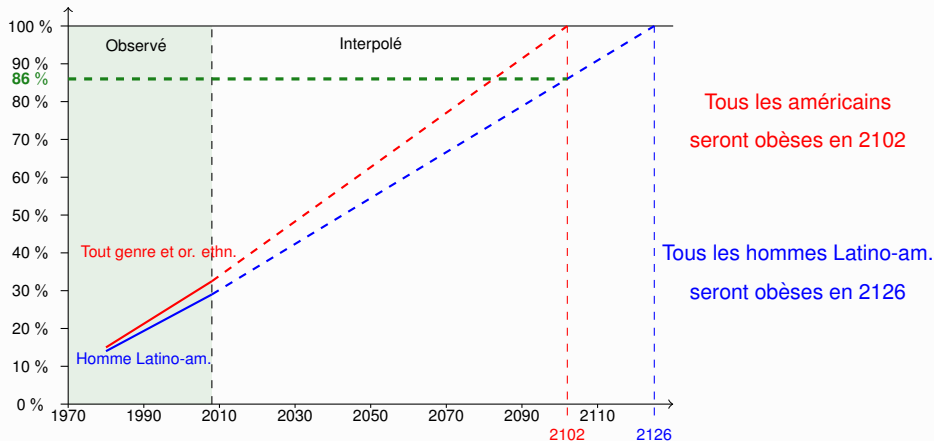


Tous les américains
seront obèses en 2102

Tous les Américains seront obèses en 2102: la preuve

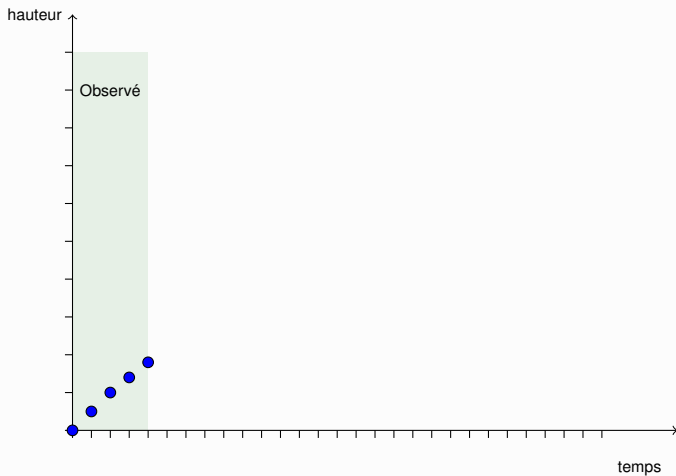


Tous les Américains seront obèses en 2102: la preuve

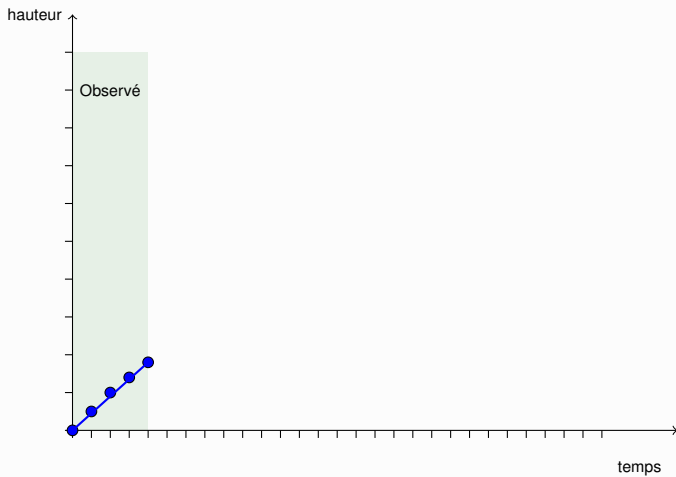


Où sont les 14 % d'hommes latinos non-obèses en 2102 ?

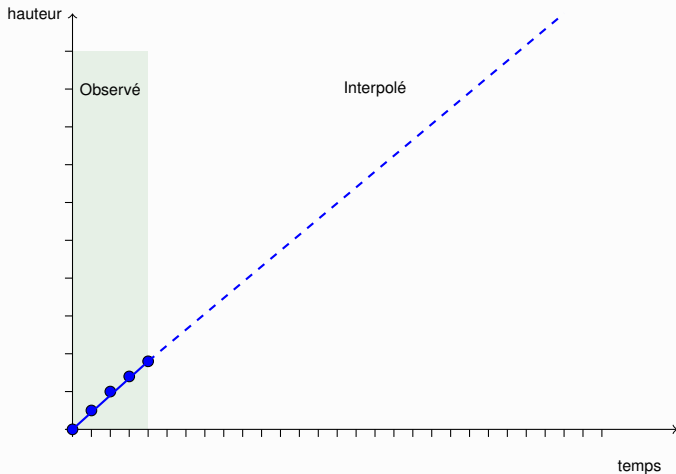
Lancer d'une balle



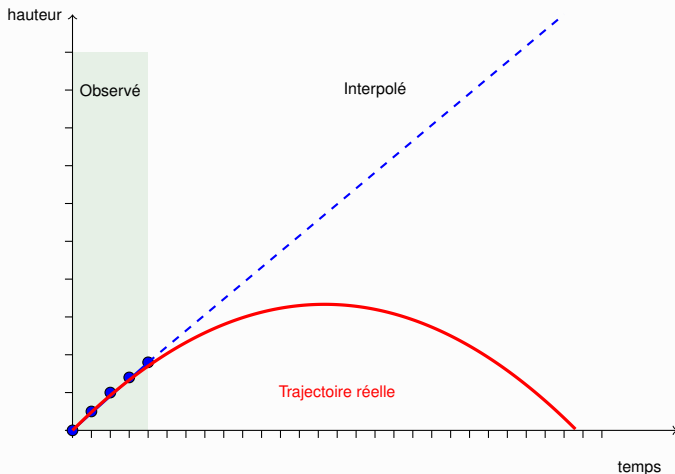
Lancer d'une balle



Lancer d'une balle



Lancer d'une balle

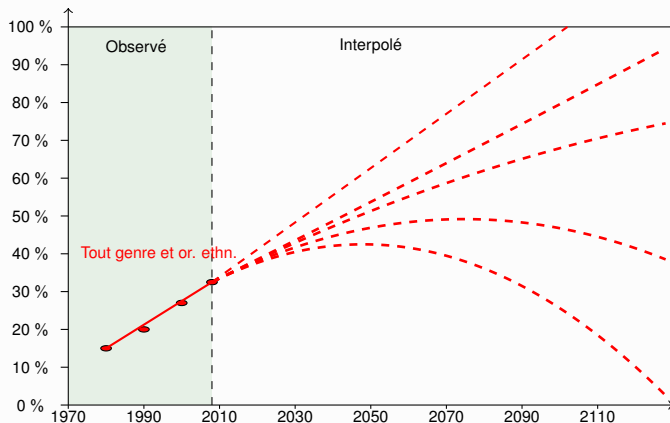


Tous les phénomènes ne sont pas linéaires!

Toutes les courbes ne sont pas des droites...

... même si elles y ressemblent quand on regarde de près.

Tous les Américains seront obèses en 2102?



Impossible de prévoir la courbe de croissance de l'obésité...

Plan de l'exposé

- 1 Quelques considérations importantes mais non mathématiques
- 2 Collecte des données et représentation
- 3 Interprétation des données collectées
- 4 Prédire l'avenir**
 - Prédire l'obésité d'une population
 - **Prédire la criminalité**
- 5 Conclusion

Des logiciels pour prédire les crimes...



Minority report

... ce n'est plus de la science-fiction.

Ça marche comment ?

C'est fiable ?

CRIME PREDICTIONS

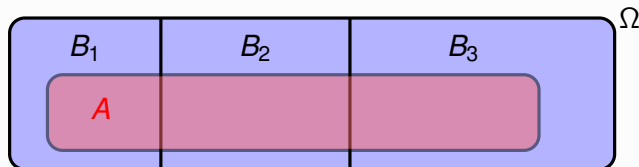
Predict Crime

- Filters (depending on data)

- Crime Types
- Location
- Date
- Time
- Temperature
- Traffic
- Distance to Police Station
- Weather



Théorème de Bayes



Théorème de Bayes

Soient $B_1, B_2, \dots, B_n \subseteq \Omega$ des événements qui partitionnent Ω et $A \subseteq \Omega$ un événement quelconque. Quel que soit B_i , on a:

$$\mathbb{P}(B_i|A) = \frac{\mathbb{P}(A|B_i) \cdot \mathbb{P}(B_i)}{\sum_{j=1}^n \mathbb{P}(A|B_j) \cdot \mathbb{P}(B_j)}$$

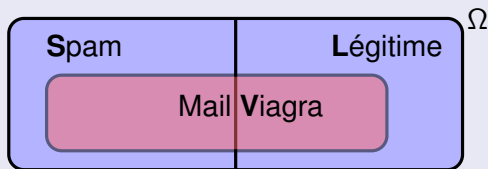
\rightsquigarrow On peut calculer $\mathbb{P}(B_i|A)$ quand on connaît $\mathbb{P}(A|B_i)$.

Filtrage bayésien du spam

On vient de recevoir un mail contenant le mot **viagra**.

On cherche à savoir si ce mail est en fait un spam en calculant $\mathbb{P}(\mathbf{S}|\mathbf{V})$.

Application du Théorème de Bayes



$$\mathbb{P}(\mathbf{S}|\mathbf{V}) = \frac{\mathbb{P}(\mathbf{V}|\mathbf{S}) \cdot \mathbb{P}(\mathbf{S})}{\mathbb{P}(\mathbf{V}|\mathbf{S}) \cdot \mathbb{P}(\mathbf{S}) + \mathbb{P}(\mathbf{V}|\mathbf{L}) \cdot \mathbb{P}(\mathbf{L})}$$

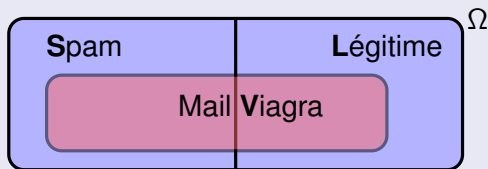
Des estimations de $\mathbb{P}(\mathbf{S})$, $\mathbb{P}(\mathbf{L})$, $\mathbb{P}(\mathbf{V}|\mathbf{S})$ et $\mathbb{P}(\mathbf{V}|\mathbf{L})$ sont obtenues à l'aide d'un processus d'**apprentissage** (ou **machine learning**).

Filtrage bayésien du spam

On vient de recevoir un mail contenant le mot **viagra**.

On cherche à savoir si ce mail est en fait un spam en calculant $\mathbb{P}(\mathbf{S}|\mathbf{V})$.

Application du Théorème de Bayes



$$\mathbb{P}(\mathbf{S}|\mathbf{V}) = \frac{\mathbb{P}(\mathbf{V}|\mathbf{S}) \cdot \mathbb{P}(\mathbf{S})}{\mathbb{P}(\mathbf{V}|\mathbf{S}) \cdot \mathbb{P}(\mathbf{S}) + \mathbb{P}(\mathbf{V}|\mathbf{L}) \cdot \mathbb{P}(\mathbf{L})}$$

Des estimations de $\mathbb{P}(\mathbf{S})$, $\mathbb{P}(\mathbf{L})$, $\mathbb{P}(\mathbf{V}|\mathbf{S})$ et $\mathbb{P}(\mathbf{V}|\mathbf{L})$ sont obtenues à l'aide d'un processus d'**apprentissage** (ou **machine learning**).

On combine plusieurs mots (tels que **lottery winner**,...). Au final, on obtient une mesure de **spamicité** du message.

Si cette mesure de spamicité dépasse un certain seuil, on déclare que le message est un spam.

Prédire les spams – les deux types d'erreurs

Un filtre à spam bayésien '**bien éduqué**' se trompe rarement.

Le filtre **n'est pas infallible**. Il peut commettre deux types d'erreur:

- ❶ Considérer comme **légitime** un mail qui est un **spam**.
C'est un peu agaçant, mais pas bien grave...
- ❷ Considérer comme **spam** un mail qui est en fait **légitime**.
C'est nettement plus problématique!!! Il peut s'agir d'un véritable mail vous annonçant que vous avez gagné à la loterie...

Prédire le crime (1)

En allant plus loin, on imagine des logiciels de **prédiction du crime**:

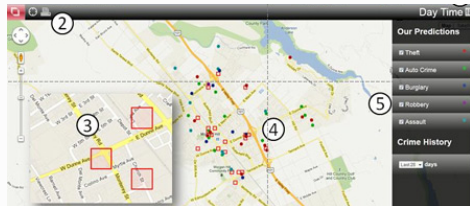
- À Chicago, un algorithme attribue des scores aux personnes les plus à risque de prendre part à une fusillade.

Encore une fois, le logiciel **n'est pas infallible**.

- 1 Considérer comme **sans danger** un **criminel potentiel**.
- 2 Considérer comme **criminel potentiel** une **personne innocente**.
C'est un problème gravissime!
Surtout quand cette information est rendue publique!!!

Prédire le crime (2)

- À Santa Cruz, prédiction des lieux les plus probables pour les cambriolages et vols de voiture.



PredPol

Predict Crime in Real Time

Wikipedia

Le logiciel peut créer des cercles vicieux:

- Imaginons un quartier considéré “à risques” par le logiciel.
- ⇨ la présence policière est renforcée dans ce quartier.
- ⇨ de plus nombreux crimes sont signalés dans ce quartier.
- ⇨ le quartier est donc considéré encore plus “à risques”.
- ⇨ la qualité de vie du quartier finit par vraiment se dégrader...

Plan de l'exposé

- 1 Quelques considérations importantes mais non mathématiques
- 2 Collecte des données et représentation
- 3 Interprétation des données collectées
- 4 Prédire l'avenir
- 5 Conclusion

Faut-il bannir les modèles?

Non, ils sont intéressants à condition de garder à l'esprit:

- les modèles sont une **simplification** de la réalité,
- obtenus à l'aide d'**hypothèses simplificatrices**.

Il est donc important de **connaître** et de **comprendre**

- les hypothèses utilisées,
- les mathématiques qui permettent de les analyser.

Surtout, gardez un **esprit critique**!

Avant de vous laisser partir...

... je souhaiterais proposer une réponse à LA question:

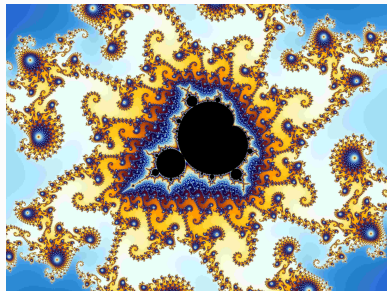
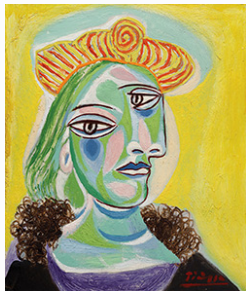
“M’sieur, pourquoi on étudie les maths ?”

Avant de vous laisser partir...

... je souhaiterais proposer une réponse à LA question:

“M’sieur, pourquoi on étudie les maths ?”

Parce que les maths c’est **beau**...



... à mon sens, c’est une réponse trop subjective.

Avant de vous laisser partir...

... je souhaiterais proposer une réponse à LA question:

“M’sieur, pourquoi on étudie les maths ?”

Parce que les maths c’est **amusant**...



Math is
 $f(u)^n$

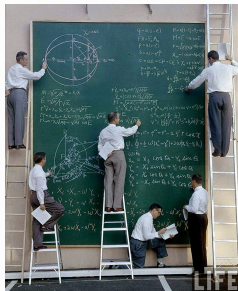
... à mon sens, c’est encore une réponse subjective.

Avant de vous laisser partir...

... je souhaiterais proposer une réponse à LA question:

“M’sieur, pourquoi on étudie les maths ?”

Parce que les maths c’est **utile**...



... Oui, mais pas seulement au sens de l'utilité pratique.

A propos de l'utilité des maths

Les mathématiques sont utiles aux

- mathématiciens, ingénieurs, économistes,...
- médecins, juges, psychologues, pédagogues, journalistes,...

A propos de l'utilité des maths

Les mathématiques sont utiles aux

- mathématiciens, ingénieurs, économistes,...
- médecins, juges, psychologues, pédagogues, journalistes,...

Mais les maths sont aussi et **surtout** utiles aux

- citoyens désireux
de comprendre les nombreuses
informations qui les entourent,
sans se faire manipuler!



A propos de l'utilité des maths du secondaire

Certains d'entre vous pensent peut-être:

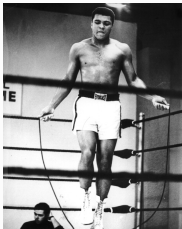
“Ouais... mais les maths de mon cours, elles servent à rien!”

A propos de l'utilité des maths du secondaire

Certains d'entre vous pensent peut-être:

“Ouais... mais les maths de mon cours, elles servent à rien!”

- Est-ce “utile” à un musicien de faire des gammes ?
- Est-ce “utile” à un boxeur de sauter à la corde ?



Ce n'est pas directement utile, mais ça fait partie de l'entraînement!

A propos de l'utilité des maths du secondaire

Certains d'entre vous pensent peut-être:

“Ouais... mais les maths de mon cours, elles servent à rien!”

Les maths que vous faites en classe, c'est l'entraînement:



- elles contribuent à muscler votre cerveau,
- elles aiguisent votre esprit critique,
- elles vous apprennent à argumenter, vérifier, prouver,
- elles prolongent naturellement votre logique et votre bon sens.

A propos de l'utilité des maths de secondaire (suite)

Les maths sont souvent utilisées comme des arguments d'autorité, pas toujours compris par les personnes qui les emploient.

“C'est incontestable! C'est mathématique!!”

Si vous ne voulez pas être manipulés, il n'y a qu'une solution:

A propos de l'utilité des maths de secondaire (suite)

Les maths sont souvent utilisées comme des arguments d'autorité, pas toujours compris par les personnes qui les emploient.

“C'est incontestable! C'est mathématique!!”

Si vous ne voulez pas être manipulés, il n'y a qu'une solution:

Comprendre les maths!

A propos de l'utilité des maths de secondaire (suite)

Les maths sont souvent utilisées comme des arguments d'autorité, pas toujours compris par les personnes qui les emploient.

“C'est incontestable! C'est mathématique!!”

Si vous ne voulez pas être manipulés, il n'y a qu'une solution:

Comprendre les maths!

Comment on peut comprendre ?

A propos de l'utilité des maths de secondaire (suite)

Les maths sont souvent utilisées comme des arguments d'autorité, pas toujours compris par les personnes qui les emploient.

“C'est incontestable! C'est mathématique!!”

Si vous ne voulez pas être manipulés, il n'y a qu'une solution:

Comprendre les maths!

Comment on peut comprendre ? **En s'entraînant régulièrement!**
En se **trompant!!!**

A propos de l'utilité des maths de secondaire (suite)

Les maths sont souvent utilisées comme des arguments d'autorité, pas toujours compris par les personnes qui les emploient.

“C'est incontestable! C'est mathématique!!”

Si vous ne voulez pas être manipulés, il n'y a qu'une solution:

Comprendre les maths!

Comment on peut comprendre ? **En s'entraînant régulièrement!**
En se **trompant!!!**

Qui peut nous aider ?

A propos de l'utilité des maths de secondaire (suite)

Les maths sont souvent utilisées comme des arguments d'autorité, pas toujours compris par les personnes qui les emploient.

“C'est incontestable! C'est mathématique!!”

Si vous ne voulez pas être manipulés, il n'y a qu'une solution:

Comprendre les maths!

Comment on peut comprendre ? **En s'entraînant régulièrement!**
En se trompant!!!

Qui peut nous aider ? **Vos professeurs de math!**





“Doutez de tout et surtout de ce que je vais vous dire.”

Bouddha